كتاب

اصول الفيسيولوجيا

اشكاله مئتان وسبعة واربعون

للدكتور يوحنا ورتبات

استاذ التشريح والفيسيولوجيا في المدرسة الكلية السورية

نقله من الانكليزية الى العربية عن كتاب الدكتور كركس والعلامة باكر

طُبع في بيروت

١٨٧٧

فصول الكتاب وفهرسهُ العام

الفصل الاول

صفحة

صفات الاجسام الحيّة العامة والخاصة ٥

الفصل الثاني

تركيب الجسد الكيماوي ٨

الفصل الثالث

تركيب الجسد البنائي ١٥

الفصل الرابع

بناء الانسجة الاصلية ٢٢

الايثيليوم ٢٢

النسيج الخلوي او الموصل ٢٦

النسيج الدهني ٢٧

المادة الملوّنة ٢٩

الغضروف ٢٩

العظام والاسنان ٣٢

الفصل الخامس

الدم ٤٠

كمية الدم ٤١

تجمد الدم ٤٢

صفحة

الاحوال التي تفعل في التجمد ٤٤
تركيب الدم الكيماوي ٤٥
الكريات او الجسيمات الدموية ٤٦
الكريات الحمراء ٤٦
الكريات البيضاء ٥١
المصل ٥٢
اختلاف كمية الاجزاء الرئيسية التي يتالف منها السائل الدموي ٥٢
التغيرات التي تحدث في الدم الصحي من أحوال مختلفة ٥٥
اختلاف تركيب الدم في أقسام مختلفة من الجسد ٥٦
الغازات التي يتضمنها الدم ٥٩
تكوين الدم ٥٩
فوائد الدم ٦٢
فوائد الاجزاء التي يتركب منها الدم ٦٢

الفصل السادس

دورة الدم ٦٣

القلب ٦٦

بناء صمامات القلب ٦٧
عمل القلب ٧١
عمل صمامات القلب ٧٣
صوتا القلب واندفاعهُ ٧٧
تواتر عمل القلب وقوتهُ ٨٠
سبب نظام عمل القلب ٨٢
نتيجة عمل القلب ٨٤

الشرايين ٨٥

بناء الشرايين ٨٥
النبض ٩٢
قوة اندفاع الدم في الشرايين ٩٨
سرعة الدم في الشرايين ١٠٠

صفحة

الاوعية الشعرية ١٠٠
الدورة في الاوعية الشعرية ١٠٤
الاوردة ١٠٨
بناؤها ١٠٨
عمل الضغط العضلي والتنفس في الدورة الوريدية ١١١
سرعة الدورة الوريدية ١١٤
سرعة الدورة الدموية ١١٥
الصفات المميزة للدورة الدماغية ١١٨
الابنية الانتصابية ١٣٠

الفصل السابع

التنفس ١٣٣
بناء الرئتين ١٣٣
حركات التنفس ١٣٧
حركات المزمار التنفسية ١٤١
كمية الهواء التي تدخل وتخرج في التنفس ١٤٣
حركة الدم في الاعضاء التنفسية ١٤٦
التغيرات التي تحدث في الهواء بواسطة التنفس ١٤٧
التغيرات التي تحدث في الدم بواسطة التنفس ١٤٣
التعليل الميكانيكي عن بعض الاعمال التنفسية ١٤٤
عمل المجموع العصبي في التنفس ١٤٩
النتائج الحادثة عن توقف التنفس وانقطاعه ١٥٠

الفصل الثامن

الحرارة الحيوانية ١٥٣
اختلاف الحرارة في الصحة ١٥٣
مصادر تولد الحرارة في الجسد وكيفيته ١٥٧
ضبط حرارة الجسد البشري ١٥٩
عمل المجموع العصبي ١٦٣

الفصل التاسع

	ص
الهضم	١٦٤
الطعام	١٦٤
الموت من الجوع	١٦٩
سير الطعام في القناة الغذائية	٧٣
الغدد اللعابية واللعاب	١٧٥
سير الطعام الى المعدة	١٧٩
الهضم المعدي	١٨٠
بناء المعدة	١٨٠
افراز العصارة المعدية وخصائصها	١٨٤
التغيير الذي يحدث في الطعام وهو في المعدة	١٩٠
حركات المعدة	١٩٦
عمل المجموع العصبي في الهضم المعدي	١٩٩
انهضام المعدة بعد الموت	٢٠١
الهضم المعوي	٢٠٢
بناء المعى الدقيق وافرازاته	٢٠٢
الصمامات الكاذبة	٢٠٤
غدد المعى الدقيق	٢٠٤
الخمل	٢٠٩
بناء المعى الغليظ	٢١١
البنكرياس وافرازه	٢١٢
بناء الكبد	٢١٤
وظائف الكبد	٢٢٠
الصفراء	٢٢٠
تكوين السكر في الكبد	٢٢٦
خلاصة التغيرات الحادثة في الطعام في المعى الدقيق	٢٢٩
خلاصة عمل الهضم في المعى الغليظ	٢٣١

صفحة

الغائط وغازات المعدة والامعاء ٢٢٢
حركات الامعاء ٢٢٣

الفصل العاشر

الامتصاص ٢٢٤
بناء الاوعية والغدد اللبنية واللمفاوية ووظيفتها ٢٢٤
الغدد اللمفاوية ٢٢٨
صفات اللمفا والكيلوس ٢٤٠
الامتصاص بواسطة الاوعية اللبنية ٢٤٤
الامتصاص بواسطة الاوعية اللمفاوية ٢٤٥
الامتصاص بواسطة الاوعية الدموية ٢٤٦

الفصل الحادي عشر

التغذية والنموّ ٢٥١
التغذية ٢٥١
النموّ ٢٦٢

الفصل الثاني عشر

الافراز ٢٦٥
الاغشية المفرزة ٢٦٦
الغدد المفرزة ٢٦٩
عمل الافراز ٢٧١

الفصل الثالث عشر

الغدد الوعائية وهي الغدد اللاقنوات لها ٢٧٤
بناء الطحال ٢٧٧
وظيفة الطحال ٢٧٨

الفصل الرابع عشر

الجلد وافرازهُ ٢٨٠

صفحة

بناء الجلد ٢٨٠
بناء الشعر والاظفار ٢٨٧
ابراز الجلد ٢٩٠
الامتصاص بواسطة الجلد ٢٩٢

الفصل الخامس عشر

الكليتان وافرازها ٢٩٤
بناء الكليتين ٢٩٤
افراز البول ٢٩٨
صفات البول العامة ٢٩٩
تركيب البول الكيماوي ٣٠١

الفصل السادس عشر

المجموع العصبي ٣١٠
ابنية المجموع العصبي الاصلية ٣١١
وظائف الالياف العصبية ٣١٨
وظائف المراكز العصبية ٣٢٣
المجموع الدماغي الشوكي ٣٢٨
الحبل الشوكي واعصابهُ ٣٢٨
وظائف الحبل الشوكي ٣٣٣
النخاع المستطيل ٣٤٠
بناؤهُ ٣٤٠
توزيع اليافهِ ٣٤٢
وظائفهُ ٣٤٣
بناء جسر فروليوس وساقي المخ والاجسام الرباعية والجسمين
المعقّدين والسريرين البصريين والجسمين المضلعين ووظائفها ٣٤٧
جسر فروليوس ٣٤٧
ساقا المخ ٣٤٨

صفحة

الاجسام الرباعية ٣٤٩
العقد الحسية ٣٤٩
بناء المخيخ ووظائفهُ ٣٥١
بناء المخ ووظائفهُ ٣٥٥
وظائف الاعصاب الدماغية والشوكية ٣٥٩
وظائف العصب الثالث والرابع والسادس الدماغية ٣٦٠
وظائف العصب الخامس ٣٦٢
وظائف العصب الوجهي ٣٦٥
وظائف العصب اللساني البلعومي ٣٦٨
وظائف العصب الرئوي المعدي ٣٧٠
وظائف العصب الشوكي الاضافي ٣٧٣
وظائف العصب تحت اللسان ٣٧٦
وظائف الاعصاب الشوكية ٣٧٦
وظائف العصب السمباتوي ٣٧٧

الفصل السابع عشر

اسباب الحركة وظواهرها ٣٨٥
الحركة الهدبية ٣٨٦
الحركة العضلية ٣٨٧
بناء النسيج العضلي ٣٨٧
خصائص النسيج العضلي ٣٩١
عمل العضلات الاختيارية ٣٩٦
عمل العضلات غير الاختيارية ٤٠١
مصدر العمل العضلي ٤٠١

الفصل الثامن عشر

الصوت والتكلم ٤٠٢
كيفية احداث الصوت الانساني ٤٠٢

صفحة

المخبرة ٤٠٥
الصوت باعتبار الغناء والتكلم ٤١١
التكلم ٤١٢

الفصل التاسع عشر

الحواس الظاهرة ٤١٥
حاسة الشم ٤٣٠
حاسة البصر ٤٣٥
بناء العين ٤٣٥
وظيفة البصر واحكامه ٤٣٣
عمل كلتا العينين في زمن واحد ٤٤٣
حاسة السمع ٤٤٨
تشريح عضو السمع ٤٤٨
وظيفة السمع ٤٥٥
وظائف الاذن الظاهرة ٤٥٦
وظائف الاذن المتوسطة ٤٥٧
وظائف الاذن الباطنة ٤٦١
عمل العصب السمعي ٤٦٣
حاسة الذوق ٤٦٦
حاسة اللمس ٤٧٣

الفصل العشرون

وظيفة التناسل وتكوين الجنين ٤٧٧
اعضاء التناسل في الانثى ٤٧٧
البيضة غير العالقة ٤٨١
خروج البيضة ٤٨٤
الجسم الاصفر ٤٨٦
تلقيح البيضة ٤٨٨

صفحة

وظائف الذكر الجنسية ٤٨٨

تكوين الجنين ٤٩٤

التغيرات الحادثة في البيضة قبل تكوين الجنين ٤٩٤

التغيرات الحادثة فيها وهي في الرحم ٤٩٧

الحوبصلة السرّية ٤٩٩

الآمنيون والألنتوبس ٥٠١

الخوربون ٥٠٤

التغيرات الحادثة في غشاء الرحم المخاطي وتكوين المشيمة ٥٠٥

تكوين الاعضاء ٥٠٩

تكوين العمود الفقري والجمجمة ٥٠٩

تكوين الوجه والاقواس الحشوية ٥١٠

تكوين الاطراف ٥١١

تكوين المجموع الوعائي ٥١٣

دورة الدم في الجنين ٥١٥

تكوين المجموع العصبي ٥١٧

تكوين اعضاء الحواس ٥١٨

تكوين القناة الغذائية ٥٢٠

تكوين الجهاز التنفسي ٥٢٣

تكوين جسمي وُلف والجهاز البولي والاعضاء التناسلية ٥٢٤

الغدتان الثدييتان ٥٢٤

اسئلة عمّا تتضمنهُ فصول هذا الكتاب ٥٣١

الفصل الاوَّل

في صفات الاجسام الحيَّة العامَّة والخاصَّة

الفيسيولوجيا علم يبحث عن الحيوة . وموضوع هذا الكتاب حيوة الانسان من زمن تكوينهِ الاوَّل الى زمن موتهِ . غير انهُ لا بد من الالتفات اولاً الى احكام الحيوة العامة قبل النظر الى وظائف اعضاء الجسد البشري اي انهُ يجب التأمُّل بشروط الحيوة واعمالها على ما نظهر في جميع الاجسام الحيَّة من ادنى انواع النبات الى اعلى رتب الحيوان قبل الشروع في البحث عن بناء اعضاء الانسان ووظائفها بحيث يكون الدرس الاوَّل تمهيدًا وتسهيلاً للثاني

شروط الحيوة الولادة والنموّ والتكوين والانحطاط والموت . ولا يمكن معرفة حقيقة الحيوة من غير معرفة هذه الحوادث باعتبارها في نُفسها وفي تعاقبها وفي نسبتها بعضها الى بعض

اما الولادة فيُرَاد بها هنا اعمّ معانيها بقطع النظر عن نوع الجسم الحي. فهي من هذا القبيل عبارة عن انفصال جسم عن والدهِ لهُ حيوة مستقلَّة . وعلى ذلك يراد بها امرٌ لا يُعلَم لهُ شذوذ وهو ان جميع الاجسام الحية انما تتمكَّن من الحيوة بواسطة الارث

والنموّ عبارة عن زيادة في الحجم بواسطة قوة مستقرَّة في الجسم غير انهُ لا يُعَدُّ صفةً خاصة بالجسم الحي فقط . لان بلورةً من السكر او الملح الاعتيادي مثلاً اذا وافقتها الظروف لاجل تناول مادة جديدة تنمو على شكل خاص بها يُعلَم قبل حدوثهِ كما يعلم شكل الجسم الحي . ولذلك يجب التمييز بين نموّ الجوامد وغيرها لسبب الاختلاف العظيم الذي بينهما من وجوهٍ كثيرة وهي اولاً

ان نموّ البلورة انما يتم بواسطة اضافة مادّة جديدة الى ظاهرها دقيقةً فدقيقةً وطبقة فطبقة فاذا وقعت الاضافة المذكورة لم يحصل فيها بعد ذلك تغيير. واما نموّ البناء الحي كالدماغ او العضل فيكون باضافة مادة جديدة لا الى ظاهر الكتلة فقط بل الى جميع اجزائها على سبيل التخلّل بحيث لا يكون النموّ ظاهرًا فقط بل باطنًا ايضًا

ثانيًا جميع الابنية الحيّة معرضة للدثور الدائم والحيوة قائمة لا بمنع الدثور المذكور بل بالتعويض الدائم عن المواد الهالكة. وبناء على ذلك لا يكون جسد الانسان مؤلّفًا اليوم من نفس الدقائق التي كان مؤلّفًا منها في الامس على انهُ هو الشخص الواحد. وهذا التبديل تدريجي لا يشعر منهُ باختلاف ظاهر الاّ على طول العهد. واما البناء غير الحي كالبلورة فلا شيء فيهِ من ذلك

ثالثًا لا يحدث تغيير في تركيب او خصائص المواد التي تضاف الى الكتلة النامية غير الحية. لانهُ اذا نمت بلورة من الملح الاعتيادي مثلاً عند احاطتها بسائل يتضمن هذا الجوهر نفسهُ لم تتغيّر صفات الملح بواسطة انتقالهِ من السائل الى البلورة واضافتهِ الى سطحها خلافًا لما يحدث في الاجسام الحية سواء كانت حيوانية او نباتية. فان النبات كالبلورة لا ينمو الاّ اذا تقدّمت لهُ مواد جديدة يمتصّها بواسطة الاوراق والجذور وكذلك الحيوان الذي لا ينمو ويغتذي الاّ اذا تناول طعامًا الى معدتهِ غير انهُ في كلا الحالين تتغير المواد تغيُّرًا عظيمًا قبل ان تتناولها الابنية التي تغتذي بها

رابعًا لنمو جميع الاجسام الحية قياس محدود فلا يتجاوز النبات او الحيوان قياسهُ الخاص بهِ كما لا تتجاوز الحيوة اجلها المحدود خلافًا للاجسام النامية غير الحية فان نموها لا ينحصر في حدٍّ معلوم

والتكوين عبارة عن تغيير لازم يحدث في جميع الاجزاء الحية قبل زمن الكمال فيؤهّلها لقضاء وظائفها الخاصة بها. فان الرجل البالغ مثلاً ليس طفلاً كبيرًا لانهُ مع نموّ اعضائهِ وانسجتهِ قد حدث فيها تكوين وتحسين في الكيفية

بحيث انها تصير صالحة لاجراء وظائف لم تستطع اعضاء الطفل ان تجريها والانحطاط شرط آخر لازم لجميع الاجسام الحية يعقبهُ الموت . والموت اذا لم يحدث عن مرض او آفة فلا يكون اعتراضًا للحيوة بل نهاية اجلها المحدود

قد تقدَّم ان صفات الحيوة الضرورية واحدة في جميع الاجسام الحية اي في عالمي النبات والحيوان . فلا بد الآن من ذكر وجوه الاختلاف بين هذين النوعين من الحيوة على سبيل الايجاز . الاوَّل ان النبات يغتذي بمواد غير آلية فقط كالحامض الكربونيك والامونيا والماء خلافًا للحيوان الذي لا يعيش بدون غذاء نباتي او حيواني . والظاهر ان لذلك استثناء وهو ان بعض الطائفة الفطرية تكاد تغتذي بالكلية من المواد الآلية . الثاني انهُ يوجد اختلاف ظاهر غالبًا بين النبات والحيوان في التركيب الكيماوي فان النبات مؤلَّف على جانب عظيم من مادة تتضمن الكربون والهيدروجين والاكسجين على هيئة مركب كيماوي اشبه بالنشا يقال لهُ سليولوس والحيوان مؤلَّف غالبًا من العناصر المذكورة آنفًا والنتروجين ايضًا على هيئة مركب كيماوي يقال لهُ البومن او هو شبيه بهِ . غير ان التراكيب الالبومنية او النتروجينية لا تنحصر في الحيوان بل تشاهد في الابنية النباتية ايضًا ولو كانت قليلة جدًّا بالنسبة الى النشا او السليولوس . واما وجود السليولوس في الحيوان فنادر . الثالث ان الحركة الارادية خاصة بالحيوان دون النبات . وقد شوهد في بعض النباتات المكرسكوبية حركة كحركة الحيوانات المكرسكوبية وهي الحركة الهدبية وشوهد في بعض النباتات العالية الرتبة حركة عند اللمس توهم انها حاسة . ولذلك يقال في الجملة انهُ يصعب التمييز من هذا القبيل بين النبات والحيوان في الرتب الدنية وانهُ ربما كانت فائدة النباتات المكرسكوبية ضم المواد غير الآلية وجعلها تراكيب آلية وفائدة الحيوانات المكرسكوبية جمع الدقائق الآلية المذكورة وادخالها في البناء الحيواني . ولا يصح ان نقول انهُ لما كان الحس والارادة من خصائص الحيوانات التي تجاوز الرتب الدنية فلا بد من وجودها في الحيوانات

المكرسكوبية كما لا يصح القول انهُ لابد من وجود جهاز عضلي او عصبي لاجل الحس والحركة . الرابع وجود معدة في الحيوان دون النبات . غير انهُ يشاهد في الحيوانات المكرسكوبية امتصاص الغذاء بواسطة جدرانها من المواد المحيطة بها كالنبات ولذلك لا يُعَدّ هذا الشرط ضروريًا

واما الاختلافات الرئيسة بين الحيوانات والنباتات من الرتب العالية فظاهرة لاحاجة الى ذكرها خلافًا للدنية التي يعسر احيانًا تحقيق الخط الفاصل بينها

الفصل الثاني

في تركيب الجسد الكيماوي

الجواهر العنصرية الحاصلة من الجسد بواسطة التحليل الكيماوي هي الاكسجين والهيدروجين والنتروجين والكربون والكبريت والفصفور والسيليكون والكلور والفلور والبوتاسيوم والصوديوم والكلسيوم والمغنيسيوم والحديد واما المنغنيس والالومينيوم والنحاس والرصاص فربما وجدت على سبيل العرض فقط . وعلى ذلك يكون نحو ربع العناصر المعروفة داخلة في تركيب الجسد البشري ووجودها فيهِ بحالة التركيب لا بحالة الانفراد الاَّ عنصر واحد او اثنان منها . ويقال لهذه المركَّبات المركبات الاولى وتقسم الى آلية وغير آلية

واما الفرق بين المركبات الآلية وغير الآلية فهو اوَّلًا ان الآلية مؤلَّفة من عناصر اكثر عددًا مما يشاهد في المركبات غير الآلية . فان الالبومن

والفبرين والجلاتين اعم المركبات الآلية في الانسجة الحيوانية وهي مؤلفة من خمسة عناصر الكربون والهيدروجين والاكسجين والنتروجين والكبريت واما تاليف الماء الذي هو اعم المركبات غير الآلية فمن عنصرين فقط الهيدروجين والاكسجين. وثانيًا ان عدد الجواهر الفردة من العناصر في المركبات الآلية اكثر منها في غير الآلية . فان كربونات الامونيوم مثلاً من المركبات غير الآلية وهو مركب من جوهر من الحامض الكربونيك وجوهرين من الامونيوم وجوهر الحامض الكربونيك مؤلف من جوهر من الكربون وجوهرين من الاكسجين وجوهر الامونيوم مؤلف من جوهر من النتروجين وثلاثة من الهيدروجين . فاذا قابلنا ذلك بالفبرين او الالبومن رأينا انهُ مركب من نفس هذه العناصر ولكن بنسبة اعداد اعلى جدًّا مما سبق لانهُ مؤلف من ٧٢ جوهرًا من الكربون و٣٢ اكسجين و١٨ نتروجين و١١٢ هيدروجين

ويضاف الى ما تقدّم من الصفات المميزة لتركيب الاجسام الآلية الكيماوي امران احدهما ان المركبات الآلية الكثيرة الجواهر مؤلفة من عناصر قليلة . والثاني انها سريعة التحلل لان من جملة الضوابط الكيماوية انهُ كلما كثرت جواهر عنصر الفرد في جوهر احد المركبات ضعف ثبات ذلك المركب . ولذلك نرى مثلاً ان من اكاسيد الرصاص وغيرهِ من المعادن اقلها ثباتًا في التركيب ما كان كثير الجوهر الفرد من الاكسجين . وكذلك الماء المؤلف من جوهر من الاكسجين وجوهرين من الهيدروجين لا تحلّلهُ قوة ضعيفة واما اعلى اكسيد الهيدروجين المؤلف من جوهرين من الاكسجين وجوهرين من الهيدروجين فانهُ من اسهل المواد تحليلاً

ومما يزيد سهولة تحليل المركبات الآلية سببان احدهما وجود النتروجين فيها لانهُ اضعف العناصر الفةً للتركيب واسهلها انفكاكًا عمّا يتركب معهُ . والثاني وجود الماء الذي يسهّل تحليل المركبات النتروجينية . ولذلك كانت المواد الحيوانية الميتة الرطبة سهلة الانحلال والفساد لا تحتاج في ذلك الاّ الى وجود

الهواء الجوي وحرارة قليلة . واما نتائج التحليل المذكور فلا يظهر ان لها ضابطًا عامًّا الّا ان عناصر المركبات الاصلية تتحد لتكوّن مواد جديدة اثبت في التركيب

تقسم المركبات الالية الموجودة في الجسد البشري الى قسمين عظيمين الاصول النتروجينية وغير النتروجينية . فالاصول غير النتروجينية تشمل المواد الدهنية او الزيتية كالاولين والاستيرين والكولسترين وغيرها والحامض اللبنيك والكلوكوس الحيواني وسكر الحليب وغيرها

فالمادة الزينية او الدهنية مضمنة في خلايا دقيقة وتكوّن القسم الجوهري من النسيج الدهني وتشاهد ايضًا على هيئة دقائق طفيفة في انسجة وسوائل كثيرة. وهي مؤلفة من مزيج مكوّن من استيرين وبلمتين واولين والمزيج المذكور على هيئة زيت صافٍ اصفر يتجمد على درجة ٣٥ ف الى ٤٥ من الحرارة

والكولسترين مادة دهنية تذوب على درجة ٢٩٣ ف ولذلك تكون جامدة في الدرجة الطبيعية من حرارة الجسد . ويُحصَّل كميات صغيرة منها من الدم والصفرا والمادة العصبية وتوجد بكثرة في الحصى الصفراوية وكثيرًا ما تشاهد على هيئة بلورات معيّنة قشرية الشكل في الاكياس المرضية والمادة الصديدية الخارجة من الاورام المتقرحة . وهي تذوب في الايثير والكحول الغالي ولا تتحوّل الى صابون اذا امتزجت بالقلويات

واما الاصول النتروجينية التي تشاهد في الجسد البشري فتشمل المواد الجلاتينية والمواد الالبومنية وغيرها كالمادة القرنية ومواد ملوّنة وما اشبهها

فالمواد الجلاتينية موجودة في الانسجة الخلوية والاوتار والرباطات والغضاريف والعظام والجلد والاغشية الزلالية . فاذا غليت الاجزاء المذكورة في الماء حصل من ذلك مادة سائلة اذا كانت حارة جامدة هُلامية القوام اذا بردت. وهي على نوعين جلاتين وخوندرين . يستحضر الاوّل من جميع الاجزاء المذكورة آنفًا والثاني من الغضاريف فقط

الصفة المميزة للجلاتين الخصوصية هي ان مذوبة في الماء يكون سائلاً اذا

كان حارًا وجامدًا اذا برد. وتختلف هذه الصفة بحسب درجة الحرارة وكمية الجلاتين المذوب غير ان الضابط العام في ذلك هو ان جزءًا واحدًا من الجلاتين الجاف يذوب في ١٠٠ جزء من الماء الحار ويتجمد على درجة ٦٠ ف . واذا كانت الكمية قليلة في الماء بحيث لا يجمد عند التبريد يستعلم وجودهُ بواسطة ترسيبهِ بالالكحول او الايثير او الحامض التنّيك او ثاني كلوريد الزئبق ولا يرسب بواسطة سبانيد البوتاسيوم الحديدي. واشد هذه الوسائط استعلامًا هو الحامض التنّيك فانهُ يكشف جزءًا من الجلاتين في ٥٠٠٠ جزء من الماء

والخوندرين نوع من الجلاتين يستحضر من الغضاريف وهو شبيه بهِ الاَّ ان جمودهُ بواسطة التبريد اقل ويرسب بواسطة الحامض الخليك والحوامض المعدنية وغيرها والشب الابيض واعلى كبريتات الحديد وخلات الرصاص خلافًا للجلاتين

والمواد الالبومنية كثيرة الوجود في الجسد البشري واخص انواعها الالبومن والفبرين والكاسين والسنتونين والميوسين والكلوبولين

اما الالبومن فيوجد في اكثر انسجة الجسد ولاسيما العصبي وفي الليمفا والكيلوس والدم وسوائل مرضية كثيرة والافرازات المصلية في الاستسقاء وفي الصديد وغيرها . وصفتهُ المميزة انهُ يتجمَّد بواسطة الحرارة واذا تجمَّد لم يقبل الذوبان في الماء . وكلما نقصت نسبتهُ في المذوب وجب ارتفاع الحرارة لاجل تجميدهِ . ولذلك يتجمد المصل الدموي الذي يتضمن مقدارًا كبيرًا منهُ من ١٥٠° الى ١٧٠° ف واما المذوبات الضعيفة فتحتاج الى درجة اعلى جدًّا من ذلك بل ربما احتاجت الى الغليان وحينئذٍ تصير لبنية اللون او يظهر فيها ندف بيض ترسب

الالبومن قليل الذوبان في الماء النقي ولكنهُ يذوب فيهِ اذا اضيف اليهِ مقدار صغير من احدى القلويات بحيث ربما اتحد بها اتحادًا كيماويًّا . ويرسب منهُ بواسطة الالكحول والحامض النتريك وغيرهِ من الحوامض المعدنية وثاني

كلوريد الزئبق وخلات الرصاص واكثر الاملاح المعدنية . واذا تجمد بالحرارة كان قابلاً للذوبان في محلول البوتاسا الكاوي وفي الحامض الخليك اذا نقع فيهِ زمنًا طويلاً او غلي معهُ . والحامض الهيدروكلوريك مع الحرارة يذيب الالبومن المتجمد فيصير لون المحلول ازرق او ارجوانيًّا جميلاً

والفبرين كثير الوجود في الدم وفي الليمفا والكيلوس الناضجين . وذهب جماعة من الفيسيولوجيين الى ان الفبرين لا يوجد كما هو في هذه السوائل ولكنهُ يتكوَّن عند التجمد . اذا عُصِرَت جلطة من الدم في قطعة كتان رقيق بينما يجري عليها سيل من الماء زال لون الدم شيئًا فشيئًا وبقي خيوط وقطع من مادة لينة متينة مرنة بيضاء مظلمة مؤلَّفة من فبرين ممزوج بمادة دهنية وكريات ليمفاوية وقطع من جدران الكريات الدموية الحمراء وبعض املاح . وقد يستحضر بحيث يكون انقى من الاستحضار السابق بان يُحرَّك الدم بغصن وهو يتجمد فتلتصق بهِ خيوط من الفبرين

والظاهر انهُ لا يوجد فرق بين الفبرين والالبومن في التركيب الكيماوي الاَّ من حيث ان الاوَّل يتضمن $\frac{15}{1000}$ من الاكسجين اكثر من الثاني . وقد حوَّل المعلم سميّ الالبومن الى فبرين بواسطة تعريض مذوبهِ لتاثير الاكسجين . ومن اخص الاختلاف بينهما انهُ اذا غُمِس الفبرين في الحامض الخليك انتفخ وصار شفافًا كالجلاتين خلافًا للالبومن وان ثاني اكسيد الهيدروجين يخل اذا مسَّ الفبرين المتجمد ولا يخل اذا مسَّ الالبومن

والكاسين قيل انهُ البومن متحد بالصودا وهو كثير الوجود في اللبن ويُعرَف عند العامة بالمادَّة الجبنية

والسنتونين يستحضر من النسيج العضلي سواء كان مخطَّطًا او غير مخطَّطٍ . يختلف عن الفبرين الاعتيادي من جملة وجوه اخصها انهُ اقل ذوبانًا في نترات البوتاسا وكربوناتهِ واشد ذوبانًا في الحامض الهيدروكلوريك المخفف

والميوسين مادة نتروجينية تتجمَّد من نفسها وتوجد في عصارة العضل . وهي

شديد المشابهة بالسنتونين بل يتحوّل اليهِ اذا اذيب في الحوامض المخففة

والمادة القرنية ويقال لها الكيراتين تستحضر من الشعر والاظفار والحوافر والقرون . وهي مادة البومنية فيها كمية اعظم من الكبريت مما في الالبومن والفبرين بحيث يوجد منهُ في الشعر نحو $\frac{١٠}{١٠٠}$ وفي الاظفار نحو $\frac{٧}{١٠٠}$. والكيراتين لا يذوب في الماء والالكحول والايثير ويذوب في القلويات الكاوية والحوامض المعدنية ولا يرسب من مذوبهِ في الحوامض بواسطة فروسيانيد البوتاسيوم

والمخاط معظمهُ ابيثيليوم منفصل عن سطوح الاغشية المخاطية وسابح في سائل صافٍ لزج . وهو يتضمن مادة البومنية يقال لها مخاطين تختلف عن الالبومن بعدم وجود كبريت فيها

واما البيسين فسياتي الكلام عليهِ في فصل الهضم والمواد الملوّنة في فصل السوائل الخاصة هي بها كالدم والصفرا وغيرهما

وتتكوّن في الجسد الحيّ مواد اخر آلية نتروجينية غير ما ذُكِر لاسيما من انحلال مواد نتروجينية من الطعام والانسجة . وتُعَدُّ هذه المواد اجزاء عرضية لا جوهرية في الجسد على انها دائمة الوجود فيهِ لسبب دوام التغيرات الضرورية للحيوة . وامثلتها اليوريا والحامض اليوريك والهيوريك وغيرها وسياتي الكلام عليها في محلها

والظاهر ان جميع سوائل الجسد وانسجتهِ مؤلفة من امتزاج الاصول الآلية التي مرّ ذكرها وتدخلها ايضاً مواد ملحية . فانهُ اذا تحلّلت قطعة من العضل مثلاً شوهد انها مكوّنة من فبرين والبومن وجلاتين ومواد دهنية واملاح الصودا والپوتاسا والكلس والمغنيسيا والحديد ومواد اخر كالكرباتين يظهر انها سائرة من الحالة الآلية الى الحالة غير الآلية . ويعلل عن هذا الامتزاج المختلف باختلاف الانسجة التي يُبنَى منها العضل فيُنسَب الجلاتين الى النسيج الخلوي الموضوع بين الالياف والمادة الدهنية الى النسيج الدهني الموضوع هناك

ايضًا وبعض الالبومن الى الدم والسائل الذي يحفظ النسيج العضلي رطبًا .

واما كيفية اتحاد المركبات الكيماوية بحيث يتكوّن منها بناء آلي فامر مجهول

والمواد غير الالية الموجودة في الجسد كثيرة نذكرها الآن بالترتيب

الماء كثير الوجود وربما كان ثلثا ثقل الجسد منهُ

والفصفور لا يوجد في الجسد صرفًا بل متحدًا بغيرهِ كفصفات الصودا في الدم واللعاب وفصفات الكلس والمغنيسيا في العظام والاسنان

والكبريت يوجد خصوصًا على شكل كبريتوسيانيد البوتاسيوم في اللعاب واملاح الحامض الكبريتيك في البول والعرق

والسيليكا كميتهُ في الجسد قليلة جدًّا . قيل انهُ يوجد في البول والدم والعظام والشعر وغيرها

والكلور كثير مركب مع الصوديوم والبوتاسيوم وقواعد اخر في جميع اجزاء الجسد سائلة كانت او جامدة . وقد استحضر كمية دقيقة من الفلور متحدًا بالكلسيوم في العظام والاسنان والبول

والبوتاسيوم والصوديوم هما من اجزاء الدم وجميع السوائل متحدين بالكلور والحامض الكبريتيك والحامض الفصفوريك وربما كانا متحدين بالالبومن وبعض الحوامض الآلية . وقال العلّامة ليبك ان املاح البوتاسا غالبة في عصارة العضل واملاح الصودا غالبة في الدم وبقية السوائل الاّ اللبن

واملاح الكلسيوم غالبة على جميع املاح الترابية الموجودة في الجسد . وهي موجودة في الليمفا والكيلوس والدم متحدة بالحامض الفصفوريك وربما كان فصفات الكلس محلولاً في هذه السوائل بواسطة وجود فصفات السودا . ويظن انهُ يوجد في جميع الانسجة ولا سيما في العظام والاسنان . ويوجد ايضًا في اللعاب واللبن والصفرا والبول

والمغنيسيوم مرافق للكلسيوم غير ان كميتهُ اقل الاّ في عصارة العضل حيث يغلب وجود المغنيسيا على الكلس

والحديد يوجد خصوصًا في الهيموكلوبين وهو المادة الملوّنة للدم وسيأتي الكلام عليها في الفصل الخامس . وتوجد كميات دقيقة جدًّا من اعلى اكسيد الحديد في رماد العظام والعضل وغيرها من الانسجة وفي الليمفا والكيلوس والبومن المصل والفبرين والصفرا وغيرها من السوائل . ويوجد ملح من الحديد ربما كان الفصفات في الشعر والمادة الملوّنة السودا وغيرها

الاليومينوم والمنغنيس والنحاس والرصاص . ربما كان وجود هذه العناصر في الجسد عرضيًّا فانهُ اذا دخلت كميات دقيقة منها مع الطعام ولم تبرز في الغائط امتصت ورسبت في بعض الانسجة او الاعضاء من غير ان تكون جزءًا جوهريًّا منها . وعلى هذه الكيفية قد يمتص الزرنيخ ويرسب في الكبد وغيره من اجزاء الجسد

الفصل الثالث

في تركيب الجسد البنائي

يبحث في هذا الموضوع اوّلًا عن الاصول التشريحية البسيطة التي تدخل في تكوين الجسد البشري ثم عن الانسجة المركبة البناء المُؤلَّفة من اتحاد الاصول المذكورة

وتمهيدًا لذلك نقول انهُ يوجد في جميع الاجزاء الحية من الاجسام الآلية مادة جوهرية في بناء الاصول التشريحية لا تختلف عن الالبومن في التركيب الكيماوي والصفات العامة . ولكن من حيث كونها في نسيج او عضو حي فتختلف عنهُ اختلافًا جوهريًّا في ان لها قوة النمو والتكوُّن . وقد وضع لهذه المادة الالبومنية

اسماء مختلفة بحسب الابنية التي توجد فيها او بحسب مذاهب وظيفتها. فقيل لها سركود في الحيوانات الدنية الرتبة لمشابهتها الكيماوية لجوم الحيوانات العالية. وسُمّيت في الكريات النباتية پروتوپلاسما بناء على كونها العامل الجوهري في تركيبها. وسُمّيت بلاستيما بناء على انها المادة المكونة في الانسجة الحيوانية. وسماها الدكتور بيل المادة الجرثومية بناء على انها الفاعل الوحيد في التوليد والتغذية

ولا يظهر انهُ بوجد اختلاف في تركيب البروتوپلاسما الكيماوي حيثما كان. والظاهر ان الحركات التي تشاهد في بعض الكريات النباتية هي نفس الحركات التي تشاهد في اجزاء جميع الاجسام الحية مهما كان نوعها. وقد ثبت ان في جميع الاجزاء الحية مادة البومنية شوهد لها صفات لا يُعلَّل عنها بتاثيرات طبيعية من الخارج بل لا بد من كونها ناشئة عن خصائص تُعرَف بالخصائص الحيوية. فانهُ اذا نُظِر مثلاً بالمكرسكوب الى شعرة من النبات المسمّى ترادسكنتيا فرجنكا او من انواع كثيرة غيرهِ شوهد في كل كرية حركة البروتوپلاسما الذي في باطنها الى ناحية معلومة في باطن الكرية. ولما كانت الكرية كيسًا مغلقًا كان ما في باطنها منقطعًا بالكلية عن قوة محركة من الخارج ولما كانت ايضًا حركة الدقائق على هيئة دائرة حول باطن الكرية كان لا بد من ان الفاعل في ذلك مبدأٌ حيويٌّ. وكذلك يشاهد في الحيوانات الدنية التي يظهر ان جميع اجسامها مكونة من البروتوپلاسما حركات موافقة لاحتياج الحيوان كقبض الطعام وغيرهِ ولا يُعلَّل عن هذه الحركات بناموس من النواميس الطبيعية المعروفة فلا بد من كونها ناشئة عن عمل حيوي

واما في الحيوانات العالية الرتبة فقد يغفل الناظر عن الظواهر المذكورة لسبب التفاتهِ الى ظواهر الحيوة الكبرى على ان حيوة كل اصل تشريحي في الجسد المركّب البناء شبيهة بحيوة ما يكوّن في الحيوانات الدنية جميع اجسامها. فان البشرة مثلاً اي الطبقة الرقيقة القشرية التي تغطي جلد الانسان مؤلّفة من كريات دقيقة ومعظم هذه الكريات مدّة حياتها مكوّن من البروتوپلاسما وكلما

دثرت تولدت غيرها مكانها من الاسفل على ان هذا التبديل من تحليل وتركيب لا يمكن لولا قيام التغذية في الجسد. ولذلك اذا نظرنا الى تاريخ حيوة اصل الكريات الصغيرة التي تتكوّن منها البشرة رأينا انها تمتص الغذا من الاجزاء المحيطة بها وتنمو كالكرية الداخلة في تأليف بناء نباتي او الكربة التي يتكوّن منها جسم آلي قائم بنفسهِ

والحاصل من جميع هذا البحث انهُ توجد في جميع الانسجة الحية نباتية كانت او حيوانية مادة واحدة في التركيب وهي مادة البومنية حيّة يقال لها بروتوپلاسما. واما نسبتها الى الاجزاء التي تدخل هي في تكوينها فلا تزال مبهمة والاقوال فيها غير ثابتة

تقسم جميع الاصول النشريحية في الجسد البشري الى ما لا بناء لهُ والى ما لهُ بناء خاص. فالاصول التي لا بناء لها ويقال لها البسيطة وعديمة الشكل مؤلّفة من غشاء متجانس البناء لا تشاهد فيهِ اجزاء مختلفة ولو نُظِر اليهِ باقوى انواع المكرسكوب. وذلك كالغشاء الذي يتكوّن منهُ جدار اكثر الكريات وغشاء ادق القنيات الغدية والساركولّما اي الغمد المحيط بالالياف العضلية والغشاء الهياليني المحيط بالرطوبة الزجاجية من العين

والاصول التي لها بناء خاص مقسومة الى انواع تتألّف منها انسجة الجسد واعضاؤهُ وهي الحبيبات والنّوى والكريات والخيوط والالياف والانابيب

١. الحبيبات ادق الانواع الاصلية وابسطها وهي دقائق مختلفة الحجم بين ما لا يقع تحت قياس وما قطرهُ $\frac{1}{1000}$ جزء من القيراط مختلفة التركيب او تركيبها غير معلوم. الاّ انهُ يظن من خفة ثقلها النوعي وذوبانها في الايثير ان اكثرها مؤلّف من مادة دهنية او زيتية وانها مغطاة بطبقة من الالبومن الراسب عليها من السائل الذي تعوم فيهِ لانها لا تجتمع وتتحد كما تجتمع نقيطات الزيت. وقد تكون الحبيبات سائبة كما في اللبن والكيلوس والمخ او محجوزة كما في الكريات العصبية والغدية والاپيثيلية وكالحبيبات الملونة للجلد والشعر او غائصة كحبيبات

فصفات الكلس وكربوناتو في العظام والاسنان

٣. النوَى جسيمات دقيقة ابسط الاصول التشريحية بناء الاَّ الحيبات وسُمّيت بالنوَى لانها نشاهد غالبًا في باطن الكريات متولّدة منها ثم اذا نمت وتناهت في التكوُّن صارت كريات مستقلة . بعضها على هيئة كريات او حويصلات دقيقة لها جدران من غشاء بسيط وتتضمن ذرةً او اكثر كالحبيبة يقال لها النُوَيّة وبعضها على هيئة كتل صغيرة من البروتوپلاسما لا يظهر فيها اثر من البناء الحويصلي

ومن الصفات العامة المميزة للنواة انها لا تذوب ولا تصير شفافة بواسطة الحامض الخليك اذا نظر اليها بالمكرسكوب بل يزيد ظلامها ويشتد منظرها وضوحًا . وهي الجزء الذي يُصبغ غالبًا من الكرية البالغة بواسطة محلول القرمز الدودي النشادري وقال العلاَّمة بيل ان الصبغ المذكور علامة قاطعة على وجود البروتوپلاسما او المادة الجرثومية

وقد تكون النوى سائبة او ملتصقة . فالنوى السائبة اما ان تكون عائمة في سائل كبعض الافرازات وناشئة بحسب الظاهر من الكريات المفرزة الغدّية او تكون غائصة في جوهر جامد كجوهر الدماغ والحبل الشوكي السنجابي . والملتصقة اما ان تكون غائصة في جوهر صافٍ متجانس البناء كالنسيج الخلوي في بداءة تكوُّنهِ او تكون ملتصقة بسطح الالياف كالالياف العضلية والعصبية او تكون مضمنة في كريات او انسجة مكوَّنة من اتصال الكريات . فاذا كانت مضمنة في الكريات كانت ملتصقة بحسب الظاهر بالوجه الباطن من جدار الكرية وبارزة في التجويف ولا يظهر ان لها علاقة دائمة بمركز الكرية . وتتضمن كل كرية غالبًا نواة واحدة واما في الغضروف فكثيرًا ما يشاهد نواتان او اكثر ولاسيما عند نموهِ او تعظمهِ . وتكوُّن كريات جديدة كثيرًا ما يكون بانقسام النوى في باطن الكرية المولِّدة كالكريات الدموية الاصلية في الجنين وكالحويصلة الجرثومية النامية وغيرها

اذا امتدت الكريات واتحدت بحيث يصير من جدرانها انابيب او اغماد بقيت النوى غالبًا ملتصقة بسطح الجدار الباطن كما يشاهد مثلاً في الاوعية الشعرية الدقيقة في الشبكية والدماغ واغماد الالياف العضلية المخططة والانابيب الغدية الدقيقة

٢. الكريات عبارة عن اكياس غشائية مغلقة متضمنة سائلاً يندر عدم وجود نواة فيها وامثلة ذلك الكريات الدهنية (شكل ١١) . وقد تكون على هيئة كتل من البروتوبلاسما فيها شيء من الجمودة ليس لها جدران حقيقية الاّ ما يحصل من زيادة تجمُّد طبقاتها الظاهرة ويشاهد في مركزها غالبًا مادة حبيبية بمنزلة نواة وامثلة ذلك كريات الدم البيضاء (شكل ٣٩)

اذا كان للكرية جدار فيكون من الاغشية البسيطة المتجانسة البناء مؤلفًا احيانًا من مادة البومنية واحيانًا من مادة قرنية كالبشرة الجافة . ويصير الجدار شفافًا في اكثر الكريات بحيث يكاد لا يرى الاّ في النسيج القرني بواسطة الحامض الخليك الذي ينفذ الى باطنهِ. غير ان الجدار لا يذوب حينئذٍ بل يمكن اظهارهُ ثانيةً بواسطة تشبيع الحامض بالصودا او البوتاسا اي تجريد عملهِ الحامضي

شكل الكريات الاصلي البسيط بيضي او كروي كالكريات الغضروفية والجسيمات الليمفاوية . وكثيرًا ما تكون مسطحة قرصيَّة الشكل ككريات الدم الحمراء (شكل ٣٩) او قشرية الشكل كالبشرة والابيثيليوم الرصيفي (شكل ٢) وقد تكون كثيرة الجوانب من ضغطها بعضها لبعض كالكريات الملوّنة في المشيمية (شكل ١٢) والكريات الدهنية في النسيج الدهني الحشك او مخروطية او اسطوانية او منشورية كانواع الابيثيليوم الاسطواني (شكل ٤) او ذنبية كما في الطحال . وقد يكون لها اهداب فيقال لها الهدبية (شكل ٦) او زوائد كبيرة فتصير نجمية كبعض الكريات العصبية او ذات اذناب كبعض الكريات الملوّنة في مشيمية العين (شكل ١٢)

واما ما تتضمنهُ الكريات الحيَّة مع النواة فمعظمهُ مكوَّن من البروتوپلاسما والمادة المذكورة تقلُّ كلما شاخت الكرية . وتتضمن الكريات مواد اخر كثيرة بحسب وضعها ووظيفتها وعمرها فهي دهنية في النسيج الدهني اوافراز خاص في الكريات الغدية كالصفرا والمني وغيرهما اوحبيبات ملوَّنة في الكريات الملوَّنة. واذا كانت شفافة لا تُرَى او لا يمكن كشفها بالفواعل الكيماوية لقلة كميتها كانت الجوهر الخاص بالانسجة الواقعة هي فيهِ . واذا كانت شفافة فتتضمَّن غالبًا حبيبات سابحة فيها وان اضيف اليها ماء وتخفَّفت حدث في الحبيبات حركة في باطن الكريات كما يشاهد في المخاط اوالليمفا اذا اضيف اليهما ماء. ويشاهد احيانًا جميع تجويف الكرية مشحونًا بالحبيبات ككريات الحِ واللبن . ويظهران جميع الكريات المشحونة بحبيبات اما ان يكون بناءها الآلي من رتبة دنية فائدتهُ التغذية كالكريات الحية اوان يكون قد حصل فيها تحوُّل كالكريات الحبيبية الناشئة عن الالتهاب اوالخاصة بالمخاط. وكثيرًا ما يشاهد ان المواد التي تتضمنها الكريات تجتمع اولاً حول النوى كما في كريات الطلا الاسود والاورام السوداء وكريات الكبد اذا حُقِنت فيهِ الصفرا

والمادة بين الكريات جوهر تغوص فيهِ الكريات في بعض الانسجة . وهي مختلفة الكمية فقد تكون مقصورة على اشغال الخلايا الواقعة بين الكريات الحشكة في الايپثيليوم الدقيق ولاسيما في الايپثيليوم العمودي المبطن للامعاء ولا يشاهد لها حينئذٍ بناء خاص . واما في الغضروف والعظم فتكوِّن قسمًا عظيمًا من النسيج وعند ذلك تكون اما متجانسة البناء حبيبية دقيقة (شكل ١٤) اوعظمية اوشبيهة بالنسيج الليفي الدقيق في الجوهر الغضروفي الليفي (شكل ١٥). وتلتصق الكريات بالمادة المذكورة تارةً التصاقًا خفيفًا بحيث يمكن فصلها عنها بصعوبة كما في النسيج الغضروفي الليفي وتارةً التصاقًا شديدًا لا يمكن فصلهُ

قد ذكرنا في ما تقدَّم الاصول التشريحية الاولى التي تدخل في بناء الجسم الحيواني. فاذا ارتقى تكوُّن الانسجة حصل من ذلك اصول ثانوية اعلى في البناء

نذكرها الان بالاختصار

٤. الخيوط ويقال لها اللويفات ايضًا على غاية ما يكون من الدقة بحيث ان قطرها من $\frac{1}{2000}$ جزء من القيراط فصاعدًا . وهي اما اسطوانية الشكل كما في الالياف العضلية المخططة (شكل ١٦٠) او مسطحة كما في الالياف غير المخططة موضوعة غالبًا على هيئة حزيمات متوازية كما في النسيج العضلي والوتري وقد تكون متقاطعة كما في الطبقة المتوسطة من الشرايين اولولبية او متعرّجة

٥. الالياف لا تختلف عن الخيوط او اللويفات الاّ بكونها اكبر منها. ومن امثلتها البسيطة الالياف المسطحة من العضل الآلي او النسيج اللدن واشد منها تركيبًا الياف العدسة البلورية. واشدها جميعًا تركيبًا الياف العضل المخطط بحيث تكاد لا تحصى بين الاصول التشريحية الاولى فانها مؤلفة من حزم خيوط مضمنة في اغماد غشائية خاصة. وكذلك الالياف العصبية من المجموع الدماغي الشوكي

٦. الانابيب مكوّنة من غشاء بسيط لا بناء له وامثلتها الاغماد الغلافية للعضل المخطط وللالياف العصبية من المجموع الدماغي الشوكي والغشاء الاساسي للقنيات الغدية . وقد تكون مؤلفة من صف من الكريات المسطحة بحيث تتكوّن من ذلك الاوعية الدقيقة

فهذه هي المواد البسيطة التي تبنى منها اجزاء الجسد على نوع ان الانسجة الاصلية تبنى منها ثم اذا امتزجت هذه الانسجة حدث منها ابنية ارقى تركيبًا. وعلى الكيفية المذكورة يبنى الابيثيليوم على انواعه والنسيج الموصل والدهن والغضروف والعظم والياف العضل والعصب الى غير ذلك ثم اذا تركبت هذه الابنية مع ما ذُكِر من الابنية البسيطة تكوّنت الشرايين والاوردة والاوعية اللمفاوية والغدد الوعائية والمفرزة والرئتان والقلب والكبد وبقية اجزاء الجسد

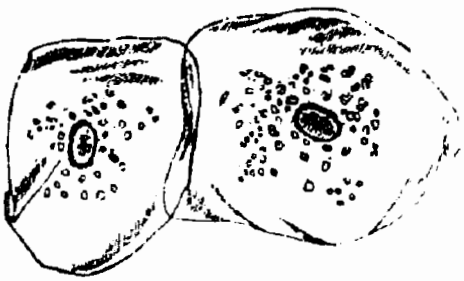
الفصل الرابع

في بناء الانسجة الاصليَّة

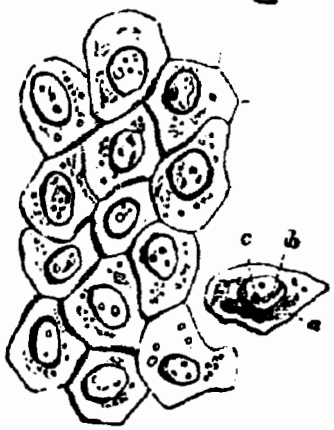
الايثيليوم

الايثيليوم مؤلَّف من كريات نووية مرتبة غالبًا على هيئة غشاء متصل يغطي سطحي الجسد السائبين الظاهر والباطن . وهو على اربعة انواع رئيسة بحسب شكل الكريات الذي تكون عليهِ في الاجزاء المختلفة . والانواع المذكورة متميِّزة بعضها عن بعض الاَّ اذا وجد نوعان او ثلاثة منها في سطح واحد متصل فينتقل النوع الواحد الى الآخر شيئًا فشيئًا بحيث يتعسر التمييز بينهما

شكل ٢



شكل ١



النوع الاوَّل الايثيليوم القشري او الرصيفي وهو مؤلَّف من كريات مسطحة بيضية الشكل او كثيرة الجوانب نووية مختلفة الحجم مرتبة على شكل طبقة واحدة او طبقات كثيرة موضوعة بعضها فوق بعض . فالمؤلَّف من طبقات كثيرة يغطي الجلد فيقال لهُ حينئذٍ البشرة وينتشر على الفم والبلعوم والمَرِيء وملتحم العين والمهبل ومدخل المجرى البولي في الجنسين واما المؤلَّف من طبقة واحدة فيبطن

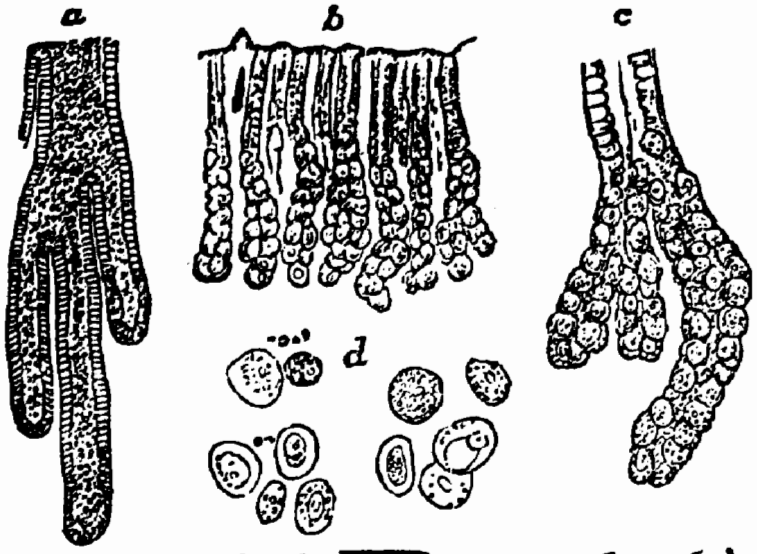
ش ١ . قطعة ايثيليوم من غشاء مصلي (البريتون) مكبَّرة ٤١٠ اقطار . a كرية . b نواة . c نوية

ش ٢ . قشور ايثيلية من باطن الفم . مكبرة ٣٦٠ قطرًا

اكثر الاكياس المصلية والزلالية والقلب والاوعية الدموية والليمفاوية

والنوع الثاني يقال لهُ الكروي لسبب استدارة الكريات المؤلف هو منها واكثر وجودهِ في باطن قنوات الغدد المركبة والخلايا الصغيرة التي تنتهي فيها القنوات المذكورة فهو شاغل بالحقيقة الاجزاء المفرزة من جميع الغدد ولذلك يُسمَّى احيانًا بالايثيليوم الغدي . وكثيرًا ما تصير كريات هذا النوع كثيرة الجوانب من جرى الضغط المتبادل بينها بحيث يختلف شكلها وحجمها بحسب الجزء الذي تشغلهُ من الجسد

شكل ٣



والنوع الثالث هو الاسطواني او العمودي الذي يمتدُّ من فتحة المعدة القلبية على باطن جميع القناة الهضمية الى الاست ويبطن قنوات الغدد الرئيسة المستطرقة الى سطح الغشاء المخاطي الخاص بالمعى . ويشاهد ايضًا في الحوصلة المرارية ومعظم المجرى البولي وغيرها كقناتي الغدة النكفية والخصية . وهو مؤلَّف من كريات مستطيلة حشكة موضوعة وضعًا عموديًّا

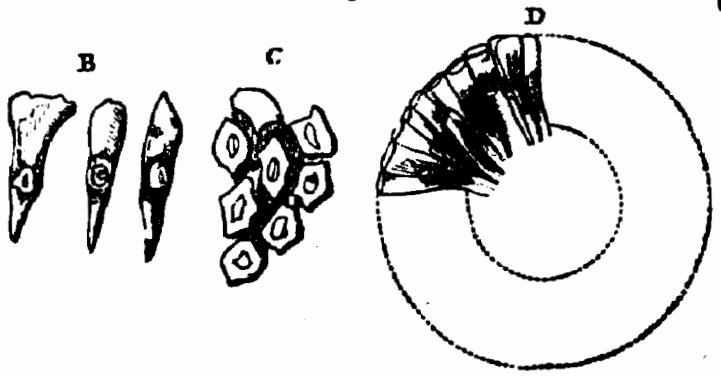
شكل ٤

ش ٣. غدد من المعدة البشرية . a قسم غائر من غدة معدية هوائية . يشاهد الايثيليوم العمودي نازلاً الى الاطراف المسدودة . b و c غدد معدية قرب الفتحة القلبية . d كريات الغدد المعدية القلبية مكبرة ٢٥٠ قطرًا

ش ٤. ايثيليوم عمودي في خمل معوي من الارنب مكبَّر ٣٠٠ قطر

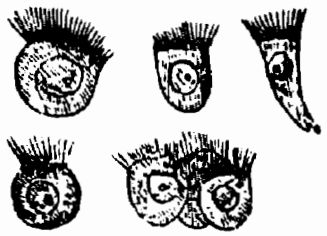
بالنسبة الى السطح الذي تغطيه وتكون غالبًا اطرافها الغائرة المرتكزة في الغشاء اصغر من اطرافها السائبة . وكلٌّ من الكريات المذكورة يتضمن نحو منتصفها اي بين القاعدة والراس نواة مسطحة في باطنها نويات كثيرة . ويختلف وضع النوى في الكريات المتجاورة من حيث العلو بحيث لا يقع معارضة بعضها لبعض من الضغط المتبادل بينها

شكل ٥



والنوع الرابع الهدبي وكرياته غالبًا اسطوانية الشكل لها على اطرافها السائبة عدة زوائد دقيقة صافية لدنة يقال لها اهداب . وهذا النوع يبطن جميع الغشاء المخاطي الخاص بالمسالك التنفسية . ويشاهد ايضًا في بعض اجزاء الجهاز التناسلي في الجنسين ففي الذكر يبطن الاوعية الخارجة من الخصية وامتداداتها الى القسم السفلي من البربخ وفي الانثى يبدأ نحو منتصف عنق الرحم ويمتد الى الطرف المشرشر من بوقي فلوپيوس ويتجاوز قليلاً سطح البوق البريتوني . واما البطينات الدماغية وقناة الحبل الشوكي المركزية الدقيقة فيبطنها ابيثيليوم رصيفي عليه بعض اهداب

شكل ٦



شكل ٧

ش ٥ . ابيثيليوم عمودي من المعى . B من الصائم . C اطرافها السائبة . D مقطوعة قطعًا مستعرضًا في الخمل

ش ٦ . كريات كروية هدبية من فم ضفدعة . مكبرة ٣٠٠ قطر

ش ٧ . ابيثيليوم عمودي هدبي من الغشاء الانفي البشري . مكبر ٣٠٠ قطر

اذا فُصِلَت قطعة من غشاء مخاطي هدبي من حيوان حي او حديث الموت وترطبت ثم نُظِر اليها بالمكرسكوب شوهد ان للاهداب حركة دائمة نحو المقدم والخلف والاعلى والاسفل كحركة المروحة او كالحركة الموجية في حقل حنطة او كحركة الماء الجاري بسرعة وعليهِ امواج خفيفة. ونتيجة الحركة المذكورة احداث مجرى متصل الى ناحية معلومة لا تتغيّر في السطح الواحد ويكون المجرى في التجاويف غالبًا نحو فتحتها الظاهرة

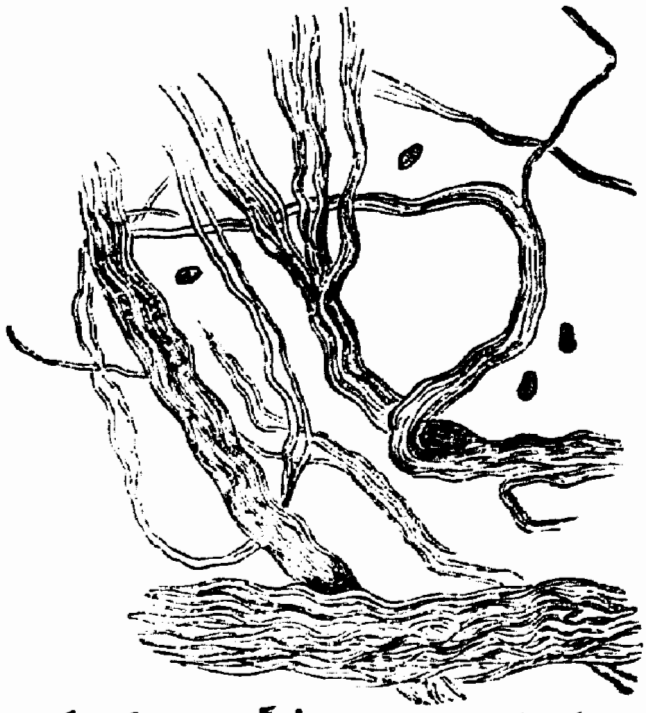
فوائد الابيثيليوم. لجميع انواع الابيثيليوم فائدة عمومية وهي وقاية السطوح التي يغطيها واكسابهُ اياها صفة الملاسة. وربما كان لكلٍّ منها فائدة متميزة تتعلق بالوظيفة الخاصة بالغشاء الذي ينتشر هو عليهِ. فان المرجَّح عند الفيسيولوجيين هو ان الكريات الابيثيلية المنتشرة على الاغشية المخاطية والزلالية اعضاء لاجل افراز المخاط والسائل الزلالي كما سياتي في فصل الافراز. واما الابيثيليوم الهدبي فلهُ وظيفة اخرى غير الوظيفة المذكورة وهي انهُ يعين في قذف السوائل او دقائق المواد الجامدة الملامسة لها بواسطة المجرى الحادث من حركة الاهداب. وربما اعان ايضًا في نشر الغازات والتبادل بينها الذي يتوقف عليهِ تطهير الدم وذلك بواسطة مجرى الهواء الحادث من الحركة المذكورة في المسلك التنفسي. ولما كان اتجاه المجرى في بوق فلوپيوس نحو التجويف الرحمي افادت الحركة الهدبية في سير البيضة اليهِ. واما فائدة الاهداب التي تبطن بطينات الدماغ فمجهولة بالكلية. وسياتي الكلام على حقيقة الحركة الهدبية والكيفيات التي تفعل فيها في فصل الحركة

الابيثيليوم خالٍ من الاوعية الدموية واللمفاوية والاعصاب وتغتذي الكريات المؤلَّف هو منها بواسطة امتصاص المادة الغذائية من الانسجة التي تستقر عليها ثم اذا شاخت سقطت وظهر عوضها كريات جديدة متولِّدة من اسفل. غير انهُ لا يعلم الآن هل تتولد الكريات الجديدة من كريات قديمة سابقة او هل تنشأ من مصدر آخر مجهول

النسيج الخلوي او الموصل

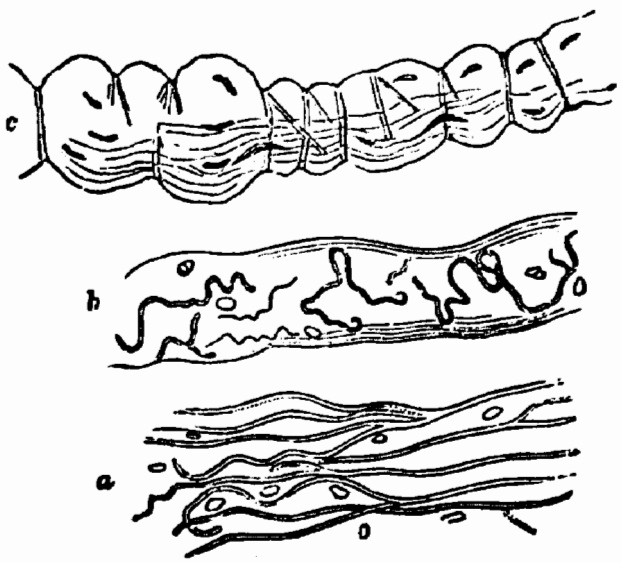
هذا النسيج موجود في جميع جهات الجسد ويتصل دائمًا بالنسيج المجاور له اما راسًا او بواسطة ويتضمن في اكثر اجزاء الجسد دهنًا مختلف الكمية وقد يكون الدهن مفقودًا بالكلية . ولا يظهر ان لهذا النسيج اعصابًا على انها تخترقه وتسير الى ابنية اخرى واما اوعيته الدموية فقليلة الاَّ ما كان منها ذاهبًا الى الدهن الواقع بين خلاياه

شكل ٨



اذا نُظِر الى النسيج الخلوي بالمكرسكوب شوهد انهُ مؤلَّفٌ من شبكةٍ مكونة من نوعين من الالياف الدقيقة . النوع الاوَّل وهو ما يتألَّف منهُ معظم النسيج مكوَّن من الياف دقيقة بيضاء موضوعة وضعًا حشكًا على هيئة حزم موجية الشكل اذا لم تكن ممتددة يقاطع بعضها بعضًا الى كل الجهات . والنوع

شكل ٩



ش ٨. الياف النسيج الخلوي مجموعة حزمًا كبيرة وصغيرة . مكبرة ٤٠٠ قطر

ش ٩ . انسجة خلوية مكبَّرة بعد معاملتها بالحامض الخليك فاختفت الالياف البيض وظهرت الالياف الصفر والنوى

الثاني وهو الالياف الصفراء المرنة مظلم الشكل غير مرتب على هيئة حزم بل يختلط اختلاطًا شديدًا بالنوع الاوّل على هيئة الياف منفردة تتعرّج بين حزم الالياف البيض وتلتف حولها . وقد تنقسم الالياف الصفراء عند اطرافها وتنضم فروعها بعضها ببعض . وبين الياف النسيج الخلوي اجسام صغيرة نووية مختلفة الحجم تبرز من بعضها زوائد صغيرة تلتقي بمثلها من الجسيمات الاخر وتتحد بها

شكل ١٠

معظم فائدة النسيج الخلوي انهُ غلاف وسند ميكانيكي للاجزاء التي يحيط بها وانهُ واسطة الاتصال بين الابنية التي تحتاج اليهِ . وقال المعلم بيل ان الجسيمات الواقعة بين الالياف هي دقائق من المادة الجرثومية فتكون فائدتها تغذية النسيج الواقعة هي فيهِ

وقد لا يكون في بعض اجزاء الجسد الاّ نوع واحد من القسمين المذكورين اللذين يتألّف منهما النسيج الموصل . فان الاوتار والصفق وما اشبهها من الابنية التي مرونتها قليلة تكاد تكون مكونة من النسيج الليفي الابيض المرتب على هيئة حزم متوازية او متقاطعة غشائية بحسب الغرض المطلوب . واما الالياف المرنة الصفراء فتكاد تكوّن وحدها الابنية المرنة كالاوتار الصوتية والرباطات الصفرا وتدخل في تكوين الاوعية الدموية والقصبة والرئتين وغيرها

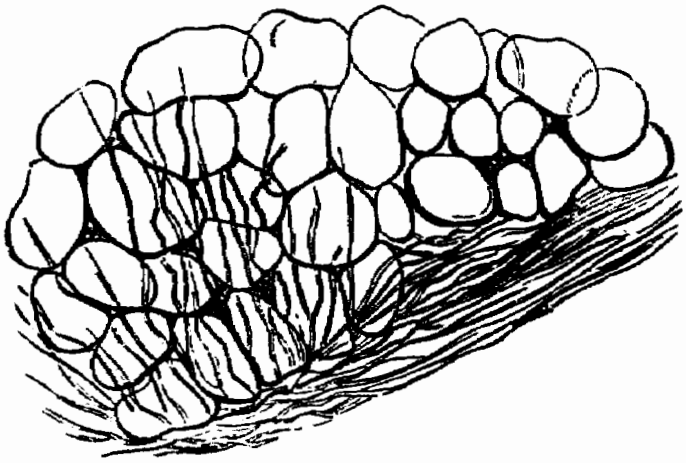
النسيج الدهني

النسيج الدهني كثير او قليل الوجود في جميع اجزاء الجسد الاّ النسيج تحت الجلد في الجفنين والقضيب والصفن والشفرين الصغيرين والتجويف الجمجمي . وهو مفقود ايضًا من جوهر اعضاء كثيرة كالرئتين والكبد وغيرها . والمادّة الدهنية كثيرة الوجود في اجزاء الجسد كدهن الكبد والدماغ والدم والكيلوس

ش ١٠ . الياف مرنة من الرباطات الصفراء . مكبرة نحو ٢٠٠ قطر

على انها لا تكون على شكل نسيج متميّز. واما النسيج الدهني فيكاد يكون محصورًا في النسيج الخلوي على هيئة كتل صغيرة مختلفة الحجم غير منتظمة الشكل يقال لها فصيصات شاغلة خلايا النسيج الخلوي. اذا نُظِر اليها بالمكرسكوب شوهد انها مؤلّفة من حويصلات صغيرة قطرها نحو $\frac{1}{400}$ او $\frac{1}{500}$ من القيراط وتاليفها من غشاء متجانس البناء بلا لون على هيئة اكياس مملوءة مادة دهنية سائلة مدّة الحيوة تتجمّد قليلاً بعد الموت. ولا بد من وجود نواة ضمن الجدار غير انهُ يتعسر ظهورها. واما المادة الدهنية الشاغلة لباطن الكريات فمعظم تاليفها من تراكيب الحوامض الدهنية مع الكليسرين. ويقال للتراكيب المذكورة اولين ومركبين وتتضمن ايضًا الانواع الجامدة من الدهن في الحيوانات الدنية الرتبة مادة يقال لها ستيرين. ويظهر ان الاوعية الليمفاوية والاعصاب لا تتوزّع في الدهن على انها تخترقها في سيرها الى ابنية اخرى

شكل ١١



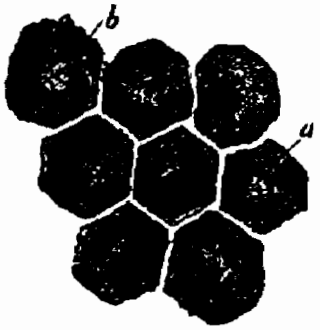
فوائد الدهن الرئيسة هي اولاً انهُ بمنزلة مخزن للمادة القابلة الاحتراق التي تمتص ثانية الى الدم عند الحاجة ثم تحترق فتعين في المحافظة على حرارة الجسد. ثانيًا لما كان الدهن موصلاً رديًا للحرارة كان الجزء الموضوع منهُ تحت الجلد معينًا في مانعة اسراف حرارة الجسد الخارجة من السطح. ثالثًا انهُ يملأ الخلايا ويحيط بالابنية اللطيفة او تستقر هي عليهِ فيقيها من اضرار الضغط ومن امثلة ذلك راحة اليد واخمص القدم والتجويف الحجاجي. رابعًا يملأ القنوات النخاعية في العظام الطويلة ويسند الاوعية الدموية الصغيرة التي تذهب منهُ الى الوجه الباطن لجوهر العظم

ش ١١. كريات دهنية. مكبرة ١٥٠ قطرًا

المادة الملوّنة (الصباغ)

هذه المادة قاتمة اللون منتشرة في بعض اجزاء الجسد كالطبقة المشيمية من طبقات العين وموخر القزحية والجلد وغيرها . واللون القاتم في الجملة موقوف على وجود كريات ملوّنة كثيرة الجوانب غالبًا او كروية وقد يكون لها زوائد غير منتظمة غير ان جدرانها عديمة اللون وانما يتوقف اللون القاتم على حبيبات

شكل ١٢



شكل ١٣

صغيرة داكنة محشوكة في باطن الكرية فتكاد تحجب النواة العديمة اللون عن النظر . ومجلس لون الجلد القاتم في السمر والسود من البشر موضوع على الخصوص في الطبقة الغائرة من البشرة وموقوف على وجود كريات ملونة لا تتميّز عن الكريات العديمة اللون المختلطة هي بها الاّ بواسطة الحبيبات القاتمة التي في باطنها

المادة الملونة من مركبات الكربون والهيدروجين والنيتروجين والاكسجين مع كمية قليلة من المادة الملحية . والمركب المذكور لا يقبل الذوبان . وفائدتها مجهولة في اكثر اجزاء الجسد واما في المقلة فالغرض منها امتصاص اشعة النور الزائدة

الغضروف

يقسم الغضروف اولاً الى زمني ودائم . فالزمني ما كان في الجنين والحديثي

ش ١٢ . كريات ملونة من المشيمية . مكبرة ٢٧٠ قطرًا . a و b نواتان

ش ١٣ . كريات ملونة ذات زوائد من المشيمية . مكبرة ٢٦٠ قطرًا . a ملونة . b مغزلية عديمة اللون

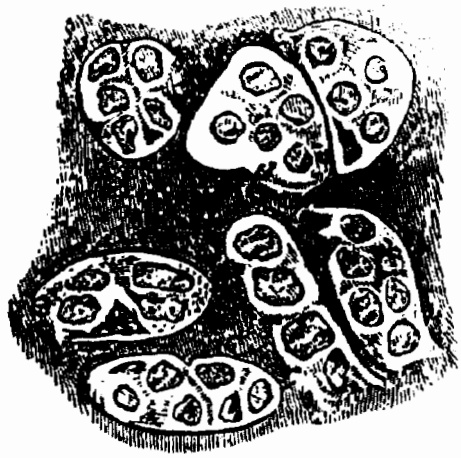
السن ويتحوّل اخيرًا الى عظم . والدائم ما كان غير ذلك ويقسم الى خلوي وهيالييني وليفي . ويقسم الليفي الى اصفر او مرن وغضروفي ليفي غير انهُ لما كان الغضروف المرن يتضمن الياقًا وكان الغضروفي الليفي مرنًا كثيرًا او قليلاً استصوب بعض المعلمين تسميتهما لاجل التميز بين النوعين بالغضروفي الليفي الابيض والغضروفي الليفي الاصفر . فيكون على ذلك تقسيم الغضروف على الوجه الآتي

١ . الغضروف الزمني

٢ . الغضروف الدائم
- ١ . الخلوي
- ٢ . الهيالييني
- ٣ . الليفي
  - الغضروفي الليفي الابيض
  - الغضروفي الليفي الاصفر

جميع انواع الغضروف مؤلفة من كريات غائصة في جوهر يقال لهُ الاصل واكثر الاختلاف في البناء بين انواع الغضروف عائد الى اختلاف صفات الاصل على انهُ يوجد اختلاف عظيم ايضًا في شكل الكريات وحجمها .

شكل ١٤



ولجميع انواع الغضروف الاَّ المفصلي غلاف غشائي ليفي رقيق متين يقال لهُ البريكوندريوم ويكون عوض الغلاف المذكور في الغضروف المفصلي في الجنين طبقة من الابيثيليوم تفنى شيئًا فشيئًا عند استعمال المفاصل بواسطة الاحتكاك حتى حوافي السطوح المفصلية

١ . الغضروف الخلوي لا يشاهد في البالغ من البشر وهو مؤلَّف من خلايا او كريات فما يدخلهُ شيء من الاصل . واذا وُجد الاصل كان تكوينهُ من الياف دقيقة ملتفَّة حول الكريات على هيئة شبكة محيطة بها

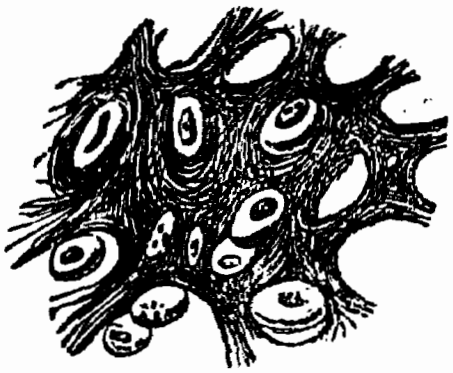
ش ١٤ . طبقة رقيقة مسلوخة من غضروف راس العضد

٢. الغضروف الهيالِيني كثير الوجود في الجسد البشري وهو يغطي اطراف العظام المفصلية وتتكون منهُ الغضاريف الضلعية والانفية والحنجرية الاَّ لسان المزمار والقرينات الحنجرية. تاليفهُ كبقية الغضاريف من كريات غائصة في اصل . اما الكريات فتتضمن نوى لها نويات وهي غير منتظمة الشكل ومجتمعة غالبًا على هيئة بقع . والبقع المذكورة مختلفة الشكل والحجم والبعد بعضها عن بعض . والاصل الذي تغوص فيهِ الكريات حبيبي المنظر كالزجاج المسحوق ومنهُ اسمهُ (هيالِيني اي زجاجي) . ثم ان كريات غضروف الاضلاع الهيالِيني غالبًا اكبر من كريات الغضروف المفصلي وقد تتولد الياف في اصلهِ . وكثيرًا ما تتعظم الغضاريف الضلعية وبعض غضاريف الحنجرة في الشيخوخة

والغضروف الزمني شديد المشابهة للنوع الهيالِيني غير ان الكريات لا تجتمع على الهيئة المذكورة آنفًا بل تتفرّق في جميع اجزاء الاصل

والغضروف الهيالِيني المفصلي من الابنية اللاوعائية اي انهُ لا تتوزع اوعية دموية راسًا في جوهرهِ بل يغتذي من اوعية العظم المستقر هو عليهِ . ولكن اذا كان غليظًا كغضاريف الاضلاع اخترقتهُ اوعية قليلة . ويظهر ان جميع الغضاريف خالية من الاعصاب

شكل ١٥



٣. الغضروف الليفي على نوعين الاصفر والابيض كما تقدّم . فالاصفر موجود في الاذن ولسان المزمار والقرينات الحنجرية والجفن . وكريانهُ مستديرة او بيضية ذات نوى ونويات والاصل الموضوعة هي فيهِ مكون من الياف دقيقة متصالبة حول الكريات وشبيهة بالنوع الاصفر من النسيج الليفي . والابيض اكثر انتشارًا جدًّا في الجسد من سابقهِ ومؤلَّف مثلهُ من كريات واصل غير ان الياف الاصل شديدة المشابهة بالنسيج الليفي

ش ١٥ . قطعة من لسان المزمار . مكبَّرة ٢٨٠ قطرًا

الابيض . وكثيرًا ما يكون جانب عظيم من هذا النوع مؤلفًا بالكلية من الياف بحيث لا يصدق عليهِ اسم الغضروف الاَّ من حيث وجود كريات غضروفية في قسم آخر منهُ

يقسم الغضروف اللبني الابيض الى اقسام بحسب مكان وضعهِ وهي اولاً ما كان في باطن المفاصل كالغضروفين الهلاليين في مفصل الركبة. ثانيًا المحيطي كالموضوع عند حافات الحق الحرقفي والحفرة العنايية في اللوح. ثالثًا الموصل كالغضاريف بين الفقرات. رابعًا ما يشاهد في اغماد الاوتار وتارةً في جوهرها

واما فوائد الغضروف فهي اولاً انهُ يكوّن في المفاصل سطوحًا ملساء لاجل سهولة الحركة ويبدّد الصدمات . ثانيًا انهُ يربط العظام بعضها ببعض ولكن على نوع يمكّنها من الحركة كما بين الفقرات . ثالثًا يعطي ثباتًا ووقايةً لبعض الاجزاء كما في الحنجرة والجدران الصدرية . رابعًا يزيد التجاويف المفصلية غورًا كالحق الحرقفي ولكن بدون ان يعارض حركة العظام

بناء العظام والاسنان

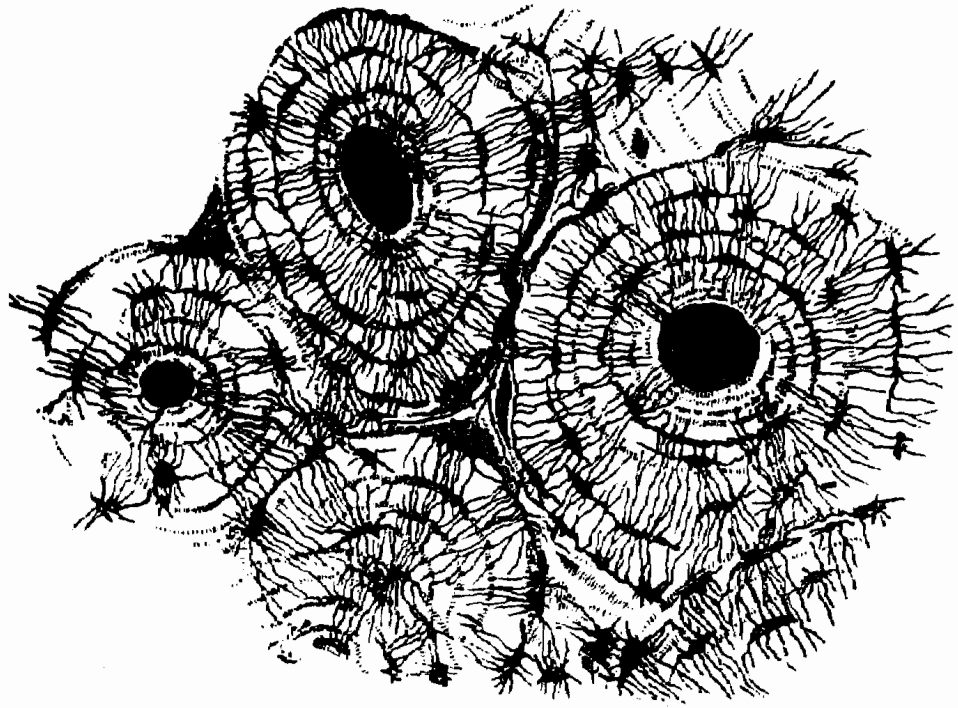
العظم مؤلف من مادة ترابية ومادة حيوانية ونسبتهما كنسبة $\frac{٦٧}{١٠٠}$ من الاولى الى $\frac{٣٣}{١٠٠}$ من الثانية . اما المادة الترابية فمعظمها من فصفات الكلس وقليل من كربوناتهِ والمادة الحيوانية تتحوّل الى جلاتين بواسطة الغلي. والمادتان المذكورتان متحدتان اتحادًا شديدًا بحيث لا يمكن فصلهما الاَّ بالعمل الكيماوي كالحرارة في فصل المادة الحيوانية عن الترابية وعمل الحوامض في فصل المادة الترابية عن الحيوانية. وتظهر ايضًا شدّة اتحادهما من انهُ اذا أُذيبت المادة الترابية بواسطة الحوامض او أُحرقت المادة الحيوانية بقي شكل العظم كما كان

اذا نُظِر الى العظم بالعين المجرّدة شوهد انهُ مؤلف من نسيجين يقال لهما المندمج او الكثيف والاسفنجي او الشبكي . فانهُ اذا قطع عظم طويل كالعضد قطعًا طوليًا شوهد ان طرفيهِ المفصليين مغطيان من الظاهر بقشرة رقيقة من النسيج المندمج وان باطنهما مكون من النسيج الشبكي . واما جسم العظم فيكاد

يكون بناءهُ من النسيج المندمج فقط والنسيج المذكور محيط بالقناة الغاعية التي تتضمن النخاع . والعظام المسطحة كعظام الخوذة مكونة من طبقة اسفنجية متوسطة بين طبقتين من النسيج المندمج . والعظام القصيرة وغير المتنظمة كعظام الرسغ مكونة من النسيج الاسفنجي فقط وظاهرهُ مغطى بنشرة رقيقة من النسيج المندمج . وخلايا النسيج الاسفنجي مشغولة بنخاع يختلف عن نخاع العظام الطويلة بانهُ اشد سيولة ولونهُ محمر ولا يتضمن كريات دهنية الاَّ قليلاً

السحاق غشا ليفي متين يغطي سطوح العظام الاَّ الاجزاء التي يغطيها الغضروف . وتذهب من الاوعية الدموية التي تتوزَّع فيهِ فروع دقيقة وتنفذ من الثقوب الدقيقة التي على سطح العظم وتدخل قنوات هافرس فتغتذي

شكل ١٦



العظام على جانب عظيم ولا سيما نسيجها المندمج من الاوعية المذكورة . والعظام الطويلة شريان غذائي خاص بكلٍّ منها ما عدا الاوعية الآتية من السحاق

ش ١٦ . قطع مستعرض من النسيج المندمج . مكبَّر نحو ١٥٠ قطرًا . يشاهد فيهِ ثلاث قنوات من قنوات هافرس وحولها الحلقات المتراكزة وكذلك الخلايا وقنياتها الممتدة منها عرضًا في الصفائح المحيطة بالقنوات

والشريان المذكور يدخل من الثقب الغذائي الموضوع في جسم العظم فاذا وصل الى القناة النخاعية انقسم الى فروع تتوزّع في النخاع وتنشأ منها فريعات تتوزع في باطن العظم . وتخترق اوعية اخرى الطرف المفصلي وتتوزع في النسيج الشبكي

غير انهُ اذا نُظِر الى بناء العظم بالمكرسكوب لا يظهر اختلاف جوهري بين النسيج المندمج والنسيج الشبكي لانهُ يشاهد ان جوهرهُ مشغول بخلايا صغيرة تمتد منها قنيات دقيقة تتفهم بمثلها آتية من خلايا اخر. ولا تشاهد قنوات اخر في الطبقات الرقيقة من العظم ولكن اذا قطع النسيج المندمج في العظم الطويل كالعضد او الزند قطعًا عرضيًّا كان منظر السطح المقطوع على ما يُرَى في شكل ١٦ اي يظهر السطح المقطوع مقسومًا الى اقسام صغيرة على هيئة دوائر عند مراكزها ثقوب مكونة من قطع قنوات هافرس.

شكل ١٧

وحول الثقوب المذكورة طبقات عظيمة متراكزة وكذلك وضع الخلايا وقنياتها اي على شكل متراكز حول الثقوب المستطرقة هي اليها . واذا قطع العظم طولاً شوهد ان الثقوب هي اطراف قنوات هافرس المقطوعة وان القنوات المذكورة ممتدة طولاً في جوهر العظم (شكل ١٧)

معدّل قطر قنوات هافرس نحو $\frac{1}{500}$ من القيراط وهي تتضمن اوعية دموية تحمل الدم الى جميع اجزاء العظم فتمتص القنيات الدقيقة المستعرضة والخلايا المادة الغذائية من الاوعية المذكورة وتحملها الى الاجزاء الدقيقة من العظم التي تخترقها . وتدخل الاوعية الدموية قنوات هافرس من الظاهر

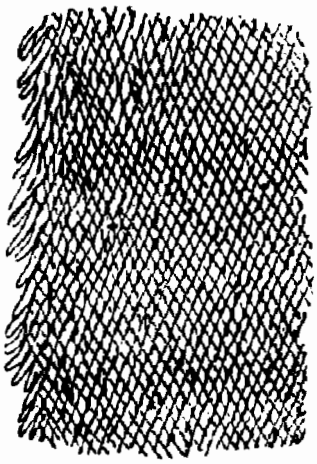
ش ١٧ . قطع طولي من النسيج المندمج لجسم بعض العظام الطويلة . 1 قناة شريانية . 2 قناة وريدية . 3 قناة وريدية متمدّدة

والباطن فان بعضها ينفذ من الثقوب الكائنة على سطوح جميع العظام تحت السمحاق والبعض الآخر يسير في مجارٍ صغيرة ممتدّة من التجويف النخاعي او من النسيج الشبكي. وقال طود وبومان ان كلاً من الشرايين والاوردة مستقرٌ غالبًا في قنوات خاصة بهِ دون الآخر وان الاوردة اكبر حجمًا من الشرايين وتمتد مدة مسيرها على هيئة جيوب (شكل ١٧)

والخلايا مشغولة بكريات نووية وقال المعلم بيل ان الكريات المذكورة عبارة عن دقائق من البروتوبلاسما. ويظهر انها بمنزلة جسيمات النسيج الموصل اي ان دقائق البروتوبلاسما تغذي الاجزاء العظمية المجاورة لها وان الدقائق تتصل بعضها ببعض وبما يجاورها من العظم وباوعية قنوات هافرس بواسطة القنيات الدقيقة الحاملة المادة الغذائية

وما عدا الصفائح العظمية المتراكزة التي تحيط بقنوات هافرس في جسم العظام الطويلة هناك صفائح اخرى محيطة بجميع العظم ومتراكزة الوضع بالنسبة الى القناة النخاعية. ويظهر ان بناء الصفائح الانتهائي شبكي فانهُ اذا نُزِعَت المادة الترابية من العظم بواسطة احد الحوامض ثم كشطت قشرة رقيقة من سطحهِ ونظر اليها بقوة رفيعة من المكرسكوب شوهد انها مؤلّفة من بناء شبكي مكوّن من الياف دقيقة متصالبة تصالبًا منحرفًا (شكل ١٨)

شكل ١٨

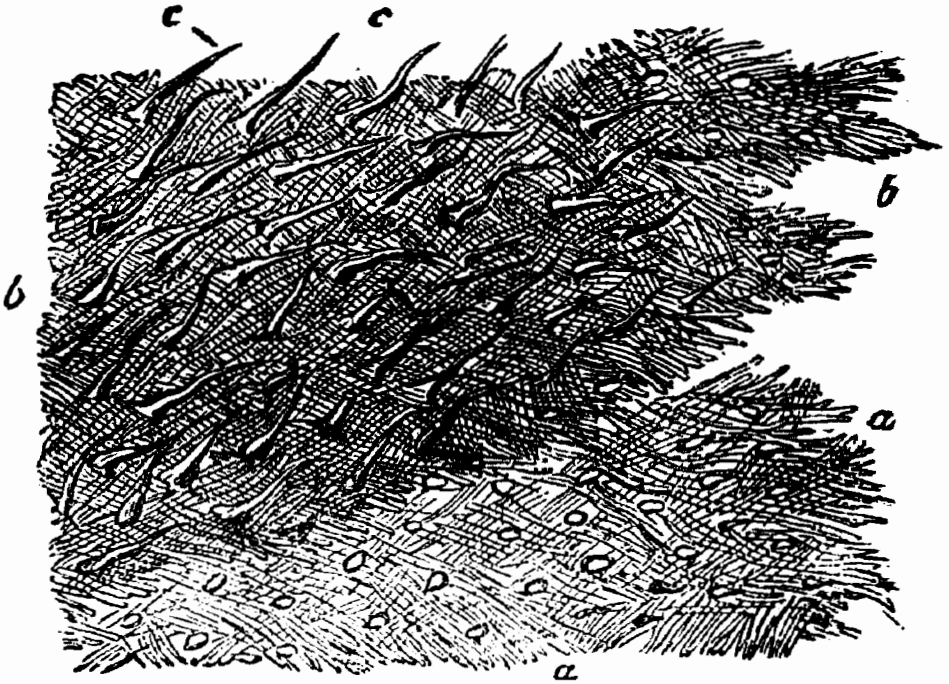


يتكوّن العظم على طريقتين متميّزتين وذلك اما برسوب مادة ترابية في غشاء كتعظم عظام الجمجمة المسطحة او برسوبها في غضروف وهو الاكثر جدًّا كتعظم العظام الطويلة. ويبتدئ التعظم في اكثر العظام باكثر من نقطة واحدة ثم يمتد رسوب المادة الترابية من نقط التعظم المذكورة نحو جميع الجهات. وتنمو العظام بواسطة نمو دائم في الغضروف او

ش١٨. قشرة رقيقة من عظم متلين مكبّرة ٤٠٠ قطر. يشاهد فيها بناء الصفائح الشبكي

الغشاء بين نقط التعظم ويتقدم عمل الاستحالة في مدة اسرع من تكوين الابنية اللينة الى ان يُشحَن العظم بالمادة الترابية فيبلغ اشدهُ من النمو. مجلس نقط التعظم الرئيسة في العظام الطويلة موضوعة في منتصف الجسم والطرفين ولذلك يتمُّ نمو العظم طولاً في القسم المتوسط بين نقطة التعظم في الجسم ونقطتي التعظم في الطرفين وينمو غلظًا بتكوين طبقات من النسيج العظمي تحت السمحاق. فالاوّل مثال على التعظم الذي يحدث في الغضروف والثاني على ما يحدث في الغشاء

شكل ١٩



الاسنان. يقسم السن الى ثلاثة اقسام وهي التاج والعنق والجذر. فالتاج هو القسم البارز الذي يتجاوز مساحة اللثة. والعنق هو القسم المختنق الواقع اسفل التاج الذي تحيط بهِ حافات اللثة السائبة. والجذر ما كان دون ذلك

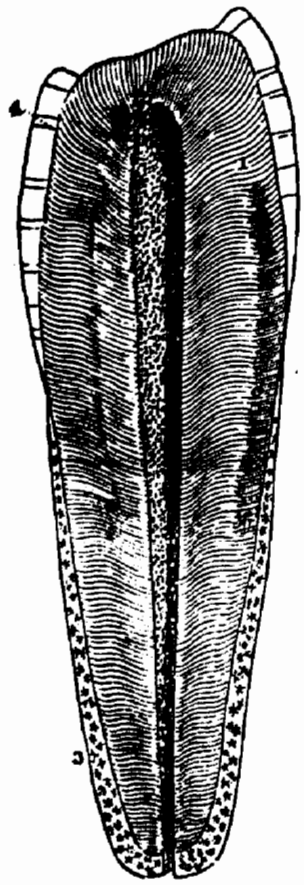
اذا قطع السن قطعًا طوليًّا في مركزهِ شوهد ان معظم تاليفهِ من مادة صلبة يقال لها العاج وان في باطن العاج تجويفًا شكلهُ شبيه بشكل السن يقال

ش ١٩. صفائح مسلوخة من العظم الجداري بعد نزع المادة الترابية منهُ. a صفيحة تظهر فيها الالياف الشبكية. b و b قسم مظلم لسبب تنضيد عدة صفائح بعضها فوق بعض. c و c الياف ثاقبة واما الثقوب التي تنفذ منها فنشاهد في القسم السفلي عند a و a

لهُ التجويف اللبي لانهُ يتضمن كتلة صغيرة كثيرة الاوعية شديدة الحس مؤلفة من نسيج موصل واوعية دموية واعصاب. ويقال للكتلة المذكورة اللب اللسني وهي متصلة من الاسفل بغشاء اللثة المخاطي بواسطة فتحة عند طرف الجذر. وتعلو القسم البارز من العاج الذي يتجاوز مساحة اللثة طبقة من مادة ترابية شديدة الصلابة يقال لها المينا وتغطي قسمهُ الذي اسفل مساحة اللثة طبقة من العظم الحقيقي يقال لها القشرة الحجرية وهي رقيقة جدًّا عند العنق ثم تغلظ كلما تقاربت من طرف الجذر السفلي

شكل ٢٠

شكل ٢١



تركيب العاج الكيماوي كتركيب العظم الّا انهُ يتضمن كمية اقل من المادة الحيوانية التي نسبتها الى المادة الترابية كنسبة ٢٨ الى ٧٢ في كل ١٠٠ جزء. اذا نُظِر الى العاج بالمكرسكوب شوهد انهُ محفور على هيئة انابيب دقيقة اطرافها الباطنة مستطرقة الى التجويف اللبي واطرافها الظاهرة ملاصقة الوجه الباطن للمينا والقشرة الحجرية وقد تخترقهُ. والانابيب المذكورة متوازية الوضع وتنقسم منذ سيرها انقسامًا مثنويًّا وتذهب من جوانبها انابيب اخر ثانوية في غاية ما يكون من الدقة تمتد في العاج بين الانابيب الاصلية. معدَّل قطر الانابيب عند اطرافها الباطنة المتمددة نحو $\frac{1}{4500}$ من القيراط ويمتد اليها اللب السني فيغتذي

ش ٢٠ قطع لاحد القواطع والاضراس. القطعان الطوليان يشاهد فيهما التجويف اللبي في القاطع والضرس ممتدًّا اعلى الى باطن الناج واسفل الى الجذر حتى الثقوب. ويشاهد فيهما وفي القطع المستعرض وضع العاج والمينا النسبي

ش ٢١. قطع طولي مكبَّرة لضرس من ذات الحدبتين. 1 العاج ويظهر فيهِ اتجاه

العاج منهُ ويكتسب شيئًا من الحس

والمينا اشد اجزاء السن صلابةً وتركيبها الكيماوي كتركيب العاج والعظم الّا ان مادتها الحيوانية لا تتجاوز ٣ او ٤ في ١٠٠ اجزء. اذا نُظِر اليها بالمكرسكوب شوهد انها مكونة من الياف دقيقة مسدّسة الجوانب مستقرة على سطح العاج الظاهر ومشععة منهُ على شكل انها تقرب من الوضع العمودي عند اعلى السن ومن الافقي عند جوانبهِ. وهي موجية الشكل متوازية الوضع وعليها خطوط مستعرضة واكثرها مجسّم وبعضها يتضمن قنية دقيقة جدًّا. ويغطي المينا من الظاهر غشاء رقيق جدًّا كلسي البناء يقال لهُ بشرة المينا

شكل ٢٢

والقشرة الحجرية مكونة من عظم حقيقي وتتضمن خلايا وقنيات تستطرق احيانًا الى الاطراف الظاهرة المتشعبة من الانابيب العاجية

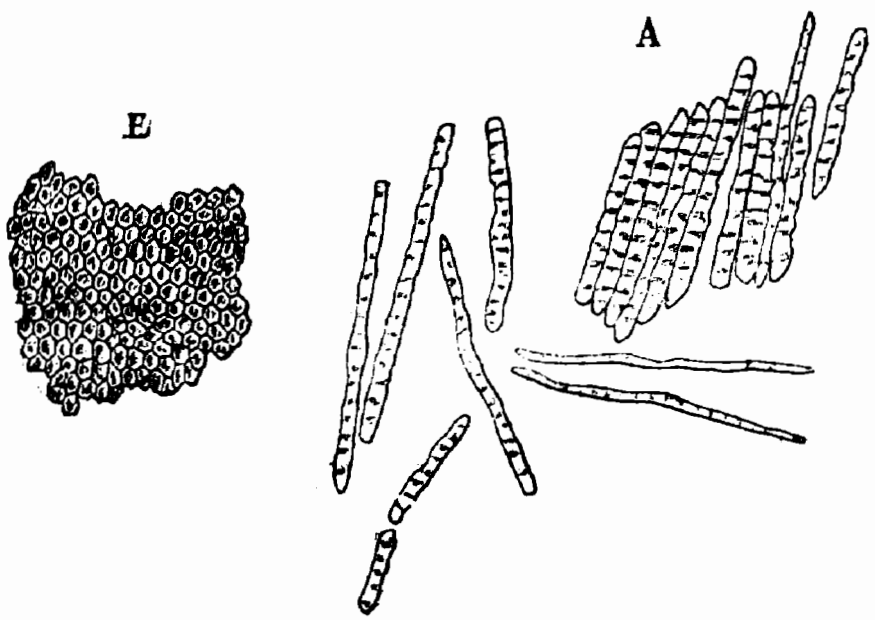
تكون الاسنان. تتولد الاسنان على الوجه الآتي: يمتد على الحافة السائبة من لثة الجنين ميزاب هو الميزاب السني الاصلي وتبرز من قاعهِ عشر زوائد صغيرة من الغشاء المخاطي يقال لها حليمات تتضمن اوعية دموية واعصابًا. ثم عند نموّ الحليمات من الاسفل الى الاعلى تاخذ حافتا الميزاب في النمو الواحدة نحو الاخرى الى ان تتحدا بحيث تتغطى الحليمات. وفي اثناء ذلك تنفصل

الانابيب السنية. 2 التجويف اللبي ويشاهد فيهِ نقط صغيرة هي عبارة عن فوهات الانابيب المستطرقة اليهِ. 3 القشرة الحجرية ممتدة على الجذر الى حافة المينا عند العنق وتشاهد فيهِ خلايا. 4 المينا الراكزة على العاج وقد فني قسمها العلوي من الاستعمال

ش ٢٢. قطع رقيق من المينا وبعض العاج مكبّر ٢٥٠ قطرًا. a بشرة المينا. b الياف المينا ويشاهد بينها شقوق وخطوط مستعرضة. c تجاويف في المينا متواصلة باطراف بعض انابيب العاج d

الحليمات بعضها عن بعض بواسطة جدران حاجزة بينها نابتة من اللثة . وعلى ذلك تصير كل حليمة سنية مضمنة في كيس خاص بها وتكتسب رويدًا رويدًا صفة السن بواسطة رسوب المواد الصلبة التي تقدّم انها تكوّن معظم جوهر الاسنان . ويبتدئ الرسوب المذكور على ظاهر الحليمة الوعائية ثم يمتد الى الباطن ولكنهُ يترك خلاء صغيرًا مشغولاً باللب السني محاطًا بالجوهر الصلب مستطرقًا الى الظاهر بواسطة ثقب في طرف الجذر . فتتكوّن على الوجه المذكور الاسنان الاولى اي اللبنية ثم اذا تقدم نمو السن ضغط اخيرًا جدار الكيس الموضوع هو فيهِ فيسبب امتصاصهُ ويتجاوز اللثة الى الظاهر

شكل ٢٢



وللاسنان اللبنية او الزمنية اجل محدود فانها تدثر شيئًا فشيئًا وتسقط فتخلفها الاسنان الدائمة المندفعة من الاسفل بواسطة النمو المتواصل . عدد الاسنان الزمنية عشرة لكل فك وهي اربعة قواطع وناب وار بعة اضراس ويخلفها عشرة اسنان دائمة كلٌ منها يتكوّن من كيس صغير موضوع بجانب كيس السن الزمني الذي يسلفهُ . غير ان عدد الاسنان الدائمة يتجاوز عدد الزمنية

ش ٢٢ . A الياف الميما مكبّرة ٢٥٠ قطرًا . وبعضها منفصل بواسطة عمل الحامض الهيدروكلوريك . B سطح قطعة صغيرة من الميناء يشاهد عليها اطراف الالياف المسدّسة الجوانب

ويصير ستة عشر لانهُ تتولد ثلاثة اخرى في كلٍّ من جانبي الفك على نسق تولد الاسنان اللبنية . ويبتدي تكوُّن الاسنان الدائمة مدة طويلة قبل بروز الاسنان اللبنية من اللثة على شكل انهُ ينفصل قسم من كيس السن اللبني ليكون جرثومة لخليفتهِ . ومن الجدول الآتي يظهر حالاً ترتيب الاسنان الزمنية والدائمة وعددها

		اضراس	ناب	قواطع	ناب	اضراس	
الاسنان الزمنية	العليا	٢	١	٤	١	٢	= ١٠
							= ٢٠
	السفلى	٢	١	٤	١	٢	= ١٠
الاسنان الدائمة	العليا	٥	١	٤	١	٥	= ١٦
							= ٣٢
	السفلى	٥	١	٤	١	٥	= ١٦

من الاضراس الخمسة في كلٍّ من جانبي الفك الاثنان المقدمان صغيران في البالغ يقال لكلٍّ منهما الضرس ذو الحدبتين واما اضراس الاولاد فاثنان كبيران وهي من الاضراس ذوات الحدبات الكثيرة . وبناء على ذلك يخلف الضرسان الصغيران المقدمان في البالغ الضرسين الكبيرين في الاولاد

الفصل الخامس

في الدم

اذا نُظِر الى الدم بالمكرسكوب وهو جارٍ في اوعية حيوان حي شوهد انهُ سائل لا لون لهُ يتضمن دقائق اكثرها حمراء يكتسب الدم لونهُ منها فيقال

للسائل السائل الدموي او البلاسما وللدقائق الكريات او الجسيمات الدموية. واذا نُظِر الى الدم وهو جارٍ من الجسد الحي الى الخارج شوهد انهُ سائل غليظ اذا كان خارجًا من شريان فلونهُ قرمزي وان كان من وريد فارجواني قاتم. ثقلهُ النوعي على درجة ٦٠ من ميزان فهرنهيت ١٠٥٥ على حساب كون الماء ١٠٠٠ قيل ويختلف في الصحة من ١٠٥٠ الى ١٠٥٩ فاذا زاد الثقل المذكور او نقص كان ذلك من ظواهر المرض. درجة حرارتهِ نحو ١٠٠ غالبًا الاَّ انها تختلف قليلاً فان السيل الدموي يكتسب حرارة خفيفة في مرورهِ من الكبد ويبرد قليلاً في اوعية الجلد الشعرية وترتفع حرارتهُ درجة او درجتين في الشطر الايسر من القلب بالنسبة الى الايمن

وللدم عمل قلوي خفيف ورائحة شبيهة بالرائحة التي تخرج من جلد او نفس الحيوان الذي يجري منهُ الاَّ انها اخف. ويظهر ان العمل القلوي صفة لازمة لدم جميع الحيوانات وفي كل حال. واما عمل دم الحيض الذي يكون احيانًا حامضيًا فعائد الى امتزاجهِ بالسائل المخاطي الذي ينشأ من الرحم والمهبل بدليل انهُ اذا اخرج بالمنظار او من باطن الرحم في اللواتي قد متن مدة الحيض فلا يختلف البتة عن الدم الاعتيادي. وقال المعلم برنارد ان الدم يصير حامضيًا من تلقاء نفسهِ بعد اخراجهِ من الجسد اذ يتحوَّل سكَّرهُ الى حامض لبنيك

وتدرك رائحتهُ بسهولة من البخار المائي الذي يصعد منهُ اذا كان حديثًا. واذا كان الدم قديمًا واضيف اليهِ مزيج من اجزاء متساوية من حامض كبريتيك وماء تصاعد منهُ البخار مع الرائحة المذكورة. قيل انهُ يمكن معرفة جنس الحيوان من مجرد رائحة دمهِ

واما كمية الدم الموجودة في الجسد فلم نعلم بالتحقيق الى الآن وذلك لسببين الاوَّل انها تختلف بحسب اختلاف الكمية الداخلة من الطعام او الشراب واختلاف الكمية الخارجة في الافراز والابراز. والثاني ان الطرق المستعملة لاجل استعلامها لم تكن الى الآن خالية من الخلل فلا يوثق بها ولذلك اختلفوا في

نسبتها الى جميع الجسد فقال بعضهم انها كنسبة ١ الى ٥ وقال غيرهم كنسبة ١ الى ٨ او ١٠ وهو القول الاثبت

تجمد الدم

اذا أُخرِج الدم من الجسد وتُرِك لحالة السكون حدثت فيهِ تغيرات معلومة تظهر صفة بعض المواد التي يتألّف منها . والتغيُّر المذكور هو انهُ بعد اخراج الدم من دقيقتين الى عشر دقائق يتجمد شيئًا فشيئًا الى ان يصير كتلة واحدة لينة منظرها وجرمها في اوّل الامر كالدم السائل فلا تختلف عنهُ الاّ من حيث السيولة والجمودة . ثم بعد ذلك تبدأ ان تظهر على سطح القرص المتجمد نقط سائل شفاف لونها يميل الى الصفرة تجتمع اولاً على السطح العلوي للقرص ثم حولهُ فياخذ يصغر ويتدرّج في الجمودة الى ان يعوم في السائل المذكور. ويقال لهذا السائل المصل وقد يدوم آخذًا في الزيادة الى اربع وعشرين او ثمان واربعين ساعة بعد تجمد الدم

واما التعليل عن تجمد الدم الذي اتفق عليهِ اكثر الفيسيولوجيين الى زمن حديث جدًّا فهو ان السائل الدموي مؤلّف من مصل حاوٍ فبرين (ليفين) بحالة الانحلال . ولما كانت الصفة الخاصة بالفبرين انهُ يتجمد من تلقاء نفسهِ عند السكون واحوال اخرى فاذا أُخرِج الدم من الاوعية يتجمد الفبرين ويضبط المصل والكريات الدموية في الكتلة الجامدة التي تحول اليها ثم ينقبض فيندفع من بين اليافهِ المصل الذي يجتمع في الوعاء حول القرص المتجمد. وعلى ذلك نرى ان المواد التي يتألّف منها الدم ثلاث وهي اولاً الفبرين الذي يتجمد ثانيًا المصل الذي ينضغط الى الظاهر بواسطة انقباض الياف الفبرين وثالثًا الكريات الدموية التي تحجزها الالياف المذكورة

وقالوا حديثًا ليس للفبرين وجود اصلي في الدم بل هو مكوّن من تفاعل جوهرين في الدم احدهما الكلوبولين الموجود في مصل الدم وبعض الانسجة والثاني الفبرينوجين الموجود في مصل الدم والليمفا والكيلوس والسوائل

الناشئة منها سواء في مصل الدم او في الارتشاحات المصلية في التجاويف المصلية وانهُ حيثما اصاب الاوّل الثاني تكوّن من اتحادهما الفبرين وحدث التجمد على الكيفية المذكورة آنفًا اذا كانت الاحوال موافقة لذلك

ولما كانت الكريات الدموية اثقل قليلاً من البلاسما هبطت هبوطًا بطيئًا نحو القاع عند اخراج الدم وتعرقلت بين الياف الفبرين ولذلك كانت اقل وجودًا في الجزء العلوي وكان لون الجزء المذكور ابهت من الجزء السفلي . وفي بعض احوال الدم تنضم الكريات الدموية بعضها الى بعض فتسقط بسرعة الى الاسفل وتكون حينئذٍ الطبقة العليا من البلاسما خالية من الكريات الحمراء قبل تكوين الفبرين فيها فاذا تجمد القرص كاد يكون جزءهُ العلوي ابيض فيُسمّى بالطبقة او الغمامة البيضاء . ثم بعد تكوين التجمد ينقبض الفبرين ويقصر ولا سيما في الطبقة البيضاء حيث لا تعارضهُ الكريات فيحدث من ذلك تقعير كاسي الشكل على الوجه العلوي للكتلة الجامدة . وعلى ذلك تكون الطبقة البيضاء فبرينًا منفصلاً عن الكريات الحمراء انفصالاً طبيعيًا وقد يتم الانفصال المذكور اصطناعيًا بضرب الدم عند خروجهِ بغصنة الى ان يتم تجمدهِ وحينئذٍ يجتمع الفبرين على الغصنة ويبقى سائل احمر مؤلَّف من المصل والكريات الحمراء وكثير من الكريات البيضاء

ويشاهد حدوث الطبقة البيضاء والتقعير الكاسي المذكورين في احوال معلومة ولا سيما في الالتهابات الموضعية وقد اتفقوا الآن على ان لذلك سببين احدهما ان ميل الكريات الحمراء للالتصاق بعضها ببعض شديد في الالتهاب الدموي واذ كانت سرعة هبوطها موقوفة على الالتصاق المذكور عُلِم من ذلك سبب بياض الجزء العلوي للكتلة الجامدة . والثاني ان تجمد الدم في الالتهاب بطيء فتهبط الكريات من الاعلى قبل تكوين الفبرين وتعرقلها بين الياف . واما التقعير فناشئ عن زيادة انقباض فبرين الدم الالتهابي وعدم معارضة الكريات للانقباض اذ تكون قد هبطت الى الاسفل . وكان يستدل من

ذلك سابقًا وجوب الاستفراغ الدموي ولكنهم قد اظهروا الآن فساد هذه النتيجة لان تجمد الدم يشاهد في احوال كثيرة ما عدا الالتهابات ومنها الانيميا

الاحوال التي تفعل في التجمد

ان تجمد الفبرين هو بحسب الظاهر من تلقاء نفسهِ على ان الحرارة والحركة والتعرض للهواء والمواد التي تلامسهُ وكيفية الموت الى غير ذلك من الكيفيات تفعل فيهِ فعلاً ظاهرًا. فلا بد من النظر اليها بالتفصيل وهي على نوعين الاوَّل الاحوال التي تسرع تجمد الدم والثاني التي تعيقهُ

اما الاحوال التي تسرع تجمد الدم فهي :

اولاً الحرارة المعتدلة اي من ١٠٠° الى ١٢٠° فهرنهيت . ثانيًا السكون . فاننا اذا ملأنا وعاء مسدودًا دمًا وحركنا الوعاء تحريكًا دائمًا لا يتجمد الدم الاَّ بطيئًا وعلى نوع غير تام . وانما ليس السكون ضروريًا للتجمد لان الفبرين يتجمد على تفرعات الغصن اذا ضرب الدم بها واذا أُدخِلت اجسام ترابية او غريبة لها زوايا خشنة الى الاوعية الدموية تجمد الدم عليها سريعًا . ثالثًا ملامسة الاجسام الغريبة ولاسيما اذا كانت نقطة الملامسة كثيرة . وبناء على ذلك يتجمد الدم على الخيوط التي تخترق الشرايين عرضًا وعلى صمامات القلب اذا كانت قد خشنت بواسطة رواسب التهابية او تجمعات كلسية . رابعًا التعرض التام للهواء . خامسًا يتجمد الدم بسرعة في الاوعية قليلة الغور خلافًا للاوعية العالية الضيقة . سادسًا اضافة اقل من مقدارين من الماء الى الدم . وقيل ان الدم الذي يخرج اخيرًا يتجمد بسرعة اكثر من الدم الذي يخرج اولاً وعللوا عن ذلك بامتصاص الاوعية الدموية السوائل المحيطة بها

والاحوال التي تعيق تجمد الدم هي :

اولاً البرد . قيل ان الدم لا يتجمد اذا كانت درجة الحرارة دون ٤٠° ف. وكذلك اذا صقع وتيبّس الاّ انهُ يتجمد اذا سال ولو بعد اشهر كثيرة . اذا كانت درجة الحرارة اعلى من ١٢٠° ف عورض التجمد واذا تجمد البومن المصل منع تجمد الفبرين على الاطلاق . ثانيًا اضافة اكثر من مقدارين من الماء الى الدم. ثالثًا ملامسة الانسجة الحيَّة ولاسيما باطن الاوعية الدموية . ولكن اذا كان الدم ساكنًا فلا تمنع الملامسة المذكورة تجمدهُ . رابعًا اضافة الاملاح القلوية والترابية بنسبة $\frac{٢}{١٠٠}$ او $\frac{٣}{١٠٠}$ فصاعدًا. واذا كانت النسبة اعلى مما ذُكِر منعتهُ على الاطلاق الاّ ان التجمد يعود اذا تخفّف الدم بالماء . وليس حدٌّ للزمن الذي فيهِ يحفظ الدم بحالة السيولة ثم يعود الى الجمودة بواسطة اضافة الماء . خامسًا عدم التعرض الكافي للهواء . فان دم الذين يموتون بالاسفكسيا لا يتجمد . سادسًا يتجمد الدم في الالتهابات تجمدًا بطيئًا الاّ ان تجمدهُ يكون شديدًا

ويُمنَع التجمد على الاطلاق باضافة الحوامض القوية والقلويات الكاوية . واما قول المعلم هنتر والذين تابعوهُ من المتاخرين ان الدم لا يتجمد في بعض انواع الموت كالموت من الكهربائية والتعب المفرط واللطمات على المعدة والغضب الشديد فغير ثابت من المشاهدات الحديثة لانهُ كثيرًا ما شوهد الدم متجمدًا في الحيوانات التي قتلتهم الكهربائية وقد اظهر المعلم كوليفر من مشاهداتهِ ان الدم يتجمد في قلوب الارانب والابل التي تموت من تعب الصيد

تركيب الدم الكيماوي

في كل ١٠٠ جزء من الدم ٧٩ جزءًا ماء و ٢١ جزءًا جوامد ناشفة والنسبة المذكورة بين الماء والجوامد الناشفة كنسبة نيتروجين الهواء الى الاكسجين تقريبًا . وتعلم من الجدول الآتي نسبة المواد الرئيسة التي يتألف منها ١٠٠٠ جزء من الدم

ماء	٧٨٤
كريات حمراء (منشّفة)	١٢١
البومن المصل	٧٠
مواد ملحية	٦.٠٤
مواد خلاصية ودهنية وغيرها	٧٧
فبرين	٣
	١٠٠٠

جدول ثانٍ في التركيب العنصري لدم الثور (المنشّف)

كربون	٥٧٩ في ١٠٠
هيدروجين	٧١
نيتروجين	١٧٤
اكسجين	١٩٣
رماد	٤٤

ويظهر من هذا التحليل الانتهائي لدم الثور ان في الدم جميع المواد اللازمة لتجديد الانسجة . وقال الكيماويان بلايفير وبيكمان ان التركيب العنصري لعضل الثور ودمهِ يكاد يكون واحدًا يُعبَّر عنهُ هكذا ك ٤٥ ه ٢٩ ن ٦ ا ١٥

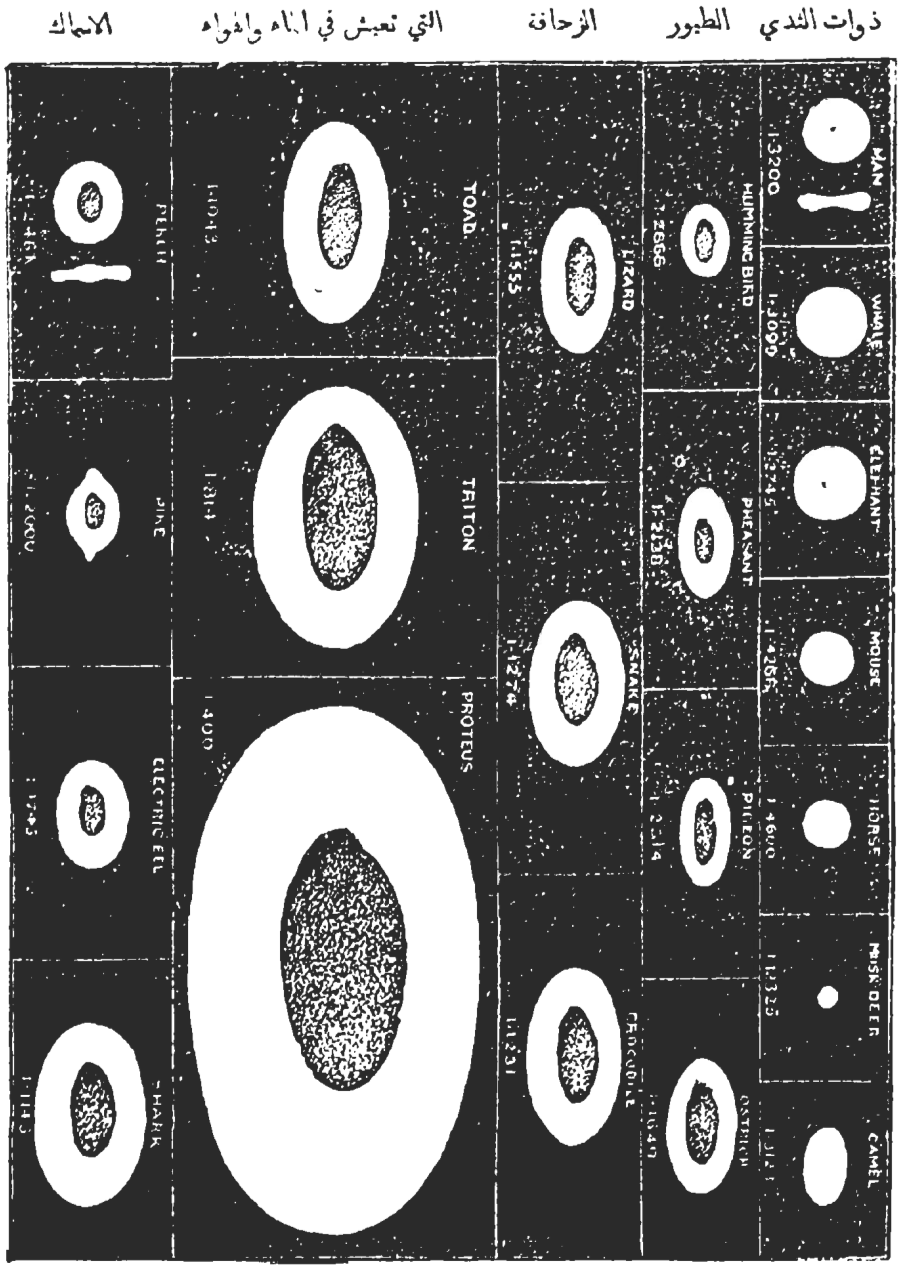
الكريات الدموية ويقال لها الجسيمات ايضًا

نقدّم ان الكتلة المتجمدة تتضمن الكريات الدموية مع الفبرين والمصل الذي يتخللها. فالكريات المذكورة على نوعين احدهما الكريات الحمراء والثاني الكريات البيضاء التي كثير منها بحالة التحويل الى الحمراء . فان كان التجمد قد حدث بسرعة انتشر النوعان انتشارًا متساويًا في الكتلة وان كان ببطء هبطت الحمراء الى اسفل الكتلة لانها اثقل المواد التي يتالف منها الدم واجتمعت البيضاء في القسم العلوي لخفتها واعانت في تكوين الطبقة البيضاء

الكريات الحمراء البشرية مستديرة الشكل مسطحة ويختلف قطرها من

$\frac{1}{3000}$ الى $\frac{1}{4000}$ جزء من القيراط وسماكتها نحو $\frac{1}{10000}$. حوافيها مستديرة ووجهاها في حالتها الاعتيادية مقعران تقعيرًا خفيفًا وقد يتسطحان او يتحدّبان

شكل ٢٤



اذا انتفخت الكريات بواسطة الامتصاص عند تخفيف السائل الدموي بالماء.

ش ٢٤ . انواع الكريات الحمراء في الحيوانات المختلفة . اما الكريات التي لها نوى حسب الظاهر فقد اثبت المعلم سافري انها لا تظهر منذ الحيوة بل هي من التغيرات التي تحدث بعد الموت . الكسور العشرية في الشكل تدل على نسبتها الى القيراط

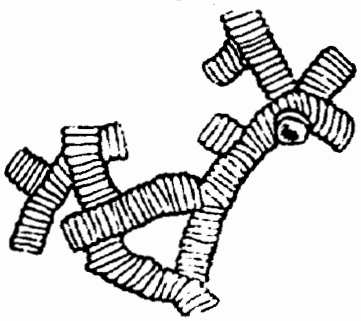
تاليفها من جوهر خاص لا لون له يتخللهُ مادة ملونة حمراء يقال لها هيموكلوبين. اما الجوهر فمتين مرن بحيث تستطيل الكريات مدة مرورها ودوريها في الاوعية الدقيقة ثم تعود الى شكلها الاصلي عند نفوذها منها الى الاوعية الكبيرة . وليس للكريات جدران او نوى والمادة التي تتضمنها من جوهر واحد لانهُ اذا كان وجهاها مسطحين او محدبين قليلاً لم يكن في منظرها ما يدل على وجود اكثر من جوهر واحد في باطنها فاذا كانا مقعرين ظهرت بقعة مركزية ناشئة عن عدم مساواة انكسار النور بين المحيط والمركز . ثقلها النوعي نحو ١٠٨٨

اذا نُظِر بالمكرسكوب الى عدد كبير من الكريات الحمراء شوهد ان معظمها متساوي الحجم وبعضها اكبر من البقية مع ان جميعها ماخوذ من قسم واحد . ويظهر ايضًا ان الكبيرة ابهت لونًا واقل استدارةً وتكون غالبًا وجوهها مسطحة او محدبة قليلاً وكثيرًا ما تتضمن ذرات دقيقة لامعة كانها نوى وهي اخف من البقية لانها تعوم اعلى منها في السائل الموضوعة فيهِ . والاختلافات المذكورة عائدة الى سير نضج الكريات الدموية وسياتي الكلام على ذلك . وقد يحصل فيها تغيرات ايضًا بسبب خروجها من الجسد فتكون تارةً على هيئة ثمر التوت واخرى مسننة المحيط او نجمية ولا سيما في الكبيرة والظاهر ان سبب ذلك هو تجمد جدرانها لانها تعود الى شكلها الاوّل بتخفيف السائل الذي تعوم فيهِ والتعليل عن ذلك هو ان الكريات تمتص الماء المضاف فتنتفخ وقد تصير كروية الشكل شفافة صافية اللون لفقدها المادة الملونة من باطنها وقد تنفجر. واذا اضيف الى الدم حامض خليك مخفف عوضًا عن الماء حدثت التغيرات المذكورة اسرع مما تحدث باضافة الماء فتفقد الكريات لونها حالاً وتغيب فاذا اضيف الى المزيج شيء من القلويات اتحد بالحامض وعادت الكريات الى شكلها الاصلي الاّ ان لونها لا يعود

من جملة خصائص الكريات الحمراء ولا سيما في الدم الالتهابي ودم الخيل انها تجتمع بعضها فوق بعض على هيئة عمد كتنضديد الدراهم وتهبط الى الاسفل

بسرعة اكثر مما اذا كانت منفردة لان السطح الذي يعارض السائل هبوطهُ يكون اقل اتساعًا اذا كانت مجتمعة مما لو كانت منفردة وقد تقدم الكلام على ذلك في تجمد الدم

شكل ٢٥



واما تركيبها الكيماوي فالظاهر ان جوهرها الخاص مُؤلَّف من مادة اصلية نتروجينية متحدة بمواد البومنية ودهنية واملاح اكثرها فصفاتات البوتاسا والصودا والكلس . وان الهيموكلوبين الذي يدخل في تركيب الكريات الحمراء اكثر مما سواهُ شبيه بالالبومن من بعض الوجوه ويختلف عنهُ اختلافًا واضحًا من وجوه اخرى. فمن صفاتهِ المميّزة انهُ يميل الى التبلور في حالات خصوصية فتنشأ من ذلك البلورات الدموية

شكل ٢٦

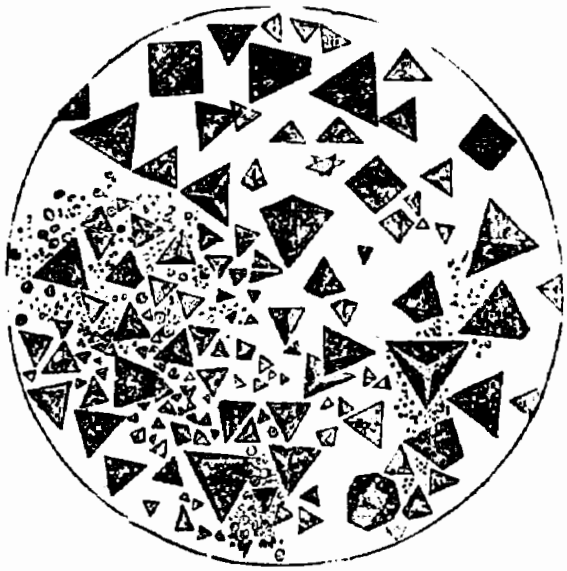
اذا سكن الدم داخل الجسد اوخارجهُ تكوّنت فيهِ احيانًا البلورات المذكورة . وتشاهد في الدم الذي يتجمد في الاكياس الانبورسمية وكثيرًا ما

ش٢٥. كريات حمراء مجتمعة على هيئة صفوف منضّدد بعضها فوق بعض

ش ٢٦ . بلورات منشورية من دم الانسان

تتكوّن اصطناعًا بتعريض نقطة دم ولاسيما دم الكلب حديثة الاستخراج مخففة بالماء الى الهواء بعض دقائق ثم بالنفخ عليها . قيل ان اضافة الكحول والايثير

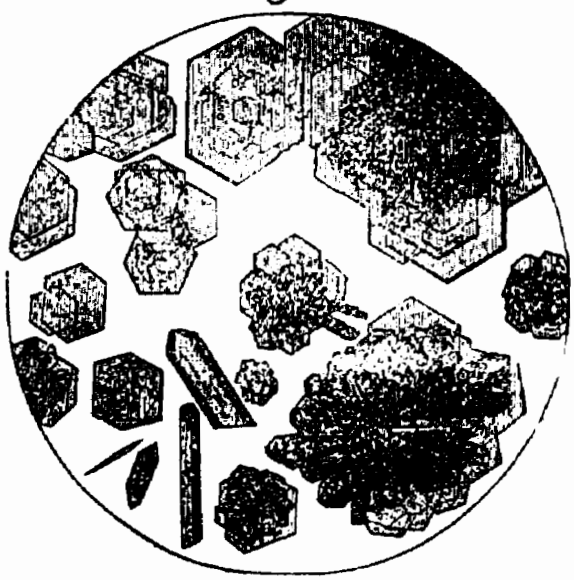
شكل ٢٧



ولاسيما الكلوروفورم يسهّل تكوينها وقد يتبلور الدم احيانًا بمجرد تعريضهِ للهواء

ومن جملة الصفات المميّزة للهيموكلوبين شراهتهُ للاتحاد بالاكسجين وبعض

شكل ٢٨



غازات اخرى كالكاسيد الكربون والنتروجين التي يتركب معها تراكيب كيماوية واضحة. واكثر هذه التراكيب اعتبارًا عند الفيسيولوجيين هو تركيبهُ مع الاكسجين

ش ٢٧. بلورات لها اربعة مثلثات متساوية من دم الخنزير الكيني

ش ٢٨. بلورات مسدسة الجوانب والزوايا من دم السنجاب

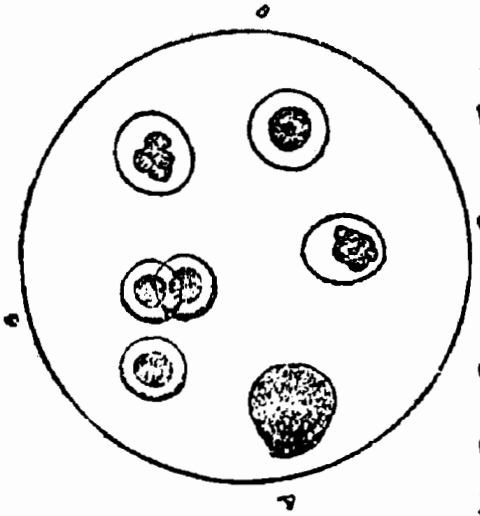
الذي يحدث على الدوام مدّة سير الدم في الرئتين ويحل كذلك لسبب سهولة مفارقة الاكسجين للهيموكلوبين اذا تعرّض للاتحاد بمواد اخر مدة سيره في الاوعية الشعرية في الدورة العامة . وعلى هذا تكون الكريات الحمراء اخصّ الوسائط لحمل الاكسجين في الدم بواسطة مادتها الملوّنة التي تتشرّب الاكسجين بسهولة وتفارقهُ كذلك

الكريات البيضاء

الكريات البيضاء اقل عددًا جدًّا من الحمراء ونسبتها اليها عادةً في الصحة كنسبة ١ الى ٤٠٠ او ٥٠٠ واما في المرض فقد تصعد النسبة الى $\frac{1}{10}$ او اقل من ذلك . وتختلف النسبة بينهما ايضًا في الصحة في النهار الواحد تبعًا لنوع الطعام وكميتهِ فانها تزيد بعد الطعام وتنقص عند الامساك

وهي كثيرة الانواع خلافًا للحمراء التي قلما يختلف شكلها . الّا انها غالبًا مستديرة وتقرب من الشكل الكروي قطرها نحو $\frac{1}{2500}$ جزء من القيراط ولونها سنجابي لؤلؤي . ويظهر انها مؤلفة من بروتوپلاسما وتتضمن حبيبات قليلة غير واضحة في بعضها كثيرة جدًّا في غيرها بحيث يكون منظرها ككتلة حبيبات وهو نادر . ولم يعلم بالتحقيق الى الآن هل لها جدار حقيقي اولا والمرجّح انها عديمة الجدران ولو ظهر ما يشبهها بعد معاملتها بالحامض الخليك المخفف . ولهذه الجسيمات صفة عجيبة

شكل ٢٩



وهي انهُ اذا نُظِر اليها بمكرسكوب عالي القوة شوهد انها تنقبض وتتمدّد على التعاقب عند نقط مختلفة في محيطها فترسل زوائد غير منتظمة ثم تجذبها وهكذا

ش ٢٩ . جسيمات دموية حمراء وبيضاء . A جسيمات بيضاء في حالتها الطبيعية . B ثلاث جسيمات بيضاء بعد معاملتها بالحامض الخليك المخفف . a جسيمات حمراء

يتغير شكلها على التوالي

وتشاهد بالمكرسكوب ما عدا الكريات الحمراء والبيضاء في الدم حبيبات كثيرة دقيقة جدًّا مستديرة او كروية يختلف حجمها مما يكاد لا يرى الى $\frac{1}{8000}$ من القيراط. وهذه الحبيبات شبيهة بما يشاهد في الليمفا والكيلوس بعضها دهني ينحل في الايثير وبعضها البوميني ينحل في حامض خليك

المصل

المصل هو الجزء السائل من الدم الذي يبقى بعد تجمد الفبرين. وكميته التي تظهر حول الكتلة المتجمدة موقوفة على امرين احدهما جميع الكمية الموجودة في الدم والثاني درجة انقباض القرص المتجمد. ولذلك اذا تجمد الدم بسرعة كانت كمية المصل قليلة لانه كلما اسرع التجمد قلّ الانقباض الذي يتوقف عليه خروج المصل من باطن الكتلة المتجمدة. فتكون كميته قليلة في الدم الذي يستخرج ببطء الى وعاء قليل الغور وكثيرة في الدم الالتهابي الذي يستخرج الى وعاء عالٍ. ولا بد من ترك القرص اكثر من ٢٤ ساعة لاجل معرفة كمية المصل

وهو سائل قلوي لزج يميل الى الصفرة وكثيرًا ما تكون الصفرة ضاربة الى الخضرة او اللون السنجابي. ثقله النوعي من ١٠٢٥ الى ١٠٣٠. ويتضمن معظم المواد التي ذُكِرَت في تركيب الدم الاَّ الفبرين والكريات الحمراء. واخص المواد المتضمنة في المصل الالبومن الذي نسبته اليه كنسبة ٨ الى ١٠٠ فاذا سخّن المصل تجمد الالبومن وصار الجميع كتلة جامدة واما السائل الذي يبقى بدون تجمُّد فيتضمن مواد دهنية وخلاصية وملحية

في اختلاف كمية الاجزاء الرئيسة التي يتالف منها السائل الدموي

تختلف كمية ماء الدم كل ساعة تقريبًا تبعًا لاختلاف المدّة بعد مناولة الطعام وكمية الرياضة الجسدية وحالة الجو وغير ذلك من الحوادث التي تؤثر في دخول السوائل الى الجسد او خروجها منه. والاختلاف المذكور بين ٧٠٠ الى ٧٩٠ جزءًا في الالف الاَّ انه يُحافَظ على كميته العامة بواسطة العطش

الذي يهيجهُ جميع ما يقلّل نسبة الماء في الدم كالرياضة العنيفة واضافة المواد الملحية وغيرها من الجوامد الى الدم في الطعام وبواسطة افراز غزير من العرق والبول اذا اضيف الى الدم مقدار غير اعتيادي من الماء . ومن تعديل نسبة الماء تنتج فوائد كثيرة لكيفية الدم الطبيعية فيتسهل سيرهُ في الاوعية خلافًا لما اذا كان لزجًا غليظًا . وتتوقف على ذلك ايضًا درجة الامتصاص بواسطة الاوعية الدموية التي لا تمتص من السوائل الاَّ ما كانت كثافتها اقل من الدم . وكذلك الماء هو الجوهر الذي يحل جميع المواد التي تدخل في تركيب السائل الدموي وكثرتهُ تعين جدًّا العمل الكيماوي فاننا اذا قابلنا عمل العظام بعمل العضل والانسجة بالدم وانسجة صغار الحيوانات بكبارها وجدنا ان العمل الحيوي يتوقف بحسب الظاهر على كثرة الماء . ومن الامور العجيبة ان نسبة الماء تزيد احيانًا مدة اخراج الدم من شريان او وريد فان المعلم زيمرمان وجد من فصد الكلاب ان الدم الذي يستخرج اخيرًا يتضمن من الماء ١٢ او $\frac{١٢}{١٠٠٠}$ اكثر من الدم الذي يستخرج اولاً والمعلم بوللي شاهد نقصانًا في الثقل النوعي للدم الذي يستخرج اخيرًا في الفصد البشري وعلّل عن ذلك بان الاوعية الدموية تمتص مدة الفصد بسرعة عجيبة بعض السائل المصلي الذي يرطب جميع الانسجة

وتختلف نسبة الالبومن في الصحة من ٦٠ الى ٧٠ جزءًا في ١٠٠٠ جزء من الدم . ولم تحقق كيفية وجودهِ في الدم هل هو محلول بسيط ام هل هو متحد بالصودا على شكل البومنات الصودا وقد رجحوا القول الاخير

وتختلف نسبة الفبرين في الدم الصحي من ٢ الى ٣ اجزاء في ١٠٠٠ . وقد تهبط في بعض الامراض كالتيفوس الى ١ ٫ ٤٣ وتصعد في غيرها الى ٧ ٫ ٥ جزء في ١٠٠٠ . غير ان الكيماويين لم يخرجوا الكريات البيضاء من حساب الفبرين لانهُ لم يمكنهم الى الآن فصلها عنهُ بالتحليل الكيماوي فاضافوا ثقلها الى الفبرين وهم لم يعلموا تركيبها الكيماوي . ولما كانت الكريات المذكورة قليلة جدًّا في الصحة لم تكن اضافتها الى الفبرين امرًا كبيرًا ولكن في الالتهابات والامراض

الدموية الاخر التي يقال ان كمية الفبرين تزداد فيها فهذه الكريات تكثر جدًّا بحيث تكون زيادة ثقل الفبرين عائدة اليها . ولذلك جميع ما قيل من جهة زيادة الفبرين في بعض الامراض يحتاج الى مراجعة البحث

واما المواد الدهنية فيرجح ان معظم ما يوجد منها في الانسجة والافرازات موجود في الدم فانهُ يتضمن كولسترين الصفرا وسيربرين الدماغ ودهنة المنصفر والدهن الاعتيادي . وقال المعلم لهمان ان اكثر المواد الدهنية مجتمع في الكريات الحمراء . وتختلف كمية هذه المواد الدهنية جدًّا فتزداد غالبًا بعد مناولة الطعام الدهني والنشائي والسكري وتضاف حينئذٍ دقائق الكيلوس الدهنية الى الدم بسرعة ولكنها لا تتمثَّل الاَّ تدريجًا . وقد تكون كميتها كافية لصيرورة مصل الدم مظلمًا اوشبيهًا باللبن

اخص المواد غير الالية التي تدخل في تاليف الدم وهي المواد التي تبقى بعد احراقهِ فصفات الصودا وكربوناتهُ وفصفات الكلس ويظهران عمل الدم الفلوي عائد الى ملحي الصودا المذكورين . وقد اظهر المعلم ليبك ان للسوائل التي يحل فيها فصفات الصودا قبولاً عظيمًا لامتصاص غاز حامض كربونيك ولمفارقتها اياهُ بعد ذلك اذا هُزَّ في الهواء الجوي او نقص ضغط الهواء والظاهر ان فصفات الكلس يذوب في الدم بواسطة وجود فصفات الصودا فيهِ . واما ما بقي من المواد غير الآلية التي تدخل في تاليف الدم وهي اوكسيد الحديد وفصفاتهُ فيوجدان في السائل الدموي ما عدا وجودهما في الكريات

اشهر المواد الخلاصية في الدم الكرياتين والكرياتينين . وما عداها الكاسين ولاسيما في النساء مدَّة الارضاع والكلوكوس اي سكر العنب في دم الوريد الكبدي الذي يغيب مدَّة مرورهِ في الرئتين واليوريا ومقادير صغيرة جدًّا من حامض يوريك وحامض هيوريك ولبنيك وامونيا وبعض مواد ملونة ومواد ذات رائحة

التغيرات التي تحدث في الدم الصحي من احوال مختلفة

حالة الجسد العمومية تتوقف كثيراً على حالة الدم وبالعكس ما يؤثر في الجسد يؤثر اكثر او اقل في الدم ايضاً فينتج من ذلك انهُ يحدث تغيير في كيفية الدم في الصحة والمرض بحسب الاحوال التي تفعل فيها . اما الاحوال التي تؤثر في تركيب الدم في الصحة فهي الجنس والحمل والسن والمزاج والطعام

١ . الجنس . يختلف دم الرجال عن دم النساء بان ثقلهُ النوعي اعلى قليلاً وذلك لانهُ يتضمن اكثر من الكريات الحمراء بالنسبة الى بقية اجزاء الدم

٢ . الحمل . ثقل الدم النوعي في الحوامل ادنى من الدرجة الاعتيادية لسبب نقص الكريات الحمراء . وتزداد فيهِ الكريات البيضاء والفبرين

٣ . السن . يظهر ان دم الجنين كثير المواد الجامدة ولاسيما الكريات الحمراء . وبعد الولادة باسابيع تاخذ هذه الحالة في التناقص الى ان تهبط النسبة عن الدرجة الاعتيادية مدة سني الطفولية ثم تصعد عند البلوغ ثم تهبط في الشيخوخة

٤ . المزاج . غاية ما يعلم من هذا القبيل ان المواد الجامدة ولاسيما الكريات الحمراء كثيرة في الذين مزاجهم دموي

٥ . الطعام . سياتي الكلام على ذلك مفصلاً في باب الهضم فلا يُذكَر هنا الاَّ انهُ قد تدخل الدم مواد غير اعتيادية بالامتصاص مع الطعام والشراب وان للطعام الكثير التغذية ولنقيضهِ من الطعام الضعيف التغذية فعلاً عظيماً في عموم الصحة

الفصد . نتيجة الفصد نقص الثقل النوعي للدم كما تقدَّم وذلك لسبب امتصاص السوائل من انسجة الجسد . والعمل الفيسيولوجي المذكوراي امتصاص السوائل بمنزلة العطش الشديد الذي يعقب نقص الدم في الفصد او النزف ونزع المادة المائية منهُ في الكوليرا والدبابيطس . وبدوم نقص الجسيمات الحمراء

ظاهرًا مدّة قصيرة بعد الفصد غير انهُ ما عدا ذلك لا يحدث تغيير كلي في تركيب الدم الاَّ برهةً قصيرةً جدًّا لان نقص بقية الاجزاء كالجسيمات البيضاء وغيرها يعاض عنهُ بسرعة عظيمة

اختلاف تركيب الدم في اقسام مختلفة في الجسد

الاختلاف من هذا القبيل هو اولاً بين الدم الشرياني والدم الوريدي ثانيًا بين دم بعض الاوردة. اما الاختلاف بين الدم الشرياني والدم الوريدي ففي اللون والتركيب العام

١. اللون. ذهب البعض الى ان سبب اللون القرمزي في الدم الشرياني هو فعل الاكسجين الكيماوي وسبب اللون الارجواني في الدم الوريدي هو فعل الحامض الكربونيك. ثم ذهب آخرون بعدهم الى ان السبب ميكانيكي لا كيماوي عائد الى الفرق في شكل الكريات الحمراء بحيث تتغير قوة نفوذ النور منها وانكسارهِ بواسطتها وقالوا ان الحامض الكربونيك يصيّر لون الدم قاتمًا لانهُ اذا نفذ الى الكريات الحمراء تحدّب وجهاها وان الاكسجين يعكس الامر فيتقعر الوجهان ويصير اللون قرمزيًّا زاهيًا. وقال المعلم ليبك ان انتقال اعلى اوكسيد الحديد الى كربونات اول اوكسيدهِ في الكريات الحمراء هو الفاعل للتغيير المذكور

وقد اثبت المعلم ستوكس حديثًا بواسطة الاسبكتر وسكوب (وهي آلة لتحليل الخيالات) ان الهيموكلوبين اي المادة الملوّنة للدم يحتمل حالتين متميّزتين من التاكسد وان الفرق في اللون بين الدم الشرياني والوريدي انما يعود الى فرق الحالتين المذكورتين وبناء على ذلك يُرجَّح الآن ان تغيير اللون الحادث من مرور الدم في الرئتين وتعرّضهِ للاكسجين ناشئٌ من تاكسد الهيموكلوبين الارجواني وتحويلهِ الى هيموكلوبين قرمزي ويُعلَّل عن تحويل الدم الشرياني الى الوريدي من حيث اللون بان الاكسجين ينفصل بالسهولة عن الهيموكلوبين القرمزي بواسطة الانسجة مدّة مرورهِ في الاوعية الشعرية. غير انهُ يُظَن ان معظم

الهيموكلوبين لا يزال قرمزيًّا اي في الحالة العليا من التاكسد في الدم الوريدي وان القليل منهُ يفارق اكسجينهُ بينما يكون مارًّا من الشرايين الى الاوردة

وقد لا يشاهد اختلاف اللون المذكور بل يكون الشرياني قاتمًا كالوريدي اذا كان الدم جاريًا جريًا بطيئًا من شريان في قعر جرح غائر متعرّج. وكذلك لا يختلف لون الدم في الذين يشرفون على الموت من الاختناق (الاسفكسيا) واحيانًا من فعل الكلورفورم والايثير وفي الجنين. غير انهُ في جميع الاحوال المذكورة يصير الدم القاتم زاهيًا اذا تعرض للهواء. وقد اظهر المعلم برنارد ان الدم الراجع من غدة مدَّة عملها الافرازي يكاد يكون زهيًّا كالدم الشرياني

٣. التركيب العام. يختلف الدم الشرياني عن الدم الوريدي من حيث تركيبهِ العام بانهُ يتضمن اكثر قليلاً من الفبرين واقل قليلاً من الالبومن والدهن وهو يتجمد باكثر سرعة منهُ ويتضمن اكثر من الاكسجين واقل من حامض كربونيك. وقال المعلم دنيس ان فبرين الدم الوريدي يختلف عن الشرياني بانهُ اذا كان حديثًا ولم يتعرّض كثيرًا للهواء ذاب في محلول نيترات البوتاسا اذا سُخِّن قليلاً

واما الاوردة التي يختلف الدم فيها اختلافًا كبيرًا عن الدم الوريدي الاعتيادي فهي البابي والكبدي والطحالي

الوريد البابي. الدم الذي يحملهُ الوريد البابي الى الكبد ناشئٌ من مصدرين رئيسين وهما اولاً اوردة المعدة والماساريقا التي تتضمن المواد التي قد ذابت من الطعام وامتصت من المعدة والامعاء مدَّة الهضم وثانيًا دم الوريد الطحالي. ولذلك تجتمع في دم الوريد البابي صفات كلٍّ من المصدرين المذكورين

اما دم اوردة المعدة والماساريقا فيختلف كثيرًا بحسب دور الهضم وماهية الطعام. غير انهُ يقال في الجملة وبقطع النظر عن السكر والدكستربن والمواد الاخر التي تذوب وربما امتصت من القناة الهضمية ان المواد الجامدة فيهِ قليلة بحسب الظاهر ولا سيما الكريات الحمراء لسبب تخفيفهِ بواسطة كمية الماء الممتصة

اليهِ وان الالبومن كثير فيهِ اذ ينشأ من هضم المواد النتروجينية ويقال لهُ الالبومينوس وهو ادنى رتبةً في البناء الكيماوي من الالبومن الاعتيادي وان الفبرين الذي يوجد فيهِ اقل التصاقًا من فبرين عموم الدم

الوريد الطحالي . هذا الدم اقل اختلافًا في التركيب مما سبق الاَّ انهُ يقبل الاختلاف احيانًا بحسب الدور الهضمي وكيفيات اخرى . كمية الكريات الحمراء قليلة فيهِ غالبًا وكمية الالبومن كثيرة واما كمية الفبرين فتختلف الاَّ انها غالبًا اكثر من العادة وكذلك يظهر ان الكريات البيضاء اكثر مما يشاهد في الدم الاعتيادي . وفي الجملة جميع كمية المواد الجامدة قليلة ويظهر ان النقص المذكور عائد الى قلة الكريات الحمراء

وبناء على ما تقدم يكون دم الوريد البابي جامعًا لصفات الدمين اللذين يتألَّف منهما اي دم القناة الهضمية ودم الطحال . ثقلهُ النوعي غالبًا ادنى من ثقل الدم الاعتيادي وماؤهُ اكثر وكرياتهُ الحمراء اقل والبومنهُ اكثر وكتلتهُ المتجمدة اقل صلابةً من الدم الاعتيادي لسبب ضعف قوة فبرينهِ الالتصاقية . وانما يلاحظ في الصفات المذكورة للدم البابي تركيب الدم نفسهُ لا المواد الغريبة التي تعرض عليهِ كالمواد الممتصة من الطعام

وقد ظهر حديثًا من التحليل النسبي بين دم الوريد البابي والاوردة الكبدية ان دم الاوردة الكبدية يتضمن كمية من الماء والالبومن والاملاح اقل مما يوجد في دم الوريد البابي واما من المواد الخلاصية فاكثر جدًّا . وقد اظهر المعلم برنارد وغيرهُ ان سكر العنب يوجد دائمًا بين المواد الخلاصية المذكورة سواء وجدت المواد السكرية والطحينية في الطعام ام لم توجد

وما عدا الاختلاف الكائن بين دم الاوردة المذكورة وعموم الاوردة فلا بد من تغيير يحدث في الدم مدة سيرهِ في الاعضاء المختلفة فان كل عضو يتناول منهُ ما يحتاج اليهِ ويطرح فيهِ ما يبرزهُ . وبناء على ذلك شوهد بعد الامتحان ان دم الوريد الكلوي يتضمن اقل من الماء والاملاح مما يتضمنهُ الشريان

الكلوي. وقال المعلم برنارد والمعلم برون سيكارد ان دم الوريد الكلوي لايتجمد. وهكذا في ما بقي من الغدد الافرازية وكذلك جميع الانسجة كالعظام والعضل والاعصاب وغيرها فانها جميعها تفعل في الدم الذي يسير فيها وتحدث تغيرًا في تركيبهِ العام

الغازات التي يتضمنها الدم

الغازات التي يتضمنها الدم حامض كربونيك واكسجين ونيتروجين وذلك بنسبة ١٠٠ جرم من الدم الى ٤٠ او ٥٠ جرمًا من جملة الغازات المذكورة. ويتضمن الدم الشرياني بالنسبة الى الدم الوريدي مقدارًا اكبر من الاكسجين واصغر من حامض كربونيك الاَّ ان كمية الحامض الكربونيك المطلقة في كليهما اكثر من الاكسجين. واما كمية النيتروجين فيهما فقليلة جدًّا

ولم يعلم بالتحقيق كيفية وجود الحامض الكربونيك والاكسجين في الدم وانما الارجح ان بعضهما منفرد وبعضهما متحد اتحادًا كيماويًّا ضعيفًا. فالقسم المتحد من الحامض الكربونيك بعضهُ يوجد في بيكربونات الصودا والبعض الآخر مركب مع فصفات القاعدة المذكورة. واما الاكسجين فمتحد اتحادًا كيماويًّا بهيموكلوبين الكريات الحمراء والدليل على ذلك ان السائل الدموي وحدهُ لايمتص من الاكسجين اكثر مما يمتصهُ الماء البسيط على ان الدم بجملتهِ يمتص كمية كبيرة منهُ

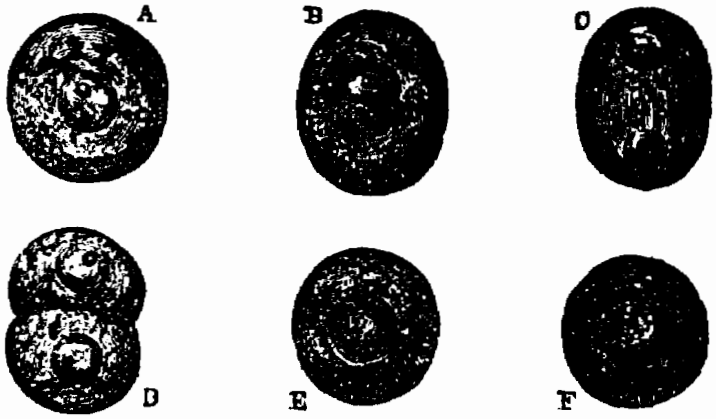
تكوين الدم

تتكوَّن الجسيمات الحمراء الاولى في الجنين من الكريات التي يتكوَّن منها القلب وذلك انهُ بينما تتحوَّل الظاهرة منها الى انسجة القلب والاوعية الكبيرة التي تتعلق بهِ تنفصل الباطنة منها بعضها عن بعض وتصير كريات دموية. وتكون حينئذٍ غالبًا كروية صافية بلا لون في باطنها نواة واضحة وحبيبات وقطرها من $\frac{1}{2500}$ الى $\frac{1}{1500}$ جزء من القيراط. ثم يحمرّ لونها ويزيد وضوح النوى وتغيب الحبيبات وتاخذ النواة ثم الكرية في الانقسام الى اثنتين او اكثر تصير

اخيرًا كالكريات الاصلية التي نشأت هي منها . شكل ٣٠ (B وC وD وE)

وقد اتفق اكثر الفيسيولوجيين على ان منشأ الكريات الحمراء بعد الولادة انما هو من الكريات الليمفاوية والكيلوسية اي الكريات الدموية البيضاء ولكنهم اختلفوا على كيفية التحويل من النوع الواحد الى الآخر. فذهب بعضهم الى ان البيضاء تتحوّل تدريجًا الى الحمراء بفقدها نواها وما تتضمنهُ في باطنها وقال غيرهم ان نوى الكريات الليمفاوية والكيلوسية هي الاصل الجرثومي الذي تتكوّن منهُ الكريات الحمراء وهو المذهب الجاري الآن

شكل ٣٠



تكوين الكريات الحمراء من البيضاء دائم مدة الحيوة. ولها مدّة معينة من الوجود كما لغيرها من اجزاء الجسم الآلي تقضي فيها عملها الخاص ثم تموت وتندفع من الدورة . غير انهُ لم يعلم الى الآن مدة حياتها وكيفية انحلالها والظنون في ذلك مبنية على مقابلتها بما يشبهها من اجزاء الجسد الواقعة تحت المشاهدة

ويظهر مما تقدم انهُ بعد تكوين الدم مرةً انما تزيد كميتهُ وتدوم بواسطة دوام العمل اذ تتولد كميات جديدة بحيث كما يقدّم الدم مواد لاصلاح ما فسد من الانسجة بواسطة التحليل الدائم فكذلك يعاض عنها بمواد جديدة تقابلها من

ش ٣٠. تكوين الكريات الحمراء الدموية الاولى في الجنين . A كرية حبيبية نووية في حال الانتقال الى جسيمة دموية . ويشاهد في النواة نويّة . B كرية كالسابقة وقد اخذت نواتها في الانقسام . C كمال انقسام النواة . D انقسام الكرية ايضًا . E جسيمة دموية قريبة من الكمال لا يزال فيها بعض حبيبات . F جسيمة دموية كاملة

الليمفا والكيلوس . فما ذُكِر من تكوين الكريات الجديدة انما هو قسم صغير جدًّا من جميع العمل لان تحويل المواد الجديدة الى الجوهر الدموي بحيث يصير صالحًا لتغذية الانسجة على انواعها المختلفة لا بد من ان يكون في غاية الكمال من العمل . ويظهر ذلك من التأمُّل ببعض الكيفيات التي يتغير فيها الدم بواسطة المرض ثم تدوم حالتهُ المرضية بواسطة تمثيل المواد الجديدة الى الحالة المذكورة. فاننا نرى مثلاً في التلقيح للجدري ان الدم يصير مرضيًّا لا محالة برهةً من الزمان اذ تتغيَّر جميع كميتهِ بواسطة المادة الملقحة مهما كانت طفيفة الجرم . والتغيير المذكور مهما كان طفيفًا يدوم زمنًا طويلاً لانهُ اذا كان التلقيح الاصلي صحيحًا لم يفعل في الدم تلقيح ثانٍ وما ذلك الاَّ لان الدم الذي يتولد جديدًا بعد التلقيح يتكوَّن كالدم الذي قد تغير بواسطة المادة الملقحة اي ان الدم يمثِّل لحالتهِ المتغيرة المواد الناشئة من الليمفا والكيلوس تمثيلاً تامًّا . ولعل هذا القول صحيح في كثير من الامراض المزمنة كالداء الزهري بحيث اذا سُمَّ الدم مرة دامت الحالة المذكورة بواسطة توليد دم جديد مماثل للدم المسموم وكذلك دوام الانسجة المنحرفة البناء بواسطة التمثيل الى جوهرها كما سياتي في الكلام على التغذية

وربما يتم تمثيل الدم بواسطة القوة المكوِّنة المشتركة بينهُ وبين الانسجة الجامدة غير انهُ يقبل في ذلك اسعافًا من اجزاء اخرى وهي اولاً المجموع الهضمي والماصّ وربما الكبد والغدد الوعائية التي وظيفتها الخاصة تجهيز المواد من حيث الكمية والكيفية التي يتكوَّن منها الدم. ثانيًا الاعضاء المبرزة التي بها تنفصل المواد المتحللة من الانسجة كاليوريا والحامض الكربونيك وغيرهما او المواد التي لا تصلح ان تدخل في تركيبهِ الجوهري كبعض الجواهر التي تمتصها الاوعية الدموية من القناة الهضمية وهي لم تتحوَّل الى كيلوس . ثالثًا يتعيَّن تركيب الدم بواسطة الاعمال الغذائية التي يستعاض بها عن تحليل الانسجة بحيث لا يبقى شيء من المواد الصالحة لتكوين الانسجة متزايدًا في الدم فانهُ لما كان كل جزء من الجسد ياخذ ما يحتاج اليهِ بناؤهُ الخاص من الدم كانت نسبتهُ الى بقية

الاعضاء كنسبة عضو ابرازي. فان لم ياخذ العضل مثلاً المواد اللازمة لتغذيته بقي الفبرين متزايدًا في الدم وان لم ياخذ العظم املاح الكلس من الدم تزايدت نسبتها فيه وقس على ذلك

فوائد الدم

للدم اربع فوائد وهي اولاً انهُ يجهز مواد صالحة لتغذية جميع اجزاء الجسد ويحمل الى الغدد المفرزة الاصول التي تفرزها . ثانيًا يحمل اكسجينًا الى الاعضاء لاجل تتميم وظائفها اولكي يتحد بالمواد المتحللة منها . ثالثًا ينقل المواد المتحللة من الاعضاء المذكورة الى حيث تبرز من الجسد . رابعًا يسخّن ويبرطّب جميع اجزاء الجسد

فوائد الاجزاء التي يتركب منها الدم

اخص فوائد الالبومن تغذية الانسجة التي تتضمنهُ . وتتوقف على وجودهِ في السائل الدموي بعض صفات الدم الطبيعية الجوهرية التي سبق الكلام عليها . واما الفبرين فقد تقدم الكلام على انهُ لا يوجد في الدم من حيث هو بل انما يتكوّن عند التجمد بواسطة اتحاد جوهرين كانا منفصلين في الاصل . وبناء على ذلك لا يكون لهُ دخل في تغذية الانسجة . ولكنهُ اذا تكوّن في الجلطة مدة النزف اوقفهُ وربما اعان في برئهِ . وللمواد الدهنية فائدتان احداها انها تتكوّن منها انسجة الجسد الدهنية والثانية انها اذا اتحدت بالاكسجين احترقت واعانت في اقامة الحرارة الحيوانية . وهي اجزاء معتبرة في بعض الافرازات كاللبن والصفرا . وفائدة المواد الملحية اولاً انها تدخل في بناء الانسجة والافرازات التي تتضمنها طبعًا . وثانيًا انها تعين في المحافظة على صفتين من صفات الدم وهما ثقلهُ النوعي وعملهِ القلوي وربما اعانت ايضًا في منع تحللهِ . اخص الاملاح المذكورة فصفات الصودا وكربونانهُ . قيل انهما يحفظان الالبومن بحالة السيولة ويسهلان سير الدم في الاوعية الشعرية . وربما كان بعض الاملاح في الدم على سبيل العرض دخلتهُ من الطعام والانسجة من غير ان يكون لها فائدة خصوصية في بنائهِ او في

التغذية فتُبرَز بواسطة الاعضاء المبرزة ولا سيما الكليتين والجلد . واما فائدة الكريات الحمراء فقد تقدم الكلام على شراهة الهيموكلوبين للاكسجين بحيث يظهر ان اخص فوائدها امتصاص الاكسجين في الرئتين بواسطة الجوهر المذكور وحملهُ الى الانسجة ولا سيما العصبي والعضلي . واما فائدتها في التغذية فمجهولة . وقد سبق القول في ان وظيفة الكريات البيضاء انها تتولد منها الحمراء وقد ظهر حديثًا انها تنفذ من جدران الاوعية الدموية الى الانسجة ولذلك ربما كان لها دخل في تغذيتها

الفصل السادس

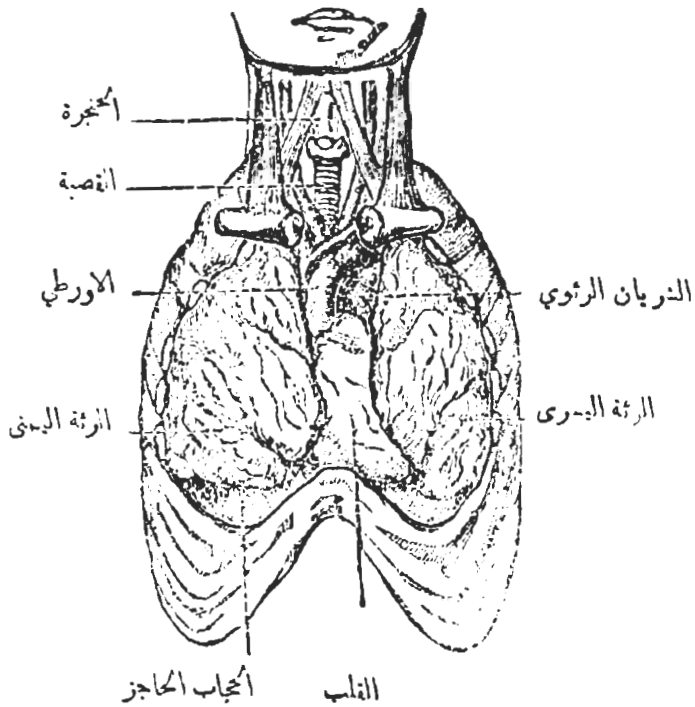
في دورة الدم

الجسد مقسوم الى تجويفين رئيسين الصدر والبطن بواسطة فاصل عضلي منحنٍ يقال لهُ الحجاب الحاجز (شكل ٢١) . اما الصدر فتكاد تملأهُ الرئتان الموضوع بينهما القلب . وكلٌّ من هذه الاعضاء مضمَّن في كيس خاص بهِ فهي البلورتان للرئتين والتامور للقلب وقد فُرِض نزعها في شكل ٢١ . وتدخل الصدر من اعلى انبوبة هوائية كبيرة طويلة يقال لها القصبة وهي مقسومة الى فرعين فرع لكلٍّ من الرئتين يسير فيهما الهواء مدة التنفس دخولاً وخروجًا . ويشاهد عند القسم العلوي من القلب اي عند قاعدتهِ الشرايين والاوردة التي تحمل الدم منهُ او اليهِ

وللقلب والرئتين مدَّة الحيوة حركة دائمة منتظمة ينشأ منها سيل من الهواء يدخل الرئتين ويخرج منهما بواسطة القصبة على التوالي بلا انقطاع وسيل آخر

من الدم يدخل القلب ويخرج منهُ . وموضوع هذا الفصل الوسائط التي بها يُدفَع الدم من القلب الى الجسد ثم يعود اليهِ بحيث يتكوَّن من ذلك ما يقال لهُ الدورة الدموية

شكل ٢١



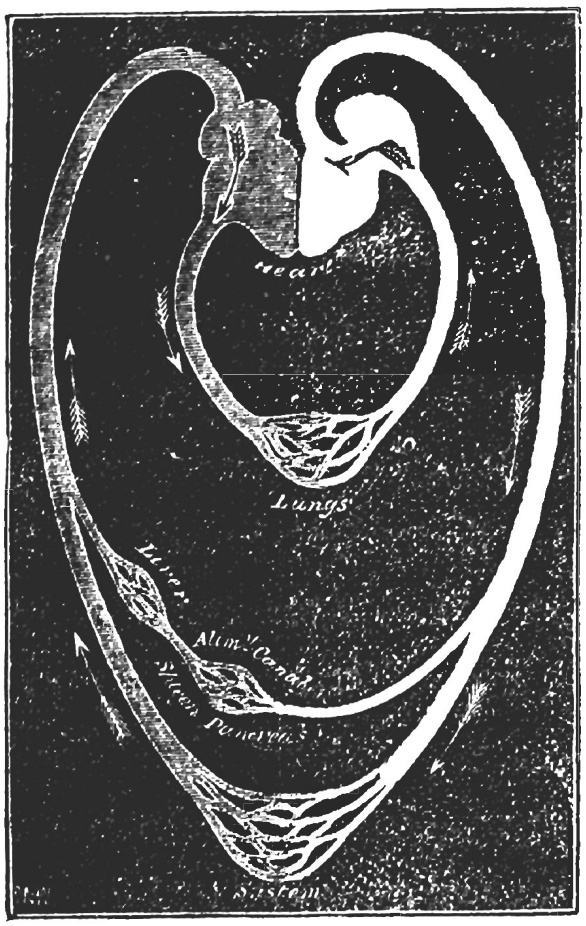
يُحمَل الدم من القلب بواسطة الشرايين ويعود اليهِ بواسطة الاوردة وتتصل الشرايين والاوردة بعضها ببعض من الطرف الواحد بواسطة القلب ومن الطرف الآخر بواسطة شبكة دقيقة من الاوعية يقال لها الاوعية الشعرية. وعلى هذا اذا خرج الدم من القلب سار اولاً في الشرايين ثم في الاوعية الشعرية ثم في الاوردة فيعود فيها الى القلب ويكمّل دورة واحدة

جرت عادة الفيسيولوجيين ان يصفوا دورتين احداها قصيرة تسير من القلب الى الرئتين ثم تعود اليهِ والثانية طويلة تسير من القلب الى كل اقسام الجسد ثم تعود اليهِ غير انهُ في الحقيقة لا يوجد الاَّ دورة واحدة تامة كما يشاهد من التأمُّل بشكل ٢٢ المرسومة فيهِ الدورة على هيئة عروتين . فاننا اذا تتبعنا

ش ٢١. نُزِع في هذا الشكل مقدم الجدار الصدري والطبقة الجدارية من البلورتين والتامور

اتجاه السهام الذي يشير الى سير الدم رأينا دائرتين صغرى وكبرى تخترقان القلب الاَّ انهما لا تتميزان

شكل ٢٢



الواحدة عن الاخرى بل يكوّنهما سيل واحد متصل لا بد من ان جميعهُ يمرُّ في الرئتين مدة سيرهِ . وما عدا هاتين الدورتين اللتين يقال لهما الرئوية والعامة يشاهد في الرسم دورة اخرى يتفرَّق الدم فيها اولاً في القناة الهضمية واعضاء اخر ثم يجتمع في سيل واحد ويمرُّ في الكبد ويتفرَّق فيهِ قبل وصولهِ الى القلب واكمالهِ دورة واحدة . ويقال لهذه الدورة الثانوية الدورة البابية

واما القوة الدافعة للدم في السير المذكور فهي انقباض القلب العضلي . ويضاف اليها قوات اخر هي اولاً مرونة جدران الشرايين . ثانيًا ضغط العضلات التي تسير بينها بعض الاوردة . ثالثًا حركة جدران الصدر في التنفس . رابعًا تبادل النسبة بين الدم والانسجة الذي يقع في المجموع الشعري مدَّة العمل الغذائي . ويُجبَر توجيه الدم على المنوال المذكور في الدورة بواسطة صمامات موضوعة بين الاذين والبطين في كلٍّ من شطري القلب وعند الفتحة

ش ٢٢ . رسم وهمي للدورة . *Heart* القلب . *Lungs* الرئتان . *Alimy Canal* القناة الهضمية *Pancreas* البنكرياس . *Spleen* الطحال . *Liver* الكبد . *System* مجموع الجسد

الاستطراقية الكائنة بين كلٍّ من الشريانين الرئوي والاورطي وبطيني القلب . فان هذه الصمامات تنفتح لاجل حركة الدم في سيرهِ المعهود وتنطبق اذا دفعتهُ قوة الى الناحية المخالفة

لما كان جهاز الدورة القلب والشرايين والاوعية الشعرية والاوردة فيُذكَر كلٌّ منها على حدتهِ بالتفصيل

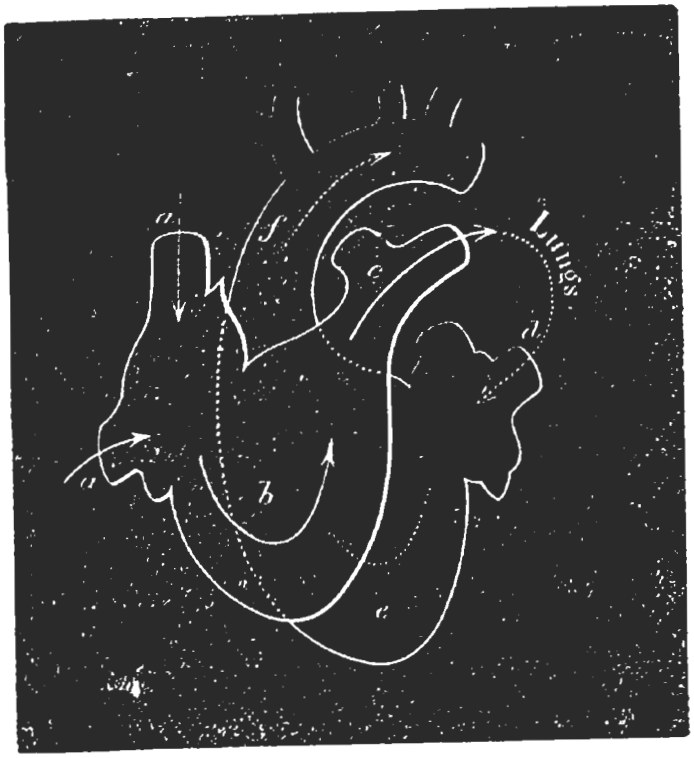
القلب

القلب عضو عضلي اجوف مقسوم بواسطة حاجز الى تجويفين ايمن وايسر. وكلٌّ من التجويفين المذكورين مقسوم الى قسم علوي يقال لهُ الاذين وقسم سفلي يقال لهُ البطين . ويستطرق الاذين الى البطين بواسطة فتحة واقعة بينهما غير ان للفتحة صمامًا يجيز سير الدم من الاذين الى البطين ويمنع سيرهُ في الجهة المخالفة . وعلى ذلك يكون في القلب اربعة تجاويف اذينان وبطينان على شكل ان اذين الشطر الواحد وبطينهُ منفصلان بالكلية عن اذين الشطر الآخر وبطينهِ . وتتصل الاذين اليمنى من الجهة الواحدة باوردة المجموع العام ومن الاخرى بالبطين الايمن الذي يستطرق الى الشريان الرئوي بواسطة فتحة لها صمام خاص بها . وتتصل الاذين اليسرى من الجهة الواحدة بالاوردة الرئوية ومن الاخرى بالبطين الايسر الذي يستطرق الى الاورطي بواسطة فتحة لها صمام كالشريان الرئوي . والاورطي المذكور يتفرّع ويحمل الدم الى جميع اجزاء الجسد

ومن كيفية وضع الصمامات لا يتأتّى للدم ان يسير الاَّ في جهة واحدة معلومة وهي على ما ياتي (شكل ٣٣) . يمرُّ الدم من الاذين اليمنى الى البطين الايمن ومن ثمَّ الى الشريان الرئوي الذي يحملهُ الى اوعية الرئتين الشعرية فيتطهَّر هناك ويتغير لونهُ ثم تجمعهُ الاوردة الرئوية وتصبهُ في الاذين اليسرى . ثم يسير من الاذين اليسرى الى البطين الايسر ومن ثمَّ الى الاورطي الذي ينقلهُ ويفرّقهُ في اوعية جميع الجسد الشعرية فيتكدَّر ويفقد لونهُ هناك ثم تجمعهُ الاوردة وتنتهي

فيهِ الى جذعين عظيمين يقال لها الاجوفان العلوي والسفلي يصبانهِ في الاذين اليمنى من حيث نتبعنا مسيرهُ (شكل ٣٣)

شكل ٣٣



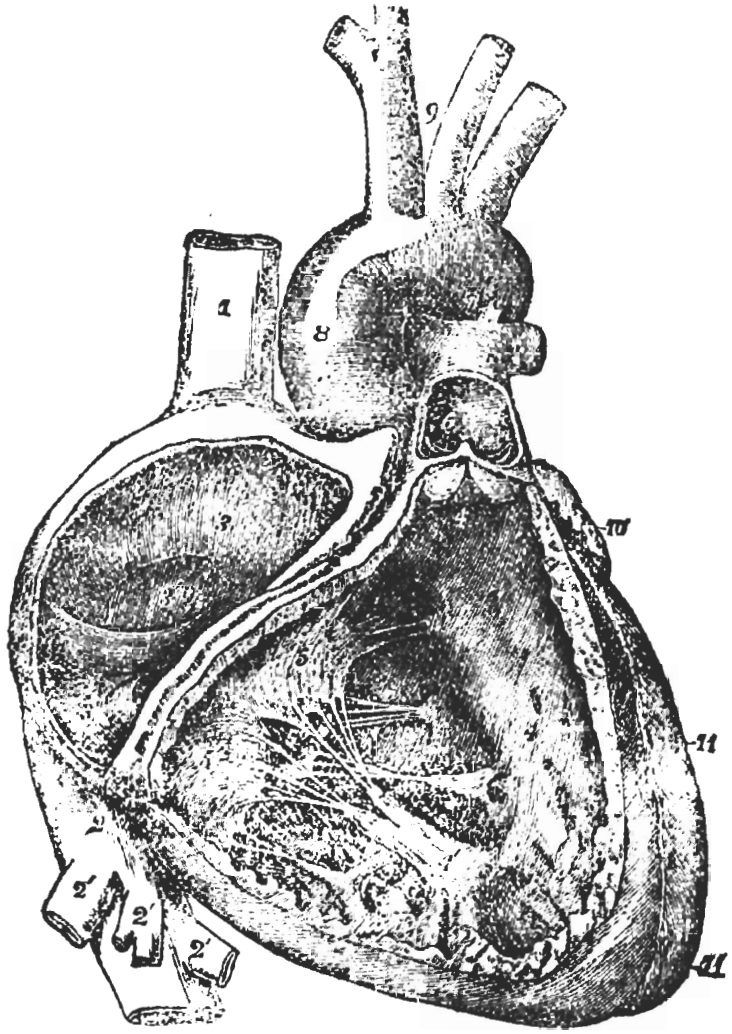
بناء صمامات القلب

يقال للصمام الواقع بين الاذين والبطين في الشطر الايمن من القلب الثلاثي الرؤوس لانهُ مؤلف من ثلاث قطع مستدقة (شكل ٣٤) والواقع بين الاذين والبطين في الشطر الايسر ذو الراسين او التاجي (شكل ٣٥). غير انهُ في كلٍّ من الصمامين قطعة صغيرة بين قطعتين كبيرتين وعلى هذا يكون الثلاثي الرؤوس مؤلفًا من ست قطع وذو الراسين من اربع. كل قطعة منها مثلثة الشكل راسها وجوانبها سائبة في تجويف البطين وقاعدتها متصلة بقاعدة القطعتين المجاورتين فيتكوَّن من ذلك غشاء حلقي داخل الفتحة الاذينية البطينية مرتبط

ش ٣٣. رسم الدورة في القلب. a الاذين ايمن. b البطين الايمن. c الشريان الرئوي. d الاذين اليسرى والخط المنقط المنحني بين الشريان الرئوي والاذين اليسرى عبارة عن الرئتين. e البطين الايسر. f الاورطي. السهام تدل على جهة سير الدم

مجلفة وترية موضوعة عند محيط الفتحة المذكورة تندغم بها الياف الاذين والبطين العضلية . ويتميّز في كلٍّ من قطع الصمام الرئيسة قطعة مركزية ممتدّة من قاعدتها الى راسها وهي امتن واشد مما بقي عند الحافات المرتخية

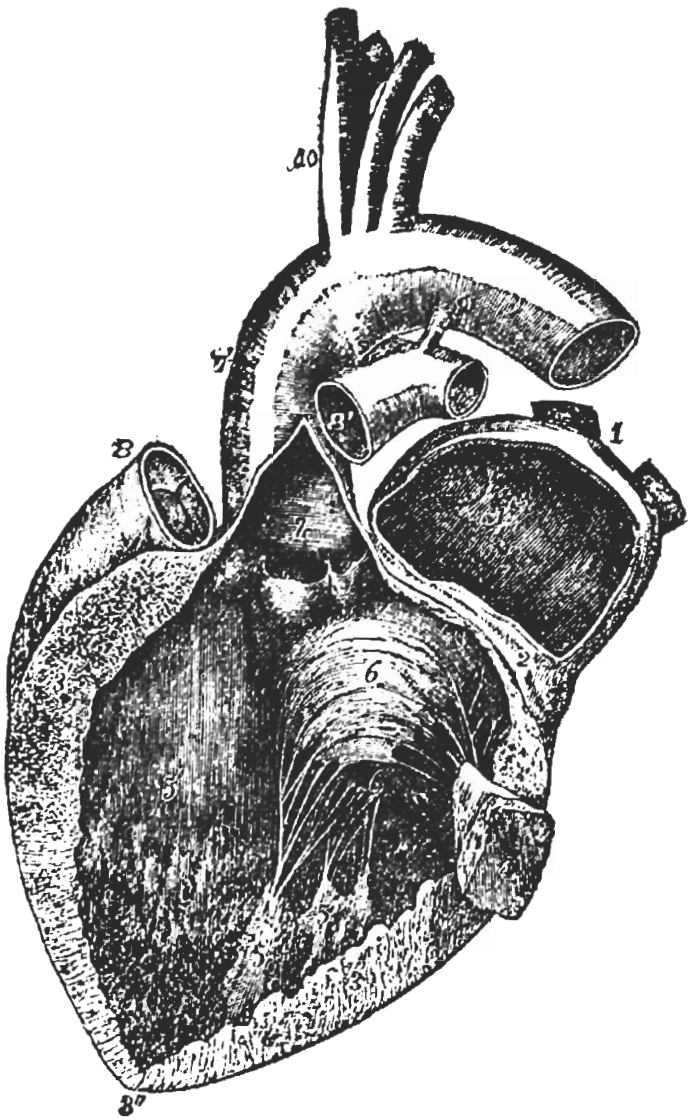
شكل ٢٤



ش ٢٤. فتح الاذين والبطين الايمنين ونزع قسم من جدارهما المقدم لاجل اظهار باطنهما .
1 الاجوف العلوي . 2 الاجوف السفلي . 2' الاوردة الكبدية مقطوعة . 3 الاذين اليمنى .
4 الحفرة البيضية واسفلها صمام اوستاكيوس . 5 صمام الوريد الاكليلي . ++ الميزاب الاذيني البطيني . 6 و 6 تجويف البطين الايمن . 7 عمود لحمي . 8 و 8 الصمام الثلاثي الرؤوس . 9 باطن الشريان الرئوي . 9 القوس الاورطي عند اتصال القناة الشريانية به .
8 قسمة الصاعد . 9 الشريان اللاامم له والسباتي الايسر . 10 زائدة الاذين اليسرى .
11 ظاهر البطين الايسر

نقدم ان القطع الصمامية مرتبطة من قواعدها بحلقة وترية واما وجوهها

شكل ٣٥



ش ٣٥. فتح الاذين والبطين الايسرين ونزع بعض جدارهما المقدم والايسر لاجل اظهار باطنهما . 1 الوريدان الرئويان الايمنان مقطوعين . 1' باطن الاذين والى يسار الرقم الحمرة البيضية . 2 قطعة من جدار الاذين والبطين الى ظاهر الفتحة الاذينية البطينية . 3 و 3' سطح جدران البطين المقطوعة ويشاهد انها رقيقة عند 3' اي عند راس القلب . 4 قسم صغير من الجدار المقدم للبطين الايسر . 5 و 5' عضلتان حلميتان . 5' الجانب الايسر من حاجز القلب بين البطينين . 6 و 6' الصمام الناجي . 7 الاورطي اعلى الصمامات الهلالية . 7' قسمة الصاعد . 8 جذر الشريان الرئوي . 8' قطعة منهُ متصلة عند 9 بالاورطي بواسطة القناة الشريانية . 10 الشرايين الناشئة من اعلى قوس الاورطي

السفلى المشرفة نحو البطين وحافاتها مرتبطة بواسطة الياف وترية دقيقة يقال لها الحبال الوترية بجدران البطين التي يبرز منها الياف عضلية على هيئة حزم اوعمد يقال لها العمد اللحمية . والعمد المذكورة على ثلاثة انواع الاوّل ما هو ملتصق بالجدران على جميع طولهِ الى طرفيهِ والثاني ما التصق من طرفيهِ فقط والثالث ما التصق من الطرف الواحد فقط وبرز الآخر كالحلمة في تجويف البطين (ص ش ٣٥) وارتبطت بهِ الحبال الوترية فيقال لهُ العضلات الحلمية . وما عدا الحبال الوترية التي تسير من جدران البطين والعضلات الحلمية هناك حبال قوية تسير من الاجزاء المذكورة وترتبط بحافات القطع المركزية الواقعة في منتصف القطع الرئيسة من الصمام . وتنتشر اطراف الحبال المذكورة في جوهر الصمام فتزيد قطعهُ المركزية قوةً ومتانةً . ثم ان العضلات الحلمية موضوعة على شكل انهُ تسير الحبال الوترية من قممها الى النصفين المتجاورين من اقسام الصمام الرئيسة والى القطعة المتوسطة بينهما

سبق القول ان البطينان يستطرقان من الجهة الواحدة الى الاذينين ومن الجهة الاخرى الى الشريانين العظيمين اللذين ينقلان الدم من القلب فيستطرق البطين الايمن الى الشريان الرئوي (٦ ش ٣٤) الذي يحمل الدم الى الرئتين ويستطرق البطين الابسر الى الاورطي الذي يوزّعهُ في مجموع البنية (٧ ش ٣٥) . وكما ان للفتحة الاذينية البطينية صماماً كذلك الفتحة الواقعة عند قاعدة الشريان الرئوي والاورطي (ش ٣٤ و٣٥) وهي ثلاث صمامات لكلٍّ من الشريانين المذكورين يقال لها الصمامات الهلالية . ولا تختلف صمامات الاورطي عن الرئوي الاّ بكونها اغلظ وامتن وهي مؤلفة كالصمام الثلاثي الرؤوس والتاجي من ثنية من بطانة القلب مع شيء من النسيج الليفي لاجل تقويتها . شكل الواحد منها هلالي تتصل حافتهُ المحدّبة بحلقة ليفية موضوعة عند ملتقى الشريان بالبطين واما حافتهُ المقعرة التي تقرب من الاستقامة فسائبة (ش ٣٥) . ويشاهد في مركز الحافة السائبة التي تتضمن خيطاً من النسيج العضلي عقدة ليفية صغيرة

يقال لها جسم ارنتيوس تمتد منهُ ومن الحافة المتصلة الياف دقيقة في جوهر الصمام الاَّ قطعة صغيرة الى كلٍّ من جانبي جسم ارنتيوس داخل الحافة السائبة وهي ارقّ اجزاء الصمام يكاد لا يدخل في تكوينها الاَّ بطانة القلب . ثم ان هذه الصمامات الهلالية الثلاثة موضوعة الواحد بجانب الآخر عند الفتحة الشريانية البطينية بحيث انهُ يتكوَّن منها ثلاثة جيوب صغيرة تندفع الى الخلف نحو جدار الشريان اذا كان الدم خارجًا من البطين وتنتشر وتُسَدّ الفتحة اذا تقهقر (٦ ش ٣٤) . وسيأتي الكلام على ذلك

تختلف الياف القلب العضلية عن معظم العضلات غير الخاضعة للارادة بانها حسب الظاهر مخطَّطة عند مشاهدتها بالمكرسكوب (انظر الفصل السابع عشر)

عمل القلب

يقوم عمل القلب في دفعهِ للدم بانقباضات وانبساطات جدرانهِ العضلية على التعاقب وذلك على شكل ان الاذنين ينقبضان في زمن واحد وينقبض البطينان في زمن واحد ايضًا وكذلك الانبساط الاَّ ان انقباض الاذينين يتم مدة انبساط البطينين والعكس بالعكس

يبدأ بوصف عمل القلب في المدة التي تسبق لطم القلب لجدار الصدر والنبض الكعبري . فان المدَّة المذكورة هي الفترة الحاصلة بين صوتي القلب وحينئذٍ تكون جدران القلب مرتخية وتجاويفهُ منبسطة والدم جارٍ من الاوردة الى الاذينين وبعضهُ الى البطينين بواسطة الفتحتين الاذينيتين البطينيتين. غير انهُ لما كان الاذينان يقبلان من الدم مقدارًا اوفر مما يجري منهما الى البطينين امتلأا عند نهاية الفترة المذكورة فينقبضان ويفرغان ما فيهما من الدم الى البطينين . والانقباض المذكور فجائي سريع جدًّا يبدأ عند مصب الاوردة الكبيرة فيهما ثم يمتد نحو الفتحة الاذينية البطينية والجزء الاخير الذي ينقبض هو الزائدة الاذينية . والنتيجة الحاصلة من انقباض الاذينين دفع الدم الذي فيهما

الى البطينين ويمتنع تقهقر الدم الى الاوردة الكبيرة بواسطة انقباض الطبقة العضلية التي لها عند مدخلها في الاذينين وهذا الانقباض يتم في نفس الزمن الذي ينقبض فيهِ الاذينان الاَّ انهُ غير تام فتتقهقر كمية صغيرة من الدم الى الاوردة عند انقباض الاذينين . وانما يمنع الصمام الموضوع عند اتحاد الوريد تحت الترقوة بالوداجي الباطن تجاوز الدم الى اعلى ذلك وكذلك الصمام الموضوع عند مصب الوريد الاكليلي

ويتم انبساط البطينين بواسطة الدم الهابط اليهما عند انبساط الاذينين ثم انقباضهما . وحالما يمتلئ البطينان ينقبضان بحيث يتراءى ان انقباضهما ممتد من انقباض الاذينين فكأن انقباض جميع اقسام القلب يتم في زمن واحد على ان انقباض الاذينين وانقباض البطينين يتعاقبان تعاقبًا سريعًا . غير ان انقباض البطينين بطيء بالنسبة الى انقباض الاذينين ولعلهُ يدفع جميع الدم الذي فيهما خلافًا للاذينين فانهُ تبقى فيهما كمية صغيرة . ويظهر من شكل ووضع العمد اللحمية الكائنة في الوجه الباطن لجدران البطين انها في غاية الموافقة لاحكام طبق التجويف مدَّة الانقباض وكثيرًا ما يشاهد في قطع القلب قطعًا مستعرضًا مدة التيبس الموتي انهُ لم يبقَ من التجويف الاَّ شقٌ مركزي

وعند انقباض جدران البطينين تنقبض العمد اللحمية ايضًا ولا سيما العضلات الحلمية وتعين في تقريب حوافي الصمامات الاذينية البطينية بحيث تنسد الفتحة الواقعة بين الاذين والبطين ويُمنَع تقهقر الدم الى الاذين . وعلى ذلك تتجه جميع قوة انقباض البطينين الى دفع الدم في الفتحتين الشريانيتين . وفي الفترة التي تبدأ عند نهاية انقباض البطينين وبداءة انقباض آخر تنسد الفتحتان المستطرقتان منهما الى الشريان الرئوي والاورطي بواسطة الصمامات الهلالية فاذا دُفع الدم اليهما عند انقباض البطينين تفرقت الصمامات المذكورة بواسطة القوة الدافعة وانضغطت على جدران الشريان فيتكوَّن من ذلك مسلك للسيل الدموي . ثم عند منتهى الانقباض البطيني تعود جدران الشريان

المتمددة الى هيئتها الاصلية فتضغط الدم وراء الصمامات وتدفعها الى الاسفل نحو مركز الوعاء فتنتشر الصمامات بحيث تنسد الفتحة ويمتنع رجوع الدم الى البطينين

وعند منتهى انقباض الاذينين ياخذان حالاً في الانبساط لقبول الدم الذي يجري اليهما على شكل سيل متصل من الاجذاع الوريدية الكبيرة . وبينما يكونان منبسطين والدم جارٍ اليهما يكون البطينان منقبضين دافعين الدم الى الشريانين فاذا تمّ انقباضهما انبسطا لقبول الدم الذي يجري اليهما من الاذينين ثم عند ما يمتلئ ثلثها او ثلثاها يكون الاذينان قد تمددا بالامتلاء فينقبضان سريعًا ويملآن البطينين كما تقدّم

اذا فُرِض انقسام المدة التي تشغلها جميع اعمال القلب الى ثمانية اقسام وكان عدد النبض ستين مرة في الدقيقة اتضح من الجدول الآتي نظام الاعمال المذكورة وموافقتها لصوتي القلب واندفاعه وذلك على شكل ان كل قسم يشغل ثمن ثانية

الجزء الاخير من السكون — الاذينان منقبضان : البطينان متمددان من الامتلاء	١
الصوت الاول واندفاع القلب — البطينان منقبضان : الاذينان منبسطان	٤
الصوت الثاني — — — البطينان منبسطان : الاذينان منبسطان	
الجزء الاول من السكون — البطينان منبسطان : الاذينان متمددان من الامتلاء	٣

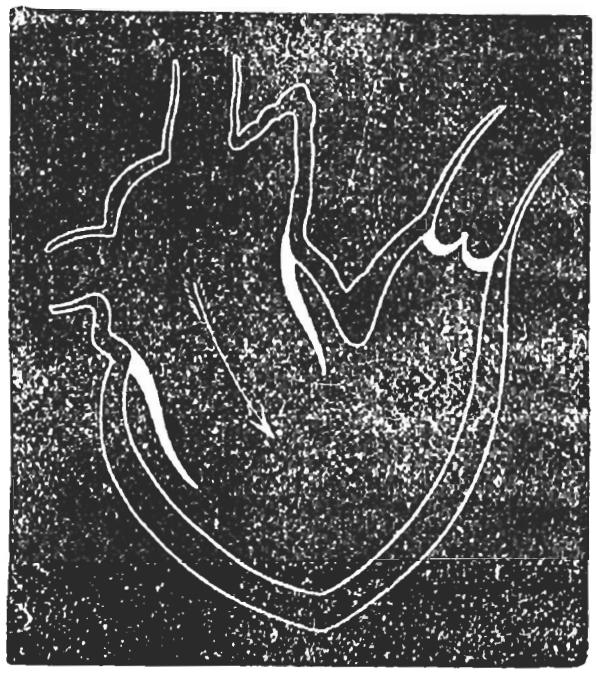
عمل صمامات القلب

تتعلق الازمنة التي تعمل فيها صمامات القلب بالجدول السابق فان الصمامات الاذينية البطينية تكون مغلقة والصمامات الشريانية مفتوحة في جميع مدة الانقباض البطيني واما في مدة انبساط البطينين وامتلائهما فتكون الصمامات الشريانية مغلقة والصمامات الاذينية البطينية مفتوحة

اما عمل الصمامات الشريانية ويقال لها ايضًا الهلالية والسينية فيتم بواسطة ضغط الدم الشرياني الذي يندفع الى الوراء نحو البطينين عند رجوع الجدران الشريانية المرنة الى هيئتها الاولى بعد تمددها بالدم المندفع اليها من الانقباض البطيني السابق . وكيفية ذلك ان الحوافي السفلى للصمامات المذكورة ملتصقة

بالوجه الباطن لحلقة وترية موضوعة عند فتحة الشريان بين الياف البطين العضلية والالياف المرنة لجدران الشريان . ثم ان نسيج الحلقة الوترية متين لا يقبل التمدد من الضغط الدموي وكذلك الصمامات المؤلفة من نسيج متين ليفي حشك وحبال قوية متقاطعة الوضع في جوهر النسيج . فاذا دفع البطين الدم من الفتحة الى قناة الشريان لم يتمدد من الاجزاء المذكورة الا جدران الشريان التي تنتفخ على هيئة ثلاثة جيوب وراء الصمامات وتملأ الصمامات فتتقارب وتتماس حوافيها السائبة فتنسد الفتحة ويمتنع تقهقر الدم الى البطين . والتقاء الحوافي المذكور على هيئة ثلاثة خطوط متشععة من المركز الى المحيط واما احكام السد فعائد الى كيفية بناء الحوافي وذلك ان بين الحبال المنسوجة في

شكل ٢٦



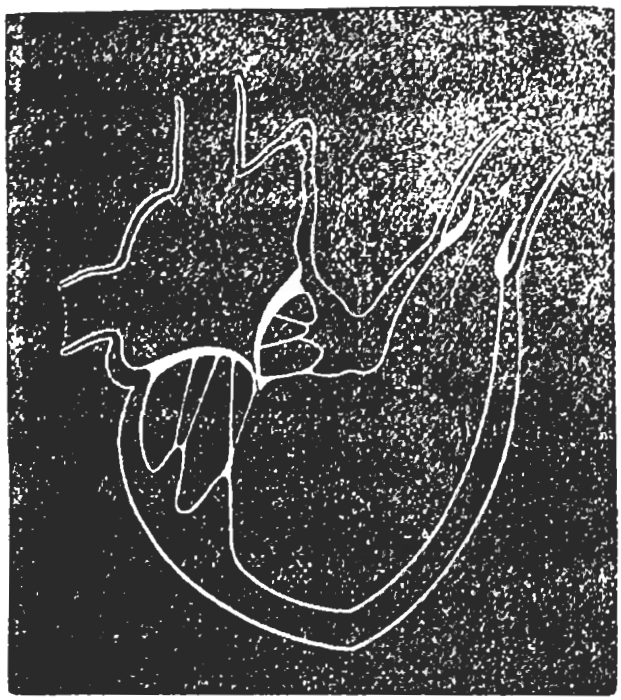
جوهر الصمامات حبلين اقوى واظهر من البقية يمتد احدهما على الحافة السائبة لكلٍّ من الصمامات ويمتد الثاني اسفل الحافة المذكورة وكلٌّ من هذين الحبلين مرتبط من طرفيهِ بزاويتي الصمام الوحشيتين ومن منتصفهِ بجسم ارنتيوس وهو

ش ٢٦ . رسم احد شطري القلب لاجل اظهار انطباق الصمامات الهلالية وانفتاح الصمام الاذيني البطيني

كتلة صغيرة من نسيج ليفي موضوعة عند مركز حافة الصمام . فاذا انضغطت الصمامات نحو الاسفل تماست السطوح والاجزاء المذكورة والتفت اجسام ارنتيوس في مركز الفتحة وسدتها سدًّا محكمًا غير ان ليس وجود اجسام ارنتيوس ضروريًّا اذ لا نشاهد احيانًا في صمامات الشريان الرئوي

وعمل الصمامات الاذينية البطينية انها تسد الفتحتين الاذينيتين البطينيتين بواسطة ماسة حوافيها . وكيفية ذلك انهُ عند الانقباض الاذيني يندفع الدم الى البطين فيمددهُ غير انهُ لا يرفع الصمامات الهلالية لضعف القوة الدافعة ولكنهُ يرفع ويطبق الصمامات الاذينية البطينية حتى اذا امتلأ البطين صارت حاجزًا

شكل ٢٧

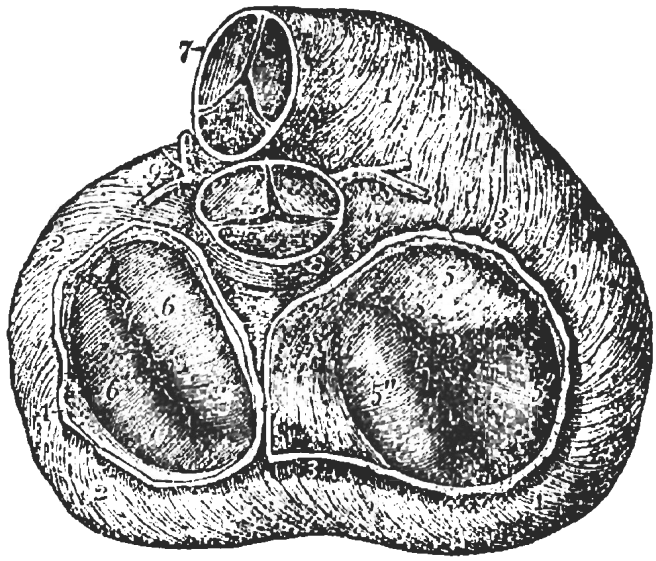


تامًّا بينهُ وبين الاذين. ومما يعين في رفع الصمامات المذكورة النسيج المرن الذي يدخل في بنائها ولاسيما في وجوهها السفلى على ما اظهرهُ المعلم مركهام . ثم عند انقباض البطينين تماس حوافي الصمامات بواسطة انقباض العمد اللحمية التي

ش ٢٧. رسم احد شطري القلب لاجل اظهار انطباق الصمام الاذيني البطيني وانفتاح الصمامات الهلالية

ترتبط بها الحبال الوترية وتثبت في وضعها الافقي بحيث لا تنثني نحو التجويف الاذيني وعلى ذلك تسد الفتحة الاذينية البطينية سدًّا محكمًا مدة الانقباض البطيني. غير انهُ في بعض الاحوال لا يكون السد تامًّا في الصمام الثلاثي الرؤوس فتتقهقر كمية من الدم الى الاذين اليمنى وربما كان ذلك مفيدًا في منع زيادة امتلاء الاوعية الرئوية كما يحدث في بعض الامراض الصدرية والحركة العنيفة

شكل ٢٨



والمجهود الشديد. ولعلهُ في الاحوال المذكورة لا يستطيع ان ينقبض البطين انقباضًا سريعًا او تامًّا كما ينبغي فلا ينطبق الصمام الثلاثي الرؤوس انطباقًا محكمًا ولذلك يتقهقر الدم كما يظهر من نبض الوريد بن الوداجيين مجاريًا نبض السباتيين في زمن واحد. وربما منع ذلك انفجار البطين الايمن الذي جدرانهُ ارق جدًّا من جدران البطين الايسر

ش ٢٨. قطع القلب عرضًا عند قاعدة قسمهِ البطيني وقد قُطع الاورطي والشريان الرئوي اعلى الصمامات الهلالية والاذينان اعلى الفتحتين الاذينيتين البطينيتين وقد رُسمت الصمامات منطبقة. 1 قاعدة البطين الايمن. 2 قاعدة البطين الايسر. 3 جدار الاذين اليمنى مقطوعًا. 4 اليسرى. 5 الصمام الثلاثي الرؤوس. 6 الناجي. 7 الشريان الرئوي. 8 جذر الاورطي. 9 الشريان الاكليلي الايمن. 10 الايسر

صوتا القلب وانـدفاعهُ

اذا وُضِعَت الاذن على القسم القلبي من اقسام الصدر سُمِع صوتان لكل نبضة من نبضات القلب يتبع احدهما الآخر سريعًا ثم يعقبهما سكون او دور سكوت . فالصوت الاوّل اصم طويل بداءتهُ تقابل اندفاع القلب وتسبق النبض الكعبري بلحظة . والصوت الثاني قصير حاد بالنسبة الى الاوّل يعقب النبض الشرياني بلحظة . والمدة التي يشغلها الصوتان ومدة السكون متساويتان تقريبًا . واما طول المدة النسبي التي يشغلها كلٌّ من الصوتين فغير معلوم بالتحقيق الاّ انهُ يدرك الفرق بينهما من هذا القبيل بواسطة النظر الى القوات الفاعلة للصوتين فان الصوت الاوّل موقوف على انقباض كتلة عظيمة من الالياف العضلية انقباضًا بطيئًا بالنسبة الى انقباض الاذينين لاجل دفع الدم ضد مقاومة عظيمة والثاني موقوف على عود طبقة الشريانين المرنة الى هيئتها الاصلية بعد تمددها بالدم المندفع اليهما من البطينين وهو قصير لانهُ لا يوجد مقاومة لغلق الصمامات الهلالية كما كان لفتحها . وقد شبَّه المعلم وليمس الصوتين بلفظتي لَبّ دَبّ

واما الحوادث التي تصاحب الصوت الاوّل من حيث الزمن فهي انقباض البطينين وبداءة انبساط الاذينين وغلق الصمامات الاذينية البطينية وفتح الصمامات الهلالية ودفع الدم الى الشريان الرئوي والاورطي . ونبض الشريان الوجهي يعقب هذا الصوت بنحو $\frac{1}{20}$ جزءًا من الثانية والنبض الرسغي بنحو $\frac{1}{6}$ ثانية . واما الصوت الثاني فيعقب حالاً نهاية انقباض البطينين ويصاحب سدّ الصمامات الهلالية ودوام انبساط الاذينين وبداءة انبساط البطينين وفتح الصمامات الاذينية البطينية (كما يظهر من الجدول السابق) . والسكون يعقب حالاً الصوت الثاني ويقابل اولهُ امتلاء الاذينين التام وآخرهُ انقباضهما وامتلاء البطينين وتكون في كل مدتهِ الصمامات الاذينية البطينية مفتوحة والصمامات الشريانية مغلقة

اختلف الفيسيولوجيون على الاسباب التي يحدث منها الصوت الاول والمرجَّح عند عامتهم ان السبب الاعظم هو الاهتزاز الحاصل في الصمامات الاذينية البطينية وايضًا الجدران البطينية وطبقات الشريان الاورطي والرئوي مدة الانقباض البطيني . وقد امتحن ذلك المعلم ڤلتين بان اخذ قطعة معى فرس وربطها من الطرف الواحد وملاها ماء ملاء معتدلاً لم يخالطهُ هواء ثم ربط بطرفها الآخر محقنة مملوءة ماء واحكم الربط ودفع ماء المحقنة الى المعى فحدث صوت كامل المشابهة لصوت القلب الاوّل ناشئٌ عن توتر جدران المعى توترًا فجائيًا . ويضاف الى السبب المذكور اسباب اخر ضعيفة هي اولاً الصوت الناشئ عن الانقباض الفجائي الاغتصابي الذي يحدث في كتلة جدران القلب المؤلفة من الياف عضلية . ثانيًا اهتزاز الدم نفسهِ عندما ينضغط ضغطًا سريعًا ويندفع من القلب الى الشرايين وانفتاح الصمامات الهلالية . ثالثًا لطم القلب جدران الصدر

واما سبب الصوت الثاني فبسيط بالنسبة الى الاوّل ويظهر انهُ موقوف بالكلية على التوتر الفجائي الذي يحدث في الصمامات الهلالية عندما تنضغط الى الاسفل فتتقاطع فتحة الاورطي والشريان الرئوي والدليل على ذلك انهُ بين جميع الحوادث التي تصاحب الصوت الثاني لا شيء منها يحدث صوتًا الاّ السبب المذكور . وقد امتحنوا الامر في الحيوانات الحية كالعجول فادخلوا ابرتين منحنيتين في قاعدة الشريان الرئوي والاورطي بحيث تبطل وظيفة احد الصمامات الهلالية فلم يسمع الصوت الثاني عند الاستقصا بالاذن . ومما يثبت ذلك ايضًا ان امراض الصمامات الهلالية التي تعارض اجراء وظيفتها تغيّر كيفية الصوت الثاني او تبطلهُ . ومن جملة الاسباب التي تُؤدّي الى كون الصوت الثاني اوضح واحدّ من الاوّل ان الصمامات الاذينية مكتنفة بطبقة غليظة من الالياف العضلية التي تتكوّن منها جدران القلب والصمامات الشريانية خالية منها فاذا وقع فيها الاهتزاز الحادث من توترها كان صوتها اقرب الى الجدران الصدرية

واضحًا للاذن عند الاستقصاء . — ولا يدوم الصوت الثاني جميع المدّة التي تكون فيها الصمامات الهلالية مغلقة لانهُ حادث على الارجح من توترها واهتزازها السريع الزوال

ولانقباض الاذينين الذي يحدث عند نهاية السكون صوت لا يسمع خارج الصدر فاذا كُشِف القلب ووُضِعت المستقصية عليهِ سمع صوت خفيف يسبق صوت الانقباض البطيني الذي هو اقوى منهُ ويختلط بهِ

في اندفاع القلب . عند بداءة الانقباض البطيني يُشعَر بان القلب قد اندفع نحو الجدران الصدرية واطمها لطمة خفيفة ويُشعَر بهذا الاندفاع في الخلاء الواقع بين الضلع الخامس والسادس الى يسار القص بنحو قيراط ونصف . وتختلف قوة الاندفاع والمساحة التي يمتد اليها تبعًا للاشخاص وللكيفيات التي يوجد فيها الشخص الواحد فاذا كان الشخص مهزولاً كان الاندفاع واضحًا ممتدًّا الى مساحة متسعة خلافًا للسمان واصحاب البنية القوية الذين طبقتهم الدهنية او العضلية سميكة حاجزة بين القلب وسطح الصدر . وكذلك يتوضح الاندفاع عند الزفير المغتصب اكثر من الشهيق الغائر لان انتفاخ الرئة التي تتجاوز على القلب وتغطيهِ يمانع انتقال اللطمة الى السطح . واذا تهيج عمل القلب او كان البطينان متضخّمين زاد الاندفاع واذا كان ضعيف العمل او كانت الجدران البطينية مهزولة نقص

ويظهر ان سبب اندفاع القلب اولاً انحناء راسهِ نحو المقدم بحيث يلطم جدار الصدر ويظن ان الانحناء المذكور ناشئٌ عن انقباض الالياف العضلية المغزلية الشكل الداخلة في تكوين البطينين . والسبب الثاني لذلك وهو الاثبت والافعل تغيير شكل القلب فانهُ عند انقباض البطينين تتقارب قاعدة القلب وراسهُ ويصير شكلهُ كرويًّا بارزًا فاذا وضع الاصبع على مقدم الصدر او تحت الحجاب الحاجز على القسم البارز يشعر باندفاع واضح . ومما يعين في احداث الاندفاع ان الاورطي يميل الى الاستقامة وقلة الانحناء عند تمددهِ بالدم المندفع

اليه من البطين. وقد اظهر المعلم كورشز من بحثهِ في هذا الامران الاجزاء التي عند قاعدة القلب تتمدد نحو الاسفل والخلف بواسطة الدم الجاري الى الاذينين والبطينين مدة انبساط البطينين ثم تعود الى شكلها الاصلي عند انقباض البطينين

تواتر عمل القلب وقوته

يُعلَم تواتر عمل القلب من عدد النبضات الشريانية التي تقابل الانقباضات البطينية . وبناء على ذلك يكون عمل قلب الرجل البالغ في الصحة من سبعين الى خمس وسبعين مرة في الدقيقة . وهذا التواتر يتناقص تدريجًا من بداءة الحيوة الى منتهاها كما يظهر من الجدول الآتي

في الجنين معدّل عدد النبض في الدقيقة		١٥٠
عند الولادة	من ١٤٠	الى ١٣٠
في السنة الاولى	من ١٣٠	الى ١١٥
في السنة الثانية	من ١١٥	الى ١٠٠
في السنة الثالثة	من ١٠٠	الى ٩٠
نحو السنة السابعة	من ٩٠	الى ٨٥
نحو السنة الرابعة عشرة	من ٨٥	الى ٨٠
في الكهولة	من ٨٠	الى ٧٠
في الشيخوخة	من ٧٠	الى ٦٠

عمل القلب اسرع قليلاً في الذين مزاجهم دموي منهُ في المزاج البلغمي وفي الاناث من الذكور. ويزيد تواترهُ بعد الطعام واكثر من ذلك مدة الاجهاد الجسدي والتهيج العقلي وينقص مدة النوم . وللمرض فعل ظاهر في زيادة ونقصان النبض . واما في الصحة فيظهر ان النبض اسرع في الصباح منهُ في المساء وفي الانتصاب منهُ في الجلوس ولاسيما في الذكور وفي الجلوس منهُ في الاستلقاء واكثر هذا الفرق بين الانتصاب والجلوس . وقال المعلم پروت ان النبض يزيد كلما زاد العلو عن مساحة البحر وامتحن المعلم فرنكلاند ذلك بانهُ

صعد الى قمة جبل بلانك وبات هناك ليلة فكان نبضهُ في الصباح ١٢٠ ثم اخذ في الهبوط فكان يتنازل النبض تدريجًا الى انهُ صار ٦٠ وهو عدد نبضهِ الطبيعي

ويشاهد في الصحة نسبة متساوية بين تواتر النبض والتنفس. فلكل تنفس واحد ثلاث او اربع نبضات وتدوم النسبة المذكورة ولو اسرع النبض اسراعًا طبيعيًا كما يكون بعد الطعام او الرياضة الجسدية. واما في المرض فتبطل غالبًا فانهُ في بعض الامراض التي يشتد فيها تواتر النبض يشتد ايضًا تواتر التنفس غير ان النسبة بينهما لا تكون محدودة وفي بعض الامراض يشتد تواتر النبض ولا يشتد تواتر التنفس او قد يتواتر التنفس من غير ان تصاحبهُ سرعة مقابلة لهُ في النبض بل قد يهبط عن القياس الصحي

قوة انقباض البطين الايسر ضعفا ما للايمن تقريبًا وقال المعلم ڤلنتين انها تساوي $\frac{1}{50}$ جزءًا من ثقل كل الجسد وان قوة البطين الايمن الانقباضية تساوي $\frac{1}{100}$ فقط. وهذا الاختلاف ناشئٌ عن ان جدران البطين الايسر اغلظ من جدران البطين الايمن بنحو ضعفين وذلك لان البطين الايسر يدفع الدم الى كل اجزاء الجسد والايمن لا يدفعهُ الاَّ الى الرئتين فقط. واما مقدار قوة الاذينين الانقباضية فلم نعلم الى الآن وكذلك القوة الباسطة للاذينين والبطينين الاَّ انهُ يظهر ان الانبساط لا يتوقف على هبوط الدم وتمديدهِ لجدران القلب لانهُ اذا أُخرِج القلب من الجسد قد يدوم عملهُ فغاية ما يقال في هذا الشان ان الانبساط لا يقاوم جري الدم الى باطن القلب

ويظهر ان سعة البطينين واحدة بحيث ان كلاً منهما يسع نحو ثلاث اواق. وتندفع جميع هذه الكمية الى الشريان الناشئ من البطين عند الانقباض. واما سعة الاذينين فتقارب سعة البطينين الاَّ انها اقل وجدرانهما ارق جدًا والحكمة في قلة السعة ان بعض الدم يكون قد هبط الى البطينين قبل انقباض الاذينين وفي رقة الجدران انهُ لا يحتاج الى قوة عظيمة في دفع الدم من الاذينين الى البطينين المجاورين لها

سبب نظام عمل القلب

ذهب الفيسيولوجيون مذاهب مختلفة في التعليل عن سبب حركات القلب المنتظمة التي تميّزهُ عن بقية العضلات . فقال بعضهم ان ملامسة الدم الشرياني للغشاء المبطن تجويفي الشطر الايسر والدم الوريدي للتجويفين الايمنين تهيج جدران التجاويف المذكورة فتنقبض . وقد ابطلت الامتحانات هذا القول فان عمل قلوب بعض الحيوانات ولاسيما التي تعيش في الماء والهواء والاسماك يدوم بعد اخراجها من الجسد فتنقبض وتنبسط على ترتيبها المنتظم بدون ان يكون فيها شيء من الدم ولو وُضِعَت في خلاء بحيث لايمسها الهواء الجوي ولا يفعل فيها

ويظهر من تاثير العقل وبعض عال الدماغ والنخاع الشوكي في عمل القلب ان للمجموع الدماغي الشوكي العصبي دخلاً في ذلك . غير ان الامتحانات الكثيرة التي أُجرِيت من هذا القبيل لم تأتِ ببرهان واضح على ان عمل القلب موقوف راسًا على قسم من الدماغ او الحبل الشوكي بل كانت نتائجها متناقضة ولكنها تؤدّي في الجملة الى انهُ اذا تهيج احد هذين المركزين لم يحدث من ذلك تغيير ثابت واضح في عمل القلب . نعم ان اهلاك الدماغ او الحبل الشوكي او اهلاكهما معًا سريعًا يبطل حركة القلب ولكن ذلك ناتج بحسب الظاهر من الصدمة القوية لحيوة الحيوان لان القلب قد يعود الى عملهِ بواسطة التنفس الاصطناعي ثم يبطل اذا حصلت صدمة اخرى للمعدة . ولذلك اذ نسلّم بان للدماغ والحبل الشوكي نوعًا من التاثير في حركة القلب لا يصح ان ننسب لهذين المركزين العصبيين النظام المرتب في عمل القلب

وانما يتضح من دوام حركة القلب على ترتيبها المنظوم بعد اخراجهِ من الجسد وقبولها للتهيج بعد انقطاعها ان سبب هذه الحركة مستقر في القلب نفسهِ . ويظهر من بحث ومشاهدات ريماك وفولكمان ولي وغيرهم ان السبب متعلق بوجود عقد كثيرة دقيقة من المجموع السيمباتوي العصبي متوزعة في جوهر القلب ومتصلة بعضها ببعض بواسطة الياف عصبية . والظاهر ان هذه العقد

بمنزلة مراكز او اعضاء لاحداث الحركة وان الالياف العصبية تضمها بعضها الى بعض بحيث تصير مجموعًا واحدًا وتتوافق على احداث انقباضات عضلات القلب الواحد بعد الآخر على نسقها المعلوم. وسياتي الكلام على كيفية عمل العقد المذكورة في باب المجموع العصبي وسيظهر حينئذٍ ان الخاصة المميزة للقلب من هذا القبيل موقوفة على عدد عقدهِ وعلى القوة المتساوية التي لكلٍّ من هذه العقد بحيث ان عمل جزء من القلب لا يكون سببًا لعمل جزء آخر. فاذا أُخرِج مثلاً قلب احد الحيوانات الزحافة وقُسِم الى شطريهِ دام عمل الاذنين والبطين في كلٍّ من الشطرين المنفصلين فلا يقال اذًا ان عمل الشطر الايمن مستولٍ على عمل الشطر الايسر او الايسر على الايمن بل يُحكَم بان توافقهما على العمل في القلب الحي ناشئٌ عن قوة واحدة مستولية عليهما جميعًا. ولا يقال ايضًا ان عمل الاذنين مستولٍ على عمل البطينين لانهما اذا انفصلا دام عملهما من حيث الانبساط والانقباض بدون ان يكون اتصال بينهما

وقد اظهر المعلم باجت ان سبب نظام العمل لا يستقر على حدٍّ سوى في جميع اجزاء القلب لانهُ اخرج قلب سلحفاة وقطعهُ قطعتين احداهما مشتملة على الاذنين وقاعدة البطين والثانية على ما بقي من البطين فكانت تعمل الاولى عملاً منتظمًا خلافًا للثانية. فيظهر من ذلك ومن امتحانات اخرى من هذا القبيل ان مجلس القوة الناظمة للعمل في البطين ولعلهُ في الاذنين ايضًا موضوع نحو الحلقة المتوسطة بين الاذنين والبطين لاننا نرى ان القسم الذي يبقى متصلاً بها يعمل عملاً منتظمًا واما القسم المنفصل عنها فيعمل عملاً غير منتظم. ويظهر منها ايضًا ان النظام لا يتوقف على النسيج العضلي بل هو ناشئٌ من العقد العصبية الموضوعة عند الحلقة المذكورة فهي المراكز الحقيقية للعمل النظامي. غير انهُ لم يعلم الى الآن لماذا تعمل هذه المراكز العصبية عملاً متقطعًا منتظمًا لا عملاً دائمًا ولعل التعليل الذي قدّمهُ المعلم باجت المذكور هو الاقرب الى الصواب وهو ان جميع الاعمال المنتظمة موقوفة على انتظام تغذيتها اي ان الاجزاء العاملة ترتقي في التغذية الى

درجة لا تمكّنها من الثبات في التركيب الكيماوي فينتهي الامر باجراء وظائفها اي بدفع القوة العصبية من العقد المذكورة الى الجدران العضلية التي تنقبض حينئذٍ

فالنتيجة التي نتوصل اليها مما تقدم هي ان العقد العصبية الموجودة في جوهر القلب هي الفاعل الاصلي لحركات القلب الموقونة غير ان العقد نفسها قابلة للانفعال من الخارج بواسطة فروع من العصب الرئوي المعدي والعصب السيمباتوي

وذهب عامة الفيسيولوجيين الى انهُ يُحمَل بواسطة العصبين الرئويين المعديين تاثير يحجز عمل القلب وذلك بناء على انهما اذا قُطِعا ازدادت نبضاتهُ عددًا وقوةً واذا تهيجا بواسطة سيل كهربائي تناقصت النبضات وربما بطلت بالكلية . ولكن اذا تهيج العصبان السيمباتوبان ازداد عمل القلب سرعةً وقوةً . ولكنهم لم يتفقوا على التعليل من جهة هذه النتائج ويظهر انهُ لا بد من زيادة البحث في هذا الامر قبل ان يُحكَم فيهِ حكمًا ثابتًا

واما علاقة عمل القلب بالاعضاء الاخر والتاثيرات التي تحدث فيهِ بواسطتها فعائدة الى اتصال مجموعهِ العصبي ببقية عقد العصب السيمباتوي وبالدماغ والحبل الشوكي بواسطة العصبين الرئويين المعديين . غير ان ظهور التاثيرات المذكورة يكون خاصةً في المرض وقلما نشاهد في غيرهِ فان توقف او تغير عمل القلب بواسطة صدمة وبطوء حركتهِ عند انضغاط الدماغ او اذى القسم العنقي من الحبل الشوكي وخفقانهُ وعدم انتظامهِ في سوء الهضم والايستيريا هي دلائل واضحة على علاقة القلب بالاعضاء الاخر بل هي اوضح مما يتوصل اليهِ بواسطة الامتحانات الفيسيولوجية

نتيجة عمل القلب

قد ظهر من تجارب كثيرة ان القوة الدافعة الناشئة من انقباضات القلب هي وحدها كافية لدورة الدم . فمن جملتها ان المعلم شاربي حقن دم ثور في

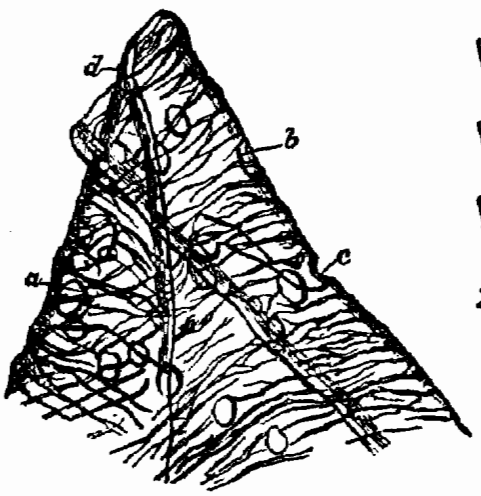
الاورطي الصدري لكلب قُتِل حديثًا بعد ان ربط الاورطي البطني اعلى منشأ الشريانين الكلويين فرأى ان الدم الذي حقنهُ في الاورطي خارجًا من الاجوف السفلي على هيئة سيل متصل وكانت القوة التي دفع بها الدم تساوي قوة انقباض البطين في الكلب . وبناء على ذلك يكون قد جرى الدم في الاوعية الشعرية العامة والكبدية . ثم اعاد الامتحان بانهُ حقن الدم بالقوة السابقة من غير ان يربط الاورطي اعلى الشريانين الكلويين فجرى الدم من اوعية الطرف السفلي . ثم امتحن الامر في الدورة الرئوية فوجد ان الضغط الذي يساوي ضغط قيراط ونصف او قيراطين من الزئبق كافٍ لدفع الدم في الاوعية الرئوية

غير انهُ ولو ترجح ان عمل القلب وحدهُ كافٍ لاحداث الدورة يظهر انهُ توجد قوات اخر اضافية ومعينة لهُ ذكرناها على الجملة في ما مضى وسنذكرها الآن بالتفصيل

في الشرايين

جدران الشرايين مؤلفة من ثلاث طبقات ظاهرة ومتوسطة وباطنة . فالطبقة الظاهرة مبنية من النسيج الليفي الخلوي معظم اليافهِ موضوع وضعًا طوليًا ولها فائدتان الاولى انها غلاف متين يقوّي جدران الشريان ويحفظها من الاذى اذا تمددت تمددًا مفرطًا بواسطة قوة القلب الدافعة والثانية انها نسيج مناسب لتفرع اوعية الاوعية فيهِ التي تحمل الدم لاجل تغذية الجدران الشريانية . والطبقة الباطنة

شكل ٣٩



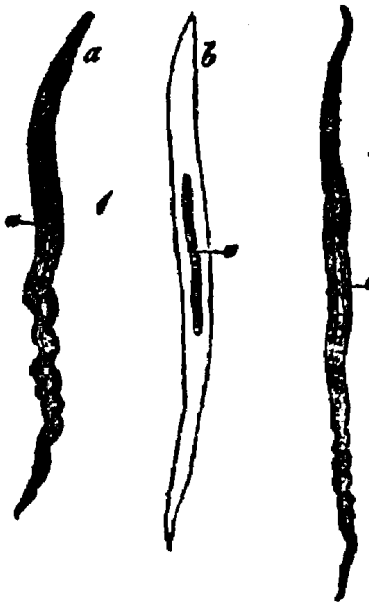
مكوّنة من طبقتين ظاهرة ليفية البناء (هي الطبقة المخططة او الكويّة للمعلم هنلي)

ش ٣٩. قطعة من الطبقة الكوية للمعلم هنلي من الشريان الفخذي . مكبرة ٣٠٠ قطر. a و b و c ثقوب

وباطنة مكوّنة من غشاء رقيق جدًّا قصم وهي قليلة المرونة تجعد عند انقباض الشريان . وتغشي وجهها الباطن طبقة لطيفة من الابيثيليوم فيصير املس مصقولاً كثيفًا بحيث يجري عليهِ الدم باقل ما يمكن من مقاومة الاحتكاك

واما الطبقة المتوسطة فهي مجلس الخاصة التي بها تؤثر الشرايين في الدورة. وكان يُظَن سابقًا انها طبقة واحدة وقد ظهر من البحث الحديث انها طبقتان الظاهرة منها مكوّنة من الياف النسيج الاصفر المرن فهي الطبقة المرنة . والباطنة مكوّنة من الياف باهتة اللون مسطحة حلقية الوضع (هي الكريات الليفية للمعلم كوليكر) لاتختلف اختلافًا جوهريًّا من حيث البناء والتركيب الكيماوي عن الالياف العضلية غير المخططة التي تتكوّن منها الطبقة العضلية للمعدة والامعا وغيرها فهي الطبقة العضلية كما سماها اولاً المعلم هنتر

شكل ٤٠



وتختلف نسبة هاتين الطبقتين احداهما الى الاخرى اي المرنة والعضلية من حيث السماكة بحسب اختلاف الشرايين وهي متعاكسة غالبًا فان الشرايين التي نسيجها المرن كثير يقل فيها النسيج العضلي والعكس بالعكس . ففي الشرايين العظيمة كالاورطي وفروعهِ الكبرى يكاد لايشاهد اثر من الطبقة العضلية وانما معظم جدرانها مكوّن من النسيج المرن . واما الشرايين البعيدة من القلب الصغيرة الجرم فتنقص طبقتها المرنة وتزيد غالبًا طبقتها العضلية

فيظهر مما تقدم ان خاصة الانقباض في الشرايين موقوفة على الطبقة العضلية بحيث لاينقبض شريان كانقباض العضلات اذا كان خاليًا من

ش ٤٠ . كريات ليفية عضلية من الشريان البشري مكبّرة ٣٥٠ قطرًا . a حالتها الطبيعية . b بعد معاملتها بالحامض الخليك لاجل الشفوف واظهار النواة

الطبقة المذكورة. واما خاصة المرونة فلا نقتصر بالكلية على الطبقة المرنة على ان هذه الطبقة هي مجلسها الخاص فان جميع الطبقات فيها اكثر او اقل من ذلك فتعود الى هيئتها الاولى بعد تمددها بالدم وتعينها في ذلك مرونة الانسجة المحيطة بها

الفوائد الناتجة عن مرونة الشرايين كثيرة وهي اولاً ان هذه الخاصة تقيها من الانفجار عند الضغط الفجائي الذي يحدث فيها كلما انقبض البطينان. فانهُ عند الانقباض المذكور يندفع الدم من البطينين الى الشرايين اندفاعًا اسرع مما يمكن تفريقهُ الى الاوعية الشعرية ولما حصل من ذلك مقاومة قصيرة لسير الدم نحو المقدم اتجهت بعض القوة الدافعة الى الجدران الشريانية التي لولا مرونتها وتمددها لقبول الدم لكانت تنفجر. وهذه المرونة مفيدة في جميع الشرايين ولاسيما ما كان منها بقرب القلب التي سبق القول ان معظم جدرانها مكوّن من النسيج المرن توفيقًا لقوة البطين الايسر العظيمة التي تفعل اولاً فيها ولزيادة ضغط الدم الشرياني عند الزفير الاغتصابي

ثانيًا تظهر فائدة مرونة الشرايين عند انتهاء الضغط المذكور آنفًا اي عند انتهاء انقباض البطينين فان الشرايين تعود حينئذٍ الى قطرها الاوّل نظرًا الى مرونتها فتضغط الدم الذي فيها مدّة سكون وانبساط البطينين ضغطًا متصلاً ومن جرى ذلك يحدث اتصال سيل الدم من غير انقطاع. فلولا التجهيز المذكور اي لو كانت الشرايين مثلاً انابيب صلبة خالية من المرونة لما كان جري الدم على هيئة سيل متصل بل كان منقطعًا يجري تارةً ويسكن اخرى تبعًا لانقباض البطينين وسكونهما. والحال ان قوة البطينين الانقباضية يتجه بعضها الى دفع الدم وبعضها الى تمديد الشرايين المرنة فاذا حدثت الفترة بين انقباضات البطينين كانت القوة الناشئة من رجوع وانقباض الشرايين بعد تمددها متجهة الى دوام دفع الدم على مجراهُ المعلوم. فان قيل ان الضغط الحاصل من انقباض الشرايين يدفع الدم الى كل جهة اي الى الوراء كما الى

الامام فيجاب ان تقهقر الدم الى الوراء ممنوع بواسطة الصمامات الشريانية التي تنطبق عند بداءة انقباض الجدران الشريانية . غير ان الفائدة الناشئة من مرونة الشرايين لا تزيد القوة الدافعة بل تقبلها مدّة انقباض البطينين وتذخرها ثم ترسلها مدّة انبساطها فيتكوّن من ذلك اتصال القوة الدافعة واتصال السيل الدموي على شكل مجرى مستمر غير منقطع في الاوعية الدموية

والفائدة الثالثة للطبقة المرنة هي انهُ يعاد بها قطر الشريان الى حجمهِ الاصلي بعد انقباض طبقتهِ العضلية او وضع قوة ضاغطة من الخارج

ويضاف الى ما ذُكِر من فوائد مرونة الشرايين فائدتان اخريان وهما اولاً سعة الشرايين لقبول مقدار اوفر من الدم مما يكون فيها عادةً كما يحدث عند انقباض البطينين او اذا كثرت كمية الدم في جميع الجسد او في جزءٍ منهُ ففي الاحوال المذكورة تتسع الشرايين بواسطة زيادة في غلظها وطولها. ثانيًا مطابقة الشرايين لحركات الجسد بواسطة مرونتها

سبق القول ان الطبقة الشريانية المتوسطة قد يمكن فصلها الى طبقتين احداها ظاهرة وهي المرنة التي سبق ذكرها والاخرى باطنة عضلية نستوفي الكلام عليها الآن. اوّل من قال بوجودها في جميع الشرايين الاّ الكبيرة منها المعلم هنتر ثم تابعهُ المعلم هنلي وقال انها شبيهة البناء بالعضل الآلي من كل جهة الاّ من حيث اختلاطها بخيوط مرنة دقيقة . وقد ظهر من البحث في عمل الشرايين من هذا القبيل امران الاوّل ان خاصة الانقباض في الشرايين تختلف اختلافًا جوهريًّا عن مرونتها والثاني ان الانقباض الشرياني والانقباض العضلي شيءٌ واحد . واما الادلّة التي تثبت ذلك فهي

١ . اذا عُرِّض شريان صغير في الجسد الحي للهواء او البرد انقبض تدريجًا انقباضًا ظاهرًا. فان المعلم هنتر كشف الشريان القصبي الخلفي في كلب فانقبض في وقت قصير الى ان كاد الدم لا يجد سبيلاً للمرور فيهِ . وقد أُعيدت التجربة المذكورة مرارًا كثيرة فكان الحاصل على ما سبق

٢ . اذا قُطع شريان عرضًا انقبض الطرفان المقطوعان وربما انسدت الفتحتان بالكلية . وتختلف سرعة الانقباض ودرجتهُ بحسب اختلاف الحيوانات فهما اشد غالبًا في الحيوانات الصغيرة السن منهما في الكبيرة ويظهر انهما اقل في الانسان مما في الحيوانات . وهذا الانقباض عائد بعضهُ الى المرونة وبعضهُ الى العمل العضلي ايضًا لانهُ يزيد عند التعرض للبرد او للجواهر المهيجة البسيطة او بتهييج طرفي الشريان المقطوعين تهييجًا ميكانيكيًا كالوخس والفتل . وهذه النتائج لا تتبع التهييج لو لم يكن للشرايين قوة اخرى للانقباض ما عدا ما يحصل من المرونة

٣ . تدوم خاصة الشرايين الانقباضية ساعات كثيرة بعد الموت فتتميز بذلك عن المرونة . فانهُ اذا كُشِف قسم من شريان كالطحالي مثلاً في حيوان قُتِل حديثًا ينقبض تدريجًا الى انهُ قد تنسد قنانهُ بالكلية ويبقى منقبضًا من بضع ساعات الى يومين ثم ينبسط ويستمر هكذا . وحقن المعلم هنتر رحم بقرة بعد اخراجهِ منها باربع وعشرين ساعة فشاهد بعد يوم واحد ان الشرايين الصغيرة قد انقبضت ودفعت ما كان فيها من المادة المحتقنة الى الشرايين الكبيرة بحيث غلظ جرمها فظهر لهُ من ذلك ان قوة الشرايين الانقباضية تدوم مدة بعد الموت وانها اشد في الشرايين الصغيرة منها في الكبيرة لما تقدم من تغلب الطبقة العضلية فيها . واعاد التجربة في قطع شرياني الحبل السري فرأى ان الاطراف المقطوعة تنقبض انقباضًا تامًا وكانت كيفية ذلك ان امرأة ولدت يوم الخميس بعد الظهر فربط الحبل السري في موضعين وقطع بينهما بحيث بقي الدم محصورًا في الحبل والمشيمة . ثم في صباح اليوم التالي ربط الحبل من اسفل على بعد نحو قيراط من الرباط الآخر بحيث يبقى الدم محصورًا في الحبل والمشيمة وقطع بين الرباطين فجرى كل الدم من اوعية القطعة المفصولة ثم تأمل بجرم اطراف الشريانين المقطوعين مما ادت اليهِ المرونة وتركها ليشاهد قوة اوعيتها الانقباضية . وفي صباح السبت اعاد النظر اليها فرأى ان افواه الشريانين قد انسدت بالكلية . ثم اعاد التجربة في ذلك اليوم

نفسهُ في قطعة اخرى من الحبل فكانت النتيجة صباح الاحد كما كانت صباح السبت. ثم اعادها مرة ثالثة يوم الاحد ونظر الى الشرايين صباح الاثنين فوجد ان الشرايين قد فقدت قوتها الانقباضية لانهُ رأى افواهها مفتوحة. ولم يشاهد الاَّ قليلاً من التغيير في فوهات الاوردة في التجارب المذكورة

٤. قد سبقت الاشارة الى زيادة انقباض شريان مقطوع بواسطة البرد. واثبت ذلك ايضًا المعلم شوان بواسطة التجربة الآتية في ماسارِيقا ضفدعة حية وهي انهُ مدَّد الماسارِيقا تحت المكرسكوب ووضع عليها بعض نقطات ماء درجة حرارتهِ اخفض من الهواء الجوّي فاخذت الاوعية حالاً في الانقباض الى انهُ بعد عشر او خمس عشرة دقيقة نقص من قطر القنوات الشريانية اكثر من النصف ثم اخذت في الانبساط وبعد نصف ساعة عادت الى حجمها الاصلي. ثم كرَّر العمل مرارًا فكانت النتيجة كما سبق واما الاوردة فلم يشاهد فيها انقباضًا. فاتضح من ذلك ان البرد يهيج الانقباض في الشرايين الصغيرة وهو منبِّه للالياف العضلية الآلية في اجزاء اخر كثيرة ما عدا الطبقة الشريانية كالجلد والمنسلخ وجدران الشعب الرئوية

٥. انكر المعلم موللر الجوهر العضلي في الشرايين بناء على انهُ لا يحدث فيها الانقباض بواسطة التنبيه الكلواني والكهربائي خلافًا لما يحدث في جميع الابنية العضلية. وقد ردَّ عليهِ المعلم قبر وغيرهُ بان تجاربهُ كانت متجهة الى الاورطي والسباتي وغيرهما من الشرايين الكبيرة وجميعها خالٍ من النسيج العضلي الاَّ ما قلَّ وانهم قد جرَّبوا التنبيه المذكور في الشرايين الماسارِيقية الصغيرة في الضفادع فصغر قطرها شيئًا فشيئًا الى انهُ لم تَعُدْ تعبر فيها الكريات الدموية الاَّ واحدة فواحدة ثم انسدت بالكلية وتوقف المجرى الدموي

فممَّا تقدم يظهر جليًا ان للشرايين الاَّ الكبيرة جدًّا منها طبقة عضلية بناؤُها وتركيبها الكيماوي كالعضل الآلي وهي مثلهُ ايضًا من حيث الانقباض عند الكشف والقطع والتنبيه الميكانيكي وبعد الموت بنوع من التيبُّس الموتي وعند

التعرُّض للبرد والتنبيه الكهربائي . فانها في جميع الانقباضات المذكورة ينقص حجمها الى اقل ما يحدث من مجرَّد مرونتها ثم بعد مدَّة تعود بواسطة مرونتها الى حجمها الاصلي

واما الفوائد الناتجة عن الطبقة العضلية فلا يظهر انها تعين في دفع السيل الدموي نحو المقدم الاَّ بما لا يُذكَر . ولكن معظم وظيفتها تعيين كمية الدم التي يحتاج اليها كل جزء على حدتهِ بحسب مقتضى الحال ولاسيما ما تقتضيهِ وظائف الاعضاء باعتبار كمية العمل وزمنهِ . فان كمية الوظيفة التي تجريها الاعضاء تختلف بحسب الزمن وقد يتعاقب الاختلاف تعاقبًا سريعًا بحيث قد يكون العضو عاملاً وغير عامل في الساعة الواحدة كالدماغ مثلاً في مدتي النوم واليقظة . ويحتاج العضو مدَّة قيام وظيفتهِ كمية اوفر من الدم مما يحتاج اليهِ في غير ذلك . فالقوة التي تعيِّن الكمية اللازمة للعضو مستقرة في طبقة الشرايين العضلية التي اذا انقبضت نقَّصت كمية الدم واذا انبسطت زادت الكمية وذلك تبعًا لاحتياج العضو . وعلى ذلك تكون وظيفة البطينين من هذا القبيل تعيين جميع كمية الدم التي تندفع عند كل مرة من انقباضها وكمية القوة الدافعة ووظيفة الشرايين الكبيرة المرنة توزيع السيل الدموي وجعلهُ سويًّا متواصلاً ووظيفة الشرايين الصغيرة ذات الطبقة العضلية تعديل وتعيين كمية الدم التي يحتاج اليها العضو باعتبار حالتهِ من حيث العمل وعدمهِ

غير ان القوة المذكورة من حيث تعديل كمية الدم بواسطة الطبقة العضلية عائدة الى عمل المجموع العصبي . وذلك ان للطبقة المذكورة اعصابًا معظمها وربما كان جميعها من المجموع السيمباتوي ويقال لها الاعصاب محركة الاوعية . وهذه الاعصاب متصلة بواسطة عقد بالاعصاب التي تنشأ من المجموع السيمباتوي وتتوزَّع في الاعضاء التي تغذيتها من هذه الشرايين نفسها . فاذا حدثت حالة في هذه الاعضاء تستدعي اختلافًا في كمية الدم التي تحتاج اليها من حيث الكثرة والقلة حصل من ذلك تاثير في اعصابها الخاصة فيحمل هذا

التاثير الى العقد ثم ينعكس من العقد الى اعصاب الشرايين فتنقبض طبقتها العضلية او تنبسط بحسب التاثير المنقول اليها وتتعين كمية الدم بحسب مقتضى حالة العضو

ومن وظائف الطبقة العضلية انها تعين الطبقة المرنة في تحكيم قطر الاوعية لكمية الدم التي تكون فيها. فان كمية الدم في الاوعية لا تلبث على حال واحد بل تختلف كثيرًا من ساعة الى اخرى فلو لم يكن الاَّ الطبقة المرنة فقط لكان ضغط جدران الاوعية على الدم تارةً قليلاً جدًّا وتارةً كثيرًا جدًّا. وانما يحدث من وجود الجوهر العضلي تسوية في كمية الضغط بحيث تكون قوة الاوعية الدموية موقوفة على الانقباض العضلي المتساوي اللطيف فاذا نقصت هذه القوة كان النبض لينًا واذا زادت كان صلبًا متوترًا

ومن فوائدها ايضًا انه اذا انقطع شريان خفَّفت النزيف الدموي ثم وقَّفته. ولولا انقباض الطبقة العضلية لكانت الجروح تؤدّي الى الهلاك مهما كانت طفيفة لان الاعمال الطبيعية التي يتم بها انقطاع الدم انقطاعًا دائمًا آمنًا لا تحدث الاَّ بعد انسداد الشريان بواسطة الانقباض العضلي

فما تقدم يظهر ان وظيفة الشرايين في الدورة هي اولاً نقل الدم وتوزيعه في جميع اجزاء الجسد. ثانيًا تسوية جريه الدم بحيث تتحوَّل الحركة النبضية الوثبية اي المتقطعة السارية الى الدم من البطينين الى مجرى مستمر متساوٍ. ثالثًا تعيين كمية الدم لكل جزء بحسب حاجته

في النبض

سبب النبض هو حركة الدم الوثبية التي تحولها الشرايين الى سيل متساوٍ متصل. وقد سبق القول انه لما كان الدم لا يستطيع النفوذ من الشرايين بالسرعة التي بها يندفع من البطينين اليها لسبب المقاومة التي تحدث في الاوعية الشعرية اتجهت بعض قوة القلب الدافعة الى جدران الشرايين ومدَّدتها وهذا التمديد يزيد الشريان طولاً وقطرًا. واذا استطالت الشرايين تغير شكلها فان

المستقيمة منها تنحني والمنحنية تزيد انحناء ولكنها تعود الى شكلها وقطرها الاصليين عند انتهاء الانقباض البطيني ورجوع جدرانها المرنة الى حالتها الاولى. وتشاهد هذه الزيادة في الانحناء التي تصاحب تمدد الشرايين ثم رجوعها الى حالتها الاولى في الشريان الصدغي زمن الشيخوخة . وربما يستثنى من ذلك الاورطي الذي يُظَن ان انحناءهُ الطبيعي ينقص عند استطالتهِ

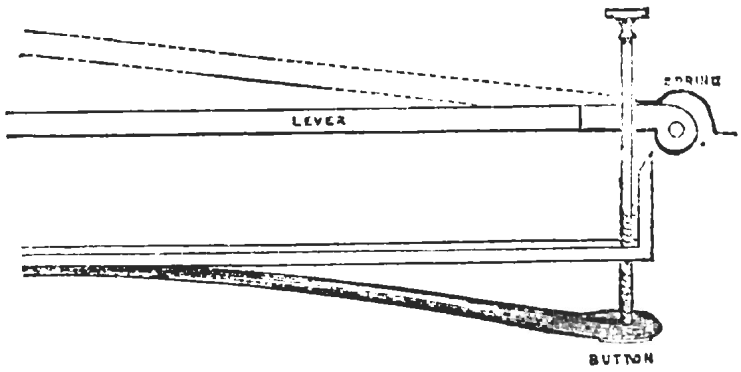
واما انبساط الشريان اي زيادة قطرهِ فيشاهد في بعض الحيوانات الرحافة بالعين المجردة قرب القلب وبزجاجة مكبَّرة بسيطة في اورطي الضفدعة. ولكنهُ لا يشاهد في ذوات الثدي لانهُ خفيف سريع في الشرايين الصغيرة فاحتاجوا الى عمل التجارب لاجل اثباتهِ فكشف المعلم بواسول السباتي الاصلي في فرس حي الى مسافة اثني عشر قيراطًا وادخل تحتهُ آلةً عرف منها ان في النبض تزيد سعة الشريان جزءًا في ثلاثة وعشرين . والمعلم فلورنس احاط شريانًا غليظًا بحلقة معدنية رقيقة مرنة مشرومة فرأى الثرم يتسع عند كل نبضة ويُشعَر بانبساط الشريان واستطالتهِ عند جس النبض بواسطة الانامل. على ان العقل لا يميِّز الحس بالانبساط عن الحس بالاستطالة والانحناء بل ما يدركهُ جليًّا هو الانبساط

ولا يشعر بالنبض الذي هو عبارة عن نبضة من نبضات القلب في جميع شرايين الجسد في لحظة واحدة من الزمن . فانهُ يشعر مثلاً بنبض السباتي هنيهةً قبل الشريين الكعبري وبنبض الكعبري قبل الشريان الظهري للقدم وهكذا في بقية الشرايين بحسب بعدها عن القلب غير ان الفرق بين اقرب الشرايين وابعدها لا يتجاوز سدس او ثمن ثانية . وقد اظهر المعلم ماري ان الانبساط والاستطالة يبدآنِ في جميع الشرايين في زمن واحد فاذا بلغا غايتهما حدث النبض الآن الباوغ المذكور يكون اسرع كلما كان الشريان قريبًا من القلب

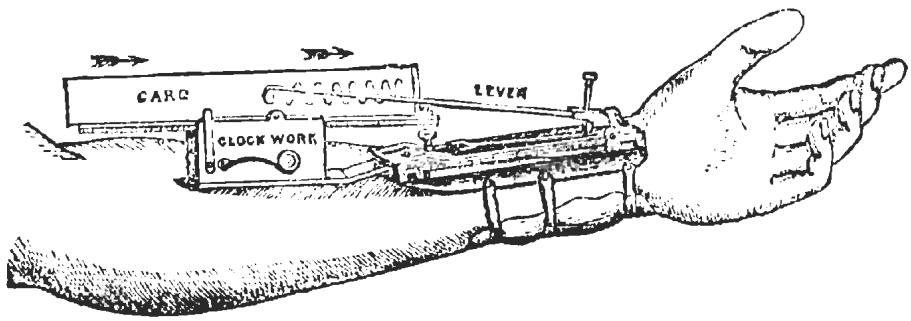
واستنبط حديثًا المعلم فيروردت آلةً يقال لها سفيكموكراف وحسَّنها المعلم ماري فادَّت الى تقدُّم المعرفة باحوال النبض. والآلة المذكورة بسيطة التركيب

جدًّا مؤلفة من زرّ صغير ينوب عن الانامل في جس النبض ويوضع على الشريان الذي يُراد البحث عن نبضاتهِ بحيث يستقر عليهِ استقرارًا خفيفًا. فاذا تحرك الزر حركة الصعود والنزول وصلت هذه الحركة الى مخل يتصل بطرفهِ الخلفي زُنبُرك خفيف يمكّن المخل من الحركة نحو الاعلى ولكن فيهِ من القوة ما

شكل ٤١



شكل ٤٢



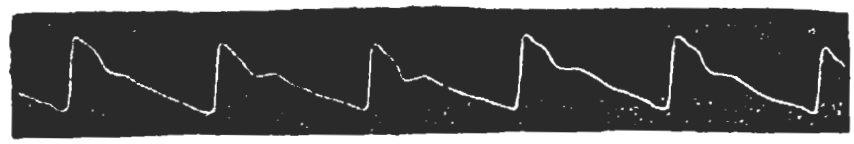
يكفي لمنعهِ من الوثبات الفجائية ثم يأتي بهِ مدة الفترة بين النبضات الى وضعهِ الاصلي. وتربط الآلة غالبًا على الرسغ (ش ٤٢). ويتضح من تاليفها المذكوران من ضربة النبض وعمل الزنبرك تحدث حركة صعود ونزول في المخل بحيث اذا تحبَّر طرفهُ كتب ما يكون على قطعة ورق تحركها آلة دولابية بحسب اتجاه السهم كما يرى في شكل ٤١ وشكل ٤٢. ويقال لهذه الكتابة رسم النبض وبها نتوصل الى نتائج ادق جدًّا مما نتوصل اليهِ بواسطة الاصابع

ش ٤١. رسم كيفية عمل السفيكموكراف. BUTTON زرّ. LEVER مخل. SPRING زنبرك

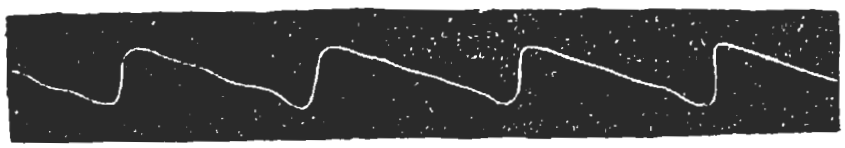
ش ٤٢. السفيكموكراف مربوط على الرسغ لاجل استعلام النبض الكعبري. LEVER مخل. CLOCK WORK آلة دولابية. CARD ورقة لرسم النبض

شكل ٤٣ رسم النبض الكعبري في الصحة الاَّ انهُ غير خالٍ من الضعف . فاذا امعنا النظر فيهِ رأينا ان الخط الصاعد الذي هو رسم ضربة النبض يكاد يكون عموديًّا وان الخط النازل كثير الانحراف ويعارضهُ صعود ثانٍ خفيف فكلما كان النبض قويًّا في الصحة كان الصعود الثاني قليلاً والعكس بالعكس. وشكل ٤٤ رسم النبض الصحي اذا كانت قوة الشريان اشد مما سبق ولذلك يشاهد ان معارضة الخط النازل اقل . واذا تناقصت جدًّا قوة الشريان ولا سيما اذا أُخِذ الرسم من وعاء كبير بجوار القلب كالسباتي يكون احيانًا للخط الصاعد راسان كما يشاهد في شكل ٤٥

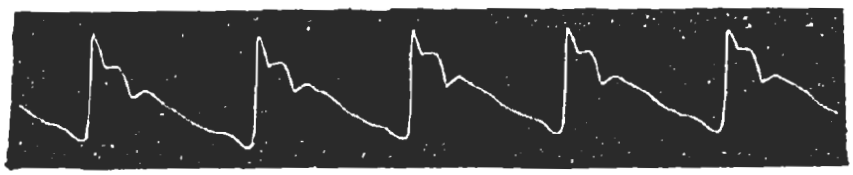
شكل ٤٣



٤٤



٤٥



غير انهُ قبل الكلام على تكوين النبض بحسب ما يظهر من الرسم المذكور لابد من النظر اولاً الى الاسباب التي تشترك في احداثهِ . وهي ان القلب آلة دافعة تدفع في ازمنة معينة كميةً معلومة من الدم الى انبوبة مرنة الجدران ملآنة دمًا ولكن دون البلوغ الى الغاية القصوى من التمدد . فاذا دخلتها الكمية

ش ٤٣ . رسم النبض الكعبري ناقص القوة

ش ٤٤ . رسم النبض في الصحة

ش ٤٥ . رسم النبض الكعبري . يشاهد في الخط الصاعد راسان

الجديدة المندفعة من القلب فانما يكون ذلك من زيادة اتساع الشرايين المسببة عن مرونة جدرانها ثم عند فراغ القوة الدافعة يمتنع الدم من الرجوع الى البطين من حيث اتى بواسطة انطباق الصمامات الهلالية على ما تقدّم ذكرهُ

وكان يُظَن سابقًا ان النبض مسبب لا من عمل البطين راسًا بل من انتشار موجة حادثة من رجوع جدران الشرايين الكبيرة المرنة الى حالتها الاولى بعد تمددها من الامتلاء وكان يظن ايضًا ان تمدد الجدران ورجوعها المتعاقبين المنتشرين في الشرايين بحسب اتجاه الدورة يعللان عن تاخر ظهور النبض في الاوعية البعيدة عن القلب. وقد ظهر حديثًا من بحث المعلم كولت في هذا الامر اعتراض عظيم على ذلك وهو انهُ يشعر بالنبض في كل جزء من المجموع الشرياني قبل حدوث صوت القلب الثاني اي قبل انطباق الصمامات الاورطية فلوكان النبض ناشئًا عن موجة منتشرة بواسطة تعاقب تمدد المجموع الشرياني وانقباضهِ الجزء بعد الجزء لكان يجب ان يعقب او يصاحب صوت القلب الثاني في جميع الشرايين الاَّ القريبة من القلب ولا يمكن ان يسبقهُ ابدًا لان النتيجة الاولى التي تحدث من رجوع جدران الشرايين المرنة التي تتمدد اولاً انما هي انطباق الصمامات الاورطية والانطباق المذكور هو الذي يحدث الصوت الثاني

واما مذهب المعلم كولت الذي يظهر منهُ اتفاق الامرين المتضادين اي سبق النبض لصوت القلب الثاني دائمًا مع ان ظهورهُ في الشرايين البعيدة من القلب يتاخر عن زمن ظهورهِ في القريبة منهُ فهو على ما ياتي : ان الدم المندفع نحو الامام من البطين الايسر لا يضغط الدم الموجود في الشرايين على نوع ان جميع المجموع الشرياني يتمدد دفعة واحدة بل عند دخولهِ الشرايين يدفع الدم الذي فيها فيحدث من ذلك سيلان الحديث منهما اسرع من القديم والبطيء منهما يقاوم سرعة الحديث الى ان تتعادل سرعتهما . ولسبب هذه المقاومة تتجه بعض قوة السيل السريع المندفع من البطين اتجاهًا جانبيًا فتتمدد

الشرايين التي بقرب القلب وتستطيل ولا ترجع الى حالها الاصلي ما دام الدم داخلاً اليها من البطين . واما الموجة التي تتكوّن عند طرف السيل السريع فتبقى مندفعة بواسطة دوام انقباض البطين وتمدد في سيرها جميع المجموع الشرياني جزءًا بعد جزء وهكذا تحدث النبض في جميع الشرايين فاذا وصلت الى الشرايين الصغيرة صار جميع المجموع الشرياني متمددًا في زمن واحد ثم ياخذ في الانقباض ويبدأ كما بدأ التمدد من القلب ذاهبًا شيئًا فشيئًا الى الشرايين الصغيرة فيُحدِث انقباض الجزء الاوّل من المجموع الشرياني انطباق الصمامات الهلالية وصوت القلب الثاني وهذا الانقباض مع ما يعقبهُ من انقباض بقية الاجزاء يضغط الدم مدّة سكون البطين بحيث ان الدم المندفع منهُ على شكل متقطّع يصير سيلاً متصلاً فاذا وصل الى الاوعية الشعرية صار مستويًا

وما عدا الحركة الموجية قد سبق القول ان النبض يبدأ في جميع الشرايين في زمن واحد الاّ ان بلوغ معظم التمدد وهو ما يشعر بهِ بالانامل لا يحدث في وقت واحد بل يتأخّر شيئًا فشيئًا بحسب بعد الوعاء من القلب . فينتج من ذلك جليًّا ان قوة البطين القابضة تكاد تنتشر في زمن واحد في جميع المجموع الشرياني لانهُ لما كان الدم غير قابل للانضغاط الاّ بدرجة طفيفة جدًّا اشبه شجرة مجسّمة تنشأ من القلب وتتفرّع في جميع اجزاء الجسد فاذا صدمت قوةٌ جذعها انتشر ذلك في الحال الى جميع الفروع وان كانت الصدمة قوية احدثت حركة في جميع الاجزاء . وعلى ذلك اذا اندفع دم حديث من البطين الايسر الى الاورطي انتشر تاثير الاندفاع في جميع عمد الدم في الشرايين غير انهُ لما كانت هذه الاوعية مرنة ذهب بعض قوة البطين في انتشار الدفع وبعضها في تمديد الاوعية التي يسير فيها الدم على هيئة موجة لكي يكمل النبض الذي كان قد بدأ في جميع الشرايين في زمن واحد

ولنرجع الآن الى الكلام في الرسم النبضي فنقول ان الخط الصاعد يقابل مدة انقباض البطين والخط النازل يقابل الفترة الواقعة بين انقباض وانقباض

آخراي مدة رجوع الشرايين المرنة الى حالتها الاصلية بعد تمددها . ثم ان الخط الصاعد مزدوج اذا أُخِذ الرسم من الشرايين الكبيرة ولا سيما عند ضعف قوتها كما يشاهد في شكل ٤٥ ومفرد اذا اخذ من الشريان الكعبري (شكل ٤٤) وقد يكون مزدوجًا في الشريان الكعبري ايضًا اذا كان التوتر الشرياني ضعيفًا

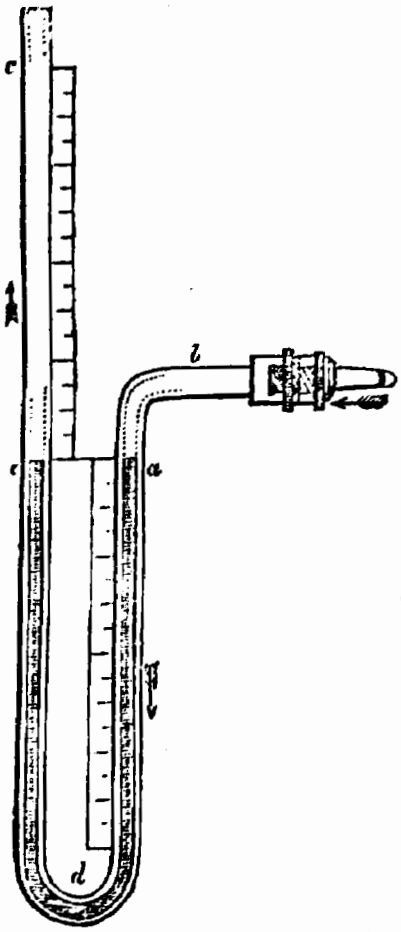
واما الخط النازل في الرسم النبضي (شكل ٤٣) فيشاهد فيهِ شرم وهو عبارة عن صعود خفيف يعارض النزول . وفي بعض الامراض يكون هذا الصعود الثاني عظيمًا بحيث يشعر بهِ بواسطة الاصبع فيقال لهذه الضربة المضاعفة النبض المزدوج . وكان يعرف النبض المذكور في الازمنة السالفة في حالة المرض الاَّ انهُ لم يعلم انهُ يظهر في الصحة الاَّ بعد اختراع السفيكموكراف . وقد اختلفت الظنون من حيث سببهِ وترجَّح عند عامة الفيسيولوجيين انهُ عائد الى الصمامات الاورطية التي عند انطباقها فجأةً تمنع تقهقر الدم الى البطين فيحدث من ذلك اندفاع عام في المجموع الشرياني . ولذلك اذا كانت قوة الشريان جيِّدة كان الازدواج قليل الظهور وكثيرًا ما تنوب عنهُ اهتزازات خفيفة . ويظن ايضًا ان بداءة الخط النازل اي الجزء الواقع بين نهاية الخط الصاعد وبداءة الصعود الثاني الخفيف تقابل بداءة رجوع الشريان الى حالتهِ الاصلية بعد مرور الموجة الناشئة من انقباض البطين

قوة اندفاع الدم في الشرايين

تقدَّم الكلام في قوة القلب الدافعة عند انقباض البطينين وفي الاسباب التي تحمل الى الظن ان هذه القوة وحدها كافية للدورة الدموية . وقد ظهر من الحساب والتجربة ان المقدار الذي يُنفَق منها في الشرايين يسير جدًّا . فان المعلم يون حسب ان نقص القوة الناتج عن مقاومة الصد وغيرهِ ممَّا يعيق الدورة في الشرايين قليل جدًّا بحيث اذا ادخلنا انبوبة في الاورطي وانبوبة اخرى في شريان آخر منها كان صغيرًا صعد الدم في الانبوبة المتصلة بالشريان الصغير

الى نقطة اخفض من نقطة صعود الدم في انبوبة الشريان الكبير بنحو قيراطين. وتجارب المعلم بواسول اثبتت الحساب المذكور فانهُ اخترع آلة لمعرفة كمية قوة الدم الضاغطة على جدران الشرايين وهي

شكل ٤٦



مكوَّنة من انبوبة زجاج طويلة منعكفة لها قسم افقي (ه من شكل ٤٦) وفرع نازل منهُ على زاوية قائمة (d) ثم فرع صاعد طويل (c) فاذا سكب زئبق في الفرع الصاعد والنازل كان بالضرورة على مساحة واحدة في الفرعين وان كان وضع الآلة عموديًّا كان علو العمود الزئبقي واحدًا في الفرعين (ه و ء) . ثم اذا وضع في الآلة محلول كربونات البوتاسا لاجل منع تجمد الدم وأُدخِل القسم الافقي في شريان جرى الدم الى الفرع النازل وضغط الزئبق ضغطًا يساوي القوة الدافعة للدم في الشرايين فيهبط الزئبق في الفرع المذكور ويصعد في الفرع الآخر . فاذا جمعنا طول العمود في الفرع الواحد الى طولهِ في الفرع الآخر كان المجموع مساويًا لجميع ارتفاع عمود الزئبق وكان هذا الارتفاع معادلاً لكمية ضغط الدم غير انهُ يُطرَح من ذلك ثقل الدم الذي ياخذ مكان الزئبق في الفرع النازل وهو تقريبا عشر ثقل كميتهِ من الزئبق . وعلى ذلك حسب المعلم بواسول القوة التي يندفع بها الدم في الشرايين بحسب نواميس السائلات الراكدة باعتبار قطر الشريان وارتفاع العمود الزئبقي فوجد ان القوة الدافعة متساوية في جميع الشرايين سواء كانت كبيرة او صغيرة قريبة او بعيدة من القلب وان القوة التي تدفع الدم الى الاورطي البشري تساوي اربعة ارطال واربع اواقٍ ونحو نصف

ش ٤٦ . آلة للمعلم بواسول سماها ميزان قوة الدم الدافعة

ذلك للقوة التي تدفعهُ الى الرئتين على ما سبق من ان قوة البطين الايمن العضلية تساوي نصف قوة البطين الايسر

غير ان كمية القوة الدافعة للدم في المجموع الشرياني المذكورة آنفًا هي ما يكون مدة الانقباض البطيني واما مدة الانبساط فتضعف قليلاً فان المعلم هالس شاهد عمود الدم في الانبوبة النافذة في الشريان يهبط نحو قيراط او اكثر بعد كل نبضة واعاد المعلم لودويك التجربة فكانت كما سبق . وتختلف هذه القوة ايضًا بحسب اختلاف الاسباب التي تفعل في عمل القلب فتضعف او تشتد بحسب ما يكون عملهُ ضعيفًا او قويًا . وقد ثبت ايضًا من تجارب هالر وماجندي وبواسول ولدويك ان قوة اندفاع الدم في الشرايين تزيد مدَّة الزفير وذلك لان الصدر حينئذٍ ينقبض فتنضغط الاوعية الكبيرة كما سياتي الكلام في دورة الدم في الاوردة

سرعة الدم في الشرايين

سرعة السيل الدموي اعظم في الشرايين منها في غيرها من جهاز الدورة الدموية وهي اعظم فيها عند جوار القلب ومدة الانقباض البطيني . وتنقص سرعة الدم فيها مدة الانبساط البطيني وفي الشرايين البعيدة عن القلب . وقد ظهر من تجارب فلكمان بالميزان الذي سبق ذكرهُ ان الدم يسير في الشرايين الكبيرة قرب القلب نحو عشرة اواثني عشر قيراطًا في الثانية . وحسب فيرورد ت سرعة السيل بجوار القلب مثل ذلك وفي شرايين القدم قيراطين وربع في الثانية

الاوعية الشعرية

في جميع الانسجة الآلية الاَّ بعض اجزاء الجسمين الاجوفين في القضيب والمشيمة الرحمية والطحال ينتقل الدم من فروع الشرايين الدقيقة الى فروع الاوردة الدقيقة بواسطة اوعية مكرسكوبية الحجم شبكية الشكل موضوع بين خلاياها الجوهر الخاص للنسيج ويقال للاوعية المذكورة الاوعية الشعرية .

ويشاهد كل ذلك بواسطة المكرسكوب في الاستحضارات المحفونة وفي بعض الاجزاء الحية الشفافة كقدم الضفدعة ورئتها ولسانها وجناح الخفاش وماساريقا ذوات الفقرات

شكل ٤٧

وطريقة الاتصال ان فروع الشرايين الدقيقة تنضم بعضها ببعض ثم ترسل الاوعية الشعرية التي تكوّن من تضامها بعضها ببعض شبكة دقيقة تنشأ منها الاصول الوريدية . وتسمّى الاوعية الشبكية بالشعرية نظرًا الى دقتها وتُسمّى بالاوعية المتوسطة لسبب وضعها. ولا يمكن معرفة منتهى الشرايين ومبدأ الاوردة لان الانتقال تدريجي غير ان للاوعية الشعرية خاصة مميزة لها من هذا القبيل وهي ان قطرها واحد لا يتغيّر من بدايتها الى نهايتها خلافًا للشرايين والاوردة التي يصغر قطرها من احد طرفيها وكذلك خلايا شبكتها اكثر مساواة من حيث الشكل والحجم ممّا يشاهد في الخلايا المكونة من تضم الشرايين والاوردة الدقيقة

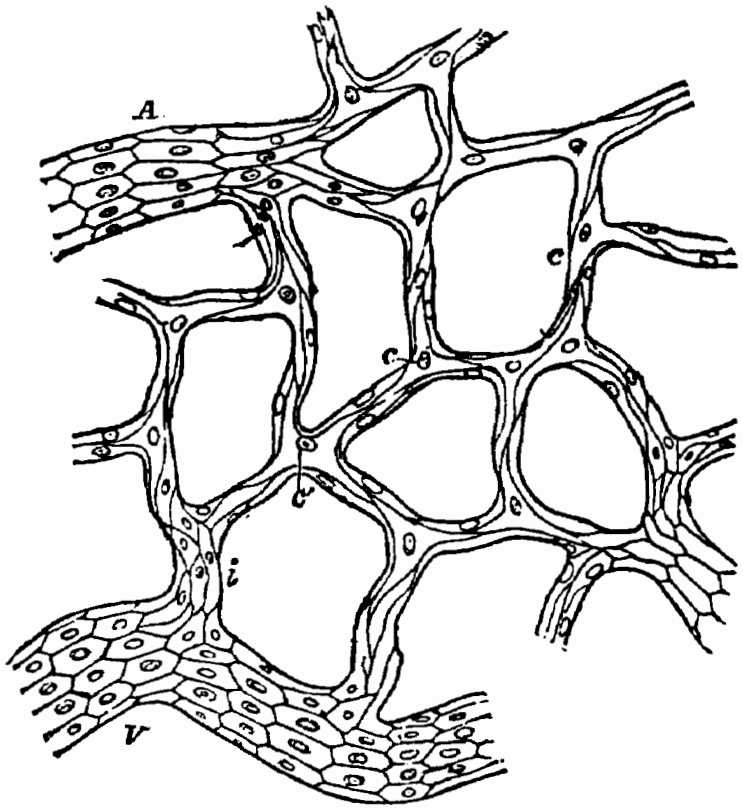
يختلف قطر الاوعية الشعرية قليلاً بحسب الانسجة الواقعة هي فيها ولكنه غالبًا نحو $\frac{1}{3000}$ جزء من القيراط . من اصغرها ما يشاهد في الدماغ واجربة غشاء الامعا المخاطي ومن اكبرها اوعية الجلد ونخاع العظام

ويختلف ايضًا شكل الشبكة الشعرية بحسب الانسجة فتكون الخلايا احيانًا مستديرة واحيانًا مستطيلة . فالخلايا المستديرة اكثرها وجودًا وهي واقعة في الاجزاء التي الشبكة الشعرية فيها خشكة كالرئتين واكثر الغدد والاغشية المخاطية وادمة الجلد وليس شكلها مستديرًا استدارة تامة بل لها زوايا

ش ٤٧ . اوعية دموية في باطن الخمل المعوي . يشاهد في الشكل وضع الاوعية الشعرية بين الفروع الانتهائية للشرايين والاوردة . a و a شريانان . b وريد

وقد تكون مربعة او كثيرة الجوانب او غير منتظمة . والخلايا المستطيلة تشاهد في الاجزاء التي تكون الاوعية موضوعة فيها بين حزم الياف كالعضلات

شكل ٤٨



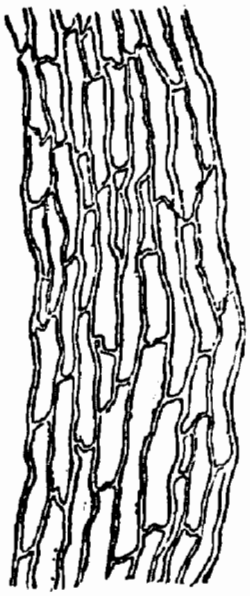
والاعصاب وهي غالبًا على هيئة مربع مستطيل طولهُ موازٍ لمحور الليفة او الانبوبة الموضوع هو بجانبها . وفي بعض الاجزاء البارزة كحليمات اللسان والجلد يرتفع اليها احد الاوعية الشعرية ويكوّن عروة او اثنتين ثم يعود الى المجموع الشبكي الذي خرج منهُ

ويختلف عدد الاوعية الشعرية وحجم الخلايا بحسب الجزء الواقعة هي فيهِ. فتكون الخلايا صغيرة والشبكة الشعرية حشكة في الاجزاء الوعائية اي التي اوعيتها كثيرة واكثرها حشكًا الرئتان والطبقة المشيمية في العين . والخلايا عريضة ولكنها صغيرة جدًّا في القزحية والجسم الهدبي وهي كحجم الاوعية او اصغر

ش٤٨. اوعية شعرية مكبرة من مثانة القط. A و V شريان ووريد. i وعاء متوسط. c و c اوعية شعرية . حُذفت الطبقة العضلية في الاوعية الكبيرة لاجل اظهار الايثيليوم . c كرية ايثيلية

منها في الكبد . والدماغ يقبل كمية عظيمة من الدم غير ان الاوعية الشعرية التي تحملها اليهِ دقيقة جدًّا . وفي الاغشية المخاطية كالملتحم وفي الادمة الاوعية الشعرية اكبر من اوعية الدماغ وخلاياها اضيق . وفي السمحاق الخلايا كبيرة وفي الطبقة الخلوية للشرايين الخلايا اعرض من الاوعية بنحو عشرة اضعاف

شكل ٤٩



شكل ٥٠

والقاعدة الغالبة في ذلك انهُ كلما كان العضو نشيط الوظيفة كثرت اوعيتهُ الشعرية اي حشكت الشبكة الشعرية وزادت الكمية الآتية اليهِ من الدم. ولذلك يشاهد ضيق الخلايا في جميع الاعضاء الغدّية والاغشية المخاطية وفي الاجزاء النامية واتساعها في العظام والاربطة وغيرها من الانسجة المتينة التي عملها قليل وعدم وجود الاوعية على الاطلاق في الغضاريف والاوتار الكثيفة في البالغين التي قلما يحدث فيها تغيير آلي بعد تكوينها. غير انهُ يستثنى من القاعدة المذكورة بعض اعضاء كالدماغ الذي اوعيتهُ دقيقة وقليلة الحشك على انهُ يقبل مقدارًا عظيمًا من الدم لسبب سرعة حركتهِ فيها . فان العضو الذي لهُ اجذاع شريانية عظيمة واوعيتهُ الشعرية قليلة يقبل دمًا جديدًا كالجزء الوعائي الذي اجذاعهُ

ش٤٩ . اوعية محقونة من العضل . مكبَّرة تكبيرًا خفيفًا

ش٥٠ . شبكة اوعية شعرية من رئة الفرس . a و a اوعية شعرية ناشئة من الفروع الانتهائية للشريان الرئوي وهي b و b

صغيرة لان حركة الدم فيهِ اسرع على انهُ في وقت مفروض قد يكون الدم في العضو الذي اوعيتهُ قليلة اقل مما هو في العضو الوعائي

وقد اظهرت المشاهدة المكرسكوبية والحقن الدقيق ان الاوعية الشعرية انابيب تحمل الدم من الشرايين الى الاوردة لا ينشأ منها نوع آخر من الاوعية اي ان الشرايين الدقيقة لا تنتهي الاَّ على وجه الاستطراق الى الاوردة بواسطة الاوعية الشعرية وانهُ لا توجد اوعية تنتهي باطراف مفتوحة يُعلَّل بها عن الافراز والنمو والتغذية وغيرها من الوظائف . فان جميع ما تطلبهُ الوظائف من الاوعية انما هو تقريب الدم الى الاصول الفاعلة في كلٍّ من الانسجة بحيث تمتص منهُ ما تحتاج اليهِ . وقد تكون المسافة التي يتم بها الامتصاص بعيدة كالدماغ مثلاً والعظم حيث تكون المسافة بين الاوعية الشعرية عظيمة بالنسبة الى اجزاء اخر . وعلى نوع ابلغ من ذلك الاجزاء التي يقال لها الغير الوعائية التي لا تدخل جوهرها اوعية دموية وانما تغتذي من الدم الممتص من اوعية الاجزاء المجاورة لها كالقرنية التي تغتذي من اوعية الملتحم والعدسة البلورية من اوعية الطبقة الخلفية لمحفظتها والغضروف المفصلي من اوعية العظم المجاور لهُ . وعلى ذلك يكون الاختلاف بين تغذية الانسجة الوعائية وغير الوعائية من حيث الدرجة فقط لان الابنية الاصلية موضوعة في كل حال الى ظاهر الاوعية فتتناول مواد جديدة من الدم بواسطة الامتصاص غير ان هذا الامتصاص يتم على مسافة ابعد في الاجزاء التي اوعيتها قليلة مما يكون في الاجزاء الوعائية

ثم ان بناء الاوعية الشعرية قليل المعارضة للامتصاص المذكور فان جدرانها مكوَّنة من غشاء على غاية ما يكون من الرقة والشفوف ويظهر انهُ متجانس البناء وتنتشر فيهِ جسيمات دقيقة بيضية الشكل ربما كانت نوى الكريات التي تكوَّنت منها الاوعية في الاصل . ولا يشاهد اثر للابيثيليوم الاَّ في اكبرها

واما الدورة في الاوعية الشعرية فتشاهد بالمكرسكوب في الاجزاء الشفافة

في حيوان حي بالغ ويشاهد سير الدم فيها على هيئة سيل متصل متساوٍ . واما في الحيوانات الحديثة السن فالسيل متصل الاَّ انهُ يزداد سرعةً في المدة التي تقابل نبض الشرايين الكبيرة وهذا ما يشاهد ايضًا في الاوعية الشعرية في الحيوانات البالغة اذا كانت ضعيفة . واذا كانت في حالة الاعياء العظيم وعمل القلب ضعيفًا جدًّا شوهد ان الكريات الحمراء لا تتحرَّك الاَّ عند حركة القلب ثم تسكن مدة سكونهِ واذا كان ضعف الحيوان الى الدرجة القصوى شوهد انها ترجع الى الوراء عقيب القوة الدافعة ويظهر ان سبب ذلك هو مرونة الاوعية الشعرية والانسجة المحيطة بها . وهذه المشاهدة مما يؤيد ما ذكر سابقًا من ان قوة القلب وحدها كافية لدفع الدم في الاوعية الشعرية ولو كان في حالة الضعف العظيم

شكل ٥١

اكثر المعارضة لسير الدم انما يحدث في الاوعية الشعرية وذلك لان احتكاك الدم فيها يزداد جدًّا لسبب زيادة اتساع المساحة التي يمرّ عليها . وكذلك تتناقص سرعة حركة الدم فيها الى ادنى درجة لسبب اتساع المجرى . وفي هذا الشان يقول المعلم موللر لو كان مجموع مساحة قطع الفروع الناشئة من وعاء كمساحة ذلك الوعاء دائمًا ولو كان مجموع مساحة قطع الاوعية الشعرية مساويًا لمساحة قطع الاورطي لكان معدل سرعة حركة الدم في الاوعية الشعرية وفي الاورطي والشرايين الكبيرة واحدًا ولو كانت سعة الاوردة والشرايين متساوية لكانت سرعة الدورة فيها متساوية ايضًا . ولكن لما كان مجموع مساحة قطع الفروع اعظم من مساحة قطع الجذع الذي تنشأ منهُ ازدادت بالضرورة سرعة حركة الدم في الجذع وتناقصت في الفروع كما ان سرعة النهر تتناقص كلما ازداد اتساعًا

ش ٥١ . اوعية شعرية في الغشاء الممتد بين اصابع قدم الضفدعة . مكبرة

وقد ظهر من بحث المعلم هالس والمعلم ڤبر والمعلم ڤلنتين ان الدم يندفع في الدورة الشعرية العامة في الضفادع قيراطًا في الدقيقة وقال المعلم هالس ان حركة الدم في الدورة الشعرية الرئوية اسرع من ذلك بخمسة اضعاف. واما في الحيوانات ذوات الدم الحار فالسرعة اشد مما ذكر على ان قدرها لم يعرف الى الآن بالتحقيق. وقد فرضها البعض اسرع بثلاث مرات ويظهر ان هذا الحساب دون الصحيح لانهُ مخالف للمشاهدات التي تحمل الى الظن ان جميع الدورة يتم في نحو دقيقة واحدة . غير انهُ ربما كان جميع طول الاوعية الشعرية التي تمر فيها كمية مفروضة من الدم لا يتجاوز جزءًا من ثلاثين جزءًا من القيراط ولذلك تكون المدة التي تقتضيها كل كمية من الدم لمرورها في اوعيتها الشعرية الخاصة بها اقل من ثانية واما في الاوعية الشعرية الرئوية فهي اقل من ذلك جدًّا

والحساب السابق مبني على مشاهدة سير كريات الدم الحمراء في مركز السيل واما عند المحيط اي عند جدران الوعاء فيشاهد ان السائل الدموي ملتصق بالجدران المذكورة ويظهر انهُ عديم الحركة فيقال لهُ الطبقة الراكدة . ويستدل على وجود الطبقة الراكدة في الاوعية الشعرية من وجودها دائمًا حيثما تمر السائلات في انابيب دقيقة ومن مراقبة حركة الكريات الدموية . فان الكريات الحمراء تشغل مركز السيل وهي سريعة السير والكريات الليمفاوية البيضاء تجري جريًا بطيئًا بجانب جدران الوعاء وكثيرًا ما يشاهد بينها وبين الجدران خلاء شفاف يظهر فيهِ ان السائل راكد لانهُ اذا اتفق اندفاع بعض الكريات اليهِ صارت حركتها ابطأ وربما التصقت بجدار الوعاء. واذا كان سيل الدم ضعيفًا ربما اجتمعت الكريات البيضاء في وعاء شعري ومنعت مرور الكريات الحمراء مدة من الزمان . وعلى ذلك كان من المحقق ان قسمًا من السائل الدموي راكد بجانب جدران الاوعية وانهُ يحصل بين الطبقة الراكدة المذكورة والانسجة المحيطة بالاوعية تبادل في الدقائق تحدث منهُ التغذية والافراز والامتصاص بواسطة الاوعية الدموية وربما اعان ركود السائل في

التبادل المذكور الذي يحدث بينها

وقد ظهر حديثًا من تجارب العلّامة كوهنهيم ان الجسيمات الدموية تنفذ من جدران الاوعية الى الانسجة المحيطة بها. وكيفية ذلك انهُ حقن ضفدعة تحت الجلد بالسم المعروف بالكوراري لاجل احداث الفالج فيها ثم شق البطن وجذب قطعة من المعى الدقيق وبسط الماساريقا تحت المكرسكوب فشاهد بعد مدّة ان الجسيمات الدموية الحمراء والبيضاء تنفذ من جدران الاوعية الشعرية والاوردة الدقيقة. وعلّل عن ذلك الدكتور سندرسن بانهُ لما كان الوعاء الشعري انبوبة من البروتوبلاسما الحيَّة لاقناة ميتة عُرِف امكان انفتاح جدارهِ لاجل خروج الجسيمات ثم انطباقهِ بعد نفوذها لانهُ من خصائص الاجسام التي تقبل الانقباض انهُ اذا فُصِل قسمان من الكتلة الواحدة ثم جُمِعا اتصلا كما كانا سابقًا فكانهما لم ينفصلا

وقد جرت هذه المشاهدات من حيث نفوذ الجسيمات من باطن الاوعية الدموية الى الانسجة المجاورة خصوصًا في الاحوال المرضية. وربما كان في ذلك تعليل عظيم الاهمية عن كيفية تغذية الانسجة في حال الصحة

اختلف الفيسيولوجيون زمنًا طويلاً في انهُ هل للاوعية الشعرية قوة لدفع الدم في دورتهِ المألوفة. والصحيح في ذلك انها خالية من القوة المذكورة وان التاثير الحادث منها بحسب الظاهر في الدم الذي تتضمنهُ يعود بعضهُ الى عمل الشرايين الصغيرة وبعضهُ الى النتائج الحاصلة من النسبة الكائنة بين الانسجة التي الى خارج الاوعية الشعرية والدم الذي في باطنها. فان الاوعية الشعرية تنقبض مثلاً عند التعرض للبرد الاّ ان هذا الانقباض قد لا يكون عائدًا الى انقباض شبيه بما يحدث في النسيج العضلي بل الى مرونتها ومرونة الانسجة المحيطة بها التي تتقلّص عند انقباض الشرايين بواسطة البرد كما سبق فيتناقص جري الدم الى الاوعية الشعرية. وكذلك انقباض الاوعية الشعرية عند التعرض لبعض المواد المنبّهة وعند الخوف وانبساطها عند احمرار الخجل فانما هو بحسب

الظاهر فقط لانهُ عائد بالحقيقة الى عمل الشرايين الصغيرة لا الى عمل الاوعية الشعرية نفسها

ومع ذلك لا يستبعد ان المجموع الشعري لا يخلو من تاثير خفيف في اسعاف الدورة العامة فان نتائج العمل المرضي وظواهر الصحة تؤدي الى ذلك . لانهُ اذا عورض وصول الاكسجين الى الرئتين مثلاً ابطأت الدورة في الاوعية الشعرية الرئوية واجتمعت الكريات الحمراء بعضها الى بعض الى ان يتوقف سيرها ولو دام عمل القلب . وكذلك في الالتهاب تتعاظم الاوعية الشعرية الخاصة بالجزء الملتهب وتمتلئ دمًا يسير سيرًا بطيئًا او يسكن بالكلية . ففي الحالين المذكورين الظواهر موضعية غير متعلقة بعمل القلب وربما كانت ناتجة من تغيير حادث في الدم يزيد كرياتهِ التصاقًا بعضها الى بعض ويجدران الاوعية بحيث لا تبقى قوة القلب الدافعة كافية لدفعهِ

فينتج مما تقدَّم انهُ لما كانت الاوعية الشعرية مكوَّنة من غشاء واحد متجانس البناء وخالية من القوة الانقباضية الاَّ ما يحدث من مرونتها فلا يكون لها في نفسها تاثير في سير الدم . على ان التبادل الدائم في النسبة الكائنة بين الدم والانسجة المحيطة بالاوعية يعين سير الدم في المجموع الشعري فيكون من جملة القوات الاضافية المسببة للدورة الدموية

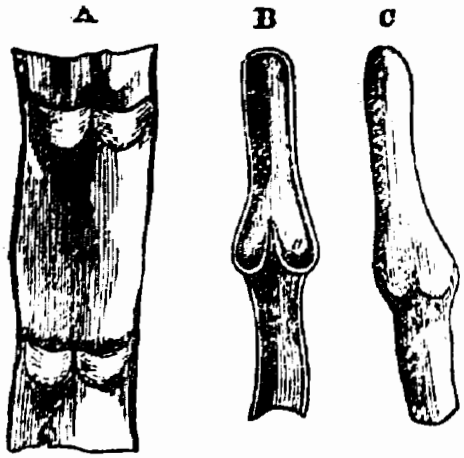
الاوردة

بناء طبقات الاوردة العام كبناء طبقات الشرايين . وهي ثلاث ظاهرة ومتوسطة وباطنة . اما الظاهرة فمكوَّنة من نسيج خلوي كالشرايين الاَّ انها اسمك وتتضمن في بعض الاوردة الياقًا عضلية . والمتوسطة ارق جدًّا مما هي في الشرايين تتضمن بعض الياف عضلية ممزوجة بكمية عظيمة من النسيج الليفي الاصفر المرن والابيض . وفي الاوردة الكبيرة التي بجوار القلب وهي الاجوفان والاوردة الرئوية لا يشاهد من هذه الطبقة الاَّ الياف عضلية مخطَّطة حلقية الوضع ممتدَّة من الياف الاذينين الى بعد يسير عن القلب . والباطنة اقل

قصمًا ممَّا يقابلها في الشرايين وشديدة المشابهة لها من باقي الوجوه

يتمُّ معظم تاثير الاوردة في الدورة بواسطة الصمامات الموضوعة في جميع الاوردة القابلة للانضغاط الموضعي من العضلات التي تسير بينها او قربها . وبناء هذه الصمامات العام كبناء الصمامات الهلالية الموضوعة عند قاعدة الاورطي والشريان الرئوي التي سبق وصفها (صفحة ٧٠) الاَّ ان حوافيها السائبة متجهة نحو الجهة المخالفة اي نحو القلب بحيث تمنع سير الدم الى الوراء في الاوردة . وهي غالبًا ازواج وتختلف مسافتها بعضها عن بعض بحسب اختلاف الاوردة ولكنها تكاد تكون متساوية في الوريد الواحد . وكثيرًا ما تكون مفردة في الاوردة الصغيرة وقد تكون ثلاثة او اربعة موضوعة معًا او قريبة بعضها من بعض في الكبيرة كالوريدين تحت الترقوة وعند اتحادهما بالوداجيين . ثم ان الصمامات هلالية الشكل وحوافيها السائبة اليه غير المتصلة بجدار الوريد تارةً مقعرة وتارةً مستقيمة وهي مؤلفة من نسيج ليفي غير قابل للتمدد مغطى بالاپيثيليوم كالاپيثيليوم الذي يبطن الاوردة . فاذا كان الدم سائرًا مسراهُ الاعتيادي نحو القلب كانت غير عاملة فتكون ملفاة على جوانب الاوردة واذا كانت عاملة قَرُبَ بعضها الى بعض كالصمامات الشريانية الهلالية وكوَّنت حاجزًا تامًّا لمنع تقهقر الدم (ش ٥٣ و ٥٤)

شكل ٥٣



واما عدد الصمامات فغير متساوٍ في جميع الاوردة فيكون كثيرًا او قليلاً وكثير من الاوردة خالٍ منها بالكلية . واكثرها عددًا في اوردة الاطراف ولاسيما

ش ٥٣ . رسوم تدل على صمامات الاوردة . A قطعة وريد مشقوق مبسوط فيبو زوجان من الصمامات . B قطع وريد طولاً يظهر فيبو محاذاة حوافي الصمامات وهي منطبقة . C قطعة وريد متمدد يظهر عليبو انتفاخ عند وضع زوج من الصمامات

في الطرفين السفليين وهي غالبًا مفقودة في الاوردة التي قطرها اقل من خط وقليلة او مفقودة في الاوردة التي لا تتمكن العضلات من ضغطها. واشهر الاوردة التي لا صمامات لها الاجوفان العلوي والسفلي وجذع الوريد البابي وفروعهُ والاوردة الكبدية والوريدان الكلويان والاوردة الرئوية واوردة باطن الخوذة والعمود الفقري واوردة العظام وجذع الوريد السري وفروعهُ

العائق الرئيسي للدورة انما يكون في الاوعية الشعرية فاذا تجاوزها الدم بقي من قوة القلب ما يكفي لدفعهِ في الاوردة التي لا تعيق سيرهُ فيها الاَّ قليلاً جدًّا. واما القول بان ناموس الثقل عائق عظيم لسير الدم في الاوردة فوهم محض لان ضغط عمود الدم في الشرايين كافٍ لحمل عمود مثلهُ يساويهِ في العلو من الدم الوريدي على شكل ان العمودين يتوازنان توازنًا متبادلاً. بل ما دام العمودان في الشرايين والاوردة متصلين لا يكون لناموس الثقل كيفما كان وضع الجسد ادنى قوة لتحريك الدم او لمقاومة حركتهِ لاية ناحية كانت. غير ان الاوعية السفلى تحمل المقدار الاكبر من الضغط بناء على ان مقدار الضغط في جزء معلوم هو بنسبة ارتفاع عمود الدم الذي يعلوهُ ولذلك كانت مائلة للتمدد. وانما الضغط المذكور فاعل سواء في الشرايين والاوردة ولا يستطيع ان يحرك الدم الذي فيها او يقاوم حركتهُ مادام علو العمودين متساويًا ومادامًا متصلين. فتشبه حالتهما من هذا القبيل انبوبة منعكفة على نفسها ملآنة سائلاً وموضوعة وضعًا عموديًّا فانهُ مهما كان ارتفاع العمودين وثقلهما لا يستطيع احدهما ان يتحرك من ثقل نفسهِ لان الواحد منهما يحمل الآخر فاذا حصل ضغط على احد العمودين رفع الآخر. وعلى ذلك اذا كان الجسد منتصبًا وحدث ضغط على عمود الدم الشرياني يرتفع الدم الوريدي وكان الضغط على العمود الوريدي يرفع العمود الشرياني لولا الصمامات الوريدية

وقد ظهر من تجارب المعلم ڤلنتين بشان الكمية الباقية من قوة البطين الايسر لدفع الدم في الاوردة ان ضغط الدم في وداجي الكلب كنسبة ١ الى ١١

او ١٢ في شريانهِ السباتي . واعادها المعلم موك في شرايين اخرى والاوردة المقابلة لها فكان الامر كما ذكر . ولم يشاهد المعلم ڤلنتين شيئًا من الضغط في القسم العلوي من الوريد الاجوف الصاعد فكأن جميع قوة القلب كادت تفنى مدَّة مرور الدم في الاوعية الشعرية . ثم اذا صار الدم الى القلب دخلهُ عند انبساط الاذينين والبطينين من غير ممانعة

وتنال الدورة الوريدية شيئًا من الاسعاف من عمل العضلات التي تضغط الاوردة التي لها صمامات ومن حركات الصدر التنفسية

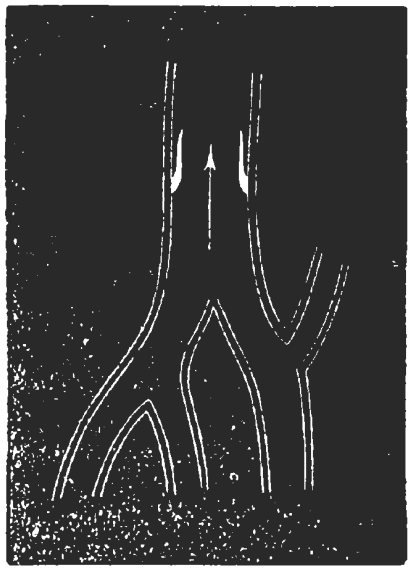
اما الاسعاف الذي يحصل للدورة الوريدية من الضغط العضلي فعلى الكيفية الآتية : اذا ضُغِط جزء من وريد وعورض فيهِ مجرى الدم انتفخ القسم الذي وراء الجزء المضغوط وتمدد الى زوج الصمامات التي تليهِ . ولما كانت هذه الصمامات كالصمامات الشريانية غير قابلة للتمدد لم تتبع الوريد في تمددهِ بل انجذبت نحو محور القناة . ثم اذا دام الضغط على الوريد ضغط الدم المحصور الصمامات فتتماس حوافيها السائبة وتسد الوريد وتمنع تقهقر الدم . وعلى ذلك يتوزَّع بعض القوة الناشئة من ضغط العضلات على الاوردة في دفع الدم الى المقدم نحو القلب وبعضها في دفعهِ الى الوراء بحيث تنطبق الصمامات

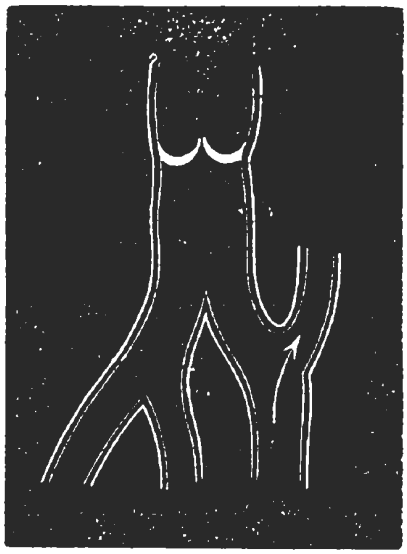
فيرى مما تقدم ان الدورة كانت تخسر من انضغاط الاوردة بقدر ما تربح لولا التفمات الكثيرة المستطرقة بينها . لان الدم المحصور بين القسم المنضغط والصمامات المنطبقة ينفذ من بعض الفروع التفمية ويجد سبيلاً الى القلب بواسطة وريد آخر . ولذلك تكون نتيجة الضغط العضلي على الاوردة التي لها صمامات مفيدة للدورة فان بعض الدم يندفع الى المقدم والبعض الآخر يندفع الى الخلف ولكنهُ عند معارضة الصمامات لهُ ينفذ من الفروع التفمية الى وريد آخر غير منضغط

ونشاهد نتائج الضغط العضلي المذكور في سرعة سير الدم عند الفصد من الذراع اذا عملت عضلات الساعد وفي السرعة العامة للدورة عند الرياضة

النشيطة. فلا بد من ان تكون حركات الجسد الكثيرة مدّة اليقظة معينة للدورة الوريدية على انها غير ضرورية لان الدورة الوريدية تبقى سليمة مدّة الراحة وفي الاطراف المفلوجة وفي الاجزاء التي تكون فيها الاوردة غير قابلة للانضغاط العضلي

شكل ٥٣ شكل ٥٤





وما عدا الاسعاف المذكور من الضغط العضلي للدورة في الاوردة التي لها صمامات قد شاهد المعلم جونس انقباضًا وانبساطًا منتظمين في اوردة جناح الخفاش وذلك نحو عشر مرات في الدقيقة ولما كان لهذه الاوردة صمامات تمنع تقهقر الدم كانت الانقباضات معينة لسير الدم نحو المتدم. وشاهد ذلك ايضًا المعلم شِفّ في اذن الارنب فلا يستبعد انها تكون عامة في جميع الاوردة التي لها صمامات

واما حركات الصدر التنفسية فمعينة للدورة العامة . وذلك ان الزفير يزيد ضغط الدم في الشرايين فان عملهُ كعمل ضغط الانقباض العضلي في

ش ٥٣ . وريد صماماتهُ منفتحة

ش ٥٤. وريد صماماتهُ منطبقة. ويشاهد سيل الدم عند السهم سائرًا في مجرى جانبي

الاوردة فيزيد سرعة الدم الشرياني عند انطباق الصمامات الاورطية لان الضغط الى الوراء في تلك المدّة لا يمنع منعًا تامًّا فائدة الضغط نحو المقدم. وتنتشر زيادة ضغط الدم في الشرايين الى الاوردة ايضًا فتعين الدورة فيها وقد اظهر المعلم ماجندي ان مجرى الدم الوريدي الخارج من وريد مقطوع يشتد عند كل زفرة

غير ان الزفير المغتصب يعارض الدورة في الاوردة وتظهر هذه المعارضة في انتفاخ اوردة الراس والعنق وكمودة الوجه عند السعال والزحير وغيرها من اجهاد الزفير الشديد فان النتائج المذكورة ناشئة عن بعض تقهقر الدم في الاوردة الكبيرة واجتماع الدم في اوردة الراس والعنق التي يتزايد امتلاؤها على الدوام من السيل الآتي من الشرايين بينما انها لا تستطيع ان تفرغ ما فيها الى الوريد الاجوف العلوي . غير ان التقهقر يتوقف او يتلطف كثيرًا بواسطة الصمامات الموضوعة عند اتحاد الوداجيين بالوريدين تحت الترقوة

واما الشهيق فمعين للدورة الوريدية لانه يجذب الدم الوريدي نحو التجويف الصدري اكثر مما يجذب الدم الشرياني . وطريقة ذلك انه عند اتساع الصدر تدخل كمية جديدة من الهواء بواسطة الشهيق الى الرئتين لتشغل الفراغ الحادث عن الاتساع المذكور ولما كان الدم كالهواء قابلاً للانضغاط الجوي انضغط بعضهُ نحو التجويف الصدري المنتشر وهكذا نحو القلب . والصمامات الاورطية تمانع النتيجة المذكورة من حيث الدم الشرياني عند ما تكون منطبقة ويمانعها ايضًا اندفاع الدم من البطينين ولا شيء يمانعها من حيث الدم الوريدي وكذلك يتمكن الضغط من الدم الوريدي اكثر من الشرياني لان نسبة فتحة الاورطي اقل من مجموع فتحتي الوريدين الاجوفين

وكان المعلم بري اوّل من اظهر جليًّا عمل الشهيق في الدورة الوريدية وذلك بانهُ ادخل طرف انبوبة زجاج منعكفة في وداجي حيوان حي وربط الوريد اعلى مدخل الانبوبة وغمس طرفها السفلي في سائل ملوّن . فشاهد

السائل يصعد في الانبوبة عند كل شهقة ويبقى كما كان او يهبط عند الزفير. واثبت المعلم بواسول صحة هذه المشاهدة على نوع دقيق بواسطة ميزان قوة الدم المنسوب اليهِ. ثم زاد الامر ثباتًا بواسطة تجارب المعلم ڤلنتين والمعلم لودويك

غير ان عمل الشهيق في الاوردة لا يشاهد الاَّ في الكبيرة منها التي قرب الصدر فان المعلم بواسول لم يستطع مشاهدتهُ بواسطة ميزانهِ في الاوردة البعيدة كاوردة الاطراف. ولولا الصمامات لبطلت هذه النتيجة المفيدة لانهُ لما اعاد المعلم المذكور تجارب بري وادخل الانبوبة الى ان تجاوزت الصمامات القريبة من القلب شاهد ان كمية الدم الهابطة في الانبوبة عند الزفير تعادل الكمية الصاعدة فيها عند الشهيق. وقد اثبتت تجارب المعلم سندرسون الحديثة اثباتًا قطعيًا ان الشهيق مفيد للدورة لانهُ عند ذلك يزيد توتر المجموع الشرياني وانهُ لا يعمل عملاً معاكسًا اي ينقص التوتر الشرياني الاَّ اذا حدث اجهاد الشهيق عند سدّ القصبة الهوائية

سرعة الدم في الاوردة اشد منها في الاوعية الشعرية واخف مما هي في الشرايين. ويطابق ذلك الاتساع النسبي للمجموعين الشرياني والوريدي لانهُ لما كان لا بد للاوردة من ترجيع جميع الدم الى القلب من حيث اتاها في وقت معلوم بواسطة الشرايين كان كبر حجمها وكثرة عددها بالنسبة الى الشرايين يعوضان عن بطوء حركة الدم فيها. فانهُ لو امكننا ان نحسب كلاً من مساحتي الشرايين والاوردة التي تقابلها حسابًا صحيحًا امكنا ايضًا ان نعرف سرعة الدم الوريدي من معرفة سرعة الدم الشرياني. وربما كان الحساب الاقرب الى الصواب من هذا القبيل هو ان سعة الاوردة اكثر من سعة المجموع الشرياني بنحو ثلاثة اضعاف وان سرعة الدم الوريدي نحو ثلث سرعة الدم الشرياني. وليست هذه الحركة بطيئة لاننا اذا وقّفنا الدورة عند بداءة وريد سطحي بواسطة الاصبع وافرغنا الدم من قسمهِ العلوي ثم رفعنا الاصبع سار الدم حالاً في الوريد بسرعة لا تستطيع العين ان تتبعها

سرعة الدورة الدموية

لما انهينا الكلام في ما يختص بكلٍّ من اعضاء الدورة من حيث اندفاع الدم بقي ان نتكلم على مجموع عملها ولا سيما على المدَّة التي تتم فيها جميع الدورة فنقول . انهُ لا يسوغ ان نحسب سرعة حركة الدم في الاوعية بحسب سرعتهِ وهو خارج من وعاء مقطوع لان سرعة حركتهِ حينئذٍ تكون ناشئة عن جميع الضغط الذي يحتملهُ مجموع الدم في الجهاز الوعائي وهو لا يصادف عند الجزء المقطوع شيئًا من المقاومة . واما في الاوعية السليمة فالامر بالعكس لانهُ لا يندفع فيها قسم من الدم الاَّ اذا اندفع الجميع وغلب مقاومة الاحتكاك في الاوعية الصغيرة . فغاية ما نتوصل اليهِ من النظر الى الدم وهو خارج من الاوعية المقطوعة انما هو ان حركة الدم اجمالاً اسرع في الشرايين مما هي في الاوردة وفيهما ممَّا هي في الاوعية الشعرية كما سبق

وقد توصلوا الى نتائج اصح وادق مما ذكر بواسطة سرعة انتقال السموم من قسم واحد من المجموع الوعائي الى قسم آخر . فامتحن المعلم هربن ذلك ثماني عشرة مرة في الخيل وكان من جملة تجاربهِ انهُ مزج محلول سيانيد البوتاسيوم الحديدي في دم الوريد الوداجي الواحد فوجدهُ في الآخر بعد نحو نصف دقيقة اي بعد مرورهِ من الجانب الايمن للقلب والدورة الرئوية والجانب الايسر للقلب تم الدورة العامة . وفي تجربة اخرى نُقِل المحلول المذكور من الوداجي الى الصافن الطويل في عشرين ثانية . ومن الوداجي الى الشريان المضغي بين عشرين وثلاثين ثانية . والى الشريان الوجهي بين عشر ثوانٍ وخمس عشرة ثانية وفي تجربة ثانية بين عشرين وخمس وعشرين ثانية . والى الشريان المشطي بين عشرين وثلاثين ثانية وفي تجربة اخرى في اكثر من اربعين ثانية . وكادت تكون النتيجة واحدة مهما كانت سرعة عمل القلب

واما تجارب بواسول فقد ادَّت الى النتائج المذكورة اعلاهُ واظهرت زيادةً على ذلك انهُ اذا مزج السيانيد الحديدي بالدم مع جواهر اخرى كحلات

النشادر او نيترات البوتاسا التي ثبت من التجارب انها سريعة السير في الانابيب الشعرية كانت مدّة الانتقال من الوريد الوداجي الواحد الى الآخر من ثماني عشرة ثانية الى اربع وعشرين فاذا أُبدِلت الجواهر المذكورة بالكحول لم تكن المدة اقل من اربعين او خمس واربعين ثانية بعد الحقن. وشاهد بلايك الانتقال على اسرع من ذلك بانهُ حقن نيترات الباريتا في وداجي فرس فوجدهُ في دم الشريان السباتي من الجانب المخالف بعد خمس عشرة او عشرين ثانية. وظهر عمل الاستركنيا السام في المجموع العصبي بعد اثنتي عشرة ثانية من حقن الوريد الوداجي في الكلب وبعد ست ثوانٍ ونصف في الديك وبعد اربع ثوانٍ ونصف في الارنب

وقد فُرِض في جميع هذه التجارب ان المادة المحقونة تسير مع الدم بسرعة كسرعتهِ اي انها لا تنتقل بواسطة الانتشار في السائل الدموي على نوع اسرع من حركة الدم نفسهِ. والظاهر ان هذا الفرض صحيح وان المدّة التي كانت تنتقل فيها المواد المحقونة هي المدة التي انتقل فيها الدم من قسم الى آخر من المجموع الوعائي. فيظهر اذًا ان قسمًا من الدم يقطع جميع مسافة الدورة في الفرس في نصف دقيقة على ان المدة التي يقتضيها لاجل قطع اوعية الاجزاء البعيدة في الاطراف لابد من ان تكون اطول من المدة التي يقتضيها لاجل سيرهِ في اوعية العنق غير انهُ اذا اخذنا تعديل طول الاوعية التي يسير فيها الدم وفرضنا ما لا يبعد عن الصواب ان حركة الدم في الانسان ليست ابطأ من حركتهِ في الفرس تكون المدة التي يدور فيها الدم جميع دورتهِ في الانسان اقل من دقيقة لا اكثر وهي معدل المدّة التي اتفق عليها عامة الفيسيولوجيين

وحسبوا ايضًا مدّة الدورة من كمية الدم التي في الجسد ومن الكمية التي تندفع من القلب عند كل نبضة من نبضاتهِ. غير ان النتائج التي توصلوا اليها بهذه الطريقة لم تكن شافية كالحساب السابق لان معرفتنا بجميع كمية الدم وبسعة تجاويف القلب لم تكن الى الآن الاَّ على وجه الرجحان. وقد حسب ڤلنتين على

الطريقة المذكورة ان جميع الدم يسير في القلب من اربعين ثانية الى ستين وهو مطابق للحساب السابق

وهذا الحساب على وجه التعديل الاجمالي فقط لان الزمن الذي يسير فيه قسم معلوم من الدم من جانب القلب الواحد الى الجانب الآخر يختلف كثيرًا بحسب العضو الذي يقطعهُ . فان الدم الذي يذهب من البطين الايسر الى الاوعية الاكليلية ثم يعود الى الجانب الايمن من القلب يحتاج في دورته الى مدَّة اقصر جدًّا مما يحتاج اليهِ الدم الذي يجري من البطين الايسر الى القدمين ثم يعود الى الجانب الايمن لان الدورة التي تبدأ من الجانب الايسر للقلب وتنتهي في الايمن تُفرَض على هيئة اقواس كثيرة مختلفة الحجم يقطعها الدم في ازمنة مختلفة واصغر هذه الاقواس ما يتكوَّن من دورته في الاوعية الاكليلية الخاصة بالقلب نفسهِ . والقوس المكوَّن من سير الدم من الجانب الايمن للقلب الى الرئتين ثم الى الجانب الايسر اقصر من معظم الاقواس التي تكوِّنها الدورة العامة فيجري فيها ضرورةً باشد سرعة مما يجري في اكثر الاوعية الخاصة بالدورة الاورطية . لانهُ ولئن كانت كمية الدم السائرة في الدورة العامة الكبرى في اي وقت كان اكثر جدًّا من الكمية السائرة في الدورة الرئوية الصغرى فلا بد من ان الكمية التي تسير في الرئتين في وقت مفروض تساوي الكمية التي تسير في الدورة العامة . وان كانت كمية الدم التي تتضمنها الاوعية العامة اكثر من الكمية التي في الاوعية الرئوية بخمسة اضعاف كما هو المقرَّر فتكون حركتها ابطأ بخمسة اضعاف ايضًا والاَّ كان الجانب الايمن من القلب اما دافقًا من الامتلاء او ناقصًا

الصفات المميزة للدورة وهي في اجزاء مختلفة

اشهر الصفات المميزة للدورة بينما يكون الدم سائرًا في اعضاء مختلفة هو ما يظهر في الرئتين والكبد والدماغ والاعضاء الانتصابية . وقد سبقت الاشارة الى الدورة الرئوية والدورة البابية وسنعود اليهما في الكلام على وظائف الرئتين والكبد

اما الدورة الدماغية فالظروف الرئيسة التي ينبغي الانتباه اليها من هذا القبيل هي ترتيب اوعية الدماغ وتوزيعها والشروط التي تتعلق بكمية الدم التي تتضمنها الخوذة عادةً

يظهر ان وظائف الدماغ تحتاج الى كمية عظيمة من الدم لان لهُ اربعة شرايين كبيرة الحجم هي السباتيان الباطنان والفقريان . ويظهر ايضًا ان هذه الوظائف تقتضي كون القوة التي يندفع بها الدم الى الدماغ قليلة القبول للتغيير الذي يحدث فيها في اجزاء اخر من العوارض الخارجة . وقد تجهزت لاجل هذه الغاية جملة كيفيات ككثرة تعرج الشرايين الكبيرة واتساع تفمها في دائرة والليس بحيث تصير كمية الدم الداخلة الى الدماغ متساوية ولو حصلت افة لشريان او اكثر من الشرايين الرئيسة . ومرور الشرايين الكبيرة في باطن عظم ولا سيما في القناة السباتية من العظم الصدغي يمنع الامتلاء المفرط . وتتم مساواة الكمية بواسطة ترتيب الاوعية في الام الحنونة فانها لا تدخل الدماغ الاَّ بعد انقسام الشرايين الكبيرة الى فريعات واوعية شعرية لا تحصى كثيرة التفهم بعضها ببعض فيجعل منها مجاري متساوية من الدم الى كل جزء من جوهر الدماغ

وللاوردة في باطن الخوذة صفة خاصة بها وهي ان الاجذاع الوريدية الكبيرة اي الجيوب مكوَّنة على نوع ان حجمها يكاد لا يتغيَّر فانها لما كانت مكونة من نسيج الام الجافية المتين وكانت الخوذة العظمية تحد بعضها من احد جوانبها لم يمكن انضغاطها من جوهر الدماغ بواسطة امتلاء الشرايين . وكذلك لا تقبل التمدد اذا عورض جري الدم الوريدي من الدماغ

فبناء على ما تقدم تكون كمية الدم الذاهبة الى الدماغ متساوية وهذه التسوية موافقة لوظائفهِ ولكونهِ كتلة مؤلفة من جوهر يكاد يكون غير قابل الانضغاط موضوعة في تجويف عظمي صلب الجدران . ولما كان الدماغ والجمجمة على ما ذكر ذهب البعض الى ان كمية الدم في الدماغ واحدة لا تتغيَّر

ابدًا وان الكمية الداخلة الى الدماغ بواسطة الشرايين في وقت مفروض هي نفس الكمية الخارجة منهُ بواسطة الاوردة في الوقت المذكور ومن ثمَّ عللوا عن الاعراض التي تنسب غالبًا الى زيادة او نقصان الدم في الدماغ بانها عائدة الى عدم الموازنة بين كمية الدم الشرياني وكمية الدم الوريدي . وظهر من تجارب المعلم كلي ان هذا المذهب صحيح غير ان المعلم باروس اعادها واضاف اليها تجارب اخرى جديدة فكانت النتائج مختلفة عما سبق . فانهُ شاهد الدماغ باهت اللون خاليًا من الدم كبقية الاجزاء في الحيوانات المقتولة بالفصد بدون ان يكون هناك فتحة في الجمجمة . وشاهد احتقان الاوعية الدماغية في الارانب المقتولة بالخنق والغرق واما في المقتولة بواسطة حامض بروسيك فرأى ان كمية الدم في التجويف الجمجمي عائدة الى كيفية وضع الحيوان بعد الموت فكانت الاوعية الدماغية محتقنة عند تعليق الحيوان وراسهُ مدلىً الى الاسفل وفارغة اذا تعلق باذنيهِ . فاستنتج من ذلك انهُ مع ان جميع جرم ما في باطن الخوذة ربما لا يتغير فكمية الدم قابلة للتغيير وانما يصاحب زيادتهُ نقصان السائل الدماغي الشوكي ونقصانهُ زيادة السائل المذكور ولما كان هذا السائل سهل الانتقال من بعض اجزاء الدماغ والحبل الشوكي الى غيرها سريع الامتصاص والانسكاب كانت فائدتهُ انهُ يجعل امتلاء الخوذة متساويًا عند الاختلاف الذي يحدث في كمية الدم وغيرهِ ما في باطنها . ولا ريب في ان ترتيب الاوعية على ما سبق يجعل كمية الدم الذاهبة الى الدماغ متساوية تقريبًا وان العوارض الخارجة تحدث فيها تاثيرًا اقل مما يحدث في معظم الاجزاء الباقية غير انهُ لما كان نبض القلب والشهيق وغير ذلك من العوامل العارضة تغير كمية الدم في باطن الخوذة كان لا بد من الميل الى احدى حالتين وهما السبات من زيادة الضغط والاغماء من نقصانهِ لولا وجود تجهيز خاص لمنع زيادة الضغط ونقصانهِ . ولذلك كانت للسائل الدماغي الشوكي فائدتان احداها املاء التجاويف الفارغة في الدماغ والحبل الشوكي وهي كفائدة الدهن في اجزاء اخرى والثانية انهُ لما كان

سهل الانتقال من تجويف الى اخر وسريع الامتصاص والانفراز كان واسطة عظمى لمقاومة زيادة الضغط ونقصانهِ

الابنية الانتصابية. اكثر التغيير الذي يحدث في كمية الدم باعتبار العضو الواحد والازمنة المختلفة انما يكون في ابنية معلومة حالتها الاعتيادية اللينونة والارتخاء فاذا انتهاكمية عظيمة من الدم امتلأت وانتفخت وانتقلت الى حالة الانتصاب. وهي الجسمان الاجوفان والجسم الاسفنجي في قضيب الذكور والبظر في الانثى وعلى درجة ادنى منها حلمة الغدة الثديية في الجنسين . واحسن مثال لهذه الابنية هو الجسم الاجوف في القضيب وهو مؤلف من غلاف ليفي ظاهر تمتد من وجههِ الباطن صفائح كثيرة دقيقة فتقسم تجويفهُ الى خلايا صغيرة تستقر فيها الضفائر الوريدية التي معظم الخاصة الانتصابية في العضو موقوف عليها. وهذه الضفائر مكونة من اوردة قصيرة كثيرة التضفر والتفهم بعضها مع بعض وقابلة لتغيير عظيم في الحجم فتهبط في حالة ارتخاء العضو وتتمدد اكثر من الشرايين والاوردة التي تحمل الدم اليها ومنها بما لا يقاس في حالة الانتصاب. واما الصفائح الليفية المتينة الفاصلة بين الضفائر والغلاف الليفي الظاهر الممتدّة هي منهُ فتحجز امتلاء الاوعية بحيث اذا انتصب القضيب صار متوترًا صلبًا . ويعود الدم الوريدي من الضفائر بواسطة اوردة صغيرة فالتي تعود من الحشفة ومقدم المجرى البولي تصب في الوريد الظهري للقضيب والتي تعود من الجسم الاجوف تصب في اوردة غائرة تنفذ من الجسم الاجوف عند ساق القضيب وما بقي من اوردة المجرى والبصلة تصب في الضفيرة الوريدية الموضوعة حول البروستاتا. واما العضلات التي تضغط الاوردة بحيث يحتبس الدم فيها ويحدث الانتصاب فهي الناصبتان للقضيب والمجلة للبول

الانتصاب يحدث من امتلاء الضفائر الوريدية بالدم والسبب الرئيسي المهيج لانتصاب القضيب هو تنبيه عصبي ناشئٌ من العضو نفسه او من الدماغ والحبل الشوكي وينتقل التنبيه المذكور الى القضيب بواسطة العصبين الاستحيائيين

اللذين يتفرعان في نسيجهِ الوعائي وجرب كونثير قطعها في الفرس فلم ينتصب القضيب بعد ذلك . والانتصاب مثال جيد على خضوع الدورة في عضو مفرد لتاثير الاعصاب غير انهُ لم يعلم بالتحقيق الى الآن كيفية عملها في تكثير جري الدم الى العضو المنتصب . ولعل ما ذهب اليهِ كوليكر هو الاقرب الى الصواب وهو ان امتلاء الضفائر الوريدية عائد الى عمل الالياف العضلية الآلية الكثيرة الوجود في الاعضاء الانتصابية . فاذا كانت هذه الاعضاء مرتخية ساكنة ضغطت الالياف المذكورة الضفائر الوريدية ضغطاً كافياً ليمنع امتلاءها المفرط . واذا تهيجت بواسطة اعصابها توقف عمل الالياف العضلية فتمتلئ الضفائر من الدم الوارد اليها من الشرايين وينتصب العضو ويبقى كذلك الى ان يسكن التهيج فتنقبض الالياف العضلية وتضغط الاوعية بحيث ينطرد الدم الزائد فيها الى الاوردة ويعود العضو الى حالة الارتخاء الاصلية . وكان من جملة ادلة المعلم المذكور على ما ذهب اليهِ عمل البرد والحرارة في الاعضاء الانتصابية فانها تنقبض وتنكمش في الحالة الاولى وتمتلئ وتتمدد في الثانية

وقد ظهر من التشريح الدقيق والتجارب التي اجراها كوبلت وكلارك وكراوس ان توارد الدم هو الشرط الاوّل الضروري للانتصاب وانهُ كافٍ لتسبيب تعاظم القضيب وانتفاخهِ . غير ان الانتصاب ربما لا يكون تامّاً ولا يدوم زمناً طويلاً الاّ اذا صاحب توارد الدم انقباض العضلات التي سبق ذكرها بحيث اذا ضغطت الاوردة وقفت خروج الدم منها او ما نعتهُ على شكل ان الدم الداخل الى العضو يكون اكثر من الخارج

وانما لا يحتاج الانتصاب الى اسعاف العضلات الاّ اذا كان من النوع التام لانهُ لا دخل لها في انتصاب الحالة وفي امتلاء الطحال وغيرهِ الذي لا يبعد عن الحالة الانتصابية . والظاهر انهُ يكفي لحدوث الامتلاء المذكور تفرع الاوردة على هيئة ضفائر حشكة وشرايين كبيرة تزيد كمية الدم الداخل عند الاقتضاء

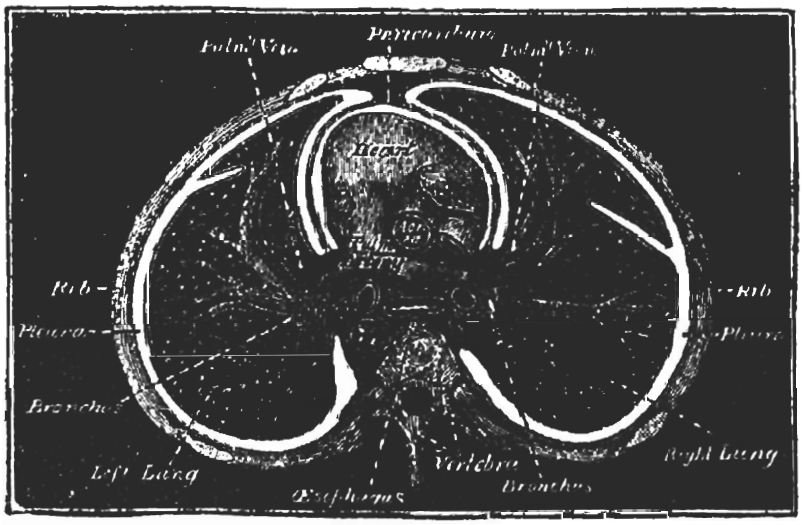
واما تاثير المجموع العصبي في الدورة الدموية في الاوعية فسياتي الكلام عليهِ

الفصل السابع

في التنفس

بينما يدور الدم في اجزاء الجسد ويتم وظيفتهُ في تغذية الانسجة وتقديم المواد التي تتناولها الاعضاء المفرزة لاجل افراز الخاص بها يُسلَب منهُ بعض جواهرهِ الغذائية ويلقى اليهِ مواد فاسدة ناشئة من تحليل الانسجة . ولذلك وجب ان يضاف اليهِ على الدوام كميات جديدة من الغذاء وان تحمل منهُ المواد المتحللة . ويتم الاوّل بواسطة الهضم والامتصاص والثاني بطرق مختلفة اخصها عمل الاعضاء المبرزة التي تفصل المواد الفاسدة من الدم سواء كان منشأها تحليل

شكل ٥٥



ضلع بليورا شعبة — ضلع بليورا

الرئة اليسرى — شعبة قفرة المريء — الرئة اليسرى

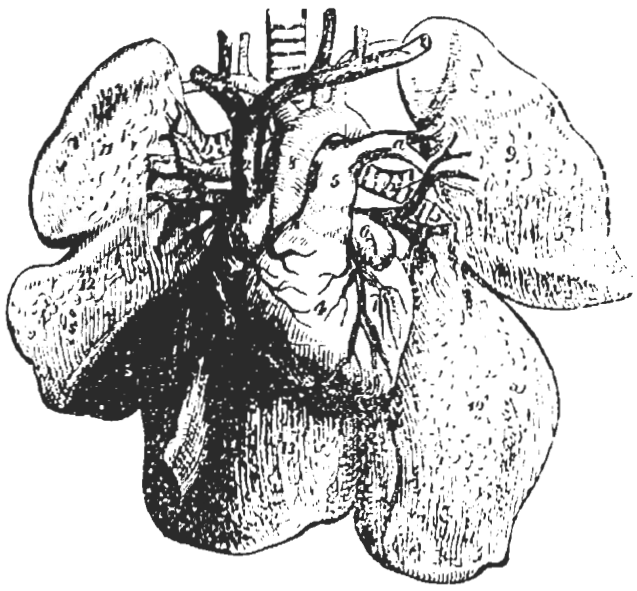
ش٥٥ . *Heart* القلب . *Pulm. Artery* الشريان الرئوي . *Aorta* الاورطي . هذا الشكل قطع مستعرض للصدر

الانسجة او عناصر الطعام التي لم تمثّلها الطبيعة . ومن اخص المواد الفاسدة واكثرها الحامض الكربونيك والفائدة العظمى للتنفس هي ازالة الحامض المذكور من الدم وادخال كمية جديدة من اكسجين الهواء اليهِ . ولما كان لهذا العمل علاقة شديدة بالدورة ينظر اليهِ هنا ويؤخر الكلام على بقية الوظائف المبرزة الى محل آخر

في بناء الرئتين

يقام عمل التنفس في الانسان وفي جميع الحيوانات ذوات الثدي في تجاويف دقيقة موضوعة ضمن الرئتين يقال لها الخلايا الهوائية او الحوبصلات الرئوية . وذلك ان الرئة مقسومة الى اقسام صغيرة هي الفصيصات وكل فصيص منها مؤلف من اجتماع الخلايا الهوائية حول الفروع الدقيقة التي تنتهي اليها الشعب الرئوية . وهذه الخلايا مستطرقة الى باطن الفروع الشعبية وجدرانها مغطاة باوعية شعرية ناشئة من الفروع الانتهائية للشريان الرئوي

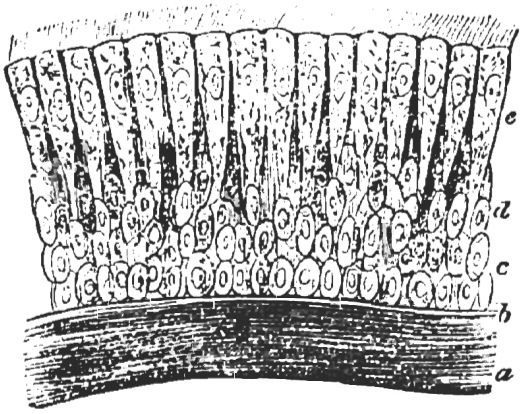
شكل ٥٦



ش ٥٦ . رسم القلب والاوعية الكبيرة المتصلة بالرئتين وقد نُزِع التامور وقُلِب الرئتان الى الجانبين . 1 الاذين اليمنى . 2 الاجوف العلوي . 3 الاجوف السفلي . 4 البطين الايمن . 5 جذر الشريان الرئوي . a و a فرعاهُ الايمن والايسر . 6 الزائدة الاذينية اليسرى . 7 البطين الايسر . 8 الاورطي . 9 و 10 فصا الرئة اليسرى . 11 و 12 و 13 فصوص الرئة اليمنى الثلاثة . b و b الشعبتان اليمنى واليسرى . c و c وريدان رئويان

تنقسم القصبة الى شعبتين تدخل كلّ منهما جوهر الرئة التي الى ناحيتها وتنقسم الى قسمين ثم ينقسم كل منهما الى قسمين ايضا وهكذا الى ان ترسل فروعًا الى جميع اجزاء الرئة من غير ان يتقسم بعضها ببعض. اما جدران الفروع الكبيرة فمكونة من غشاء متين تاليفهُ من الياف حلقية الشكل عضلية البناء من النوع الآلي بحيث يكون لها قوة الانقباض ومن حلقات غضروفية غير كاملة تبقى الشعب مفتوحة بواسطتها ومن حزم طولية من النسيج المرن لتعود الشعب الى هيئتها الاصلية بعد التمدد. ويبطنها غشاء مخاطي سطحهُ مغطى بالابيثيليوم الهدبي الذي يغطي باطن القصبة ايضًا. واما الفروع الصغيرة التي يصغر حجمها كلما زاد تفرع الشعب فاذا صار قطرها $\frac{1}{10}$ جزء من القيراط فقدت بعض ابنيتها ولم يبقَ منها الاَّ غشاء متين مرن فيهِ اثر من الالياف العضلية تنتشر عليهِ الاوعية الشعرية على هيئة شبكة حشكة جدًّا وتستطرق الى باطنهِ الخلايا الهوائية على نوع غير منتظم. وقد سمى رايني هذه الانابيب الانتهائية المسالك

شكل ٥٧



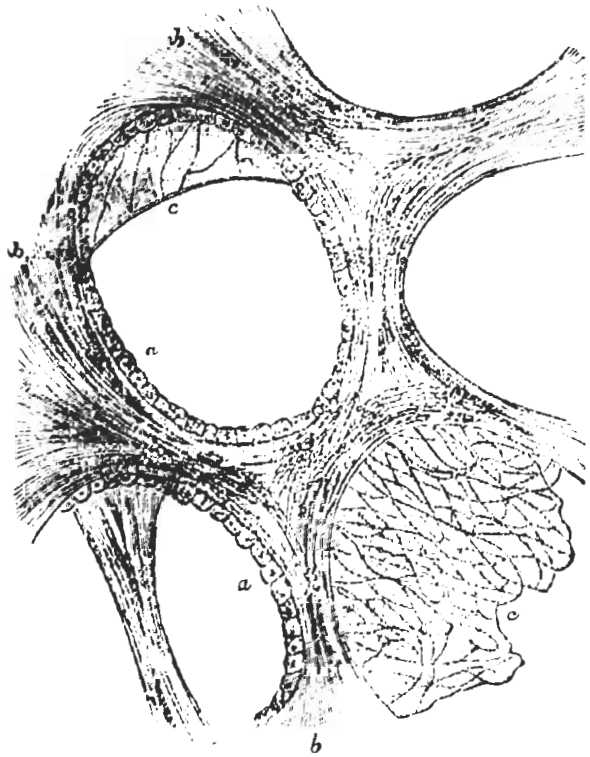
شكل ٥٨

ش٥٧ . ابيثيليوم هدبي من القصبة البشرية مكبَّرة ٣٥٠ قطرًا . a طبقة طولية من الالياف المرنة . b غشاء اساسي . c الكريات الغائرة مستديرة الشكل . d الكريات المتوسطة مستطيلة الشكل . e الطبقة الظاهرة التي تشاهد الاهداب بارزة منها

ش٥٨ . a و a مجموعان من الخلايا الهوائية ويقال لهذه المجاميع اقاع . b و b خلايا هوائية مستطرقة الى فرعين انتهائين من الشعب c و c

بين الخلايا الهوائية . واما وضع الخلايا المذكورة بالنسبة الى الانابيب فيكون غالبًا على هيئة صفوف بجانب المسلك تستطرق اولاً بعضها الى بعض ثم اليهِ بواسطة فتحة مشتركة وقد تكون موضوعة على جدارهِ منفردة بحيث تستطرق اليهِ كل منها على حدتها . ويختلف شكل الخلايا بحسب الضغط المتبادل الواقع بينها ويختلف قطرها من $\frac{1}{150}$ الى $\frac{1}{70}$ جزءًا من القيراط . وجدرانها مكونة من غشاء لطيف شبيه بالمسالك بين الخلايا وممتد منهُ . وتمتد بين الخلايا الهوائية المتجاورة الياف كثيرة من النسيج المرن يرتبط بعضها بالوجه

شكل ٥٩

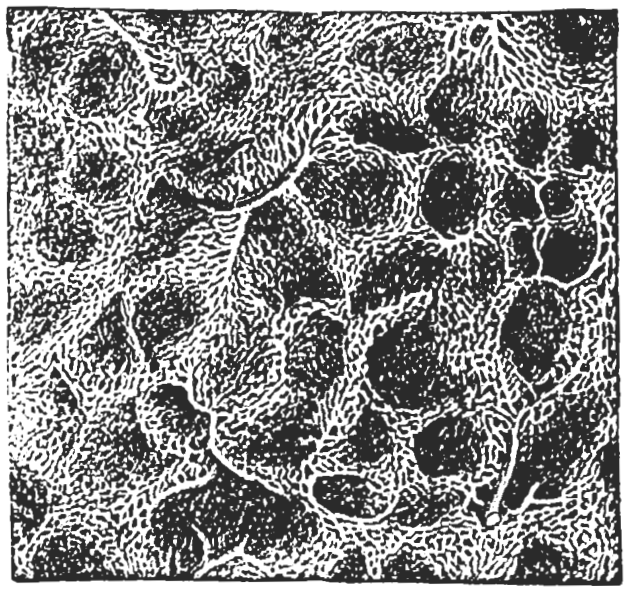


الظاهر للغشاء اللطيف الذي تتكوَّن منهُ الخلايا فينال منها قوة ومرونة . والخلايا مبطنة بطبقة من الابيثيليوم الرصيفي وتنتشر على ظاهرها شبكة من الاوعية الشعرية حشكة جدًّا . وعلى ذلك لا يتوسط بين الهواء الجوي

ش ٥٩ . خلايا هوائية مكبَّرة ٢٥٠ قطرًا . a بطانة ابيثيلية . b الياف نسيج مرن . c الغشاء اللطيف الذي يتكوَّن منهُ جدار الخلايا ويشاهد ان الالياف المرنة متصلة بهِ

الذي في الخلايا والدم الذي في الاوعية الشعرية الاغشاء الخلايا والاوعية الرقيق وطبقة الابثيليوم اللطيفة التي تبطن الخلايا . هذا وان الغشاء الذي تتكون منهُ جدران الخلايا الممتد من غشاء المسالك ينثني على نفسهِ عند استطراق الفتحة الكائنة بين الخلايا المتجاورة او بين الخلايا والمسلك فيكوّن حافة حادة تسير بين ثنيتيها طبقة مفردة من الاوعية الشعرية وكثيرًا ما يكون مثل ذلك بين جدران الخلايا المتجاورة ومن ثمَّ يتعرض جانبا الاوعية للهواء في الزمن الواحد

شكل ٦٠



ثم ان الخلايا الواقعة بقرب مركز الرئة اصغر وشبكتها الشعرية احشك مما هي في المحيط وذلك موافق لكون الهواء الحديث اقرب تناولاً في الجزء المركزي منهُ في محيط الرئة . ولا تستطرق خلايا الفصيصات المتجاورة بعضها الى بعض واما خلايا الفصيص الواحد وهي المستطرقة الى المسلك الواحد بين الخلايا فلا يستطرق بعضها الى بعض غالبًا الاَّ بقرب زوايا التشعب بحيث اذا انسدَّت احدى الانابيب الشعبية انقطع وصول الهواء الى جميع الخلايا المستطرقة اليهِ او الى فروعهِ

ش٦٠ . شبكة شعرية من الاوعية الدموية الرئوية

حركات التنفس

حركات التنفس اثنتان الشهيق والزفير فيوخذ في الحركة الاولى كمية من الهواء الجوّي الى الرئتين ويطرد منها في الحركة الثانية الهواء الذي قد تغير بواسطة العمل التنفسي . وهما عبارة عن تمدد الصدر وانقباضهِ ويشغلان عادةً زمنًا يكاد يكون متساويًا اي ان زمن الشهيق يساوي زمن الزفير ويكاد لا تفصلها فترة . غير ان شهق الهواء اقصر قليلاً من زفرهِ ولا سيما في النساء والاولاد وبين نهاية الزفير وبداءة الشهيق الذي يتبعهُ تحدث عادةً فترة قصيرة جدًّا فيُعبَّر عن نظام التنفُّس باعداد نسبية هكذا :

الشهيق ٦
الزفير ٧ او ٨
فترة خفيفة جدًّا

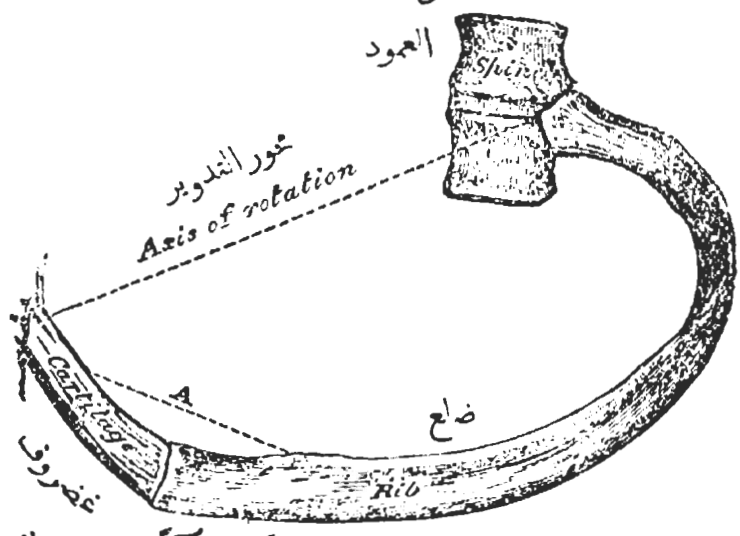
الصدر تجويف جميع جوانبهِ مغلقة لا يدخلها هواء يحيط بهِ اولاً الغشاء المبطن لهُ وهو البليورا ثم الى ظاهرها الجدران الصدرية التي بعضها عظمي قابل للحركة وبعضها عضلي وبعضها غضروفي مرن . وتملاهُ الرئتان والقلب واوعيتها الكبيرة كيفما تغير حجمهُ لانهُ اذا اتسع دخلها زيادة من الهواء والدم واذا انقبض وضاق خرج منها هواء ودم بحيث تمس دائمًا الرئتان وبعض القلب كل جزء من سطحهِ الباطن . والسبب لذلك ان الرئتين بمنزلة كيسين متميزين اجوفين لا يستطرقان الى الظاهر الاَّ بواسطة القصبة والحنجرة ولا يتعرض للضغط الجوي الاَّ سطحها الباطن بحيث ان سطحها الظاهر يمسُّ على الدوام الاجزاء المحيطة بهِ ولا يبقى فراغ بين البليورا الرئوية والبليورا الضلعية الاَّ اذا ثُقب الجدار الصدري ودخل الهواء التجويف البلوراوي وصار الضغط على ظاهر الرئة مساويًا للضغط الذي على باطنها او اكثر منهُ

وبناءً على ذلك في شهق الهواء الى الرئتين لا يلزم الاَّ حركة جدران الصدر او ارضهِ او كليهما بحيث يتسع التجويف الصدري . لانهُ عند الاتساع المذكور

ينقص ضغط الهواء في الرئتين فتدخل كمية جديدة من الحنجرة والقصبة لاجل حفظ موازنة الضغط على ظاهر وباطنهِ . واما في الزفير فمن الواضح ايضًا انهُ لا يحُتاج الاَّ الى حركة مضادة لما سبق اي الى حركة تضيّق سعة التجويف الصدري وتزيد الضغط في الباطن الى ان يتعادل الضغطان على باطن الصدر وظاهرهِ . وفي كلا الحالين يسير الهواء من الحنجرة والقصبة دخولاً وخروجًا وتبقى الرئتان ماستين لجدران الصدر وارضهِ وعلى هذا انما يكون تمدد الصدر تمدد الرئتين وانقباضهُ انقباضهما

ثم ان اتساع التجويف الصدري في الشهيق عمل عضلي . واما العضلات الرئيسة التي تتم بها الحركة المذكورة فهي الحجاب الحاجز والعضلات بين الاضلاع الظاهرة وقسم العضلات بين الاضلاع الباطنة الموضوع بين الغضاريف الضلعية والعضلات المعينة لها هي الروافع للاضلاع والمسننة الخلفية العليا وغيرها . ويطول قطر الصدر العمودي بواسطة هبوط الحجاب الحاجز واكثر الهبوط يحدث في جانبي هذه العضلة واما وترها المركزي فقلما يتغير وضعهُ . وعمل

شكل ٦١



العضلات بين الاضلاع وبقية العضلات المذكورة آنفًا مدة عمل الحجاب يمنعهُ عند الانقباض من جذب جوانب الصدر نحو الباطن ويطيل قطر الصدر الجانبي لانها ترفع الاضلاع اي انها تدبرها دبرًا رحويًّا حول المحور الممتد من

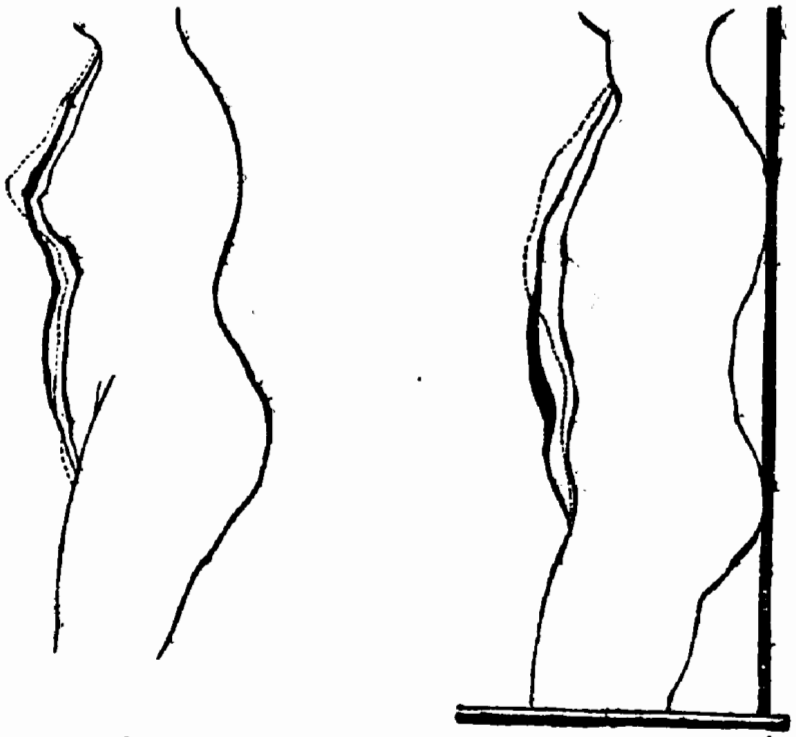
اتصالها الفقري الى اتصالها القصي (انظر ش ٦١). ولانقباض العضلات بين الاضلاع عمل آخر وهو انها تطيل قطر الصدر الامامي الخلفي لانها تقوم قليلاً الزاوية الكائنة بين الضلع وغضروفهِ (٨ ش ٦١) بحيث تطول المسافة التي بين اتصالهِ الفقري واتصالهِ القصي. وعلى ذلك بينما ترفع الاضلاع يندفع القص نحو المقدم. ومن اختلاف شكل الاضلاع الصحيحة بين العليا منها والسفلى ولسبب ان الزوايا الواقعة بين الاضلاع وغضاريفها اقل انفراجًا في السفلى منها في العليا تظهر النتيجة في الجزء السفلي من الصدر اكثر مما تظهر في الجزء العلوي

ولانتشار الصدر في الشهيق صفات خاصة به تتنوع بحسب الاشخاص والكيفيات المختلفة. فيكاد يتم بالكلية في الاولاد الصغار بواسطة الحجاب الحاجز الذي يكون شديد التقوس في الزفير فاذا انقبض في الشهيق تسطح وهبط وضغط الاحشاء البطنية ودفع جدران البطن المقدمة نحو الامام. ولما كانت حركة الجدران البطنية ظاهرة هنا اكثر من ظهورها في محل آخر سموا ذلك التنفس البطني. وفي الذكور البالغين يهبط الحجاب ويندفع جدار البطن المقدم نحو الامام وينتشر جزء الصدر السفلي والقص انتشارًا ظاهرًا. وفي النساء ينتشر جزء الصدر العلوي اكثر من السفلي ولذلك كانت فيهنّ حركة الضلع الاوّل اوسع مجالاً مما تكون في الذكور وربما كانت الغاية المقصودة بذلك اتساع الخلاء في اعلى الصدر للتنفس عند ارتفاع الجنين في البطن ومزاحمتهِ لاسفل الصدر. وسمّى بعضهم تنفس الذكور النوع الضلعي السفلي وتنفس الاناث الضلعي العلوي

ثم بعد الاتساع المذكور الذي يحدث في الشهيق يعود الصدر والرئتان الى حجمهما الاوّل بواسطة مرونتها فان القوة التي تنشأ من عمل عضلات الشهيق في تمديد الصدر والتغلب على مقاومة مرونة الرئتين وجدران الصدر تتحوّل الى عمل زفيري عند ارتخاء العضلات المذكورة. وهذا العود ناشئ على

الخصوص عن مرونة الغضاريف الضلعية وعن عمل الرئتين ايضًا اللتين تتضمنان مقدارًا كبيرًا من النسيج المرن وهو كافٍ في التنفس الاعتيادي لطرد

شكل ٦٣ شكل ٦٣



الهواء من الصدر مدة الفترة الواقعة بين شهقة وشهقة بحيث لا يكون اقتضاء لعمل عضلي . غير انهُ في المجهود الزفيري طوعًا كان كما في التكلم والغنا والنفخ وما اشبهها او جبرًا كما في العطاس والسعال وغيرها تعمل العضلات الخاصة بالزفير لان القوة المرنة وحدها لا تكون كافية لذلك . واخص هذه العضلات هي

ش ٦٣ . التغير الذي يحدث في الجدران الصدرية والبطنية في الذكر مدة التنفس . وقد فُرِض الظهر مثبتًا لكي تبرز الحركة التنفسية غاية ما يكون نحو الامام . الخط الاسود الظاهر الى المقدم عبارة عن التنفس الاعتيادي . حافتهُ المقدمة حد الشهيق وحافتهُ الخلفية حد الزفير . ويشاهد ان الخط اغلظ على البطن لان التنفس الاعتيادي اكثرهُ بطني وارقّ على الصدر لان الحركة في هذه الجهة قليلة . واما الخط المنقط فيدلّ على الحركة عند الشهيق الغائر حيث يتقدم الصدر و يرتد البطن

ش ٦٣ . الحركة التنفسية في الانثى . الخطوط تدل على التغيرات المذكورة في الشكل السابق . غلاظة الخط اعلى القص يدل على اتساع مساحة حركة التنفس الاعتيادي في الانثى في هذه الجهة اكثر من الذكر

البطنية التي اذا ضغطت احشاء البطن دفعت الى الاعلى الحجاب الحاجز الذي تتكون منهُ ارض الصدر وطردت الهواء من القصبة والمنجرة . ويضاف الى العضلات البطنية جميع العضلات التي تخفض الاضلاع كالعضلات الباطنة بين الاضلاع والقصية المثلثة والمسننة الخلفية السفلى وغيرها فهي معينة للعضلات البطنية في الزفير المغتصب . ثم اذا انضغط الصدر بواسطة عمل عضلات الزفير وصغر قطرُ الاعتياد ي ارتد عند ارتخاء العضلات الى حجمهِ الاوّل بواسطة مرونتهِ . وعلى ذلك يكون بناء الجدران الصدرية في غاية ما يكون من الموافقة للارتداد الى حالتها الاصلية سواء بعد انقباضها او انبساطها

تقدم ان الرئتين بعد تمددهما في الشهيق تنقبضان بواسطة عمل النسيج المرن الداخل في تكوين الانابيب الشعبية والمنتشر على جدران الخلايا الهوائية وبينها وفي البلورا . ولكنهما في الحالة الطبيعية لا تنقبضان ابدًا الى الدرجة القصوى بل تبقيان دائمًا متمددتين اكثر او اقل وماستين لسطح الجدران الصدرية الباطن بواسطة الضغط الجوي فلا تنقبضان وتنفارقانهِ الاّ اذا اختلف الضغط على ظاهرها وباطنها كما يحدث اذا نفذ الهواء من فتحة في الصدر الى التجويف البلوراوي او اذا انسكب سائل فيهِ . ولذلك تكون درجة انقباض الرئتين وتمددهما في الحالة الاعتيادية عائدة الى وضع الجدران الصدرية على شكل ان سطح الرئتين الظاهر ماس دائمًا لوجه الجدران الباطن وتابع لهُ في جميع حركاتهِ فاذا تمدد الصدر تمددنا واذا انقبض انقبضنا

حركات المزمار التنفسية

بينما تكون العضلات التي تجذب الهواء الى الصدر عاملة لا تكون العضلات المحافظة على الفتحات التي يمر الهواء منها منكفة عن العمل . فانهُ في التنفس السريع يشاهد تمدد المنخرين على ان ذلك لا يشاهد في الحالة الاعتيادية . واما فتحة المزمار الموضوعة في اعلى المنجرة (انظر ش ٦٤) فتنبسط عند كل شهقة لاجل سهولة مرور الهواء فيها وتهبط قليلاً عند كل زفرة فتكون حالتها

مدة التنفس مطابقة لحالة جدران الصدر. وبينها وجه آخر من المشابهة وهو ان تمدد فتحة المزمار عمل عضلي وانقباضها عائد في معظم الامر الى الارتداد المرن على انهُ قد يصاحبهُ عمل عضلي في كيفيات معلومة ستذكر في محلها

كمية الهواء التي تدخل وتخرج في التنفس

تختلف كمية الهواء التي تبدل في الرئتين مدة كل عمل من اعمال التنفس الاعتيادي وتتعسر جدًّا معرفتها لانهُ يصعب على الانسان ان يتنفس تنفسًا طبيعيًّا مدَّة التجارب . وربما كان المعدَّل الاقرب الى الصواب من ثلاثين الى خمسة وثلاثين قيراطًا مكعبًا في الشبان والكهول الاصحاء. وقال المعلم بورجيري ان تنفس الشيوخ اكثر غورًا مما هو في الشبان ولذلك يبدلون كمية اعظم من الهواء عند كل شهقة

وقد حسب الدكتور سميث جميع كمية الهواء التي تدخل الرئتين وتخرج منهما في البالغ وهو في الراحة في اربع وعشرين ساعة ٦٨٦٠٠٠ قيراطًا مكعبًا. وتزداد هذه الكمية كثيرًا بواسطة اجهاد الجسد وقال المعلم المذكور انها تبلغ ١٥٦٨٤٩٠ قيراطًا مكعبًا في الذين اشغالهم شاقة

وسمَّى المعلم هتشنسون كمية الهواء التي تبدل كل مرة في التنفس الاعتيادي هواء النفس . والكمية التي يستطيع الانسان ان ياخذها الى الرئتين في الشهيق الغائر زيادةً عن هواء النفس الهواء الاضافي . والكمية الباقية بعد الزفير الاعتيادي التي يمكن طردها الى الخارج بواسطة زفير مغتصب غائر الهواء المحفوظ. غير انهُ لا يمكن افراغ الرئتين افراغًا تامًّا ولو بعد اعظم الجهد الزفيري بل تبقى دائمًا فيهما كمية خارجة عن سلطة الارادة فيقال لها الهواء الباقي

وقال المعلم المذكور ان كمية الهواء التي يستطيع الشخص ان يخرجها من الرئتين بالزفير المغتصب بعد اطول شهقة تدل على سعة الصدر التنفسية وسماها السعة الحيوية وهي عبارة عن قوة تنفس الشخص في الرياضة النشيطة والحركة العنيفة والمرض. وتختلف في الرجال الاصحاء تبعًا لطول القامة والثقل والسن

وقال اذا كانت درجة حرارة الجو ٦٠ من ميزان فهرنهيت فتكون السعة الحيوية في الرجل الصحيح الذي طولهُ خمس اقدام وسبعة قراريط ٢٢٥ قيراطًا مكعبًا على المعدل العام وكلما زاد الطول قيراطًا عن القياس المذكور زادت السعة نحو ثمان قراريط مكعبة وكلما نقص قيراطًا نقصت السعة بمثل الكمية المذكورة . ونسبة السعة للطول لا تتعلق بسعة التجويف الصدري المطلقة لان مكعب ما في الصدر لا يزيد دائمًا بحسب زيادة طول القامة بحيث تكون سعة التنفس كبيرة في شخص سعة صدرهِ المطلقة صغيرة وبالعكس . فان سعة التنفس عائدة الى كمية حركة الجدران الصدرية غير انهُ لما كان طول القامة موقوفًا خصوصًا على طول الطرفين السفليين لا على طول الجذع او غور الصدر لم يعلم سبب زيادة الحركة التابعة لزيادة طول القامة بنسبة معلومة

واما تاثير الثقل في سعة التنفس فاقل ظهورًا مما سبق غير انهُ يقال في الجملة ان ثقل الجسد الذي يكون دون ١٦٠ رطلاً لا يفعل في كمية السعة الصدرية فاذا زاد عن ذلك نقصت السعة قيراطًا مكعبًا لكل رطل

واما السن فيظهر ان السعة تزيد من السنة الخامسة عشرة الى السنة الخامسة والثلاثين بنسبة خمسة قراريط مكعبة لكل سنة وتنقص من السنة الخامسة والثلاثين الى الخامسة والستين بنسبة نحو قيراط ونصف لكل سنة بحيث تكون سعة الرجل الذي لهُ ستون سنة من العمر اقل بنحو ثلاثين قيراطًا من سعة الرجل الذي لهُ اربعون على فرض انهما متساويان في الطول والثقل

هذا وان تجارب المعلم هتشنسون كانت في الرجال فقط ولعل نتائجهُ صحيحة من جهتهم فقط . واما النساء فيظهر من كلام المعلم بورجيري ان سعة تنفسهنَّ نصف ما للرجال الذين من عمرهنَّ

واما عدد التنفس من شهيق وزفير في البالغ الصحيح فيكون عادةً من اربع عشرة مرة الى ثمان عشرة في الدقيقة . وهو اكثر من ذلك في الاطفال والاولاد ويختلف كثيرًا بحسب اختلاف الكيفيات كالحركة والسكون والصحة

والمرض الى غير ذلك . والاختلاف في عدد التنفس تابع غالبًا للاختلاف الذي يحدث في نبضات القلب والنسبة بينهما في الصحة كنسبة ١ الى ٤ او ١ الى ٥ فاذا زادت سرعة عمل القلب زادت سرعة حركات الصدر ايضًا في الغالب الاَّ ان النسبة لاتبقى ضرورةً كما ذكر. فانهُ يتفق احيانًا في المرض ولا سيما مرض الرئتين او المسالك الهوائية ان عدد التنفس يزيد باكثر من نسبتهِ العادية لضربات النبض وكثيرًا ما يتفق في علل اخر ان عدد النبض يزيد باكثر من نسبتهِ الاعتيادية للتنفس

وقال هتشنسون ان معظم القوة التي تفعل بها العضلات الشهيقية تكون في الاشخاص الذين طولهم من خمس اقدام وسبعة قراريط الى خمس اقدام وثمان قراريط وهي كافية لرفع عمود زئبق علوهُ ثلاثة قراريط . فاذا زاد طول القامة عن ذلك نقصت القوة بحيث يرفع عامة الرجال الذين طولهم ست اقدام قيراطين ونصف من الزئبق فقط . واما القوة التي تظهر في اشد الاعمال الزفيرية فهي غالبًا اعظم من قوة الشهيق بنحو ثلث غير ان معظم هذا الاختلاف عائد الى القوة الناشئة عن عود جدران الصدر المرن والى زيادة قوة عضلات الزفير التي تنالها من التمرُّن في غير عمل الزفير. ولذلك كانت قوة العمل الشهيقي اوفق من العمل الزفيري لاجل معرفة قوة الجسد العضلية

وقد ظهرت القوة العظيمة للمجهودات الشهيقية من التجارب الحديثة . وذلك انهُ أُدخِلت انبوبة زجاج في قصبة كلب وغمس طرفها الآخر في وعاء فيهِ زئبق ثم حُجِز الهواء عن الكلب فكانت نتيجة المجهودات التنفسية عظيمة بهذا المقدار حتى انها جذبت الزئبق في الانبوبة الى علو اربعة قراريط . وغُمِست رؤوس حيوانات حية في الزئبق وفي الجصّ السائل فشوهد بعد الموت كلاهما قد جُذِبا الى الاناييب الشعبية واملأَا نسيج الرئتين

ويظهر انهُ في التنفس الاعتيادي الهادي الذي يتم بدون شعور او جهد الارادة لايقتضي الامر اكثر من عمل عضلات الشهيق ومرونة جدران الصدر

والرئتين. ولا يعلم ما هي الاحوال التي تستدعي قوة الانابيب الشعبية الانقباضية المستقرة في الياقها العضلية وربما كانت فائدتها الرئيسة تعديل كمية الهواء الداخلة الى الرئتين او الى اجزائها الخاصة بحسب كمية الدم. وربما كان ايضًا من فوائد الياف الانابيب العضلية انهُ اذا حصل تجمعات مخاطية في الانابيب ولم يمكن طردها الى الخارج بواسطة الزفير المغتصب لسبب تهور او حالة اخرى مرضية في قسم الرئة الناشئ من الانابيب المسدودة انقبضت الالياف العضلية على التجمعات المخاطية وطردتها الى الخارج شيئًا فشيئًا

واذا تهيج العمل العضلي في الرئتين تهيجًا مرضيًا كان ذلك غالبًا اعظم الاسباب لاحداث الربو التشنجي. وقد يبرهن ذلك بارسال سيل كلثاني في الرئتين بعد اخراجهما حالاً من الصدر فانهما تنقبضان بدليل انهُ اذا ادخلت انبوبة في القصبة ووضع فيها ماء ارتفع عمود الماء عند الانقباض المذكور. وقد اظهر ڤولكمان بانهما تنقبضان بواسطة تهيج اعصابهما فانهُ قطع راس حيوان وادخل في قصبتهِ انبوبة طرفها السائب دقيق ثم حوّل الطرف الدقيق نحو لهبة سراج وكلثن جذع العصب الرئوي المعدي فكان يُنفخ اللهيب كل مرة اعاد العمل وانطفى مرة

وما عدا الحركات التنفسية المذكورة يعان تغيير الهواء في الرئتين بواسطة ناموس انتشار الغازات. فان الحامض الكربونيك الخارج من الدم الى الخلايا الهوائية يميل بحسب هذا الناموس الى مفارقة الرئتين وانتشارهِ في الهواء الخارج حيث وجودهُ على نسبة اقل وكذلك اكسجين الهواء الجوي يميل من نفسهِ بحسب هذا الناموس ايضًا الى الاتجاه نحو الخلايا الهوائية حيث وجودهُ هناك على نسبة اقل مما هو في الانابيب الشعبية او في الهواء الخارج من الجسد. ولولا ميل الاكسجين والحامض الكربونيك الى الامتزاج المذكور امتزاجًا متساويًا داخل الرئتين وخارجهما لكان الهواء المحفوظ والهواء الباقي يؤذيان من زيادة الحامض الكربونيك فيهما لان الحركات التنفسية وحدها غير كافية لافراغ الخلايا الهوائية

وربما كان عملها مقتصرًا على اخراج الهواء من الانابيب الشعبية الكبيرة فقط . وربما يعان ايضًا تغيير الهواء بواسطة اختلاف الحرارة بين الهواء الذي داخل الرئتين والهواء الخارج عنها وبواسطة عمل اهداب الغشاء المخاطي المبطن للانابيب الشعبية التي اهتزازها الدائم يمنع التصاق الهواء بسطح الغشاء الرطب

حركة الدم في الاعضاء التنفسية

لاجل مقابلة الهواء الذي ينتقل على ما ذكر من التعاقب الى باطن الخلايا الهوائية والانابيب الشعبية الدقيقة ومنها الى الخارج يندفع الدم من البطين الايمن الى الاوعية الشعرية الرئوية على شكل سيل متصل ولما كانت حركة الدم في الاوعية الشعرية بطيئة قليلاً تعرض كل جزء دقيق منهُ بضع ثوانٍ للهواء بدون ان يكون حاجز بينهما الاَّ جدران الاوعية الشعرية والخلايا الهوائية الرقيقة . وتتم الدورة الرئوية على نوع في غاية ما يكون من البساطة فان الشريان الرئوي يتفرع تفرعًا منتظمًا وتسير فروعهُ سيرًا مستقيمًا بدون ان يتقهم بعضها ببعض وتنتشر الضفائر الشعرية انتشارًا متساويًا على جدران الخلايا الهوائية والمسالك بين الخلايا وتسير الاوردة الناشئة من الضفائر الشعرية سيرًا مستقيمًا متساويًا كسير الشرايين بحيث تجتمع فروعها نحو نقطة منشاها ولا يتقهم بعضها ببعض . وليس للاوردة صمامات اولها صمامات صغيرة غير تامة ممتدة من زوايا اتحادها بعضها ببعض لا تحسن سدَّ ايٍّ من الوريدين الواقعة هي بينهما

ولما كان الدم الجاري في الشريان الرئوي وريديًّا الى ان يصل الى الاوعية الشعرية كان غير صالح لتغذية شيء من الرئة الاَّ الاجزاء التي تمر فيها الاوعية الشعرية وذلك بعد تاكسدٍ . واما تغذية ما بقي من الرئتين كالبليورا والنسيج بين الخلايا والانابيب والغدد الشعبية وجدران الاوعية الدموية الكبيرة فتتم بواسطة كمية خاصة من الدم الشرياني تاتي وتتوزَّع فيها من الشرايين الشعبية . فاذا قضى هذا الدم وظيفتهُ في تغذية الاجزاء المذكورة صار وريديًّا وحُمِل بعضهُ الى وريد شعبي بقرب جذر الرئة والبعض الآخر الى فروع

الشريان الرئوي الصغيرة او راسًا الى الاوعية الشعرية الرئوية فيتاكسد هناك مع بقية الدم ثم يحمل الى الاوردة الرئوية وجانب القلب الايسر

التغيرات التي تحدث في الهواء بواسطة التنفس

عند تماسّ الهواء والدم في الرئتين يحدث تغيير في تركيب كليهما . ولما كانت التغيرات التي تحدث في الهواء اكثر ظهورًا وبساطةً مما يحدث في الدم فنذكرها اولاً

حيثما امتحن الهواء الجوي في حالتهِ الطبيعية شوهد ان تركيبهُ يقرب ان يكون واحدًا . وهو مزيج مركب من اكسجين ونيتروجين وحامض كربونيك وبخار مائي وتصاحبهُ غالبًا اثار من غازات اخرى كالامونيا والهيدروجين المكبرت . فمن كل ١٠٠ جرم من الهواء الجوي النقي ٧٩ جرمًا من النيتروجين و٢١ من الاكسجين. واما مقدار الحامض الكربونيك فصغير جدًّا لان ١٠٠٠٠ جرمًا من الهواء لا يتضمن اكثر من ٤ او ٥ اجرام من هذا الحامض

واما كمية البخار المائي فتختلف كثيرًا بحسب اختلاف الكيفيات كدرجة الحرارة وغيرها غير ان الهواء الجوي لا يخلو منها على الاطلاق

والتغيرات التي تحدث في الهواء بواسطة التنفس اربعة وهي اولاً انهُ يسخن ثانيًا تزيد كميتهُ من الحامض الكربونيك . ثالثًا تنقص كميتهُ من الاكسجين. رابعًا يزيد بخارهُ المائي. خامسًا يضاف اليهِ مقدار طفيف من مادة آلية وامونيا منفردة

١. يسخن الهواء الخارج في الزفير بواسطة ملامستهِ لباطن الرئتين بحيث يصير اسخن من الهواء الداخل في الشهيق الاَّ في البلاد الحارة جدًّا . وتختلف درجة حرارتهِ من ٩٧° الى ٩٩½° ف وذلك تبعًا للزمن الذي يدوم فيهِ الهواء في الرئتين لا الى الدرجة المنخفضة للهواء الجوي فانهُ مهما كانت درجة الهواء الداخل لابد من ارتقائها الى درجة حرارة الدم تقريبًا قبل خروجهِ من الرئتين

٢. تزيد كمية الحامض الكربونيك دائمًا في الهواء الخارج في الزفير على ان هذه الزيادة تقبل التغيير بحسب الاحوال. فانهُ يُسلَب من كل جرم من الهواء الداخل في الشهيق نحو ٤½ في المئة من الاكسجين وتضاف اليهِ كمية من الحامض الكربونيك اقل من ذلك بقليل. والحساب المعدل المبني على تجارب ڤلنتين وبرونر هو ان الكمية التي تتبخَّر من الحامض الكربونيك في الهواء الخارج من تنفس الرجل الصحيح البالغ تبلغ عادةً ١٢٤٦ قيراطًا مكعبًا في الساعة وهذا يساوي ٦٤٦ قمحة. وبناء على هذا الحساب الذي يوافق ما ذهب اليهِ علماء كثيرون يكون وزن الكربون الذي يبرز من الرئتين نحو ١٧٤ قمحة في الساعة وذلك يساوي اكثر من ثمان اواق في اربع وعشرين ساعة. وربما كان الاختلاف الواقع بين بعض المجربين من هذا القبيل عائدًا الى الاختلاف الكائن في الكمية المفرزة بحسب السن والجنس واختلاف الحركات التنفسية والحرارة الظاهرة ونقاوة الهواء وغير ذلك من الكيفيات التي نذكرها الآن بالتفصيل نظرًا لما فيها من الاهمية من حيث منشأ الحامض الكربونيك المُبرَز او الطريقة التي بها ينفصل عن الدم

اما تاثير السن والجنس في كمية الحامض الكربونيك المبرزة الى الهواء فقد اظهر اندرال وكافارات انها تزيد على نوع منتظم في الذكور من السنة الثامنة الى الثلاثين وتستمر او تنقص قليلاً من الثلاثين الى الاربعين وتنقص نقصًا ظاهرًا من الاربعين الى الخمسين وتاخذ في زيادة النقص من الخمسين الى الهرم الى انها تكاد لا تتجاوز الكمية المفرزة في السنة العاشرة. واما في الاناث فالكمية اقل منها في الذكور وتاخذ في الزيادة من السنة الثامنة الى زمن البلوغ ثم تقف هناك على نسبة واحدة الى ان ينقطع الحيض لتقدم السن او مدة الحمل او لعلة مرض فتزيد الكمية واذا كان انقطاع الحيض طبيعيًا فانها تاخذ في النقص كما ذكر من جهة الشيوخ

واما تاثير الحركات التنفسية في كمية الحامض الكربونيك فقد اظهر

فيروردت انهُ كلما كانت الحركات التنفسية سريعة نقصت الكمية المذكورة في جرم الهواء الخارج في الزفير لانهُ شاهد من التجربة انهُ اذا كان التنفس ست مرات في الدقيقة كانت كمية الحامض الكربونيك كل مرة ٥٢٨ ٥ في المئة واذا كان اثنتي عشرة مرة كانت الكمية ٢٦٢ ٤ في المئة واذا كان اربع وعشرين مرة كانت ٤٥٥ ٣ واذا كان ثمان واربعين مرة كانت ٩٨٤ ٢ واذا كان ست وتسعين مرة كانت ٦٦٢ ٢ . هذا من حيث الكمية النسبية لا المطلقة فان الحامض يزيد في التنفس السريع في وقت مفروض لان الهواء المتنفس يكون اكثر وذلك سواء كانت سرعة التنفس طوعًا بالارادة او طبعًا بعد تناول الطعام والرياضة النشيطة وهلمَّ جرًّا . واذا نقصت سرعة التنفس وزاد غورهُ نقصت نسبة كمية الحامض الى المئة بحيث تصير في اكثر النفس غورًا اقل من التنفس الاعتيادي بنحو ٩٧ ١ في المئة غير انهُ يعاض عن النقص المذكور بزيادة جميع جرم الهواء الحاصلة من التنفس الغائر . ثم ان النصف الاخير لجرم الهواء الخارج في الزفير يتضمن من الحامض الكربونيك اكثر من النصف الاول لانهُ ياتي من الاجزاء الرئتين البعيدة حيث كان اقرب الى الدم واما النصف الاوّل فمعظمهُ آتٍ من الشعب الكبيرة

واما تاثير الحرارة الخارجة فقد اظهرت تجارب فيروردت في الحيوانات ذوات الدم الحار انهُ بين ٣٨° و٧٥° ف كلما صعدت الحرارة عشر درجات نقصت كمية الحامض الكربونيك نحو قيراطين مكعبين في الدقيقة . وجرَّب لتلييه ذلك على درجات من الحرارة اعلى واوطى مما ذكر فشاهد انهُ كلما صعدت الحرارة نقصت كمية الحامض وكلما انخفضت وقاربت الصفر زادت الكمية

واما تاثير الفصول فقد ظهر من بحث سميث ان معظم نشاط التنفس وبقية الوظائف يكون في الربيع واضعفهُ في الخريف

تاثير نقاوة الهواء . كمية الحامض الكربونيك الاعتيادية التي تخرج من

الرئتين نحو ٤٨ ٤ في المئة من الهواء المطرود بواسطة الزفير فاذا كان الهواء الداخل في الشهيق حاملاً مقداراً كبيراً من الحامض كما يحدث في الهواء المتنفس مكرراً المرة بعد المرة نقصت كمية الحامض نقصاً ظاهراً . وقد ثبت ذلك بواسطة تجربتين للمعلم الين والمعلم پيپس . ففي التجربة الاولى كان الهواء الداخل في كل شهقة حديثاً نقياً وكانت كمية الحامض الخارجة اثنين وثلاثين قيراطاً مكعباً في الدقيقة وفي التجربة الثانية كان يتنفس الهواء نفسه مكرراً المرة بعد المرة فكانت كمية الحامض الخارجة في الدقيقة تسعة قراريط ونصف فقط . وشاهد المعلمان المذكوران انه مهما تكرر تنفس الهواء الواحد ولو الى درجة عدم الصلاحية للقيام بالحيوة فلا يتضمن اكثر من ١٠ في المئة من الحامض الكربونيك . فيتضح مما تقدم لزوم تبديل الهواء في البيوت التي يتنفس فيها اناس كثيرون او التي يتولد فيها لعلة اخرى مقدار كبير من الحامض الكربونيك فان وجود هذا الحامض في الهواء يفسد صلاحيته للحيوة او يعارض خروجه من الرئتين بحسب كميته

تاثير رطوبة الهواء . قد ظهر من مشاهدات لهمان انه اذا كان الهواء رطباً كان الحامض الكربونيك الخارج من الرئتين كثيراً واذا كان جافاً كان الحامض قليلاً

تاثير النهار والليل . غاية ما يعلم من هذا القبيل هو ان كمية الحامض الكربونيك الخارجة مدة الليل اقل جداً منها في النهار . واما الاختلافات التي تحدث في اقسام النهار بقطع النظر عن كيفيات اخر فغير معلومة

تاثير الطعام . تزيد الكمية بعد مناولة الطعام وتنقص عند الامساك وقال ركنالت وريسيت انها تكثر اذا كان الطعام نباتياً ونقل اذا كان حيوانياً . وذهب عامة الفيسيولوجيين الى ان المشروبات الروحية ينشأ عنها نقص سريع واضح وقال سميث ان بعضها يزيد الكمية وبعضها ينقصها

تاثير الرياضة والنوم . الرياضة الجسدية اذا كانت معتدلة تزيد الكمية

ثلثًا على ما تكون في حالة الراحة. والى مدة ساعة بعد الرياضة يزيد جرم الهواء الخارج في الزفير بنحو ١١٨ قيراطًا مكعبًا في الدقيقة وتزيد كمية الحامض الكربونيك بنحو ٨ ٧ قراريط مكعبة في الدقيقة. وقال سميث اذا كانت الرياضة عنيفة زادت الكمية عما ذكر. واما في النوم فتنقص الكمية كثيرًا ولعل ذلك عائد الى هدو التنفس

٣. الاكسجين الذي في الهواء الخارج من الرئتين اقل دائمًا منهُ في الهواء الذي يدخلها ونقصانهُ غالبًا بنسبة زيادة الحامض الكربونيك. فانهُ قد ظهر من تجارب ڤلنتين وبرونران الكمية التي تخرج من الرئتين من الحامض الكربونيك في الساعة عادةً ١٢٤٦ قيراطًا مكعبًا اي ٦٢٦ قمحة والكمية التي تمتصها الرئتان من الاكسجين في الساعة ٥٨٤ ١ قيراطًا مكعبًا اي ٥٤٢ قمحة وعلى ذلك تكون كمية الاكسجين الممتصة اكثر من الكمية المتحدة بالكربون في الحامض الكربونيك الذي يتبخر من الرئتين. وربما ذهبت هذه الكمية الزائدة من الاكسجين في تكوين بعض الحامض الكربونيك والماء اللذين يخرجان من الجلد وفي الاتحاد بالكبريت والفصفور لاجل تكوين بعض الحوامض التي اذا اتحدت بقواعد صارت املاحًا وافرزت في البول. وربما اتحد بعضها بنيتروجين الانسجة المتحللة على ما اظهرهُ المعلم جونس

وتختلف كمية الاكسجين الممتصة فانها تزيد اذا كان الطعام نباتيًا وتنقص اذا كان حيوانيًا ولاسيما عند الامساك وتختلف ايضًا بحسب دور الهضم. وتتناول الحيوانات الصغيرة الجرم من الاكسجين مقدارًا اعظم بالنسبة الى اجسامها مما تتناولهُ الكبيرة. وقال ركنالت وريسيت انهُ اذا زادت كمية الاكسجين في الهواء المتنفس فلا يؤثر ذلك في الكمية التي تتناولها الرئتان عادةً

واما نيتروجين الهواء الجوي فيظهر ان فائدتهُ باعتبار التنفس ميكانيكية فقط فانهُ يخفف الاكسجين ويلطف عملهُ في الجسد. وكثيرًا ما وقعت المباحثة في انهُ هل يمتص النيتروجين او يبخر من الرئتين مدة التنفس. وجميع ما علم من

هذا القبيل ان كميتهُ الخارجة من الرئتين تزيد عن الكمية الداخلة زيادةً يسيرة جدًّا . واما عند الامساك الطويل فتمتص الرئتان كمية صغيرة

٤. البخار المائي الذي يتبخر من الرئتين في التنفس ثابت الوجود في الحالة الاعتيادية وكافٍ لاشباع الهواء الخارج في الزفير . واما كميتهُ المطلقة فموقوفة على الكيفيات الآتي ذكرها . وهي اولًا انهُ كلما كان جرم الهواء الخارج في الزفير كبيرًا كانت كمية الرطوبة الخارجة معهُ كثيرة ايضًا . ثانيًا اذا كانت كمية البخار المائي في الهواء الجوي كبيرة كانت كمية الرطوبة الخارجة من الرئتين قليلة كافية لاشباع الهواء فقط . ثالثًا اذا كانت درجة حرارة الهواء الخارج في الزفير مرتفعة كانت كمية البخار المائي كبيرة لاجل اشباع الهواء رطوبةً . رابعًا يظهر انهُ كلما طالت مدة وجود الهواء في الرئتين زادت رطوبتهُ

فبناء على ذلك يقال ان الهواء الخارج في الزفير مشبع بالبخار المائي ومن ثمَّ يتيسر حساب الكمية المتبخرة في وقت مفروض وذلك ان نطرح الكمية التي يتضمنها الهواء الداخل الى الرئتين من الكمية التي تكفي لاشباع ذلك الهواء نفسهِ على درجة ٩٩ من الحرارة وهي درجة حرارة الهواء الخارج في الزفير . وبالعكس اذا عرفنا كمية البخار المائي في الهواء الخارج من الرئتين فيمكننا ان نعرف من ذلك كمية الهواء الخارج لانها تكون ما يشبعها البخار المائي على الدرجة المعلومة من الحرارة والضغط البارومتري

وتختلف كمية الماء المتبخرة من الرئتين في اربع وعشرين ساعة من ست اواق الى سبع وعشرين بحسب الاحوال العاملة فيها على ما سبق من ان الكمية الاعتيادية نحو تسع او عشر اواق . وربما تكوَّن بعضها من اتحاد الاكسجين الزائد الممتص في الرئتين بهيدروجين الدم ومعظمها بلا ريب مجرد تبخر ماء الدم من سطوح المسالك والخلايا الهوائية كما يحدث في السطوح السائبة لجميع الاغشية الحيوانية الرطبة ولا سيما على الدرجة المرتفعة من الحرارة في الحيوانات ذوات الدم الحار

٥ . اظهرت تجارب ريد وريتشاردسون ان الهواء الخارج من الرئتين يتضمن الامونيا زيادةً على الحامض الكربونيك والماء . وقال ويدرهولد انهُ يوجد فيهِ ايضًا حامض بوريك وبورات الصودا والامونيا وعلى ذلك يظهر من تجاربهِ انهُ يبرز من الرئتين بعض التراكيب الجامدة التي تشاهد في افرازر الجلد والكليتين

التغيرات الحاصلة في الدم بواسطة التنفس

اظهر التغييرات التي تحصل في الدم مدة سيرهِ في الرئتين هو ما يحدث في اللون حيث يتحوَّل الدم الوريدي الارجواني القاتم الى الدم الشرياني القرمزي الزاهي وقد سبق الكلام على الاسباب التي يظن ان التغيير المذكور حادث عنها وعلى الاحوال التي ينشأ عنها بقطع النظر عن التنفس وعلى الاختلافات الاخرى الكائنة بين الدم الشرياني والدم الوريدي (صفحة ٥٦) على ان اهمية تغيير اللون ربما كانت قليلة الا من حيث دلالتهِ على تغييرات جوهرية في تركيب الدم . واخص هذه التغييرات اولاً ان حرارة الدم ترتفع درجةً او اثنتين بعد مرورهِ في الرئتين . ثانيًا انهُ يتجمد اسرع واشد مما يتجمد قبل سيرهِ في الرئتين ويظهر انهُ يتضمن فبرينًا اكثر . ثالثًا ان الاكسجين الذي فيهِ اكثر والحامض الكربونيك والنيتروجين اقل ولعل هذا التغيير هو اعظمها غير انهُ قد سبق القول ان كمية الحامض الكربونيك المطلقة سواء في الدم الشرياني والدم الوريدي هي اكثر من الاكسجين واما كميتهُ النسبية فاقل بعد مرور الدم في الرئتين

وكان يظن قبل تحقيق وجود هذين الغازين في الدم ان اكسجين الهواء الجوي ينفذ من جدران الخلايا الهوائية الى الدم ويتحد حالاً بالكربون الناشئ من الانسجة المتحللة فيحصل من ذلك حامض كربونيك يخرج في هواء الزفير . واعترض على ذلك انهُ لو كان الامر كما ذكر لكان يجب ان تكون الرئتان اسخن جدًّا من بقية اجزاء الجسد لسبب حدوث الحرارة الناشئة عن اتحاد

الكربون السريع باكسجين الهواء الجوي والحال ان حرارة الدم في جانب القلب الايسر لا تتجاوز ابدًا حرارة دم الجانب الايمن باكثر من درجة او درجتين

وبناء على الاعتراض المذكور وغيره ذهب لكرانج وهسنفراتز ان بعض الاكسجين الذي يدخل الدم من الهواء الجوي يذوب فيه والبعض الآخر يتحد اتحادًا كيماويًا ضعيفًا ببعض الاجزاء التي يتركب منها . ثم يحمل وهو على الكيفية المذكورة في الدم الشرياني الى اجزاء الجسد المختلفة فاذا بلغ المجموع الشعري من الاوعية قارب الاجزاء الاصلية التي تتألف منها الانسجة . وعند ذلك اعان في عمل التغذية وفي نقل الاجزاء المتحللة من الانسجة فيذهب في ذلك نحو نصف اكسجين الدم الشرياني وتتكوّن كمية تساويه من الحامض الكربونيك والماء . واما الدم الوريدي الذي يتضمن الحامض الكربونيك المكوّن حديثًا فيعود الى الرئتين حيث يتبخر بعض الحامض ويقبل الدم كمية جديدة من اكسجين الهواء

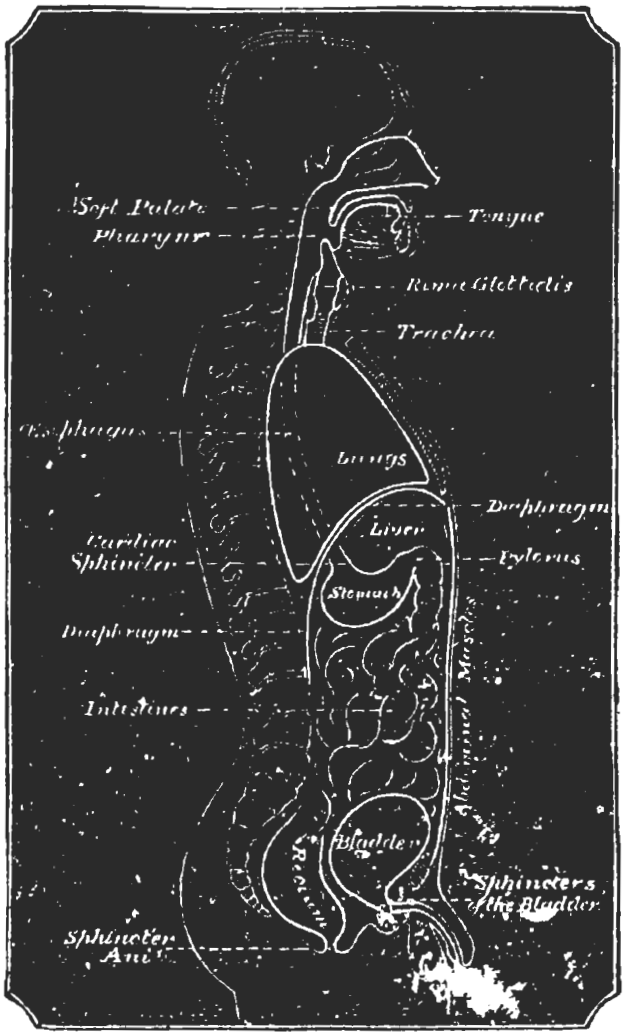
ولعل الصواب في ذلك ان معظم الاكسجين الذي يدخل الرئتين يحل في الدم او يتحد اتحادًا كيماويًا ضعيفًا ببعض اجزائه ثم يُحمَل الى المجموع الشعري ليتحد هناك وفي دورته العامة بالاصول المتحللة وبالطعام كما ذهب المعلمان المذكوران وايضًا ان بعضه يتحد حالاً عند دخوله الدم ببعض اجزائه الآلية فيتكوّن من ذلك بعض الحامض الكربونيك الذي يخرج في هواء الزفير وهذا يعلّل عن تصاعد حرارة الدم تصاعدًا خفيفًا ظاهرًا مدّة مروره في الرئتين

التعليل الميكانيكي عن بعض الاعمال التنفسية

الحجاب الحاجز (ش ٦٤) عضلة مسعرضة الوضع فاصلة بين التجويف الصدري والتجويف البطني . وهو يهبط مدة عمله فيخفف الانحناء الصدري ويدفع الاحشاء البطنية نحو الاسفل والمقدم . واما عمل العضلات البطنية فعكس عمل الحجاب فانها تدفع الاحشاء البطنية نحو الاعلى والخلف وتدفع الحجاب ايضًا اذا لم يكن هناك مانع يعارض اندفاعه نحو الاعلى . وتستطرق الرئتان الى خارج الجسد بواسطة فتحة المزمار ثم بواسطة الفم والمنخرين وتستطرق

المعدة الى الخارج بواسطة المرئ والبلعوم والفم واما من الاسفل فيستطرق المستقيم بواسطة الاست وتستطرق المثانة بواسطة مجرى . وجميع الفتحات المذكورة التي تستطرق بها الاحشاء المجوفة الى خارج الجسم محاطة بعضلات عواصر عمل كلٍّ منها قائم بنفسهِ من غير مشاركة بغيرهِ . واذ تمهد ذلك نقول

شكل ٦٤



اللهاة
البلعوم
المرئ
عاصرة المعدة
الحجاب
الامعاء
عواصر المستقيم

اللسان
فتحة المزمار
القصبة
الرئتان
الحجاب
البواب
المعدة
العضلات البطنية
عواصر المثانة

التنهد اجهاد شهيقي يتم بواسطة عمل الحجاب الحاجز وبقية العضلات التي تعمل في الشهيق بحيث يكاد يدخل الهواء المزمار بلا صوت مسموع ثم اذا عادت الرئتان والجدران الصدرية وربما البطنية ايضًا بواسطة مرونتها انطرد الهواء الى الخارج انطرادًا سريعًا . وكيفية ذلك انهُ في الدور الشهيقي من

التنهد يهبط الحجاب ويضغط الاحشاء البطنية نحو الاسفل وكان الضغط المذكور يدفع البول من المثانة الى الخارج والغائط من المستقيم لولا العضلتان العاصرتان اللتان تحفظان الفتحتين فلا يتم حينئذٍ انما دخول الهواء الى الرئتين. واما في الدور الثاني وهو الزفيري من التنهد تنضغط الاحشاء البطنية بواسطة العود المرن او العضلي للجدران البطنية انضغاطًا مخالفًا لما سبق في الدور الشهيقي فيحدث من ذلك خروج الهواء من فتحة المزمار ويندفع الحجاب الذي يكون حينئذٍ مرتخيًا الى وضعهِ الاصلي اي الى الاعلى وتعمل عواصر المعدة والمستقيم والمثانة كما عملت في الدور الشهيقي

والفواق يشبه التنهد من حيث كونهِ عملاً شهيقيًا غير ان الشهيق فجائي مسبَّب عن انقباض الحجاب انقباضًا فجائيًا تشنجيًا فاذا دخل الهواء فجأةً في فتحة المزمار وهي غير مستعدة لذلك حدث اهتزاز الاوتار الصوتية واللغط الخاص بالفواق

والسعال حادث غالبًا عن شهقة يعقبها زفرة غير انهُ اذا امتلأت الرئتان لا يندفع الهواء تدريجًا بواسطة فتحة المزمار ولكنها تنسد بتقارب الاوتار الصوتية ثم تعمل العضلات البطنية بشدة وتضغط الاحشاء الى الاعلى فيندفع الحجاب ويضغط الهواء الذي في الرئتين واذا انضغط الهواء فتح الاوتار الصوتية التي تعارض سيرهُ الى الخارج بشدة وصوت خاص بالسعال. فينتأتى من ذلك قوة عظيمة ويدفع مجرى الهواء المخاط او مواد اخر من الرئتين او القصبة دفعًا سريعًا حادًا. غير ان الضغط الحادث عن عمل العضلات البطنية يفعل في الاحشاء البطنية كما يفعل في الرئتين لان الاحشاء هي الواسطة التي يندفع بها الحجاب الى الاعلى وكان يسبب طرد ما في المعدة والمستقيم والمثانة لولا عمل العواصر الموضوعة عند فتحاتها واذ ذاك تنحصر القوة الضاغطة في جزء واحد فقط اي فتحة المزمار

والعطاس كالسعال تمامًا ولا يختلف عنهُ الاَّ من حيثية واحدة وهي ان

مجرى الهواء عند خروجهِ من الرئتين ينفذ معظمهُ من الانف لا من الفم كما يحدث في السعال وذلك بان تنقبض قوائم اللهاة فتهبط اللهاة وتسد المسلك المستطرق بين الفم والبلعوم فلا يجد الهواء سبيلاً للخروج الاَّ من الانف دافعًا معهُ مخاطًا اومادة اخرى حريفة فاذا لم يكن هبوط اللهاة كافيًا لذلك اندفع الهواء من الفم ايضًا واذا كان اندفاعهُ من الفم فقط لا يختلف عن السعال حقيقة اولغطًا

والقي يسبقهُ اولاً شهقة ثم تنسد فتحة المزمار ويعقب ذلك حالاً عمل العضلات البطنية عملاً شديدًا وكل ذلك كما يحدث في السعال ثم يختلف العمل بينهما . فان الاوتار الصوتية تنفتح في السعال من عمل العضلات البطنية وتبقى مسدودة في القي وحينئذٍ لا يستطيع الحجاب ان يصعد فيكوّن سقفًا ثابتًا تنضغط المعدة عليهِ . وحينئذٍ ترتخي العاصرة القلبية وينطبق البواب وتنقبض المعدة نفسها وتعمل العضلات البطنية فتطرد ما في باطن المعدة الى المرئ ثم الى البلعوم ثم الى الفم . وربما اعان عمل المرئ العضلي المقلوب في القي

وفي اخراج البول والغائط الاختياري تحدث اولاً شهقة كما يحدث في السعال والعطاس والقي ثم ينسد المزمار وينثبت الحجاب كما يحدث في القي . ثم يبقى المزمار والطرف القلبي للمعدة مسدودين وترتخي عاصرة المثانة اوعاصرة المستقيم اوكلتاهما فينطرد ما فيهما الى الخارج ويعين في ذلك انقباض جدرانهما العضلية ولو لم تكن القوة الدافعة متجهة نحو الاسفل لكان ما في الرئتين والمعدة ينطرد الى الخارج كما ينطرد البول والغائط . ويكون الحجاب في جميع هذه الاعمال الدافعة منكفًا عن العمل واذا انثبت فانما يكون ذلك ناشئًا عن انطباق المزمار لا عن عمل من تلقاء نفسهِ

وعمل الولادة في الانثى يكاد يكون طبق الزحير الذي يحدث في استطلاق البول والغائط من حيث عمل الحجاب والعضلات البطنية . غير ان انقباض الرحم اشد جدًّا من انقباض المثانة اوالمستقيم على انهُ ينال اسعافًا عظيمًا من

الاجهاد الشهيقي وتثبت الحجاب وانقباض العضلات البطنية على ما ذكر في استطلاق البول والغائط . وعمل العضلات البطنية غير اختياري على جانب عظيم في الولادة كالقي وهو اختياري غالبًا في اخراج البول والغائط الاَّ اذا كان هناك الم او صعوبة فيخرج عن دائرة الارادة

والتكلم عبارة عن طرد الهواء بالارادة من المزمار بواسطة العضلات البطنية بحيث اذا عملت عضلات الحنجرة وتوترت الاوتار الصوتية حدث فيها اهتزاز من الهواء الجاري عليها فنتج من ذلك الصوت . ويُسبَك الصوت كلمات بواسطة اللسان والاسنان والشفتين وغيرها واما الاوتار الصوتية فتحدث الصوت فقط ولا دخل لها في تكوين الحروف والكلمات

والغناء يشبه التكلم من حيث كيفية احداثهِ على شكل انهُ اذا تغير وضع الاوتار الصوتية ودرجة توترها بواسطة العضلات الحنجرية حدث من ذلك ابراج الموسيقى على انواعها . واما الكلمات التي تستعمل في الغناء فتتكوَّن بواسطة اللسان والاسنان والشفتين وغيرها كما تتكوَّن في التكلم

والتثاؤب شهقة غائرة يصحبها انقباض تشنجي في خوافض الفك السفلي وارتفاع عظيم في الاضلاع يشاركها في ذلك اللوحان . وهو من الاعمال الخارجة عن دائرة الارادة عادةً وكثيرًا ما يكون بالتمثُّل

والضحك ناشئٌ عن حركة تشنجية في عضلات الزفير بحيث يخرج النفس متقطعًا والمزمار مفتوح . واذا طال الضحك اشتد تقوُّس الحجاب وأُفرِغ الهواء من الصدر اكثر مما يحدث في الزفير الاعتيادي . واما البكاء فيحدث عن انفعال نفساني مخالف لما سبق ولكنهُ قلما يختلف عنهُ في العمل العضلي التنفسي الذي يشترك احيانًا بين الاثنين بحيث لا يُعلَم هل الشخص يضحك او يبكي

والمص ليس من الاعمال التنفسية حقيقةً ولكنهُ يصح ذكرهُ في هذا المقام . وهو حادث عن عمل العضلات الخوافض للعظم اللامي فانها اذا خفضت اللسان وارض الفم احدثت فراغًا في الفم ولما كان ثقل الهواء الجوي يفعل من

كل جهة لاجل حفظ الموازنة بين باطنهِ وظاهرهِ وكان الاستطراق بين الفم والبلعوم مسدودًا بواسطة انقباض قوائم اللهاة بحيث تهبط اللهاة وتمس موخر اللسان امتنع دخول الهواء من هذه الجهة ولزم دخول شيء لاجل اشغال الفراغ واعادة الموازنة فيدخل الجوهر الممتص تطبيقًا لما ذكر. وعمل اللسان وارض الفم في المص شبيه بعمل مدكّ المحقنة وعمل العضلات التي تخفض العظم اللامي شبيه بعمل القوة التي تجذب القبضة

عمل المجموع العصبي في التنفس

التنفس عمل غير خاضع للارادة كبقية الوظائف الجسدية الضرورية للحيوة ولولا ذلك لكانت الحيوة عرضةً للخطر الدائم بل كانت تنقطع عند انقطاع الشعور مدة النوم. غير انهُ من الواجب ايضًا ان يكون التنفس خاضعًا للارادة على جانب ما لانهُ لو لم يكن كذلك لما امكن احداث الاعمال التنفسية الارادية المذكورة آنفًا كالتكلم والغناء والزحير وغيرها

ويظهر ان الحركات التنفسية ونظامها القانوني من حيث كونها غير خاضعة للارادة ومستقلة بنفسها غنية عن الشعور عادةً هي تحت سلطة النخاع المستطيل المطلقة. والنخاع المذكور يقبل تاثير لزوم التنفس ويعكسهُ الى العصبين الحجابيين وبقية الاعصاب المحركة التي تفعل في عضلات الشهيق

واما الاعمال التنفسية الخاضعة للارادة فلا بد من مشاركة الدماغ للنخاع المستطيل فيها لان جميع ما يعلم من هذا القبيل يحملنا الى اليقين ان العقل لا يدرك ولا يريد الاَّ بواسطة الدماغ غير انهُ يظهر ان النخاع المستطيل هو الذي يجمع بين العضلات التنفسية بحث تعمل سوية ولو كان الدماغ عاملاً. فانهُ في السعال والعطاس مثلاً يدرك العقل اولاً التهيج الواقع في الحنجرة او الانف وقد يحدث منهُ بعض السلطة على الاعمال التي يتكونان منها كالشهيق الغائر الذي يسبقهما. وانما الكيفية التي تجري الاعمال بموجبها واتفاق عمل العضلات في احداثها فعائدان الى النخاع المستطيل من غير ان يكون للارادة

مشاركة وهما من نوع الحركات غير الاختيارية المنعكسة التي تكون دائمًا مطابقة لمقتضى الحال بدون تمرين او خبرة

ففي الاعمال المذكورة وبقية الاعمال التنفسية غير الاعتيادية كعسر التنفس والزحير والتثاؤب والفواق وغيرها يجمع النخاع المستطيل بين عمل عضلات كثيرة غير التي تعمل في التنفس الاعتيادي ويجعل عملها مطابقًا بعضها لبعض ولاسيما عضلات الحنجرة والوجه واللوح والعمود الشوكي والبطن التي تشارك عضلات الصدر. وبناء على ذلك ادخلها البعض في رتبة قائمة بنفسها وسمّوها عضلات التنفس الثانوية واضاف المعلم بلّ الى العصبين الحجابيين الاعصاب التي تتوزع فيها ولاسيما الوجهي والرئوي المعدي والشوكي الاضافي والعصبين التنفسيين الظاهرين وسماها مجموع الاعصاب التنفسي. ولكن لما كان عمل هذه الاعصاب غير خاص بالتنفس وكان لكثير غيرها مشاركة في الاعمال التنفسية لم يكن جمعها في رتبة قائمة بنفسها صوابًا. وانما الامر الخاص بالتاثير العصبي من هذا القبيل هو ان اعصابًا كثيرة تتوافق لاجل غاية واحدة بواسطة قوة مركز عصبي قائم بنفسه هو النخاع المستطيل. واما في غير هذه الحركات التنفسية فتفعل الاعصاب المذكورة وحدها اوسوية من غير توسط النخاع المستطيل فاذا أُهلِك لم يمكن اجراء حركة موافقة للتنفس بواسطة العضلات ولو بقي قسم الحبل الشوكي الذي تنشأ منه الاعصاب سليمًا. فان العصبين الحجابيين مثلاً لا يستطيعان ان يهيجا التنفس بواسطة الحجاب اذا كان اتصالها بالنخاع المستطيل مقطوعًا ولو بقي اتصالها بالحبل الشوكي سليمًا. وسنعود الى هذا الامر في الكلام على وظائف النخاع المستطيل والعصب الرئوي المعدي

النتائج الحادثة عن توقف التنفس وانقطاعه

اذا ابطل عمل التنفس اما بتوقيف الحركات التنفسية او بنزع الاكسجين من الهواء ابطأت الدورة في الرئتين اولاً ثم وقفت. وكيفية ذلك انهُ اذا اعيقت الدورة عورض خروج الدم من البطين الايمن وعقب ذلك عاقة رجوع الدم

الوريدي الى القلب فتحتقن المراكز العصبية وبقية اعضاء الجسد بالدم الوريدي. ويحدث ايضًا في العاقة المذكورة انتقال كمية صغيرة جدًّا من الدم الوريدي من الرئتين الى جانب القلب الايسر

وبناء على ما تقدم تكون حالة الحيوان الذي يموت بالاختناق او الاسفكسيا عادةً ان جانب القلب الايسر يكاد يكون فارغًا والرئتين وجانب القلب الايمن واعضاء اخر محتقنة بالدم الوريدي . وهذه الحالة مسببة عن اشياء جملة وهي اولًا ان معارضة سير الدم في الرئتين التي يظهر انها اول الحوادث المودية الى الاختناق ناشئة عن انقطاع تبادل الغازات فكأن الدم المثقل بالحامض الكربونيك لا يستطيع ان يسير بسهولة في الاوعية الشعرية الرئوية . غير انهُ ربما لا تكون عاقة الدم في الاوعية الشعرية كافية لتوقيف الدورة بالكلية الاَّ اذا ضعف عمل القلب ايضًا . ولذلك يكون السبب الثاني للموت ضعف جانب القلب الايمن الناشي عن زيادة امتلائهِ بالدم الوارد اليهِ وما يعين في زيادة الامتلاء المذكورة الاجهاد الشهيقي الشديد الذي يصاحب الحالة المودية الى الموت بالاختناق . والسبب الثالث انهُ لما عورض سير الدم في الجانب الايمن من القلب حصل ولابد احتقان وريدي في النخاع المستطيل والمراكز العصبية ويشتد الامر ضررًا بان البطين الايسر انما يقبل ويدفع دمًا وريديًّا فقط فتضعف الحركات التنفسية وحركات القلب. فاذا اجتمعت هذه الاسباب بطل عمل القلب اخيرًا . والسبب الرابع انهُ مما يودي الى بطلان عمل القلب ربما كان نقص كمية الدم الاكسجيني التي يحتاج اليها جوهرُ العضلي لاجل عملهِ الحيوي

وقد ظهر من التجارب الحديثة في الكلب انهُ اذا حُجِز الهواء عنهُ كما يسدّ القصبة كان معدل المدة التي دامت فيها الحركات التنفسية بعد حجز الهواء عنهُ اربع دقائق وخمس ثوانٍ ومعدل مدة حركة القلب سبع دقائق واحدى عشرة ثانية فيكون معدل مدة حركة القلب بعد انقطاع حركة التنفس ثلاث دقائق

وبضع ثوانٍ . واعادوا التجربة في الارنب فكانت النتيجة كما ذكر . وظهر ايضًا من التجارب المذكورة انهُ لم يمكن استرجاع حيوة الحيوان بعد انقطاع عمل القلب

وقد ظهر من التجارب التي تتعلق بالغرق انهُ لا يمكن استرجاع الحيوة بعد تغطيس الحيوان دقيقة ونصف على انهُ يمكن استرجاعها بعد حجز الهواء عنهُ نحو اربع دقائق . وعلّلوا عن هذا الاختلاف بان في الغرق يخرج الهواء من الرئتين ويدخل الماء اليها وبرهنوا على صدق التعليل المذكور بهذه التجربة وهي انهم اخذوا كلبين حجمهما واحد وسدوا قصبة احدهما وتركوا الثاني كما هو وغطسوا الاثنين في الماء في زمن واحد وابقوهما دقيقتين ثم اخرجوهما فعاد الاوّل الى الحيوة ولم يعد الثاني . فاستدلوا من ذلك ان دخول الماء الى الرئتين هو السبب الاعظم للموت السريع من الغرق . والنتائج التي توصلوا اليها من فحص رمم الغرقى مما يؤيد هذا القول لانهم شاهدوا ان الرئتين في الحيوانات التي سُدّت قصبتها محتقنتان فقط واما في الحيوانات الغرقى فكان احتقانها اشد وكانت المسالك الهوائية محشوّة زبدًا دمويًا مؤلفًا من دم وماء ومخاط ممزوجة بهواء الرئتين بواسطة الاجهاد التنفسي . ومن جملة التجارب التي اجروها من هذا القبيل انهم سدوا قصبة كلب قوي البنية وغطسوهُ في الماء اربع دقائق ثم اخرجوهُ فاخذ يتنفس بعد ثلاثة ارباع الدقيقة وعاد الى ما كان عليهِ بعد اربع دقائق . وشاهدوا ايضًا انهُ اذا نقص دخول الماء الى الرئتين بواسطة ضعف الاجهاد التنفسي كما اذا اوقع الحيوان في الغيبوبة بواسطة الكلوروفورم بحيث لم تبقَ لهُ قوة على الاجهاد الشديد في التنفس احتمل زمنًا اطول من التغطيس بدون ان يموت . ولعل هذا هو السبب في ان السكارى والمسمومين بالمخدرات والذين أُغمي عليهم يحتملون زمنًا من التغطيس في الماء اطول مما يحتملهُ غيرهم

ولا ريب في ان اجتماع الحامض الكربونيك في الدم ونقلهُ الى الاعضاء هما السبب الاصلي الذي تنشأ عنهُ ظواهر الاسفكسيا اي الاختناق على انواعهِ . لانهُ اذا لم يحدث ذلك لم يقع ضرر بالحيوة كما يشاهد في الحيوانات ذوات

الدم الحار التي تشتو فان تنفسها حينئذٍ يكاد يبطل ويعمل القلب عملاً بطيئًا ضعيفًا جدًّا وتكاد تتوقف جميع اعمال الحيوة الآلية بحيث يمكن حجز الهواء الجوي عنها زمنًا طويلاً. وقد ابقى سپالتزيني مرمونًا شاتيًا في الحامض الكربونيك اربع ساعات بدون ضرر وغطّس هال خفاشًا في الماء ست عشرة دقيقة وكبّابة اثنتين وعشرين دقيقة ونصف بلا ضرر للحيوة

الفصل الثامن

في الحرارة الحيوانيّة

معدّل حرارة الجسد البشري في الاجزاء الباطنة التي يمكن الوصول اليها بسهولة كالفم والمستقيم من ٥ °٩٨ الى ٥ °٩٩ درجة ف . واما في السطح الظاهر فتختلف في اقسام مختلفة درجتين او ثلاث درجات اذا كانت محميّة بالسوية من عمل البرد وهذا الاختلاف في الكيفية المذكورة موقوف خصوصًا على كمية الدم الواردة الى القسم . ويبحث غالبًا عن الحرارة بالثرمومتر في الابط وقد شوهد ان معدلها العام هناك ٦ °٩٨ ف

واما الكيفيات الرئيسة التي تعمل في حرارة الجسد وهو في الصحة فهي على ما ياتي:

السن . معدل حرارة الطفل المولود حديثًا لا يزيد عن البالغ باكثر من ١° ف . وبنقص هذا الاختلاف الزهيد كلما تقدم الطفل في السن الى زمن الشباب والكهولة ثم يعود مرةً اخرى في زمن الشيخوخة. غير ان قوة توليد الحرارة في الشيوخ والاطفال ضعيفة بالنسبة الى الواقع في الشباب والكهولة. وقد امتحن

داقي ذلك في ثمانية اشخاص عمرهم بين ٨٧ سنة و ٩٥ وقال ان قوة مقاومة البرد قليلة فيهم لانهم عند التعرض له انخفضت الحرارة اكثر مما تنخفض في الشبان والكهول. وشاهد ادوردس انخفاضاً سريعاً في الحيوانات الصغيرة عند ابعادها عن امهاتها ومن جملة تجاربه انهُ اخرج افراخاً من عش العصفور المعروف بالدوري فسقطت درجة حرارتها في ساعة واحدة من ٩٦° الى ٥٦° وكانت حرارة الهواء الجوي حينئذٍ ٥٦٣°. وظهر من بحثهِ في هذا الامر ان بعض ذوات الثدي يولد وقوة توليدِ الحرارة اضعف من غيرهِ وان صغار الكلب والقط والارنب مثلاً باعتبار توليد الحرارة هي دون الحيوانات التي لا تولد عمياء. ومن المعلوم ان الاطفال المولودين حديثاً يحتاجون الى التدفئة وان البرد كثيراً ما يكون سبباً لموتهم خلافاً لمذهب العامة الذين يقولون بوجوب تعريض الاطفال للبرد لكي يتعودوا مقاومة اضرارهِ في المستقبل

الجنس. ظهر من مشاهدات الدكتور اوكل ان معدل حرارة الانثى ارفع قليلاً من حرارة الذكر

مدة اليوم. تتغير درجة الحرارة من ١° الى ٥° ف في مدة النهار والليل. وهي اشد انخفاضاً في الليل او باكر الصباح وارتفاعاً قبل الزوال

الرياضة. الرياضة النشيطة ترفع حرارة الجسد والسبب لذلك ان كل انقباض عضلي مصحوب بتولد درجة او درجتين من الحرارة في العضلة العاملة وان الحرارة تزيد بحسب عدد الانقباضات وسرعتها وتنتشر في الجسد بواسطة الدم الذي يعود من العضلات العاملة. وربما تولّد شيء منها من حركة بقية الانسجة كالشرايين مثلاً التي تتمدد جدرانها المرنة وتعود الى ما كانت عليهِ غير ان الحرارة المتولدة من ذلك لا يمكن ان تكون عظيمة. هذا وان زيادة الحرارة المنتشرة في الجسد الناشئة عن الرياضة النشيطة قليلة المقدار وما ظاهرهُ زيادة عظيمة عائد الى سرعة الدورة وكثرة توارد الدم الى الجلد ولا سيما جلد الاطراف ومن المعلوم ان حرارة الجلد منخفضة غالباً بالنسبة الى باقي اجزاء الجسد

وانهُ يشعر بالتغيرات الحادثة من هذا القبيل اكثر مما تشعر بهِ باقي الاعضاء . وقد ظهر من تجارب المعلم دافي ان زيادة حرارة الجلد الناشئة عن الرياضة لا تصاحبها زيادة تقابلها في الاعضاء الاخرى

الصقع والفصل . ترتفع حرارة الجسد قليلاً عند الانتقال من صقع بارد الى صقع حار وقلما يتجاوز الارتفاع المذكور درجتين او ثلاث درجات ف. وقال العلامة فندرليخ ترتفع الحرارة في الصيف عمَّا تكون في الشتاء من خمس الى ثلث درجة ف فقط

الطعام والشراب . بعد تناول الطعام ترتفع غالبًا حرارة الجسد ارتفاعًا طفيفًا . المشروبات الروحية الباردة تخفضها من نصف درجة الى ١° ف والمشروبات الحارة ترفعها نحو نصف درجة ف

وتختلف حرارة الجسد في المرض عن القياس الصحي اكثر من النتائج الخفيفة المذكورة آنفًا الناشئة عن كيفيات ظاهرة في حال الصحة. فتصعد احيانًا في ذات الرئة والحمى التيفوسية الى ١٠٦° او ١٠٧° ف وقيل اكثر من ذلك . وقال المعلم مورانهُ شاهد حديثًا ارتفاع الحرارة في عليل مصاب بحمَّى خبيثة الى ١١١° ف . وكان الصعود سريعًا فلما بلغ العدد المذكور مات العليل. وشاهد فندرليخ رجلاً مصابًا بالتتنوس ارتفعت حرارتهُ الى ١١٢° ٥ ف عند الموت . وقد تهبط في نقص تاكسد الدم من تشويه القلب الى ٧٩° او ٧٧° ٥ وفي الكوليرا الى ٧٧° او ٧٩° اذا وُضع الثرمومتر في الفم

واما معدل حرارة الحيوانات ذوات الثدي وهي في الحالة النشيطة من الحيوة فنحو ١٠١°. ومعدل حرارة الطيور ١٠٧° واعلاها في الاجناس الصغيرة كالحسون وغيرهِ فتبلغ ١١١°. ومعدل حرارة الزحافات ٨٢° ٥ بينما يكون الوسط الكائنة فيهِ ٧٥°. والاسماك والحشرات والحيوانات عديمة الفقرات حرارتها غالبًا كحرارة الوسط الذي تعيش فيهِ. وعلى ذلك يكون الفرق بين الحيوانات ذوات الدم الحار وذوات الدم البارد لا من حيث الحرارة المطلقة

لان هذه تختلف بحسب اختلاف الوسط الذي توجد فيهِ فان كان الوسط على ١٠٠° شعرنا بحرارة اذا لمسناها وان كان على ٥٠° شعرنا ببرودة بل من حيثية اخرى قد عبر عنها المعلم هنتر بهذه الجملة حيث يقول ان للحيوانات ذوات الدم الحاراي الطيور وذوات الثدي حرارة مستمرة كيفما كانت حرارة الجوّ واما حرارة ذوات الدم البارد فتختلف بحسب اختلاف حرارة الجو والماء

ونقام درجة متساوية من الحرارة في الاحوال الاعتيادية من الحيوة بواسطة تولد كمية منها كافية لتعويض الخسارة الدائمة التي تحدث بواسطة التشعع الى الوسط الذي نعيش فيهِ او بواسطة اتحادها بالسوائل التي تتبخر من سطوح الجسد المعرضة . والفقد المذكور يختلف كثيرًا بحسب اختلاف الاحوال وتختلف الحيوانات في درجات القوة التي تستطيع بها موافقة التغييرات المذكورة. فان بعضها يعيش في الصقع البارد ويولد حرارة غزيرة لاجل التشعع ولا تستطيع احتمال حرارة البلاد الحارة لان الحرارة التي تتولد منها اكثر من المطلوب فتؤدي الى المرض . وغيرها يعيش في البلاد الحارة ويموت اذا انتقل الى الاقاليم الباردة لان قوة توليدها للحرارة غير كافية لمقابلة الخسارة الدائمة الحادثة من التشعع العظيم الذي تحتملهُ في الوسط البارد . واما الانسان فلما كان يستعين بقواهُ العقلية لاجل تجهيز ما يوافقهُ من اللباس والطعام كان افضل الحيوانات جميعًا في تحكيم نفسهِ للحرارة الخارجة واستطاعتهِ لمقابلة شديد البرد والحر بلا ضرر لصحتهِ . وبهذه القوة التوفيقية يستطيع ان يحافظ على درجة متساوية من الحرارة في مجال يفوق ٢٠٠° ف ولا يشاركهُ في ذلك الاَّ بعض الحيوانات الاهلية التي ترافقهُ اينما حل وسكن

وقد ظهر ذلك بنوع جلي في هذه المدّة الحديثة من اسفار الانكليز وغيرهم الى جهة القطب الشمالي فوصلوا الى ٨٢° من الطول وقضوا شتاء هناك وكان البرد احيانًا اخفض من ٧٣° تحت الصفر فلم يمت منهم من زمهرير البرد الاَّ انفار قليلون

مصادر تولد الحرارة في الجسد وكيفيتهُ

نقدم في الكلام على التغيرات الكيماوية التي تحدث مدة عمل التنفس (صفحة ١٤٣) ان اكسجين الهواء الجوي اذا دخل الدم اتحد بعضهُ وهو في الرئتين وبعضهُ وهو في سير الدورة ولاسيما في الاوعية الشعرية العامة بالكربون والهيدروجين الناشئين عن تحليل الانسجة وببعض اصول الطعام التي لم تدخل في تركيب الانسجة. والدليل على ان اتحاد اكسجين الهواء بكربون الدم وهيدروجينهِ قائم من غير انقطاع هو انهُ يضاف الى الدم من الطعام على الدوام كمية منهما اكثر مما يقتضي لاجل التغذية وايضًا انهُ تدخل الرئتين من غير انقطاع كمية من اكسجين الهواء لا يستطاع التعليل عنها الاَّ بان معظمها يتحد بالكربون والهيدروجين المذكورين ثم يتبخر على شكل حامض كربونيك وماء. اي انهُ يظهر ان الحيوانات ذوات الدم الحار تقبل على الدوام من القناة الهضمية والرئتين كربونًا وهيدروجينًا واكسجينًا اكثر مما يلزم لاجل تركيب الانسجة وتبرز على الدوام حامضًا كربونيكًا وماء لا يعلم لهما مصدر الاَّ اتحاد هذه العناصر المذكورة بعضها ببعض. ولا بد من تولد الحرارة على الدوام في الجسد من جرى الاتحاد المذكور. وكمية الحرارة التي تتولد من اتحاد مقادير معلومة من الكربون والاكسجين ومن الهيدروجين والاكسجين واحدة سواء كان الاتحاد سريعًا ظاهرًا كما يشاهد في الاحتراق الاعتيادي او بطيئًا غير محسوس كما يحدث في التغيرات التي يظن انها تجري في الجسد الحي. ولما كانت الحرارة المذكورة تتولد حيثما يحمل الدم سخنت جميع اجزاء الجسد بمساواة واحدة او بما يكاد يكون كذلك بحيث تجعل دورة الدم السريعة تسويةً في حرارة الاجزاء المختلفة اذا كان هناك اختلاف بينها من هذا القبيل

ويحتاج اثبات هذا القول الى البرهان على ان كمية الكربون والهيدروجين التي تتحد في وقت مفروض بالاكسجين في الجسد كافية للتعليل عن كمية الحرارة المتولدة في ذلك الحيوان وفي ذلك الوقت — وهي كمية كافية لحفظ حرارة الجسد

على ٩٨° او ١٠٠° فضلاً عن الخسارة العظيمة التي تحدث بواسطة التشعع والتبخر. وقد حاول دولون ودسپرتز حل هذه المسئلة. فادخل دولون بعض الحيوانات ذوات الثدي ضمن قابلة يمكن ان يستعلم فيها التغييرات الحادثة في الهواء بواسطة التنفس وجرم الابرازات وكمية الحرارة التي يخسرها الحيوان. وكان مما توصّل اليهِ من تجاربهِ في هذا الامر انهُ اذا فُرِض ان جميع الاكسجين الذي يدخل الدم في الرئتين يتحد بالكربون والهيدروجين اللذين في الجسد وانهُ يتولّد من ذلك حرارة تعادل ما يتولد من احتراق مقادير من الاكسجين والكربون ومن الهيدروجين والاكسجين خارج الجسد تساوي المقادير التي تتحد في الجسد فتكون جميع كمية الحرارة المتولدة خارج الجسد ٤/٥ او ٥/٤ الكمية التي تتولد في الحيوان في ذلك الوقت المفروض. واما دسپرتز فانهُ وضع الحيوانات في وعاء محاط بماء ولوصل مجرًى غير منقطع من الهواء الى باطن الوعاء ومنهُ الى الخارج وادام التجربة من ساعة ونصف الى ساعتين واستعلم جرم الهواء وتركيبهُ قبل التجربة وبعدها مع زيادة الحرارة التي حدثت في الماء المحيط فوجد ان الحرارة التي يجب ان تتولد بحسب المذهب السابق لا تساوي اكثر من ٧٦° او ٩١° جزءًا من الحرارة التي اندفعت من الحيوانات في تلك المدة. ولما كانت نتيجة هذه التجارب غير كافية للتعليل عن جميع الحرارة المندفعة وقعت الشبهة على صحة مذهب الحرارة الحيوانية الكيماوي الى ان اظهر ليبيك غلط المعلمين المذكورين في حسابهما من حيث كمية الحرارة المتولدة عن احتراق الكربون والهيدروجين فقال انها دون الحقيقة. واعاد تجاربهما فظهر لهُ ان كمية الحرارة التي يجب ان تتولد من اتحاد اكسجين الهواء بكربون وهيدروجين الدم تساوي الكمية التي تتولد فعلاً في الجسد الحيواني

ومما يؤيد هذا المذهب امور كثيرة تشاهد في طبائع الحيوانات. فان القاعدة الاغلبية مثلاً في الحيوانات على اجناسها وافرادها المختلفة هي ان كمية الحرارة المتولدة في الجسد على نسبة تامة لنشاط العمل التنفسي. وعلى ذلك اذا

نظرنا الى الطيور التي هي اعلى جميع الحيوانات حرارةً رأينا ان وظيفتها التنفسية اكثرها نشاطًا . وكذلك ذوات الثدي فانها اقل نشاطًا في التنفس من الطيور واقلها حرارة ايضًا ودونها الزحافات في الامرين وهكذا اذا تتبعنا الحيوانات الى ادنى رتبها وجدنا انهُ كلما ضعفت القوة التنفسية ضعفت قوة توليدها للحرارة ايضًا . ومن ذلك ايضًا ان التنفس ينقص مدة النوم والتشتّة فتنقص ايضًا كمية الحرارة وبالعكس اذا كان الحيوان في حالة النشاط من العمل زاد تنفسهُ وارتفعت حرارتهُ الى درجة تقابل زيادة تنفسهِ

ومما يؤيّد ذلك ايضًا ان الحرارة تتولد احيانًا في النباتات ويظهر ان هذه الكمية على نسبة تامة لكمية الاكسجين التي تمتصهُ من الهواء وتحوّلهُ الى حامض كربونيك . فان توليدها الحرارة يكون خصوصًا مدة التزهر واستفراخ البزور وهما المدتان التي يتبخر فيهما الحامض الكربونيك بغزارة

ويظهر ايضًا ان كمية الحرارة المعتدلة تختلف بحسب كمية الطعام ونوعهِ في الاقاليم والفصول المختلفة وذلك باتحاد الكربون والهيدروجين بالاكسجين . ففي الاقاليم الشمالية وفي الفصول الباردة الى الجنوب منها مثلاً يتناول الانسان والحيوانات كمية من الطعام في الغالب اعظم مما يتناولهُ في الاقاليم الجنوبية والفصول الحارة . والظاهر ان الطعام الذي يوافق سكان الصقع البارد جدًّا هو المواد الدهنية والزيتية المؤلفة على جانب عظيم من الكربون والهيدروجين اللذين يصلحان للاتحاد بالكميات العظيمة من الاكسجين التي نتناولها الرئتان بواسطة تنفس الهواء البارد الكثيف

في ضبط حرارة الجسد البشري

لما كانت الحرارة تتولد على الدوام في الجسد كان لا بد ايضًا من انفاقها . غير انهُ في الحيوانات ذوات الدم الحار الربح والخسارة متعادلان بحيث انهُ يُحافَظ عادةً على كمية متساوية من الحرارة ولا يكون الاختلاف بينهما اكثر من درجتين او ثلاث

واما كيفية الانفاق المذكور فخصوصاً على سبيل التشعع والانتقال من سطح الجسد والتبخُّر المائي الدائم منهُ ومن المسالك الهوائية . وكذلك تنقص الحرارة ما ينالهُ منها الهواء الخارج في الزفير (صفحة ١٢٧) . وكل ما يدخل الجسد من الطعام والشراب على درجة من الحرارة اخفض من حرارتهِ يسلب منها شيئاً وكذلك البول والغائط عند خروجهما من الجسد

غير ان معظم ذلك الى نحو ٨٠ او ٩٠ في المئة انما يتم بواسطة التشعع والانتقال والتبخر من الجلد . ولذلك يُنظَر اليهِ خصوصاً والى مسالك الهوائية ايضاً في التعليل عن ضبط الحرارة اي عن عدم ارتفاعها وعدم انخفاضها عن الدرجة الصحية . واما الوسائل التي تستعمل لاجل الحصول على هذا الغرض فهي التغيير في كمية الطعام والشراب وكيفيتهما واللباس والتعرض للحر او البرد

لاجل فهم الوسائل التي تنضبط بها حرارة الجسد يجب الالتفات الى امرين وهما : اولاً ان مصدر الحرارة الاصلي في الجسد هو وجود الدم الحار الجاري فيهِ الذي درجة حرارتهِ نحو ١٠٠ ف . ثانياً انهُ بينما يسري الدم في سيول كثيرة يجتمع نحو مرة في الدقيقة في القلب قبل ان يسير في جميع الجسد . وبناء على ذلك تكاد تبقى حرارة الدم على درجة واحدة في كل الاقسام لانهُ ولو برد قليلاً مدة مرورهِ في الجلد مثلاً يسخن قليلاً مدَّة مرورهِ في الكبد مثلاً بحيث انهُ يقع تعديل في حرارتهِ مدَّة مرورهِ في القلب اذ تجتمع كل السيول اليهِ

واما الوسائل التي يصير بها الجلد من اهمّ الاعضاء في ضبط حرارة الدم فهي : اولاً انهُ يجهز سطحاً عظيماً لاجل التشعع والانتقال والتبخر . ثانياً انهُ يتضمن مقداراً عظيماً من الدم . ثالثاً ان كمية الدم التي يتضمنها تكون عظيمة في الكيفيات التي يُحتاج فيها الى انفاق الحرارة من الجسد وبالعكس . لان الحالة الخصوصية التي تعيّن كمية الدم في الجلد هي التي تستولي على كمية الدم التي تتوزع في انسجة الجسد واعضائهِ اي انها القوة المستقرة في الاعصاب المحركة للاوعية التي تسبب زيادةً او نقصاً في طبقة الشرايين العضلية (انظر صفحة ٩١) فيتسبب عن ذلك

ما يقابلهُ من ضيق او اتساع في قطرها محسوب بنقص او زيادة في المجرى الدموي . وبناء على ما تقدم اذا كان الهواء حارًّا عمل في الياف الجلد العصبية بحيث ترتخي الياف الشرايين العضلية فيتسبب من ذلك امتلاء الجلد دمًا وزيادة في حرارتهِ وعرقهِ وتُنفَق بعض الحرارة . ولكن اذا كان الهواء باردًا كان الامر بالعكس لان الاوعية الدموية تتقلّص فتقلّ فيها كمية الدم ويبهت لون الجلد ويصير باردًا جافًّا . وعلى هذا يكون الجلد اهم الوسائل لضبط حرارة الجسد

واما رفع الحرارة فيتم بوسائط مختلفة . منها الطعام الذي هو بمنزلة الوقود للحرارة الحيوانية فاذا قُصِد تكثيرها تناول الانسان كمية اعظم من الطعام وانتخب ما هو صالح للاحتراق كالمواد الهيدروكربونية . وقد ثبت من التجارب ان الذين يعيشون بالاطعمة الجيدة يستطيعون مقاومة البرد اكثر من الذين طعامهم قليل الكمية والغذاء . ومنها الرياضة وقد سبق الكلام على ذلك (صفحة ١٥٤) . ومنها ايضًا عمل اغطية الجسد الظاهرة فان الحيوانات ذوات الدم الحارّ لها من الريش والصوف والشعر ما من جملة فوائدهِ حفظ الحرارة على درجة متساوية . واما الانسان فيستخدم من اللباس ما يوافقهُ باعتبار الاقليم والفصل واذا اضفنا الى ذلك ما في طاقتهِ من امر الطعام والنار رأينا انهُ قادر على اقامة درجة الحرارة التي يحتاج اليها في جميع اقسام الارض التي يمكن الوصول اليها

جميع ما ذكر في ما تقدم من حيث القوة التي تحدث عنها حرارة متساوية انما يعود الى الانسان وهو في الحالة الاعتيادية من الحيوة في وسط ابرد من جسدهِ بحيث يفقد الحرارة على وجهين وهما التشعع او الانتقال والتبخر . غير ان فقد الحرارة على الوجهين المذكورين متعاكس النسبة غالبًا اي انهُ اذا نقص التبخر في البلاد والفصول الباردة قام التشعع مقام النقص وبالعكس اذا كان الهواء حارًّا ذهب من الحرارة في التبخر ما يساوي تقريبًا الكمية التي يخسرها الانسان في الدرجة المعتدلة من الحرارة والبرد بواسطة التشعع والتبخر معًا . وعلى ذلك قد يمكن ان كمية الحرارة التي يحتاج اليها لاجل اقامة درجة متساوية لا تختلف في البلاد

والفصول الباردة كما يظن في اول الامر

وكذلك جميع ما يعلم من حيث حفظ حرارة الجسد وهو في الهواء الحار هو ان الجسد يستطيع ان يحتمل زمنًا قصيرًا حرارةً عظيمة من غير تغيير كلي في حرارته الخاصة به بشرط ان يكون الهواء جافًا. فان بلاكدن وغيرهُ احتملوا حرارة بين ١٩٨° و ٢١١° ف في الهواء الجاف بضع دقائق وفي تجربة ثانية بقي المعلم المذكور ثمان دقائق في هواء حرارته ٢٦٠°. غير ان الجسد لا يحتمل مثل هذه الحرارة اذا كان الهواء رطبًا يمنع التبخر. وقال جيمس انهُ كاد يختنق في حمامات نيرو البخارية التي كانت حرارتها ١١٢° واما في كهوف نستاشيو حيث كان الهواء جافًا ودرجة حرارته ١٧٦ فتلما اصابهُ من ضرر والتعليل عن ذلك انهُ لم يمكن التبخر من الجسد في الحمامات واما في الكهوف فكان ربما غزيرًا والطبقة البخارية التي تخرج من جميع سطح الجسد لما كانت قوتها لايصال الحرارة بطيئة جدًّا حفظتهُ زمنًا من ضرر الحرارة الخارجة

واما عمل المجموع العصبي في تولد الحرارة فقد ظهر من التجارب والمشاهدات في هذا الشان اولاً انهُ اذا قُطع المقدار الوارد من التاثير العصبي عن جزء انخفضت حرارة ذلك الجزء انخفاضًا واضحًا. ثانيًا انهُ اذا تسبب الموت عن اذًى عظيم للمراكز العصبية او عن اقتلاعها هبطت حرارة الجسد هبوطًا سريعًا ولو اقيم التنفس الاصطناعي وحوفظ على الدورة وبقي بحسب الظاهر عمل التغييرات الكيماوية قائمًا في الجسد كالعادة. فانهُ قد شوهد مكررًا انهُ بعد قطع اعصاب احد الاطراف تهبط حرارة ذلك الطرف ويظهر هذا الهبوط على نوع اوضح في الاطراف التي ينقطع عنها التاثير العصبي بواسطة الفالج. وامتحن ارل ذلك في طرف علوي مفلوج فكانت حرارة اليد ٧٠° وكانت حرارة يد الطرف الآخر السليم ٩٣° ثم كهرب الطرف المفلوج فارتفعت حرارتهُ الى ٧٧°. وفي مريض آخر كانت حرارة الاصبع المفلوج ٥٦° وحرارة اصبع الطرف السليم ٦٢°. وشاهد برودي انهُ اذا قُتِل حيوان بقطع الراس

او قطع النخاع المستطيل او هتك الدماغ او التسميم بالورارا واقيم التنفس الاصطناعي دام عمل القلب وحدثت التغيرات الاعتيادية في الدم في الرئتين كما ظهر من تحليل الهواء المتنفس واما الحرارة فلم تدم وانما كان الامر بالعكس لانه لما غصب الهواء الى الرئتين لاجل اقامة التنفس الاصطناعي بردت الجثة سريعاً

ومما يبرهن تاثير المجموع العصبي في تولد الحرارة زيادتها السريعة الزمنية عامة كانت او موضعية التي تشاهد مدة التهيج العصبي وحرارة الجسد العامة مدة بعض الانفعالات النفسانية ونقصانها في البعض الآخر. غير ان جميع ذلك لا يبرهن ان الحرارة تتولد بمجرد العمل العصبي من غير تغيير كيماوي وانما يعلَّل عنها جميعها على شكل ان تاثير المجموع العصبي يغيّر الاعمال الكيماوية التي تتولد منها الحرارة . ويظهر من البراهين الكثيرة التي تورد في هذا الشان ان المجموع العصبي يؤثر في جميع وظائف الحيوة الآلية ولاسيما في الحيوانات العالية الرتبة فيكون الاولى ان يعدّ تاثير المجموع العصبي في تولد الحرارة من هذا الوجه لا من وجه احداثها راساً

ولا ريب في ان زيادة الحرارة الزمنية في جزء على ما سبق ناشئة على جانب عظيم عن زيادة توارد الدم الى ذلك الجزء بسبب ارتخاء زمني يحدث في جدران الشرايين الصغيرة بواسطة العمل العصبي . فان المعلم برنارد قطع في الجانب الواحد من العنق الجذع الذي يوصل العقد السمپاتوية فارتفعت حالاً الحرارة في جانب الوجه الذي الى ناحيته ودامت كذلك شهوراً عديدة. وحصلت هذه النتيجة نفسها عند ما قطع العقدة العنقية العليا . ومنذ زمن برنارد الى الآن كثيراً ما تكررت تجاربه فاتفق الجميع على صحة ما ذهب اليه وسياتي الكلام على ذلك بالاستيفاء في شرح وظائف العصب السمپاتوي . واما القول بوجود اعصاب تضبط الحرارة الحيوانية على غير الوجهين المذكورين اي عملها في تغذية الانسجة وقطر الاوعية الدموية فلم يثبت الى الآن كما ثبت القول بان للحركة وللحس اعصاباً متميزة

الفصل التاسع

في الهضم

الهضم عمل يحدث بواسطته تغيير في اجزاء الطعام التي تدخل في تكوين الانسجة وتجديدها او في توليد الحرارة بحيث تصلح للامتصاص وللاضافة الى الدم

الطعام

للطعام فائدتان وهما تغذية الانسجة وتوليد الحرارة . غير انهُ يدخل في الاولى وظائف اخر مرتبطة بها كالافراز والتناسل وفي الثانية ليس توليد الحرارة من حيث هي فقط بل جميع القوات الاخر الجارية في الجسد الحي التي بينها وبين الحرارة نسبة متبادلة

نقسم انواع الطعام الى قسمين عظيمين بحسب الفائدتين المذكورتين . فالانواع التي تستخدم في توليد الحرارة تتضمن مقداراً كبيراً من الكربون والهيدروجين والانواع التي تستخدم في تركيب الانسجة الاَّ النسيج الدهني تتضمن النيتروجين وتقبل التحويل بسهولة الى اصول الدم النيتروجينية

ويقال لاصول الطعام التي تتحول بسهولة الى البومن الدم ثم تتمثل بعد ذلك في الانسجة بواسطة الدم الاصول المغذية او المكونة . ويقال للاصول التي تشتمل على اكثر مواد الطعام غير النيتروجينية كالدهن والنشا والسكر والصمغ وما اشبهها التي تستخدم في توليد الحرارة الاصول الصانعة الحرارة او التنفسية . غير انهُ يجب الانتباه الى ان بعض مواد الطعام النيتروجينية يدخل في تكوين الحرارة وان للطعام غير النيتروجيني اي الصانع الحرارة دخلاً في التغذية فلا يجوز الاعتماد التام على تسمية هذين النوعين من الطعام . وليس

هذا التقسيم صحيحًا في الحصر بل هو كذلك على الاجمال . فاذا انتبه الى ذلك نذكر جدول انواع الطعام الاعتيادية

الاطعمة النيتروجينية : البومن كاسين كلوتن جلاتين وما اشبهها . وجميعها يتضمن الكربون والهيدروجين والاكسجين والنيتروجين وبعضها يتضمن الكبريت والفصفور ايضًا

الاطعمة غير النيتروجينية على اربعة اقسام :

١ . النشا والسكر والكحول وما اشبهها . وجميعها يتضمن الكربون والهيدروجين والاكسجين

٢ . الزيوت والدهون وهي تتضمن الكربون والهيدروجين والاكسجين غير ان كمية الاكسجين اقل جدًا مما هي في النشا والسكر

٣ . مواد معدنية او ملحية ككلوريد الصوديوم وفصفات الكلس وغيرها

٤ . الماء

لا تستطيع ان تعيش الحيوانات الاَّ اذا كان طعامها من المواد الآلية وكانت المواد المذكورة على حالتها الطبيعية اي ان الاصول والتراكيب التي تتالف منها تكون موجودة فيها كما هي في حال الطبيعة . فان الفبرين الصرف والجلاتين الصرف وغيرهما اذا تجردت عن المواد الممزوجة هي بها في حال الطبيعة غير كافية لقيام الحيوة الاَّ مدة قصيرة جدًا

وكذلك لا تقوم الصحة باستعمال نوع واحد دون غيره من الاصول الغذائية المذكورة بل لا بد من تناول المواد النيتروجينية والمواد غير النيتروجينية وايضًا المواد غير الآلية الممزوجة بها . ولا يعيش الحيوان غالبًا الاَّ اذا كان طعامهُ ممزوجًا على ما ذكر . ومما يبرهن ذلك التجارب الكثيرة وتركيب اللبن وهو الطعام الوحيد الذي تجهزهُ الطبيعة لاجل تغذية صغار الحيوانات ذوات الثدي كما يظهر من التامل بالجدول التابع

تركيب اللبن

	لبن البشر	لبن البقر
ماء	٨٩٠	٨٥٨
مواد جامدة	١١٠	١٤٢
	١٠٠٠	١٠٠٠
كاسين	٣٥	٦٨
زبدة	٣٥	٣٨
سكر	٤٨	٣٠
املاح	٢	٦
	١١٠	١٤٢

فيشاهد من الجدول السابق ان في اللبن من الاطعمة الالبومنية الكاسين ومن الدهنية الزبدة ومن المائية الماء ومن السكرية سكر الحليب ومن الاملاح فصفات الكلس وغيره واثر من الحديد بحيث يقال في الجملة انهُ يتضمن جميع المواد التي يحتاج اليها الحيوان النامي لاجل تكوين الانسجة وتوليد الحرارة الحيوانية

ولنا مثال آخر على ان الطبيعة تجهز غذاء ممزوجًا تامًّا لصغار الحيوان في البيض فان فائدة بياضهِ ومحهِ لاجنة الحيوانات التي تبيض كفائدة اللبن لصغار ذوات الثدي . ويتضح من التامل بالجدول التابع ان البيض مركب من مواد نيتروجينية وغير نيتروجينية واملاح

تركيب بيض الدجاج

	البياض		المح
ماء	٨٠٫٠		٥٣٫٧٣
البومن	١٥٫٥		١٧٫٤٧
مخاط	٤٫٥	زيت اصفر	٢٨٫٧٥
املاح	٤٫٠		٦٫٠

وقد اثبتت تجارب ماجندي وغيرهِ صحة المبدا المذكور وهو عدم امكان قيام الحيوة بنوع واحد من الاطعمة دون غيرهِ . فمن جملتها أُطعِمت كلاب

سكرًا وماء مستقطرًا فقط فكانت في الاسبوع الاوّل نشيطة تقبل طعامها وشرابها كالعادة . وفي الاسبوع الثاني اخذت في الهزال وانما بقيت حالتها جيدة وكانت تتناول من ست الى ثمان اواق من السكر . وفي الاسبوع الثالث زاد الهزال وصارت ضعيفة وفقدت نشاطها وشهوتها للطعام وظهرت قرحة في كلٍّ من القرنيتين اعقبها خروج رطوبات العين وكانت تاكل حينئذٍ كل يوم من ثلاث الى اربع اواق من السكر . واخيرًا ضعفت جدًّا ولم تستطع الحركة ثم ماتت بين اليوم الحادي والثلاثين والرابع والثلاثين . وعند تشريح اجسادها وُجِدَت جميع الظواهر التي تحدث في الموت من الجوع . وقد شوهد ان الكلاب تعيش جميع هذه المدة تقريبًا من غير طعام بالكلية

وأُطعِمت كلاب اخرى صمغًا فقط فكانت النتيجة كما ذكر في التجربة بالسكر . وكذلك في التجربة بزيت الزيتون والماء وايضًا بالزبدة الّا انهُ لم يحدث تقرح القرنية . وجرب ذلك تيدمان وكميلين في الاوزّ فاطعما واحدة سكرًا وماء واخرى صمغًا وماء والثالثة نشاء وماء فانهزلت جميعها وماتت الاولى في اليوم السادس عشر والثانية في اليوم الثاني والعشرين والثالثة في اليوم الرابع والعشرين وكانت قد فقدت في هذه المدة من سدس الى نصف ثقلها . ويظهر هذا الامر نفسهُ في البشر من الامراض التي تعتري الذين يأكلون كمية صغيرة من الاطعمة النيتروجينية كعلل القرنية التي تشاهد في سكان الهند الذين يكاد يكون طعامهم الارزّ فقط . وقد اظهرت تجارب اكادمية فرنسا واكادمية امستردام ان الجلاتين الذي هو من الاطعمة النيتروجينية لا يكفي وحدهُ ان يكون مغذيًا وبالتالي ان الاطعمة النيتروجينية غير كافية للقيام بالصحة والحيوة اذا لم تكن ممزوجة بالاطعمة غير النيتروجينية

وتجارب ساقري اثبتت ما سبق واظهرت ان الحيوانات التي تغذت بالاطعمة غير النيتروجينية فقط تنهزل سريعًا وتموت كما تموت من الجوع وان التي تغذت بالطعام النيتروجيني تفرز مقدارًا من البول اعظم مما تفرزهُ التي تغذت

بالطعام غير النيتروجيني وان الحرارة الحيوانية تقام بواسطة النوعين من الطعام فيظهر من ذلك ان اصول الطعام النيتروجينية صانعة للحرارة كالاصول غير النيتروجينية . غير ان المعلم المذكور يقول ان الاصول غير النيتروجينية مكونة للحرارة راسًا من غير ان تتحول اولاً الى نسيج واما النيتروجينية فبعضها مكون للحرارة راسًا والبعض الآخر مكون للانسجة . وقد اظهر سائري خلافًا لمذهب ليبك ولهمان ان الحيوانات التي تُقصَر على الطعام النيتروجيني فقط قد تعيش زمنًا طويلاً فاذا قصرت على الطعام غير النيتروجيني ماتت سريعًا

يعيش الانسان بواسطة الطعام الحيواني فقط كما يستطيع ان يعيش بواسطة الطعام النباتي دون غيره غير انهُ يشترط في ذلك ان يكون الطعام الحيواني او النباتي مركبًا من الاصول النيتروجينية وغير النيتروجينية التي سبق الكلام على كونها جوهرية في التغذية الصحية . واما الحيوانات التي تعيش باللحوم دون غيرها فلما كان طعامها لحم حيوانات اخرى ودمها كانت اصول ما تحتاج اليهِ من الدم والانسجة موجودة في الطعام المذكور وربما كانت مركبة بحسب التركيب الذي تحتاج هي اليهِ . ولذلك كان طعامها يكاد لا يحتاج الى تجهيز لاجل تغذيتها الاَّ ان يذاب وينقل الى الدم بحالة تقبل التركيب ثانية . واما الحيوانات التي تعيش بالمواد النباتية دون غيرها فربما يظن في اول الامر ان هناك صعوبة في تمثيل هذا النوع من الطعام بالدم والانسجة والحال ان مواد الطعام النباتي الاعتيادية تتضمن اصولاً تركيبها الكيماوي كتركيب الالبومن والفبرين والكاسين التي تتكون منها معظم المواد الغذائية في الطعام الحيواني . فان الالبومن غزير الكمية في جميع العصارات والحبوب النباتية الاَّ ما ندر وتركيب الكلوتن الذي يوجد في الحنطة وغيرها من الحبوب والعصارات الحشيشية كتركيب الفبرين وكثيرًا ما يسمونهُ الفبرين النباتي . واللكومين الذي يتحصل من الحمص والفول وغيرها من الحبوب ومن البطاطا هو مادة نيتروجينية لا تختلف على الاطلاق عن كاسين اللبن . فجميع هذه المواد النباتية تتحول الى

دم ونسيج كما تتحول المواد الحيوانية التي تقابلها ولما كان دم وانسجة الحيوانات التي تاكل اللحوم والتي تاكل النباتات واحدًا كان طعام النوعين النيتروجيني من حيث الصفات الجوهرية واحدًا ايضًا

وعلى ذلك يكون الخلاف بين الطعام الحيواني والطعام النباتي لا من حيث اقتصار وجود التراكيب النيتروجينية او التراكيب غير النيتروجينية في احدهما دون الآخر بل من حيث الكميات النسبية فيهما. فان جميع ما في الطعام الحيواني الاعتيادي من المواد غير النيتروجينية انما هو الدهن والاملاح والماء وهذه الكمية اقل جدًا من المواد غير النيتروجينية كالنشا والسكر والصمغ والزيت وما اشبهها في الطعام النباتي. فيقال في الجملة انهُ يتغلَّب وجود المواد النيتروجينية في الطعام الحيواني وغير النيتروجينية في الطعام النباتي

واما النتائج الحادثة من الانقطاع التام عن الطعام ممَّا عُلِم من التجارب في الحيوانات الدنية وما شوهد احيانًا في الانسان فهي اولاً نقص ظاهر في ثقل الحيوان وقال شوصات انهُ بعد الامتحان المكرر شاهد نقص خمسي ثقل الحيوان الذي يموت من الجوع . ثانيًا قال المعلم المذكوران درجة الحرارة تختلف في اوَّل الامر ويبلغ الاختلاف اليومي الى ٥° او ٦° بينما لا تختلف الحرارة اكثر من درجتين في الصحة. ثم يقع انخفاض محسوس فاذا بلغ ٣٠° مات الحيوان ولذلك قيل ان الموت من الجوع هو بالحقيقة من البرد . ومما يؤيِّد ذلك ان احاطة الحيوان المشرف على الموت بالحرارة الخارجة افعل في استرجاعهِ الى الحيوة من تغذيتهِ بالطعام وان افضل انواع معالجة الامراض المنهكة هو بالكيفية المذكورة. ثالثًا اعراض الاشراف على الموت من الامساك عن الطعام هي جوع مصحوب بالم في جهة المعدة وعطش شديد وأَرَق وضعف عام وهُزال وتصير التجرات من الرئتين والجلد نتنة فتدلّ على الفساد الذي يصاحب سوء تغذية الانسجة وكثيرًا ما يسبق الموت اعراض عصبية كالهذيان والتشنجات وقد يسبقهُ اسهال. رابعًا يموت الانسان غالبًا من الجوع بعد الامساك من ستة الى

عشرة ايام وقد تطول هذه المدة كثيرًا اذا تناول يسيرًا من الطعام او الماء فقط. ويُعلَّل عن طول الحيوة الذي يشاهد في مثل الكيفية المذكورة بما ذكر او بكيفيات مانعة خسارة الحرارة والرطوبة. خامسًا الظواهر التي تشاهد بعد الموت من الجوع هي هُزال عام ونقص الدم وتكون المعدة والامعا فارغة منقبضة وجدران المعى رقيقة شفافة ونقلّ او تُعدَم الافرازات الاَّ الصفرا. وتكون جميع اجزاء الجسد سريعة الفساد

تقدم ان الانسان يستطيع ان يعيش بكلٍّ من الطعام الحيواني والطعام النباتي دون الاخر. وانما يظهر من بناء اسنانهِ ومن التجربة ان الاوفق لهُ طعام ممزوج من النوعين. ومما يؤيد ذلك جملة امور. منها ان الطعام الذي يتناولهُ الانسان يوميًّا عبارة عن الكمية والنوع اللازمين للاعاضة عمَّا يندفع بواسطة الرئتين والجلد والكليتين واعضاء اخر. فاذا اردنا معرفة ما يحتاج اليهِ الانسان الصحيح من الطعام من حيث الكمية والنوع وجب ان نعرف اولاً ما يخسرهُ على وجه الابرام

فاننا اذا نظرنا مثلاً الى عنصرين فقط وهما الكربون والنيتروجين وعرفنا كمية كلٍّ منهما الخارجة من الجسد في وقت مفروض عرفنا نوع الطعام الذي يستعاض بهِ عن الخسارة المذكورة. وذلك على الوجه الآتي وهو ان كمية الكربون الخارجة يوميًّا من الجسد تبلغ نحو ٤٥٠٠ قمحة ومن النيتروجين ٣٠٠ قمحة. فلو امكن اطعام الانسان هذين العنصرين من حيث هما لكانت المسئلة بسيطة جدًّا لانهُ كان يكفيهِ من الفحم ونيتروجين الهواء الجوي ما يقابل الكميتين المذكورتين. غير انهُ سبق القول ان الحيوان لا يستطيع ان يعيش بهذين العنصرين الاَّ اذا كانا مركبين تركيبًا خاصًا بعناصر اخر على هيئة مركب آلي كالالبومن والنشاء وغيرهما. وانما نسبة الكربون للنيتروجين في الالبومن هي غير النسبة التي تطلب في طعام الانسان فان نسبة الكمية المطلوبة من الكربون اي ٤٥٠٠ قمحة لكمية النيتروجين المطلوبة في الوقت المفروض اي ٣٠٠ قمحة

كنسبة ١٥ الى ١ واما في الالبومن فنسبة الكربون للنيتروجين كنسبة ٥٫٣ الى ١ . وعلى ذلك اذا تناول الانسان كفاية من الالبومن لينال منهُ القدر اللازم من الكربون اضطران يتناول من النيتروجين المركب معهُ اربعة اضعاف ما يحتاج اليهِ وبالعكس اذا تناول قدرًا فيهِ كفايتهُ من النيتروجين لم ينل ما يحتاج اليهِ من الكربون . فيتضح من ذلك انهُ يضطر الى نوع من الطعام كمية النيتروجين فيهِ اقل وكمية الكربون اعظم من الطعام الالبومني اي انهُ يجب ان يتناول كمية معلومة من النوعين بحيث يحصل التعديل بين كمية النيتروجين وكمية الكربون اللتين يحتاج اليهما

ومن هذا النوع الاخير من الطعام النشاء والدهن . ولما كان الدهن ممزوجًا غالبًا بلحم الحيوانات كان في الطعام الحيواني من التراكيب النيتروجينية والكربونية التعديل الواجب على جانب عظيم بين الكميتين المطلوبتين من العنصرين المذكورين

ولنا مثال آخر على ذلك في الخبز . فان نسبة الكربون فيهِ للنيتروجين كنسبة ٢٠ الى ١ فاذا اقتصر طعام الانسان على الخبز اضطران يتناول من الكربون ضعفي ما يحتاج اليهِ لكي ينال الكمية التي يحتاج اليها من النيتروجين . ولذلك يحتاج الى مناولة طعام آخر مع الخبز تكون كمية النيتروجين النسبية فيهِ عظيمة يُعوَّض بها عن النقص المذكور

ولذلك اذا رتبنا القضايا السابقة على هيئة جدول وفرضنا اللحم مثالاً عوضًا عن الالبومن الصرف نقول : ان اللحم يتضمن نحو $\frac{١٠}{١٠٠}$ من الكربون و $\frac{٣}{١٠٠}$ من النيتروجين . فاذا تناول الانسان من اللحم ما تكون فيهِ كفايتهُ من الكربون اضطر الى منالة ٤٥٠٠٠ قمحة من اللحم وذلك يساوي نحو ستة ارطال ونصف وهي تتضمن :

كربون	٤٥٠٠ قمحة
نيتروجين	١٢٥٠ »
زيادة النيتروجين عن الكمية المطلوبة	١٠٥٠ »

واما الخبز فانهُ يتضمن $\frac{٣٠}{١٠٠}$ من الكربون و $\frac{١}{١٠٠}$ من النيتروجين . فاذا كان الطعام خبزًا فقط اضطر الانسان الى تناول ٢٠٠٠٠ قمحة لكي يحصل على الكمية التي يحتاج اليها من النيتروجين . لان هذه الكمية المفروضة من الخبز تتضمن :

كربون	٩٠٠٠ قمحة
نيتروجين	٢٠٠ »
زيادة الكربون عن الكمية المطلوبة	٤٥٠٠ »

فاذا تركب الطعام من الخبز واللحم حصل من ذلك المعادلة المطلوبة من الكميتين على غاية ما يكون من التوفير كما يظهر من الجدول التابع :

	كربون	نيتروجين
١٥٠٠٠ قمحة من الخبز (اي نيف عن رطلين) تتضمن	٤٥٠٠ قمحة	١٥٠ قمحة
٥٠٠٠ قمحة من اللحم (اي نحو ثلاثة ارباع الرطل) تتضمن	٥٠٠ »	١٥٠ »
	٥٠٠٠ »	٣٠٠٠ »

فيظهر من ذلك ان ثلاثة ارباع الرطل من اللحم واقل من رطلين من الخبز تكفي جميع ما يحتاج اليهِ الانسان من الكربون والنيتروجين بحيث لا يذهب شيء سدًى الاَّ ما قلَّ . ويظهر ايضًا مما تقدم ان الطعام الممزوج هو الاوفق والاوفر للانسان وقد اثبتت الخبرة ما يتوصل اليهِ من النتائج بواسطة العلم النظري . غير انهُ يجب الانتباه الى ان فائدة بعض انواع الطعام قد تتوقف على سهولة الهضم كما تتوقف على الكمية النسبية التي يتضمنها الطعام من العناصر المطلوبة

وكذلك لا يمكن تعيين كمية الطعام ونوعهِ لكل فرد على حدتهِ بحيث يحصل من ذلك الموافقة التامة مع التوفير والفائدة من مجرد النظر الى نفس

الكمية المطلوبة من عناصر معلومة . فان كثيرًا يتوقف بالضرورة على عوائد الشخص وقواهُ الهاضمة وحالة اعضائهِ المفرزة وغير ذلك فما يكون موافقًا من الطعام لواحد قد لا يوافق الاخر على الاطلاق . وتغيير الطعام الذي يطلبهُ الانسان بالسليقة هو من الامور التي يبرهن على فائدتها من الطبيعة اكثر من النظريات

ثم ان الكرَّ لتكرار النوع الواحد من الطعام مما يعسِّر الهضم كما يتعسَّر هضم بعض الانواع التي اصولها الغذائية قليلة . وقد يتفق حدوث المرض من الانقطاع عن نوع معلوم من الطعام كما يشاهد في الاسقربوط عند الامتناع عن الخضروات الطرية والشفاء السريع منهُ عند الرجوع اليها . وربما حدثت اعراض اخرى كثيرة مرضية عن هذا السبب وامكن معالجتها على الوجه المذكور الاَّ ان معرفتنا بها غير تامة

وقال المعلم دلتن انهُ قد ظهر لهُ من التجربة ان كمية الطعام التي يحتاج اليها الرجل الصحيح الذي يتروض رياضة كافية في الهواء هي على ما ياتي :

لحم	١٦	اوقية اي	١٫٠٠ رطل
خبز	١٩	« «	١٫١٩ «
زبدة او دهن	٣½	« «	٠٫٢٢ «
ماء	٥٢	اوقية مكيولة	٣٫٢٨ «

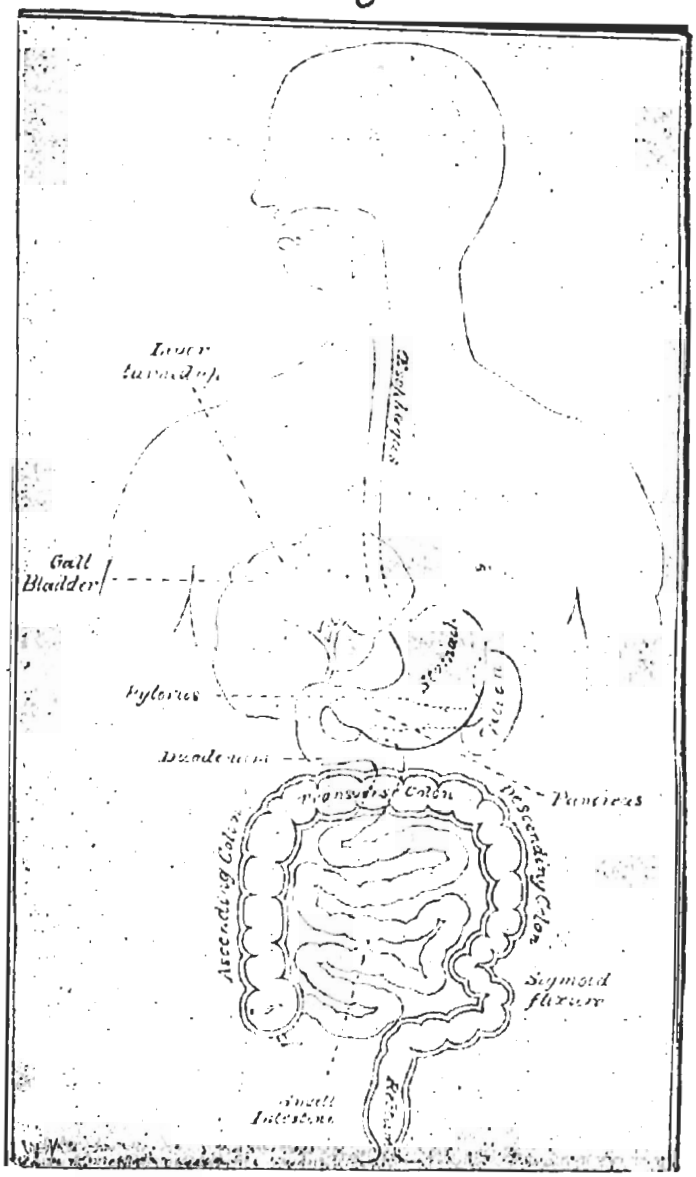
وربما كانت كمية اللحم المذكورة في الجدول السابق بالنسبة الى بقية انواع الطعام اعظم مما يحتاج اليهِ اكثر الناس الذين يمارسون الرياضة الكافية

سير الطعام في القناة الغذائية

يسير الطعام من الفم الى المعدة بواسطة المرئ ومنها الى المعى الدقيق ثم الغليظ فتمتص منهُ معظم اجزائهِ الغذائية . واما ما بقي منهُ بلا امتصاص فيندفع من المستقيم الى الخارج بواسطة الاست مع المواد التي تكون قد اضيفت اليهِ مدة سيرهِ

وسنذكر الآن بالتفصيل عمل الهضم كما يحدث في كل قسم من سيره المذكور في القناة الغذائية

شكل ٦٥



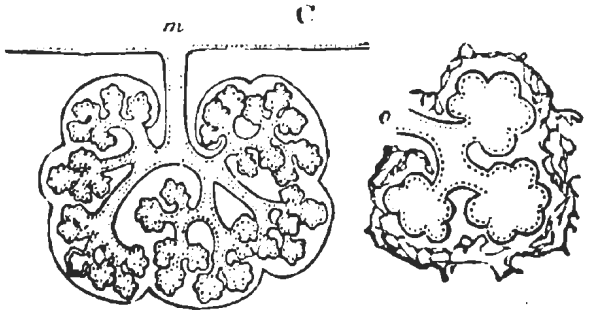
ش٦٥. رسم القناة الغذائية . المعى الدقيق في الانسان اطول من الغليظ نحو ثلاثة اوار بعة اضعاف . *Oesophagus* المرئ . *Stomach* المعدة . *Pylorus* البواب . *Duodenum* الاثنا عشري . *Small Intestine* المعى الدقيق . *Ascending Colon* القولون الصاعد . *Transverse Colon* القولون المستعرض . *Descending Colon* القولون النازل . *Sigmoid flexure* التعريج السيني . *Rectum* المستقيم . *Liver* الكبد . *Gall Bladder* الحوصلة المرارية . *Spleen* الطحال . *Pancreas* البنكرياس

الغدد اللعابية واللعاب

التغييرات الاولى التي تجري على الطعام وهو في القناة الهضمية هي ما يحدث في تجويف الفم حيث تجزّى وتسحق المواد الجامدة من الطعام بواسطة الاسنان وتمزج بسوائل الفم فتتحوّل الى كتلة ليّنة سهلة الازدراد. والسوائل التي يمتزج الطعام بها في الفم هي افراز الغدد اللعابية والمخاط الذي يفرزهُ الغشاء المبطن لجميع التجويف الفمي

الغدد اللعابية في الانسان وذوات الثدي على العموم ثلاثة ازواج كبيرة وهي النكفية والغدة تحت الفك والغدة تحت اللسان ما عدا غددًا صغيرة كثيرة منتشرة انتشارًا حشكًا تحت الغشاء المخاطي المبطن الشفتين والخدين واللهاة وقاعدة اللسان وجميعها بناؤُها واحد ولها قنوات خاصة بها. كل واحدة منها مؤلفة من اقسام يقال لها فصوص مقسومة الى اقسام صغيرة يقال لها فصيصات وتحد الفصوص بعضها ببعض بواسطة نسيج خلوي وكذلك الفصيصات. ثم ان بناء الفصوص كبناء جميع الغدة فانهُ مؤلف من فريع من فريعات القناة يتقسم الى ان ينتهي اخيرًا بجيوب صغيرة حويصلية هي عبارة عن الطرف المتمدد للفريعات الصغيرة (ش ٦٦). قطر الجيب منها نحو $\frac{1}{50}$ جزء من القيراط وهو مؤلف من غشاء دقيق متجانس البناء سطحهُ الباطن مغشًّى وكثيرًا ما يكون مملوءًا بكريات كروية او غدية وسطحهُ الظاهر عليهِ ضفيرة من الاوعية الدموية الشعرية

شكل ٦٦



يمتزج اللعاب غالبًا وهو خارج من الفم بافراز الغشاء المخاطي وكثيرًا ما يمتزج بفقاقيع هوائية فيصير مزبدًا. فاذا استخرج من قناة الغدة النكفية خاليًا من

ش ٦٦. رسم غدة مركبة. m غدة كاملة يظهر فيها تفرع القناة والبناء الفصيصي. n فصيص منفصل. o قناة سائرة منهُ

المخاط كان سائلاً مائيًا شفافًا ثقلهُ النوعي من ١٠٠٤ الى ١٠٠٨ . اذا نُظِر اليهِ بالمكرسكوپ شوهد فيهِ ذرات كثيرة دقيقة ناشئة من قنوات الغدد وحويصلاتها المفرزة . واذا كان ممزوجًا بالسوائل الاخرى الفمية شوهد فيهِ ما عدا الذرات المذكورة قشور ابيثيلية كثيرة منفصلة عن سطح غشاء الفم واللسان المخاطي وجسيمات مخاطية اكثرها منفصل عن اللوزتين واذا جُمِع اللعاب في وعاء غائر وسكن رسبت الذرات والجسيمات المذكورة على هيئة مادة بيضاء مظلمة يعلوها السائل اللعابي فيكون حينئذٍ شفافًا بلا لون او بلون باهت يميل الى الزرقة السنجابية . عملهُ اذا كان حديثًا قلوي دائمًا وقيل ان اللعاب المفرز من الغدة النكفية اشد الافرازات اللعابية من هذا القبيل . وهذه الحالة القلوية تظهر خاصةً مدة الهضم وقال المعلم رَبت انها تشتد كلما اشتدت حموضة عصارة المعدة المفرزة في تلك المدة . وعند الصوم او الامساك عن الطعام يفرز اللعاب قلويًا ثم يصير بعد مدة قصيرة متعادلاً ولاسيما اذا كان انفرازهُ بطيئًا وامتزج بالمخاط الفمي الحامض

تحليل اللعاب للمعلم فريرخس على ما ياتي :

ماء		٩٩٤٫١٠
مواد جامدة		٥٫٩٠
لعابين		١٫٤١
دهن		٠٫٠٧
ابيثيليوم ومخاط		٣٫١٢
املاح :		
سيانيد البوتاسيوم المكبرت		
فصفات الصودا		
» الكلس		٣٫٢٩
» المغنيسيا		
كلوريد الصوديوم		
» البوتاسيوم		
		٥٫٩٠

سرعة افراز اللعاب يختلف كثيرًا. فاذا كان اللسان والعضلات المضغية بحالة الراحة وكانت اعصاب الفم غير متنبهة لم تتجاوز الكمية المفرزة ما يكفي لترطيب الفم . ويشتد الافراز عند حدوث حركات المضغ ولا سيما اذا صاحبها وجود الطعام في الفم . وقد يتهيج ايضًا ولو كان الفم ساكنًا بواسطة التاثيرات العقلية الناشئة عن مشاهدة الطعام او الفكر فيهِ . ويتهيج ايضًا عند ادخال الطعام الى المعدة وقد اثبت ذلك المعلم كارد نر الذي شاهد رجلاً قُطع بلعومهُ فكان اذا حُقنت الامراق الى معدتهِ اعقب ذلك افراز ست اوثمان اواق من اللعاب

واما كمية اللعاب التي تفرز في اربع وعشرين ساعة فتختلف بحسب اختلاف الكيفيات السابقة وربما كان معدلها العام من اربعين الى ستين اوقية. وشاهد متشرليخ رجلاً في قناة غدتهِ النكفية فتحة ناسورية وكانت كمية اللعاب الخارجة منها في اربع وعشرين ساعة من اوقيتين الى ثلاث اواق والكمية الخارجة من بقية الغدد اللعابية الى الفم في تلك المدة نحو خمس عشرة اوقية

فوائد اللعاب كثيرة وهي اولاً انهُ يرطب الفم فيسهّل حركة اللسان في التكلم ومضغ الطعام. ثانيًا يحل المواد ذات الطعم بحيث يمكنها تنبيه اعصاب الذوق. ثالثًا معظم فائدتهِ الميكانيكية هو انهُ اذا امتزج بالطعام مدة المضغ حوّلهُ الى كتلة ليّنة سهلة الازدراد وموافقة اللعاب لهذه الغاية عائدة الى كميتهِ وكيفيتهِ . اما الكمية فما يفرز منها عند تناول الطعام يكون غالبًا على نسبة تامة ليبوستهِ وصلابتهِ فان المعلم لسّين قد اظهر ان مئة جزء من لب الخبز يحتاج الى ثلاثين جزءًا من اللعاب ومئة جزء من قشر الخبز الى مئة وعشرين جزءًا من اللعاب وهذا القدر من اللحم المقلي الى ٥ ٤٢ من اللعاب وذلك ايضًا من التفاح المشوي الى ٧ ٣ وهكذا بحسب القاعدة المذكورة . واما الكيفية فمن المعلوم ان اللعاب يمتزج باكثر انواع الطعام على نوع اسهل مما يمتزج بها الماء وقد اظهر برنارد ان اللعاب الناشئ من الغدة النكفية والغدد الشفوية وغيرها من الغدد الصغيرة

لما كان ماؤهُ كثيرًا كان هو معظم ما يمتزج بالطعام مدة المضغ واما اللعاب اللزج المخاطي المفرز من الغدة تحت الفك والغدد اللهوية واللوزية فيغشي ظاهر الكتلة المتلينة ويسهل مرورها في البلعوم المرئ. هذه هي فوائد اللعاب الميكانيكية رابعًا للعاب فضلاً عن الفوائد الميكانيكية المذكورة عمل كيماوي في هضم الطعام. فانهُ اذا اضيف اللعاب او قطعة من غدة لعابية او قسم من اللعابين اليابس الى مغلي النشاء تحوّل النشاء سريعًا الى دكسترين وسكر العنب واذا مُضغ النشاء الاعتيادي النيّ ومزج باللعاب وابقيا على درجة ٩٠ او ١٠٠ من الحرارة انفجرت الحبوب النشائية وتحوّل ما في باطنها كما يتحول مغلي النشاء. ويجري ما يشبه هذه التغيرات في نشاء الطعام الطحيني في المعدة ولاسيما اذا كانت مطبوخة وينسب هذا التحويل على الارجح الى عمل اللعاب لان حامض عصارة المعدة يعارض تحويل النشا الى السكر. وبناء على ذلك يكون من جملة فوائد اللعاب في العمل الهضمي انهُ يعين في تحويل النشا الذي لا يذوب الى الدكسترين والسكر اللذين يذوبان فيصير صالحًا للامتصاص

كثير من المواد الازوتية اي النيتروجينية تعمل عمل اللعاب في النشا كقطع من غشاء الفم والمثانة والمستقيم وغيرها وبعض انسجة حيوانية ونباتية واما عصارة المعدة فلا تعمل هذا العمل. والتحويل المذكور يتم بواسطة اللعاب على نوع اسرع مما يتم بغيرهِ الاَّ الافراز البنكرياسي الذي مشابهتهُ للعاب شديدة كما سياتي. واما نفس العمل الذي تتم بهِ هذه التغيرات فلا يزال مبهمًا غير انهُ يظن ان اللعابين جوهر ازوتي يخمّر النشاء ويحوّلهُ اولاً الى دكسترين ثم الى سكر

واتفق عامة المجربين على ان تحويل النشا الى سكر يبطل عند دخول الطعام المعدة او عند اضافة عصارة المعدة اليهِ في انبوبة الكشف. وقال غيرهم بل يدوم العمل في المعدة. وربما كان الصواب في ذلك انهُ مع ان اضافة عصارة المعدة توقف عمل اللعاب في النشاء لعل بعض اللعاب الممزوج بالطعام يبقى مدّة في المعدة بدون ان تقاومهُ العصارة فيدوم عملهُ في الاصول النشائية الممزوج هو بها

ويظهر ان عمل اللعاب الكيماوي مقصور على النشاء دون غيره من اصول الطعام كالسكر والصمغ والسليولوس والدهن وكذلك لا يعمل في المواد الالبومنية والجلاتينية . فجميع ما يعلم من فائدته في هضم الحيوانات التي تاكل اللحوم هو تليين الطعام لاجل سهولة الازدراد

سير الطعام الى المعدة

اذا مُضغ الطعام مضغًا جيدًا نُقل الى المعدة قسمًا بعد قسم بواسطة عمل الازدراد اي البلع . ويقسم هذا العمل تسهيلاً للوصف الى ثلاثة اقسام . الاوّل اجتماع كتلة الطعام على هيئة لقمة تنزلق بين سطح اللسان وسقف الحلق الى ان تعبر قوس اللهاة المقدم والثاني سير اللقمة في البلعوم والثالث وصولها الى المعدة بواسطة المرئ وهذه الاعمال الثلاثة سريعة التتابع . ويتم الاوّل منها بالاختيار بواسطة عضلات اللسان والخدين . والثاني غير اختياري لانهُ اذا بلغت اللقمة او الشراب او اللعاب نقطة معلومة في موخر اللسان خرج البلع عن دائرة الارادة فتذهب بعد ذلك جبرًا على ان ذلك يتم بمعونة عضلات حركتها خاضعة للارادة على جانب ما كعضلات اللهاة والبلعوم . فما ظاهرُ ازدراد اختياري عبارة عن نقل اللقمة في العمل الاول الى ما وراء قوس اللهاة المقدم فتحمل الاعصاب الحاسة التأثير من المحل المذكور الى النخاع المستطيل ثم ينعكس منهُ الى الاعصاب المحركة فتعمل عضلات اللهاة والبلعوم عملاً محكمًا غير خاضع للارادة وكل ذلك من العمل المنعكس الذي سياتي الكلام عليهِ بالتفصيل في وظائف المجموع العصبي . واما العمل الثالث من الازدراد فيتم في المرئ الذي اليافهُ العضلية خارجة عن دائرة الارادة على الاطلاق

والعمل الثاني من الازدراد اكثرها تشوشًا لسبب مرور الطعام بفتحتي الانف الخلفيتين وفتحة الحنجرة العليا من غير ان يمسها . وكيفية ذلك انهُ اذا صارت اللقمة بواسطة العمل الاول الى ما بين قوسي اللهاة اندفعت الى المقدم اي نحو البلعوم بواسطة حركة اللسان نحو الخلف وضغط عضلات قوسي اللهاة

المقدمين اياها ثم انقباضها الى الخلف منها . وبينما تكون قاعدة اللسان متقلصة والحنجرة مرفوعة مع البلعوم نحو المقدم اسفل اللسان بنضغط لسان المزمار على فتحة الحنجرة العليا وتنزلق اللقمة عليهِ وما يعين سد فتحة الحنجرة حينئذٍ انقباض عضلاتها الخاصة بها بحيث ولو هلك لسان المزمار قلما كان من خطر مرور الطعام الى باطن الحنجرة ما دامت عضلاتها سليمة العمل . وفي تلك المدة نفسها اذ ترفع اللهاة بحيث تمس حافتها الخلفية موخر البلعوم واذ يتقارب جانبا قوس اللهاة الخلفي نحو الانسية ينسد المسالك الذي الى اعلى البلعوم والفتحتين الانفيتين الخلفيتين وتكوّن سطحًا مائلاً تنزلق اللقمة على وجههِ السفلي ثم يرتفع البلعوم ليقبلها فينقبض عليها بواسطة العواصر ويدفعها الى المرئ

وفي العمل الثالث اذ يسير الطعام في المرئ تتمدد هذه القناة عند وصولهِ اليها ثم تنقبض وتدفعهُ نحو المعدة وذلك على شكل ان كل قسم منها اذا بلغتهُ اللقمة تمدد لقبولها فيتهيج وينقبض ويحدث من ذلك انقباض موجي يمتد على مسير المرئ كما يشاهد جليًّا في الخيل وهي تشرب . وهذا الانقباض لا يكون بطيئًا مؤلمًا الاَّ اذا كانت اللقم كبيرة الحجم او سريعة التعاقب . اذا قطع العصبان الرئويان انفلجت قوة المري الانقباضية فيجتمع الطعام في القناة ويتعسر الازدراد

هضم الطعام في المعدة

بناء المعدة

لجميع الحيوانات الاَّ ما ندر صفة مشتركة بينها وهي وجود تجويف باطني لاجل احداث التغيير الكيماوي في الطعام اي لاجل الهضم واذا كان هذا التجويف مركبًا كان القسم الذي تتم فيهِ اخص التغييرات الهضمية واهمها المعدة

جدران المعدة في الانسان وذوات الثدي التي لها معدة واحدة مؤلفة من ثلاث طبقات متميزة وهي طبقة ظاهرة بريتونية وطبقة باطنة مخاطية وطبقة

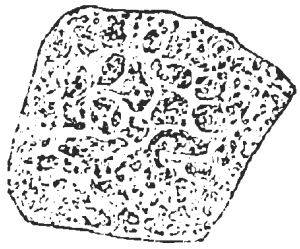
متوسطة بينها عضلية . وتتوزع في هذه الطبقات وبينها اوعية دموية وليمفاوية واعصاب

اما الطبقة العضلية فمكوّنة من الياف مرتبة على هيئة ثلاث طبقات تسمّى بحسب اتجاه الالياف فهي الطولية والحلقية والمنحرفة . فالطبقة الطولية اقربها الى السطحية وهي ممتدة من الياف المري الطولية وتنتشر انتشارًا منفرجًا على طرف المعدة العظيم وجانبيها الى البواب واشدها ظهورًا ما كان موضوعًا منها عند قوس المعدة الصغير وهو العلوي حيث تسير على هيئة حزم متينة . والطبقة الحلقية موضوعة بين الطولية والمنحرفة ويقال لها الالياف المستعرضة ايضًا وهي تحيط بجميع اقسام المعدة الّا ان اكثرها يشاهد في المتصف وعند الطرف البوابي فتكوّن معظم حلقة البواب الغليظة . وقال بتيكرو ليس شكلها حلقيًا بسيطًا ولكنها تتقاطع تقاطعًا منحرفًا على هيئة رقم الثمانية الافرنجية (8) . والطبقة الغائرة اي الباطنة هي المنحرفة وهي ممتدّة من الياف المري الحلقية وقليلة العدد . وضعها محصور عند فتحة المعدة القلبية وطرفها العظيم وتنتشر على وجهيها المقدم والخلفي فيسير بعضها سيرًا منحرفًا من اليسار الى اليمين وبعضها من اليمين الى اليسار حول الفتحة القلبية فتكوّن عضلة عاصرة بواسطة مقاطعة بعضها بعضًا ممتدّة من الالياف المحيطة باسفل المري . والياف الطبقة العضلية في المعدة والامعا من العضل الآلي غير الخاضع للارادة

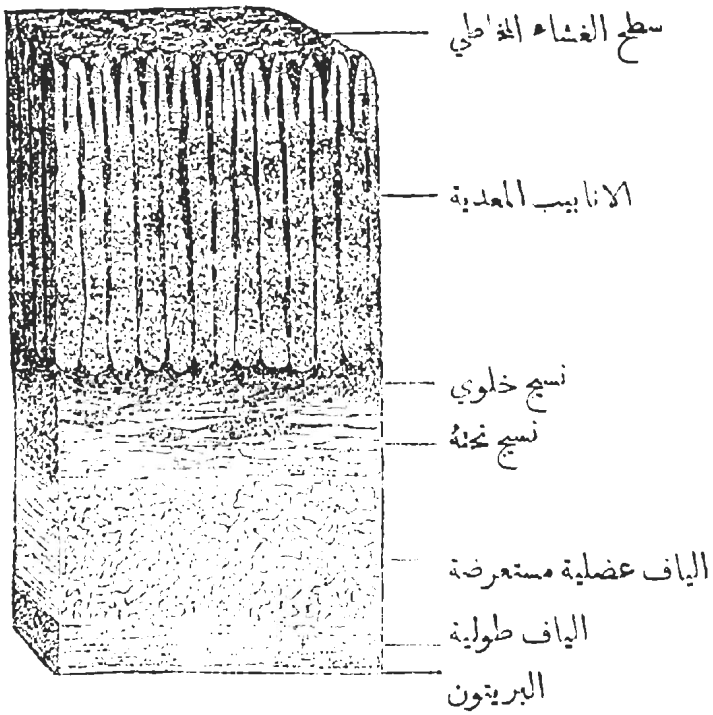
والطبقة الباطنة وهي غشاء المعدة المخاطي مستقرة على نسيج خلوي رخو هو النسيج تحت المخاطي . وهذا الغشاء املس ناعم لونهُ احمر باهت مدة الحيوة واذا كانت المعدة منقبضة تجعد تجعدًا طوليًا فاذا تمددت غابت الجعدات المذكورة . اذا نظر اليهِ بالمكرسكوب شوهد انهُ شبيه بشهد العسل فان فيهِ حفرًا واسناخًا قليلة الغور كثيرة الجوانب يختلف قطرها من $\frac{1}{200}$ الى $\frac{1}{250}$ جزءًا من القيراط وتبلغ بقرب البواب $\frac{1}{100}$ جزء من القيراط . وهي منفصلة بعضها عن بعض بواسطة خطوط مرتفعة ارتفاعًا خفيفًا يشاهد عليها احيانًا ولاسيما في

بعض امراض المعدة زوائد دقيقة ضيقة وعائية شبيهة بالحمل وغلط من قال انها حمل حقيقي ماص كحمل الامعاء الدقيقة . ويشاهد في قاع الاسناخ فوهات دقيقة (ش ٦٧) في فوهات غدد انبوبية عمودية الوضع (ش ٦٨) وهذه الغدد موضوعة الواحدة بجانب الاخرى غائصة في جوهر الغشاء المخاطي بحيث يكاد يتالف منها جميع بنائه

شكل ٦٧



شكل ٦٨



تقسم غدد المعدة البشرية الى قسمين هما الانبوبي والعدسي

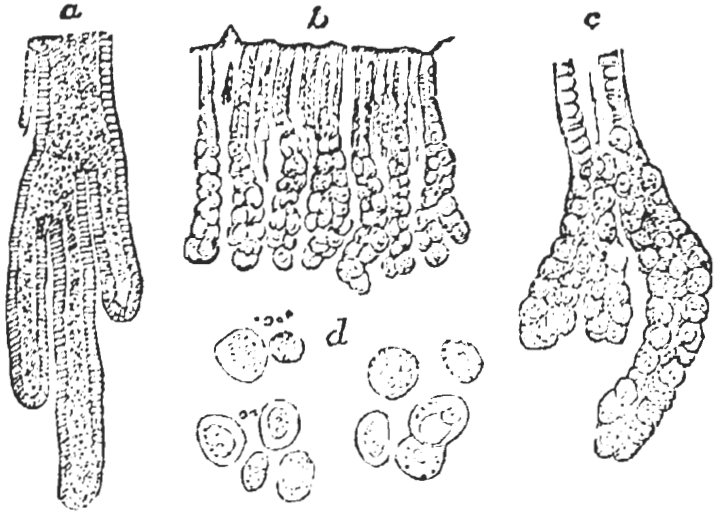
الغدد الانبوبية . هذه الغدد عبارة عن مجتمع اسطوانات اطرافها مسدودة طولها نحو $\frac{1}{20}$ م وقطرها $\frac{1}{250}$ م حشكة الوضع بعضها بالنسبة الى بعض ومحورها الطويل على زاوية قائمة لسطح الغشاء المخاطي الذي تستطرق اليهِ واطرافها

ش ٦٧ . قطعة صغيرة من غشاء المعدة المخاطي . مكبرة ٣٠ قطرًا . يشاهد فيها الحفر التي في قاعها فوهات غدد معدية انبوبية

ش ٦٨ . قطعة من المعدة البشرية مكبرة ٣٠ قطرًا . مقطوعة قطعًا عموديًا

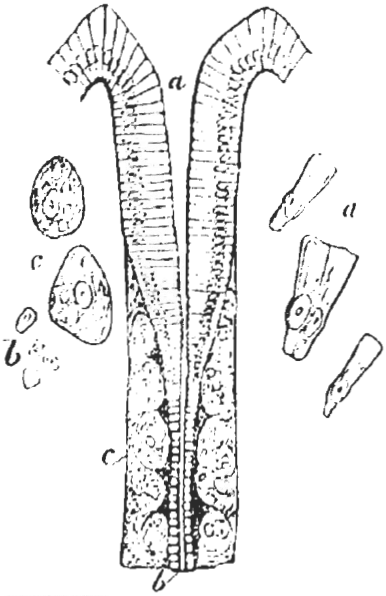
المسدودة مستقرة على النسيج الخلوي تحت المخاطي . وجميعا مؤلفة من غشاء

شكل ٦٩



قاعدي ومبطنة بكريات ابيثيلية ويختلف شكلها قليلاً فان بعضها على هيئة

شكل ٧٠



انابيب بسيطة مستقيمة مفتوحة الطرف الواحد مسدودة الآخر وبعضها يتمدد طرفها الغائر على هيئة جيوب وقد يكون متشعبًا . واما الابيثيليوم فما كان منهُ في قسم الانابيب العلوي من النوع الاسطواني ممتد من الابيثيليوم الذي يغطي السطح السائب لما بقي من المعدة وما كان في قسمها السفلي من النوع الكروي او الغدّي . ولعل وظيفة الابيثيليوم الاسطواني في الانابيب وعلى سطح

ش٦٩ . غدد من المعدة البشرية . a قسم غائر من غدة معدية بوابية . يشاهد الابيثيليوم العمودي نازلاً الى الاطراف المسدودة . b و c غدد معدية قرب الفتحة القلبية . d كريات الغدد المعدية القلبية مكبرة ٢٥٠ قطرًا

ش٧٠ . قسم من غدة معدية مكبرة يشاهد وضع الابيثيليوم في باطنها . a كريات عمودية مبطنة القسم العلوي من الانبوبة . b كريات صغيرة ذات زوايا تنتهي اليها الكريات السابقة فتكوّن طبقة مركزية او محورية في الباطن . c الكريات الغدية المعدية

المعدة السائب افراز السائل الرقيق المخاطي الفلوي ووظيفة الايبثيليوم الغدي افراز العصارة الخاصة بالمعدة

وتشاهد غدد بقرب البواب اطرافها الغائرة متشعبة مبطنة على جميع مساحتها بالايبثيليوم الاسطواني فلعل وظيفتها افراز المخاط فقط

جميع الغدد الانبوبية مستطرقة من اطرافها المفتوحة الى التجويف المعدي ومستقرة من اطرافها المسدودة على نسيج خلوي كثيف يستطيل نحو الاعلى بينها فيحيط بها ويثبتها . وفي النسيج الخلوي المذكور كمية مختلفة من الالياف العضلية غير المخططة

الغدد العدسية . هي اكياس صغيرة مسدودة موضوعة تحت سطح الغشاء المخاطي تامة المشابهة لغدد الامعا الوحيدة التي سياتي الكلام عليها . يختلف عددها كثيرًا وتشاهد خاصةً في قوس المعدة الصغير والقسم البوابي وقال برنتون ان عدم وجودها في الاولاد نادر . وظيفتها غير معلومة الاَّ انهُ يظن انها تشبه وظيفة غدد الامعا الوحيدة

اوعية الغشاء المخاطي الدموية تنقسم اولاً في النسيج تحت المخاطي ثم ترسل فروعًا بين الانابيب الغدية تنتظم حولها على هيئة شبكة شعرية دقيقة . ويمتد من هذه الشبكة نحو الاعلى شبكة اخرى سطحية محيطة بفوهات الانابيب فتتكون منها الخطوط البارزة من الغشاء المخاطي التي تحدّ الحفر الدقيقة الكثيرة الجوانب التي سبقت الاشارة اليها . واما الاوردة فيبتدي اكثرها من الشبكة السطحية المذكورة ثم تسير نحو الاسفل بين الانابيب بدون ان تكون لها علاقة شديدة بالشبكة الغائرة الواقعة بين الانابيب وتصب اخيرًا في الشبكة الوريدية الموضوعة في النسيج تحت المخاطي

اعصاب المعدة ناشئة من العصب الرئوي المعدي والسمپاتوي

افراز العصارة المعدية وخصائصها

اذا كانت المعدة خالية من الطعام غير عاملة لا تُفرَز عصارتها وانما يكون

سطحها حينئذٍ مغطىً بمخاط متعادل او قلوي قليلاً . فاذا دخل طعام المعدة او مادة اخرى منبهة احمرّ حالاً الغشاء المخاطي من زيادة توارد الدم اليه وتاخذ الغدد المعدية في الافراز النشيط فينسكب سائل حامض على هيئة نقط دقيقة تجتمع وتجري على سطح المعدة الباطن او تمتزج بالطعام . واختلفوا على الكمية اليومية التي تفرز من هذا السائل وربما كان معدلها العام في البالغ الصحيح من ٢٠٠ الى ٤٠٠ اوقية في اربع وعشرين ساعة

اوّل من حلّل السائل المعدي المعلم بروت الاّ انهُ لم يتمكّن من الحصول عليهِ بكمية كافية نقية منفصلة عن الطعام الى ان تيسر ذلك على نوع غير اعتيادي للمعلم بيومونت في رجل اسمهُ سنت مارتن كان قد جُرِح في الحرب فبقيت من الجرح فتحة مستطرقة راسًا الى المعدة بقرب الطرف العلوي للقوس الكبير على بعد ثلاثة قراريط من الفتحة القلبية . وكانت الفتحة الظاهرة واقعة اسفل الثدي الايسر بقيراطين على خط ممتد من هناك الى شوكة العظم الحرقفي الايسر . وكانت حوافي فتحة المعدة قد التحمت عند البرء بحوافي الفتحة الظاهرة غير ان تجويف المعدة بقي منفصلاً عن الظاهر بواسطة ثنية من الغشاء المخاطي مدلاة من الاعلى على هيئة صمام ساد للفتحة يمكن دفعهُ الى الموخر بالاصبع . وكان اذا أُدخِل منبه ميكانيكي كبلبوس الثرمومتر الى المعدة تهيج حالاً افراز السائل المعدي فيخرُج منهُ بواسطة انبوبة من الكاوتشوك نحو اوقية . وكانت اذا أُدخِلت الاطعمة الغذائية حصل من ذلك افراز السائل بسرعة وغزارة . ولم يُشعَر بارتفاع الحرارة مدّة الافراز النشيط فكانت درجة الثرمومتر دائمًا ١٠٠ ف الاّ عند الرياضة العضلية فكانت تصعد حينئذٍ في باطن المعدة درجة او اثنتين كصعودها في غير اجزاء من الجسد

ثم قام بلند لوث وبرنارد وغيرهما واصطنعوا فتحات ناسورية مستطرقة الى المعدة في الكلاب واثبتوا اكثر الامور التي كان قد اكتشفها بيومونت . وكذلك اعاد الفيسيولوجيون التجارب في سنت مارتن وكانت النتائج التي توصلوا اليها

من جميع هذه المشاهدات ان الفلفل والملح وغيرهما من المنبهات التي تقبل الذوبان تهيج افراز العصارة المعدية اكثر من المنبهات الميكانيكية وكذلك القلويات على العموم خلافًا للحوامض . وان الماء البارد جدًّا او قطع صغيرة من الثلج تسبب في اول الامر بهتًا في لون الغشاء المخاطي ثم يتوارد اليهِ الدم فيحمرّ وتزداد كمية الافراز المعدي ولكن اذا كان الثلج كثيرًا تناقصت الكمية المفرزة وأُعيق الهضم . وان التاثيرات التي تُحدَث في الفم تفعل في كمية الافراز لانهُ لما ادخل بلندلوت سكرًا الى معدة كلب وحدهُ او ممزوجًا بلعاب بشري كان الافراز الذي اعقب ذلك قليلاً جدًّا ولكن اذا مضغهُ الكلب وبلعهُ كان الافراز غزيرًا

وقد وصف بيومونت افراز المعدة البشري بهذه العبارة : هو سائل صافٍ شفاف لا رائحة لهُ ملح الطعم قليلاً ظاهر الحموضة . طعمهُ شبيه بالماء المصمغ الرقيق المحمّض قليلاً بالحامض الميوريانيك . ينتشر بسهولة في الماء او الخمر او انواع العرق ويفور قليلاً مع القلويات وهو مذيب فعال للاطعمة الغذائية . يجمد الالبومن ويضاد الفساد ويمنع نتن اللحم ويشفي القروح القديمة الردية اذا وضع عليها انتهى

وبحث المعلم شميدت بحثًا دقيقًا عن التركيب الكيماوي للسائل المعدي البشري وذلك انهُ شاهد امرأة اسمها كاترينا كوت عمرها ٣٥ سنة كان فيها ناسور معدي تحت الغدة الثدية بين غضروفي الضلع التاسع والعاشر . فكان يضع في المعدة مواد صلبة لا تنهضم كالحمص اليابس وقليلاً من الماء بحيث يتهيج الافراز ثم يستخرجهُ من الناسور بواسطة انبوبة لدنة من غير ان يكون قد اختلط باطعمة غذائية

وكان السائل المستخرج على الكيفية المذكورة حامضًا صافيًا لا لون لهُ ثقلهُ النوعي من ١٠٠٢٢ الى ١٠٠٣٤ تشاهد فيهِ بالمكرسكوب كريات قليلة من الغدد المعدية وحبيبات دقيقة . ويظهر من الجدول الآتي تحليل المعلم المذكور لهذا السائل وقد وُضع بجانبهِ تحليل السائل المعدي في الغنم والكلب

تركيب السائل المعدي

		كوت	الغنم	الكلب
	ماء	٩٩٤٫٤٠	٩٨٦٫١٤	٩٧١٫١٧
	مواد جامدة	٥٫٥٩	١٣٫٨٥	٢٨٫٨٣
مواد جامدة	مادة مخمرة وبيسين	٣٫١٩	٤٫٣٠	١٧٫٥٠
	حامض هيدروكلوريك	٫٣٠	١٫٥٥	٣٫٧٠
	كلوريد الكلس	٫٠٦	٫١١	١٫٦٦
	« الصوديوم	١٫٤٦	٤٫٣٦	٣٫١٤
	« البوتاسيوم	٫٥٥	١٫٥١	١٫٠٧
	فصفات الكلس والمغنيسيا والحديد	٫١٢	٢٫٠٩	٢٫٧٣

اختلفوا على ماهية الحامض الحر المزوج بعصارة المعدة فقال بعضهم هو الحامض الهيدروكلوريك وقال غيرهم هو اللبنيك . ويظهر من الادلة الموردة بهذا الشان ان القول الاوّل هو الاصوب وان معظم حموضة العصارة البشرية عائدة الى الحامض المذكور على انهُ لا يشك بوجود غيرهِ ايضًا احيانًا كاللبنيك والخليك والزبديك

البيسين مادة حيوانية تسمت بهذا الاسم لسبب عملها في الهضم . وهو جوهر ازوتي يستحضر على جملة طرق افضلها ان تُنقَع قطع من غشاء المعدة المخاطي في ماء على درجة ٨٠ او ١٠٠ من الحرارة ثم في ماء بارد . فيحل الماء السخن مواد مختلفة وبعض البيسين واما الماء البارد فلا يحل الاَّ البيسين فاذا تبخر المحلول البارد بقي البيسين على هيئة سائل لزج سنجابي اسمر . ثم اذا اضيف اليهِ الكحول رسب البيسين على هيئة كتل بيضاء مائلة الى السمرة واذا اضيف جزء واحد منهُ الى ماء ولو الى ٦٠٠٠٠ جزء هضم المواد الغذائية

اذا وُضِعَت مواد طعامية في السائل المعدي على درجة ٩٠ او ١٠٠ من الحرارة ظهرت قوتهُ الهاضمة في تليينها وتحويلها الى مادة لبية وتذويب جميعها او بعضها . غير انهُ يقتضي لحدوث العمل المذكور وجود البيسين والحامض معًا فاذا وجد احدهما دون الآخر لم يقع الهضم وكذلك اذا فسد البيسين او تجرد

الحامض اي صار متعادلاً . وفضلاً عن ذلك لابد من شروط اخرى جميعها موجودة في المعدة وهي اولاً حرارة على درجة نحو ١٠٠ ف . ثانيًا حركة كحركة المعدة العضلية التي تاتي بكل قسم من الطعام الواحد بعد الآخر الى ملامسة الغشاء المخاطي لاجل الامتزاج بالسائل المعدي الحديث المفرز منهُ . ثالثًا فصل ما هُضِم من الطعام لكي يؤتى بما بقي منهُ من غير هضم الى الملامسة التامة بالسائل الهضمي . رابعًا حالة الليونة والتجزئة الدقيقة كما يحدث للطعام بواسطة المضغ قبل دخولهِ المعدة

وقد توصلوا الى معرفة الاحكام التي تتعلق بكيفية عمل السائل المعدي في الطعام مدّة الهضم الطبيعي بواسطة مراقبة عملهِ وهو خارج المعدة اذا كانت احوالهُ ما امكن كاحوالهِ وهو فيها . فاظهر سپلنزيني وسنيڤنس وتيدمان وكيلين وغيرهم انهُ اذا غُمِس الطعام الجامد في السائل المعدي خارج الجسد وابقي على درجة نحو ١٠٠ من الحرارة تحوّل شيئًا فشيئًا الى سائل غليظ شبيه بالكيموس . وكانت تجاربهم من هذا القبيل انهم كانوا يعطون الكلاب قطعًا من الاسفنج ثم يستخرجونها بعد ابتلاعها مبلولةً بالسائل المعدي ويستخدمونها في الهضم الاصطناعي . غير ان افضل التجارب التي جرت في هذا الشان هي تجارب المعلم بيومونت في السائل المعدي الذي كان يستخرجهُ من معدة سنت مرتين الذي سبق ذكرهُ . فمن جملتها انهُ بعد ان صام سنت مرتين سبع عشرة ساعة استخرج المعلم بيومونت من معدتهِ اوقيةً من السائل ووضع فيها قطعة لحم بقر مملحة حديثًا مسلوقة وزنها ثلاثة دراهم واحاط الوعاء الذي كان يتضمنها بماء مسخن الى ١٠٠° . فاخذ يظهر الهضم ظهورًا واضحًا بعد اربعين دقيقة على ظاهر قطعة اللحم وبعد خمسين دقيقة صار السائل مظلمًا غاميًا وبدأ النسيج الظاهر ينفصل ويرتخي وبعد ستين دقيقة ابتدأ تكوين الكيموس . وبعد ساعتين ظهر ان النسيج الخلوي قد ذاب بالكلية بحيث انفصلت الالياف العضلية بعضها عن بعض وعامت في السائل على هيئة خيوط دقيقة في غاية ما يكون من الليونة . وبعد

ست ساعات هضم جميعها الاَّ قليلاً منها وبعد عشر ساعات لم يبقَ شيء بلا هضم . وعند بداءة هذه التجربة عُلِّقت قطعة اخرى من اللحم مثلها في المعدة بواسطة خيط فحصل فيها من التغيير بعد ساعة ما حصل في القطعة التي كانت تهضم هضمًا اصطناعيًّا خارج المعدة وعند نهاية الساعة الثانية هضمت هضمًا تامًّا بحيث لم يبقَ منها شيء

واعاد بيومونت هذه التجارب على نوع آخر وهو انهُ استخرج من فتحة المعدة بعض الطعام الذي كان قد تناولهُ سنت مرتين قبل ذلك بعشرين دقيقة فكان ممزوجًا بعصارة المعدة مزجًا تامًّا ثم ادام الهضم الذي كان قد ابتدأ بواسطة الحرارة الاصطناعية في حمام ماء . وبعد ساعات قليلة تحوَّل الطعام الى كيموس فظهر من هذه التجربة وغيرها ان الهضم الاصطناعي كالهضم الطبيعي الاَّ انهُ ابطأ منهُ قليلاً

ولما كان الهضم الحادث خارج المعدة وفي باطنها واحدًا بحسب الظاهر جاز ان يعتبر عملاً كيماويًّا من حيث صفاتهِ الجوهرية . وظهر ايضًا من تجارب بيومونت ان الاحكام التي تتعلق بالهضم الذي يتم خارج المعدة تدل على ما يتعلق بالهضم الذي يتم في باطنها . فشاهد مثلاً انهُ اذا تعرض مزيج الطعام والسائل المعدي لدرجة ١٠٤ ف من الحرارة توقف الهضم توقفًا تامًّا . وفي تجربة اخرى نقع قطعة لحم اياماً في ماء على ١٠٠° الى ان صارت رائحتها نتنة جدًّا ثم اضاف اليها شيئًا من عصارة المعدة الحديثة فزالت منها جميع النتانة وهضمت . ومن تجارب اخرى توصل الى معرفة سهولة او صعوبة هضم المواد الطعامية والى الطرق التي يتاثر بها الهضم وسياتي الكلام عليها

اذا لم يمكن الحصول على عصارة المعدة الطبيعية امكن اجراء كثير من هذه التجارب بواسطة سائل اصطناعي يظهر ان عملهُ شبيه جدًّا بالسائل المفرز من المعدة . وكيفية استحضارهِ هي ان تنقع في الماء قطع من الغشاء المخاطي المعدي الماخوذ من خنزير او حيوان آخر من الحيوانات التي تاكل اللحوم والنبات او

من المعدة الرابعة للعجل ثم يضاف الى المنقوع بعض نقط من الحامض الهيدروكلوريك بنسبة ثلاث قمحات وثلث من الحامض الى نصف اوقية من المنقوع. فاذا اضيف الى هذا السائل طعام ورفعت حرارة المزيج الى ١٠٠° لان الطعام وتغير بعد ساعة او اكثر بحسب قبوله للهضم كما يلين ويتغير في المعدة نفسها

واما حقيقة العمل الذي به تحدث التغيرات المذكورة في المواد الآلية بواسطة غشاء المعدة المخاطي وافرازه ففي غاية ما يكون من الابهام. فغاية ما يعلم من هذا القبيل هو ان عمل البپسين شبيه بعمل الخمير الذي اذا مُزِج بمواد آلية احدث فيها تغييرات معلومة وحدث فيه ايضاً كذلك. او قد تكون كيفية العمل من نوع التحليل الكياوي المعروف بالكاتاليسيس وهو ان جوهراً خميرياً يحدث تغييرات كياوية في المواد التي تضاف اليه بدون ان يقع فيه ادنى تغيير خلافاً للخمير الاعتيادي. ولنا مثال على ذلك في البلاتينوم الاسفنجي والفحم فانه اذا اضيف احدهما الى مزيج من الاكسجين والهيدروجين سبَّب اتحادهما فيتكون من ذلك ماء وكذلك الدياستاس[1] الذي يحوِّل النشا في الحبوب الى سكر. والظاهر ان البپسين يعمل على الكيفية المذكورة بدليل ان كمية صغيرة جداً منه تعمل العمل الهضمي في كمية كبيرة من الطعام بدون ان تفقد شيئاً من قوتها الاَّ ما قلّ. ويختلف هذا العمل عن الاختمار الاعتيادي بان لا يصاحبه تكوين الحامض الكربونيك وبعدم احتياجه الى وجود الاكسجين وبعدم حدوث كميات جديدة من المادة الفاعلة المخمرة. ويشبه الاختمار والكاتاليسيس الآلي من وجه ان الفواعل التي تغير تركيب البپسين كالحرارة اذا كانت اعلى من ١٠٠° والكحول القوي والحوامض القوية تبطل قوة السائل المعدي الهاضمة

التغيير الذي يحدث في الطعام وهو في المعدة

يتحول الطعام في المعدة الى مادة يقال لها الكيموس. وهو جوهر مختلف

(١) الدياستاس مادة ازوتية توجد في الحبوب مدة الاستفراخ وتحويل النشا الى سكر

التركيب بحسب نوع الطعام غير انهُ دائمًا غليظ القوام حامض الطعم والرائحة. واما لونهُ فعائد الى نوع الطعام او الى امتزاجهِ بالصفرا التي قد تسير الى المعدة من الاثني عشري ولو في الصحة بحسب الظاهر

عند تحويل الطعام الى كيموس تمتزج جميع المواد التي كان مؤلفًا منها بحيث يكاد لا يتميز بعضها عن بعض عند انتهاء العمل الهضمي. غير ان التجارب في الهضم الاصطناعي والبحث في المعد التي لها فتحات ناسورية قد اظهرت اكثر التغيرات التي تحدث في الاصول الغذائية وازمنة التصرف بها وكيفية ذلك. فلنتتبع هذه التغيرات بالتفصيل

عمل السائل المعدي في مواد الطعام عائد على جانب عظيم الى حالة تجزئتها والى نضارة المادة ورطوبتها. فانهُ اذا كانت تجزئة الطعام دقيقة اتسعت مساحة السطح التي يمسها السائل الهضمي فيشتد عملهُ في الطعام واذا كانت المواد الغذائية نضرة رطبة كانت مقاومتها لعمل عصارة المعدة اقل مما اذا كانت شديدة صلبة جافة لان السائل ينفذ فيها نفوذًا تامًّا ويعمل في جميع اجزائها ظاهرًا وباطنًا في الزمن الواحد. وانما لا تدل ضرورةً سهولة عمل السائل في مادة على كمية ما فيها من الصفة الغذائية لانها قد تكون كثيرة التغذية وعسرة الهضم لسبب غلاظتها وصفاتها الاخر وقد تكون قليلة التغذية وسهلة الهضم لسبب ليونتها. غير ان مادة الطعام لا تكون غذائية الاَّ اذا كانت تقبل المجانسة للدم ولا يتيسر وصولها الى الدم اذا كانت لا تقبل الذوبان الاَّ اذا هضمت اولاً بواسطة السائل المعدي او افرازاخر في القناة المعوية. وبناء على ذلك كانت هناك علاقة ضرورية بين قبول المادة للهضم وما فيها من صفة التغذية

اذا كان الطعام سائلاً عند دخولهِ المعدة او يقبل الذوبان في سوائلها امتصتهُ حالاً الاوعية الدموية الكائنة في غشاء المعدة المخاطي. فان تجارب ماجندي وبيومونت قد اثبتت ان الماء والخمر والمحلول الملحي الخفيف وما اشبهها تمتص بسرعة وانها تمتص من غير ان يكون قد حدث فيها تغيير بواسطة

السائل الهضمي وان ماء الطعام السائل كالشوربا يُمتص في الغالب حالاً واما المواد التي كانت محمولة فيها فتتغيَّر قبل عمل السائل الهضمي فيها لسبب فقد الماء منها

اما عمل السائل الهضمي في الطعام الجامد فقد بحثوا عنهُ بواسطة تجارب مختلفة منها تجارب تيدمان وكميلين اللذين اطعما كلابًا مواد متنوعة ثم قتلاها بعد بضع ساعات وبحثا عمَّا كان من هضمها . وافضل منها ايضًا تجارب بيومونت في سنت مرتين وتجارب المعلم كوس الذي كان يقيءُ كلما اراد

وقد اظهرت مشاهدات بيومونت ان عمل الهضم في المعدة يتم سريعًا في الصحة بحيث يتحول جميع الغذا المولف من اطعمة حيوانية ونباتية الى كيموس بعد مضي ساعة من زمن المناولة وتفرغ المعدة بعد ساعتين ونصف . ومثالاً على ذلك نورد ما ذكرهُ من تجارب بومين :

تجربة ٤٣ . — ٧ نيسان الساعة الثامنة قبل الظهر . اكل سنت مرتين ثلاث بيضات مسلوقة سلقًا صلبًا وفطائر مقلية وقهوة وبعد نصف ساعة فحص بيومونت المعدة فوجد ان المواد المذكورة قد امتزجت بعضها ببعض وابتدا الهضم فيها . وفي الساعة العاشرة وربع لم يبقَ شيءٌ من الطعام في المعدة

تجربة ٤٣ . — في الساعة الحادية عشرة من ذلك النهار نفسه اكل بيضتين مشويتين وثلاث تفاحات ناضجة . وبعد نصف ساعة ابتدا الهضم فيها وفي الساعة الثانية عشرة وربع لم يبقَ منها اثر

تجربة ٤٤ . — في الساعة الثانية بعد الظهر من ذلك النهار ايضًا اكل لحم خنزير صغير مقليًا وخضراوات . في الساعة الثالثة وقع فيها الهضم وفي الساعة الرابعة ونصف لم يبقَ شيءٌ في المعدة الاَّ قليل جدًّا من عصارتها

تجربة ٤٥ . — ٩ نيسان . في الساعة الثالثة بعد الظهر اكل سمكًا مقددًا مسلوقًا وبطاطا ولفتًا وخبزًا وزبدة . وبعد نصف ساعة امتحنها المعلم بيومونت فشاهد انها بلغت نصف هضم . وكان هضم البطاطا اقل من غيرها وتفتت

السمك على هيئة خيوط صغيرة ولم يمكن تمييز الخبز واللفت . وفي الساعة الرابعة امتحنها ثانيةً فكانت بقايا السمك قليلة جدًّا وقطع من البطاطا واضحة . وفي الساعة الرابعة ونصف تحوَّل جميعها الى كيموس وفي الساعة الخامسة فرغت المعدة

ومما يفعل في الهضم ما عدا نوع الطعام الكمية فيجب ان تُملأ المعدة ملاءً معتدلاً لا مفرطًا . ويجب ان يكون قد مضى من الزمن بعد المناولة الاخيرة ما يكفي لفروغ المعدة من الطعام . ويجب ان تكون الرياضة قبل المناولة وبعدها معتدلة فاذا كانت عنيفة اضرَّت بالهضم . ويجب ان يكون العقل هاديًا لا متهيجًا بالاعمال الشاقة او الانفعالات النفسانية . ومنها ايضًا حالة الصحة العامة وحالة الطقس الجوي . غير ان معدل المدة التي فيها يهضم الطعام في المعدة هو من ثلاث الى اربع ساعات عادةً

وألَّف المعلم بيومونت جدولاً لاجل اظهار الازمنة التي كانت تهضم فيها الاطعمة الاعتيادية في معدة سنت مرتين وفي العصارة التي كانت تستخرج من معدته . فكان الارزّ يتحول الى كيموس في نحو ساعة والبيض والسمك والتفاح في ساعة ونصف واللبن والكبد في ساعتين والديك الهندي والخروف الصغير والخنزير الصغير والبطاطا في ساعتين ونصف ولحم البقر والغنم من ثلاث ساعات الى ثلاث ساعات ونصف وكذلك الدجاج واما لحم العجول فكان ابطأها هضمًا . وكانت تتحول الاطعمة الحيوانية الى كيموس في زمن اقصر من تحول الخضروات

وكانت جميع تجارب المعلم بيومونت في الاطعمة الاعتيادية واما المعلم راوتس فكان يمتحن بالمكرسكوب حواصل الهضم الطبيعي من حيث انواع الانسجة والغائط . فظهر من تجاربه في الطعام الحيواني ان النسيج العضلي ينقسم الى حزيماته الاصلية ثم الى انقسامها انقسامًا مستعرضًا ثم كانت تغيب الخطوط العرضية واخيرًا ذاب الساركولًا وهو النسيج المحيط بالحزيمات بحيث لم يبقَ

شيء من النسيج العضلي الاَّ قطع قليلة من الالياف. وكان حدوث هذه التغيرات في لحم السمك والارانب ابطأ من حدوثها في لحم الدجاج وبقية الحيوانات. وكانت تسير كريات الغضروف والغضروف الليفي بلا تغيير في المعدة والامعا الى الغائط. وكانت نشاهد احيانًا الكريات الدهنية غير متغيرة في الغائط وغالبًا بلورات الكولسترين ولاسيما بعد مناولة دهن الخنزير

واما الاطعمة النباتية فقال المعلم راوتس انهُ كثيرًا ما شاهد الاغشية غير متغيرة في الغائط وكذلك الكريات النشائية التي لم يفقد من باطنها الاَّ البعض وان الكلوروفيل وهو المادة الملونة الخضراء كانت غير متغيرة غالبًا في الغائط وكذلك جدران الاوعية العصارية والاوعية اللولبية

واما الاصول الالبومنية فكاسين اللبن والالبومن السائل يتجمدان بواسطة حامض السائل المعدي فينتقلان الى حالة الجمودة كبقية الاطعمة الجامدة قبل ان يحدث فيها الهضم. ويظهر انهُ كلما اشتد الهضم فيهما وفي الفبرين والاطعمة الجامدة انحط تركيبها الكيماوي وربما كان السبب في ذلك ما قالهُ المعلم بروت وهو ان التغيير الكيماوي ناتج عن اتحاد الاصول المذكورة بالماء. واذا حدث هذا التغيير اخفى معظم صفاتها الخاصة بها فان الالبومن يكاد لا يعود يتجمد بالحرارة والجلاتين لا يتجمد بالبرودة ولو بُخِّر الماء المحلول هو فيهِ والفبرين والكاسين لا يكشفان بالكواشف الخاصة بهما. بل يظهر ان جميع هذه المواد تتحول الى اصل واحد فقط هو نوع دني من الالبومن لا يرسب بواسطة الحامض النيتريك او الحرارة يسمونهُ غالبًا البومنوس او پپتون فاذا أُمتص الاصل المذكور وتحوَّل الى دم ارتفع تركيبها الكيماوي ثانيةً الى ما كانت عليهِ. وهذا التغيير ضروري للامتصاص فانها تنتقل من حالة عسرة الامتصاص الى حالة تقبلهُ بسهولة وسياتي الكلام على ذلك بالتفصيل في بابهِ

ويظهر ان عمل الافراز المعدي في هذه الاصول ضروري لاصلاحيتها من حيث المجانسة للدم والانسجة. لان برنارد وبارزيل حقنا البومنًا مذابًا في الماء

في وداجي الكلاب ثم وجداهُ بعد ثلاث ساعات في البول ولكن عند ما مزجاهُ اولاً بالسائل المعدي لم يشاهدا لهُ اثرًا فيهِ . ويظهر ايضًا ان عمل الكبد فعال كالسائل المعدي تقريبًا في جعل الالبومن قابلاً للمجانسة لان برنارد شاهد انهُ اذا حقن البومن البيض المخفف غير ممزوج بالسائل المعدي في الوريد البابي لم يوجد لهُ اثر في البول فكان لابد من انهُ قد تمثل للدم

وربما كان معظم الالبومنوس مع السوائل والمواد التي تذوب تُمتَص راسًا من المعدة بواسطة الاوعية الدموية الدقيقة المنتشرة بكثرة في الغشاء المخاطي

واما الاصول السكرية والنشائية فتنفصل في اول الامر انفصالاً ميكانيكيًا عن المواد النباتية التي تتضمنها بواسطة عمل السائل المعدي . ثم تمتص حالاً الاجزاء التي تذوب وهي الدكستربن والسكر واما التي لا تذوب وهي النشا واللكنين فيتحول جميعها او بعضها الى دكستربن او سكر العنب بحيث يقبلان الذوبان والامتصاص . والارجح ان هذا التغيير يتم على جانب ما في المعدة غير ان تحويل النشا الى سكر لا يحدث من عمل السائل المعدي بل من عمل اللعاب الذي يبتلع مع الطعام او بعدهُ . ويدام تحويل النشا في القناة المعوية بواسطة افراز البنكرياس وربما ايضًا بواسطة افراز الغدد المعوية كما سياتي . واما اذا كان النشا غير مطبوخ فيكون هضمهُ قليلاً جدًّا في الانسان والحيوانات التي تاكل اللحوم لانهُ اذا أُكل نيًّا خرجت كمية كبيرة من حبيباتهِ في الغائط من غير ان يكون قد حدث فيها ادنى تغيير . فاذا طبخ تمددت او انفجرت غلافات الحبيبات وتعرض ما في باطنها لعمل السوائل الهاضمة ولما كان الخبز على غاية ما يكون من الصفة الغذائية بحيث يهضم جانب عظيم منهُ دلَّ ذلك على قوة السوائل الهاضمة التامة في تذويب النشا وتهيئتهِ للامتصاص

واما الاصول الزيتية فغاية ما يقال من حيث التغييرات التي تحدث فيها وهي في المعدة انهُ يظهر انها تتجزّى الى ذرات دقيقة ثم تسير الى الامعاء ممزوجة بالكيموس . واما الدهون الجامدة فربما حصلت فيها النتيجة المذكورة بواسطة

عمل عصارة المعدة التي تذيب النسيج الخلوي والجدران الالبومنية للكريات الدهنية التي تدخل في بناء الدهن فاذا ذابت تمكن الدهن الحقيقي من الامتزاج بالكيموس. ثم تحدث فيهِ تغييرات اخرى في القناة المعوية سياتي ذكرها فيصير صالحًا للامتصاص بواسطة الاوعية اللبنية

حركات المعدة

تقدم الكلام في ان حركات المعدة تعين السائل المعدي في القسم الخاص بهِ من الهضم . من ذلك مثلاً ان حوصلة الطيور التي تاكل الحبوب شديدة البنا العضلي بحيث اذا انقبضت جرشت وسحقت الحبوب الصلبة فاسعفت الهضم اسعافًا جوهريًّا . واما في الانسان وذوات الثدي فحركات الطبقة العضلية للمعدة ضعيفة غير كافية للعمل الميكانيكي المذكور والهضم لا يحتاج اليهِ لان المضغ قد ناب عنهُ. وقد اظهرت تجارب راومور وسپالتزيني ان المواد الموضوعة ضمن انابيب مثقوبة تهضم ولو كانت محمية من العمل الميكانيكي في المعدة

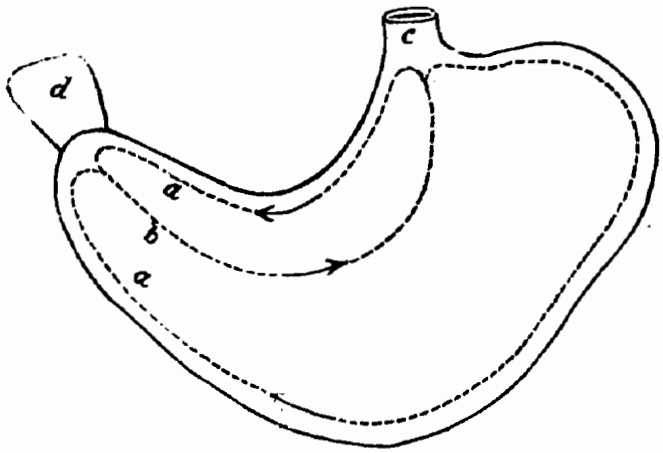
ويظهر ان لعمل الطبقة العضلية في المعدة البشرية ثلاث فوائد الاولى تحكيم المعدة لكمية الطعام التي فيها لكي تكون جدرانها ملامسة لهُ من كل جهة وتضغطهُ ضغطًا معتدلاً . والثانية سد فتحتي المعدة الى ان يكون قد تم هضم الطعام . والثالثة اجراء حركات عاصرة يندفع بها الطعام كلما نضج شيئًا فشيئًا نحو البواب ثم منهُ الى الاثني عشري وبينما يندفع الطعام على الكيفية المذكورة يمتزج امتزاجًا تامًّا بالسائل المعدي

اذا لم يكن الهضم جاريًا كانت المعدة دائمًا منقبضة انقباضًا متساويًا عند فتحتيها وما بقي من جدرانها فاذا دخلها الطعام انقبضت عليهِ واحتضنتهُ وانسدت فتحتاها بشدَّة كما تنسد العضلات العواصر. اما الفتحة القلبية فتنفتح كلما ازدُرِد الطعام لاجل قبولهِ ثم تنسد حالاً. والفتحة البوابية تكون مدة القسم الاوَّل من الهضم مسدودة حتى انهُ ولو فُصِلت المعدة عن الامعا لم يخرج شيء مما في باطنها. فاذا قارب العمل الهضمي النهاية ضعفت مقاومة البواب فيمكّن اولاً مرور الطعام

المهضوم منهُ ثم المواد الغير المهضومة

ويظهر من مشاهدات بيومونت انهُ ما دام الطعام يدخل المعدة تعمل فيهِ الطبقة العضلية عملاً عاصرًا فيندفع ما هضم منهُ شيئًا فشيئًا نحو البواب . وظهر لهُ ان هذه الحركات تتزايد كلما تقدم الهضم وانها تدوم الى ان يتم بالكلية . وعندما وضع بلبوس الثرمومتر على بعد ثلاثة قراريط من البواب ضغطتهُ المعدة وجذبتهُ نحو البواب فعرف من ذلك ان انقباض الياف طرف المعدة البوابي اشد منهُ في الطرف القلبي وان فائدة هذه الحركة دفع الطعام بعد ان يكون قد تحوّل الى كيموس من البواب الى الاثني عشري . واما القسم الذي لم يهضم من الطعام فيحجز الى ان يكون قد تم هضمهُ او نفذ جميع ما يهضم منهُ . وكثيرًا ما نشاهد الالياف البوابية منقبضة بعد الموت بينما يكون الطرف القلبي منبسطًا على هيئة كيس . وقد ينفصل طرفا المعدة بواسطة انقباض الالياف الحلقية المتوسطة فيحدث من ذلك اختناق في منتصفها كاختناق الساعة الرملية

شكل ٧١



وقد ثبت جليًّا من بحث المعلم برنتون انهُ بواسطة الحركة الضاغطة المذكورة

ش ٧١. رسم لاظهار حركة الطعام في المعدة من ضغط طبقتها العضلية اياهُ . $a\ a$ المجرى المحيطي المسبب عن ضغط المعدة الحامل الطعام نحو البوّاب فاذا كان مُغلقًا انعكس الى b وهو المجرى المركزي او المحوري الشاغل محور المعدة الممتد من فتحتها القلبية (c) الى فتحتها البوابية (بين b و d)

لا يندفع فقط الطعام المهضوم شيئًا فشيئًا من البواب بل يتكوّن منها ايضًا مجرى دائم مزدوج على شكل ان ما كان من كتلة الطعام في المحيط يندفع نحو البواب بواسطة انقباض الالياف العضلية وما كان منها في المركز يندفع نحو الجهة المخالفة اي نحو الفتحة القلبية فيحدث ما ذكر في طعام المعدة دورة دائمة تودي الى امتزاجهِ جيدًا بالسائل المعدي وتسهيل هضمهِ

هذه الحركات خاصة بالمعدة ومستقلة بنفسها ولكنها قد تشترك مع حركة العضلات البطنية في كيفيات معلومة كالقي والجُشاء على انهُ كثيرًا ما يقال ان لا عمل للمعدة نفسها في القي وان قذف ما في باطنها موقوف بالكلية على انقباض الحجاب والعضلات البطنية . غير ان التجارب والمشاهدات التي بني عليها هذا القول انما تدل على ان الانقباض المذكور كافٍ لطرد ما في المعدة الى المرئ ولكنها لا تنفي مشاركة عمل المعدة في القي الاعتيادي . نعم انهُ لا يوجد براهين كافية لاثبات هذه المشاركة ولكنهُ يستدل عليها من مشاهدة المعد التي لها فتحات ناسورية ومن مقابلة المعدة ببقية الاعضاء المجوفة كالمثانة والمستقيم التي تقذف ما في باطنها بواسطة المشاركة بين عمل العضلات البطنية وعمل البناء العضلي الخاص بها

وفضلاً عن ذلك للمعدة مشاركة جوهرية في عمل القي بواسطة انقباض الياف البوابية بينما ترتخي الياف المنحرفة المحيطة بالفتحة القلبية . لانهُ اذا لم تنبسط هذه الالياف لم يمكن حدوث القي بل اذا كانت منقبضة امكنها مقاومة جميع قوة انقباض العضلات البطنية وغيرها كما تقاومها العضلات التي تسد الحنجرة مدّة الزحير . واذا تقيأ الانسان ولم يقيء كان ذلك ناشئًا عن عدم الموافقة بين ارتخاء هذه العضلات وانقباض العضلات الاخر

واما العضلات التي تشاركها المعدة في الانقباض مدّة القيء فهي على الخصوص عضلات البطن وللحجاب الحاجز عمل ايضًا في ذلك ولكنهُ ليس كعمل عضلات الجدران البطنية . فانها اذا انقبضت ضغطت المعدة نحو موخر الحجاب

ووجهه السفلي واما الحجاب فينجذب عادةً الى الاسفل مدّة الشهيق الغائر الذي يسبق عمل القيء ويتوتر ويتثبّت فيكوّن سطحًا ثابتًا تنضغط المعدة عليه . وعمل الحجاب على الكيفية المذكورة ناشئٌ عن ان الشهقة التي تسبق القيء تنتهي بانسداد المزمار فلا يستطيع الحجاب بعد ذلك ان يصعد او ينزل الى ان ينفتح المزمار عند انتهاء القيء (انظر صفحة ١٤٧)

وبعض الناس يتعوّد القيء بالارادة بلا تنبيه خاص للمعدة وذلك من مجرد الممارسة المرة بعد المرة الى ان تصير ملكة فيهم . والاندر من ذلك ان بعض الناس يتعود ازدراد الطعام بلا مضغ تقريبًا ثم عند التيسر يفيض به الى الفم لقمةً فلقمةً فيمضغهُ ويبلعهُ كما تفعل الرتبة المجترّة من الحيوانات ذوات الثدي

عمل المجموع العصبي في الهضم المعدي

عمل المجموع العصبي في الهضم المعدي على ثلاث طرق الاولى الاحساسات التي تؤدي الى تناول الطعام والثانية افراز السائل المعدي والثالثة حركة الطعام في المعدة واندفاعهُ منها

اما الجوع فاحساس يُشعِر بنقص الطعام في الجسد . والعقل ينسب هذا الاحساس الى المعدة ولكنهُ لما كان يزول بواسطة ادخال الطعام الى المعدة نفسها او الى الدم بطرق اخرى غير طريق المعدة ظهر من ذلك انهُ لا يتوقف على حالتها فقط . ومما يؤيد ذلك ان العقل يشعر بحالة المعدة بواسطة العصبين الرئويين المعديين خصوصًا فاذا قُطِعا لم يعقب ذلك بحسب الظاهر زوال الاحساس بالجوع . غير انهُ من الجهة الاخرى قد ثبت ان للمعدة مشاركة في الجوع بدليل زواله ولو الى وقت قصير بواسطة ادخال اطعمة غير غذائية اليها . وبناء على ذلك نقول ان الاحساس بالجوع ناشئٌ من عموم الطبيعة ولا سيما من حالة المعدة التي عدم كفاءة تجديد الدم يؤثر في اعصابها اكثر مما يؤثر في اعصاب بقية الاعضاء

والعطش احساس يدل على نقص السائل في الجسد ويُنسَب الى موخر

الحلق واعلى البلعوم على ان ذلك كالجوع اشعار موضعي بحالة عمومية في الطبيعة. والدليل على ذلك انهُ اذا ترطبت الاجزاء المذكورة لا يزول العطش الاَّ زمنًا قصيرًا جدًّا ولكنهُ يزول بالكلية بواسطة ادخال السوائل الى الدم اما بطريق المعدة او بحقنها في الاوعية الدموية او بامتصاصها من سطح الجلد او الامعا. وهو حادث بالطبع عن نقص كمية الماء في الدم او اذا نزع بعض الماء من الدم بواسطة اضافة مواد ملحية او جامدة اليهِ. ويعبَّر عن ذلك بالقول ان اعصاب الفم واعلى البلعوم التي ينشأ منها خصوصًا الاحساس بالعطش اشد حسًّا بحالة الدم هذه من بقية الاعصاب وكما ان الجوع والعطش احساسان يدلان على احتياج كل الجسد الى الطعام والشراب هكذا الاحساس بلزوم التنفس فانهُ ينسب الى الرئتين خصوصًا على ان تجارب فولكمان قد اظهرت انهُ موقوف على حالة الدم في كل الجسد لان الحيوانات التي تقتلع منها الرئتان لا تزال تتكلف التنفس دلالةً على ان مجلس الحاجة الى التنفس في حالة الدم

واما عمل المجموع العصبي في افراز السائل المعدي فظاهر من تاثير العقل في الهضم المعدي كالانشراح في زيادتهِ والغم في توقيفهِ ومن مشاهدات بيومونت. وكذلك برنارد اذ كان يراقب العمل الهضمي في المعدة في الكلاب التي كانت في معدها فتحات ناسورية شاهد توقف الهضم حالاً عند قطع العصبين الرئويين المعديين وان غشاء المعدة المخاطي الذي كان منتفخًا بالدم صار لونهُ باهتًا وبطل افرازهُ. واعاد غيرهُ هذه التجربة فشوهد تارةً موت الحيوان من تعطيل وظيفة المعدة وانقطاع التغذية وتارةً شفاؤهُ ورجوعهُ الى ما كان عليهِ قبل قطع العصبين

وظهر من تجارب كثيرة ان بعض السموم المخدرة التي يُبطِل السائل المعدي عملها تهلك الحيوان اذا دخلت المعدة بعد قطع العصبين الرئويين المعديين لسبب توقف الافراز المعدي بحسب الظاهر. فمن جملة تجارب برنارد انهُ اخذ كلبين وقطع العصبين الرئويين المعديين في احدهما ثم اطعمهما كمية من

الايملسين (هو البومن اللوز المرّ) وبعد نصف ساعة اطعمها كمية من الامكدالين (هو جوهر ازوتي في اللوز) وهذان الجوهران اذا مزجا تكوّن منهما حامض هيدروسيانيك . فكانت النتيجة من هذه التجربة ان الكلب الذي قطع فيه العصبان مات بعد ربع ساعة وذلك ان الجوهرين المذكورين امتصا من المعدة من غير تغيير ثم امتزجا في الدم فتكوّن منهما الحامض ومات الحيوان مسمومًا به واما الكلب الآخر فلم يمت لان السائل المعدي حلل تركيب الايملسين قبل مناولة الامكدالين فلم يتكوّن الحامض في الدم . ومن جملة تجاربه ايضًا ان السيل الكلواني ينبّه هذين العصبين فيزداد الافراز المعدي خلافًا للاعصاب السمباتوية الناشئة من العقدتين الهلاليتين فان عمل السيل الكلواني كان عكس الاوّل لانهُ ينقص او يبطل الافراز

واما تاثير المجموع العصبي في حركات المعدة فكثيرًا ما شوهد ضعف هذه الحركات او توقفها بالكلية بعد قطع العصبين الرئويين المعديين. واما ما يحدث من تنبيههما فقد اظهرت تجارب لونجت وبيشوف ان حركة المعدة العضلية تشتد جدًّا مدّة الهضم وانهُ لا يفعل فيها التنبيه المذكور مدّة الفروغ . وكذلك اذا كانت المعدة بحالة الهضم لا يمكّن البواب نفوذ شيء منهُ الاّ الكيموس فاذا انتهى الهضم نفذت منهُ بقية الطعام التي لم تهضم ولو كانت كبيرة او دراهم او غيرها ممّا لا يُهضَم

انهضام المعدة بعد الموت

اذا مات حيوان مدّة الهضم المعدي وكان في باطن المعدة كمية من عصارتها فكثيرًا ما تعمل العصارة في جدران المعدة الى انها تثقبها ثقبًا كبيرًا بحيث يهبط ما يكون في باطنها الى تجويف البطن. وكثيرًا ما يشاهد هذا الامر في فتح الرمم البشرية ولا سيما في التجارب في الحيوانات. وفي ذلك يقول المعلم باقي اذا قُتِلت ارنبة مدّة الهضم وحوفظ على درجة حرارتها الطبيعية بواسطة الحرارة الاصطناعية ثم فتحت رمتها شوهد ان المعدة وبعض الاجزاء المجاورة لها قد انهضمت . فاني

قتلت ارنبة في المساء مدة الهضم ووضعتها في مكان حرارته من ١٠٠° الى ١١٠° ف فوجدت في الصباح ان المعدة والحجاب الحاجز وبعض الكبد والرئتين والعضلات بين الاضلاع على الجانب الذي كان الحيوان ملقيًا عليهِ قد انهضم جميعها وكان قد بدا الهضم ايضًا في عضلات العنق وجلدهِ والطرف العلوي على الجانب المذكور انتهى

وقد اختلفوا على التعليل عن عمل عصارة المعدة في جدرانها بعد الموت وعدمهِ مدة الحيوة وربما كانت حقيقة ذلك مجهولة الى الآن . فقال هنتر ان المبدا الحيوي يحمي المعدة من عمل عصارتها مدة الحيوة وانما هذا القول ذكر ما يكون لا تعليل عنهُ . وقال برنارد ان ابيثيليوم المعدة ومخاطها يحميانها من العمل المذكور مدَّة الحيوة وابطل باقي هذا القول بواسطة التجارب في الكلاب . واما مذهب باقي المذكور فهوانهُ لما كان الدم الدائر في جدران المعدة مدَّة الحيوة قلوي العمل كافيًا لازالة حموضة عصارة المعدة وابطال عملها (انظر صفحة ١٨٧) لم تعمل العصارة في جدران المعدة مدَّة الحيوة فاذا بطلت الدورة عند الموت عملت . ولعل هذا القول اقرب الى الصواب غير ان الامر لا يزال مبهمًا الى الآن

الهضم المعوي

تقسم القناة المعوية الى قسمين عظيمين مختلفين في القطر يسميان المعى الدقيق والمعى الغليظ . وهذان القسمان متصلان يستطرق احدهما الى الآخر بواسطة فتحة لها صمام هو الصمام اللفائفي الاعوري . والفتحة المذكورة تمكّن سير حواصل الهضم من المعى الدقيق الى الغليظ وتمنعها عادةً من السير في الجهة المخالفة اي من المعى الغليظ الى الدقيق

لنصف اولًا بالتفصيل بناء ووظائف الانسجة التي تتعلق بالهضم المعوي ثم نذكر خلاصة التغيرات الحادثة في الطعام مدة سيرهِ في الامعا اولًا من البواب الى الصمام اللفائفي الاعوري وثانيًا من الصمام المذكور الى الاست

بناء المعى الدقيق وافرازاته

طول المعى الدقيق نحو عشرين قدمًا ويقسم تسهيلاً للوصف الى ثلاثة اقسام وهي الاثنا عشري الذي يمتد من البواب الى مسافة ثمانية اوعشرة قراريط والصائم الذي طولهُ خمسا ما بقي من القناة واللفائفي الذي طولهُ ثلاثة اخماس

بناؤهُ كبناء المعدة من ثلاث طبقات مصلية وعضلية ومخاطية . فالطبقة المصلية مكونة من طبقة البريتون الحشوية . والطبقة العضلية مكونة من الياف عضلية غير مخططة بعضها موضوع وضعًا طوليًا الى الظاهر والبعض الآخر مستعرض اوحلقي الشكل دوائرُ غير كاملة محيطة بالقناة . وبين هذه الطبقة والطبقة المخاطية طبقة يقال لها النسيج تحت المخاطي تتوزع فيها اوعية دموية كثيرة وضفيرة اعصاب وعقد عصبية

واما الطبقة المخاطية فاكثرها اعتبارًا من حيث وظيفة الهضم ولذلك نصف الآن بالتفصيل الابنية التي تدخل في تاليفها وهي الصمامات الكاذبة والخمل والغدد . وهذه الطبقة مغطاة على كل مساحة سطحها الباطن بالابيثيليوم العمودي وبناؤها العام شبيه ببناء غشاء المعدة المخاطي (صفحة ١٨١) ويدخل في تاليفهِ نسيج شبكي اوليمفاوي (ش ٧٢)

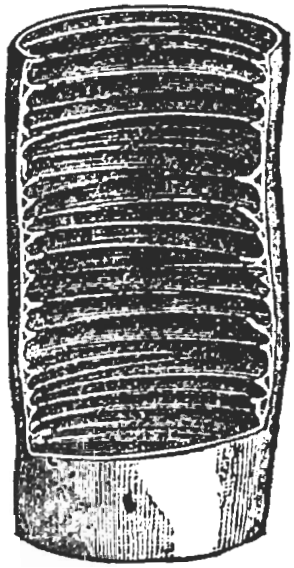
شكل ٧٢

ش ٧٢ . قطعة عرضية من غشاء المعى المخاطي . a تجويف غدة انبوبية من غدد ليبركهن . b كرية ايثيلية مبطنة للانابيب المذكورة . c خلايا شبكية او ليمفاوية بعضها فارغ وبعضها مشغول بكريات ليمفاوية كما عند d

الصمامات الكاذبة

يبدأ ظهور الصمامات الكاذبة في الاثني عشري الى ما وراء البواب بنحو قيراط او قيراطين ثم يكبر حجمها ويكثر عددها بعد مدخل القناة الصفراوية وتدوم كذلك في جميع الصائم ثم ينقص حجمها وعددها شيئًا فشيئًا الى ان تنقطع بالكلية بقرب منتصف اللفائفي. وهي مكونة من انثناء الغشاء المخاطي نحو الباطن فتصير على هيئة ثنيات هلالية تقرب من الحلقية موضوعة وضعًا مستعرضًا بالنسبة الى محور المعى غير انهُ يندر امتداد الثنية منها الى اكثر من نصف او ثلثي محيط المعى. وتختلف عن جعدات المعدة بانها لا تختفي عند تمدد المعى. ولاجل الوقوف عليها جيدًا يجب ان لا يشق المعى بل توخذ منهُ قطعة وتمدد بالهواء او الكحول الى ان تكون قد تصلبت الانسجة ثم تشق شقًا طوليًا الى نصفين فتظهر منتصبة على زاوية قائمة بالنسبة الى سطح الغشاء المخاطي. واما وظائفها فهي اولاً انها تزيد سطح المساحة لاجل الامتصاص والافراز. ثانيًا انها تعارض سرعة سير حواصل الهضم المعدي الشديدة السيولة. ثالثًا انهُ من المعارضة المذكورة يختلط ما في باطن الامعا بافرازاتها اختلاطًا جيدًا

شكل ٧٣



غدد المعى الدقيق

غدد المعي الدقيق على ثلاثة انواع سميت باسماء الذين اكتشفوها وهي غدد ليبركهن وغدد پاير وغدد برنّ

غدد ليبركهن ويقال لها اجربتهُ ايضًا انخفاضات من الغشاء المخاطي المعوي على هيئة انابيب بسيطة منتشرة انتشارًا حشكًا على جميع سطح المعى الغليظ والدقيق. ولا تشاهد في المعى الدقيق الاَّ بواسطة عدسة فتظهر فوهاتها

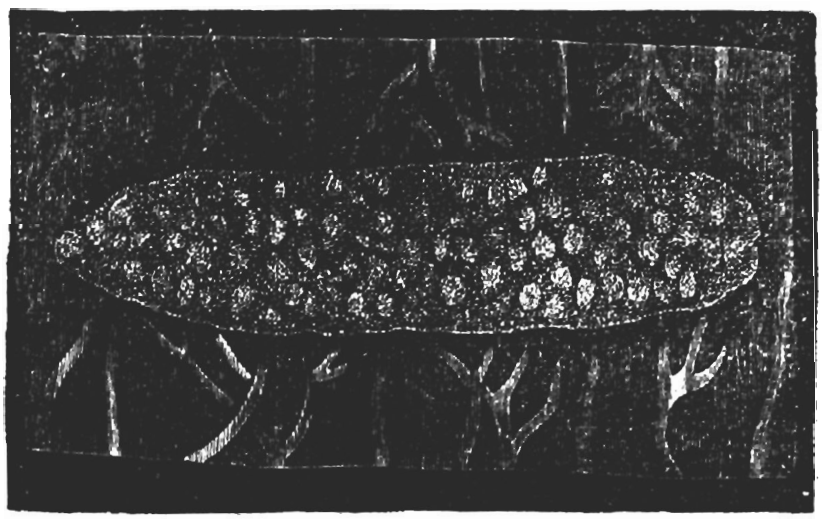
ش ٧٣. قطعة من المعى الدقيق بعد تمديدها وجعلها صلبة بالكحول. وقد فتحت لاجل اظهار الوضع الطبيعي للصمامات الكاذبة

كنقطات دقيقة متفرقة بين الخمل وهي اكبر في المعى الغليظ ويكبر حجمها كلما قاربت الاست الى انها تصير ظاهرة للعين المجردة في المستقيم. يختلف طولها من $\frac{1}{4}$ الى $\frac{1}{10}$ خط. بناء الانبوبة منها كبناء الغشاء المعوي من غشاء خاص اواساسي مبطن بطبقة من الابيثيليوم العمودي ومغطى من الظاهر باوعية شعرية دموية. ويختلف ما في باطنها بحسب مدة الهضم فيشاهد عادةً في قاع الغدة مادة حبيبية بينها بعض نوى يظن انها عند صعودها نحو السطح تتكون شيئًا فشيئًا الى انها تصير كريات نووية يندفع بعضها الى التجويف المعوي. واما وظيفة المادة التي تفرزها هذه الغدد فلا تزال مبهمة غير انهُ يظهر من كثرة عددها ومساحة السطح التي تشغلها انهُ لابد من ان لها وظيفة في الهضم المعوي ما عدا ترطيب سطح الغشاء المخاطي بواسطة السائل الذي تفرزهُ

شكل ٧٤

وغدد باير محصورة الوضع في المعى الدقيق واكثر وجودها في القسم السفلي من اللفائفي قرب الصمام اللفائفي الاعوري. وهي اما ان تكون متفرقة متباعدة بعضها عن بعض فيقال لها الغديدات المتفرقة او مجتمعة على هيئة بقع طولها من

شكل ٧٥



ش ٧٤. غدة من غدد ليبركهن

ش ٧٥. بقعة من بقع باير وهي ممتلئة. مكبرة ٥ اضعاف

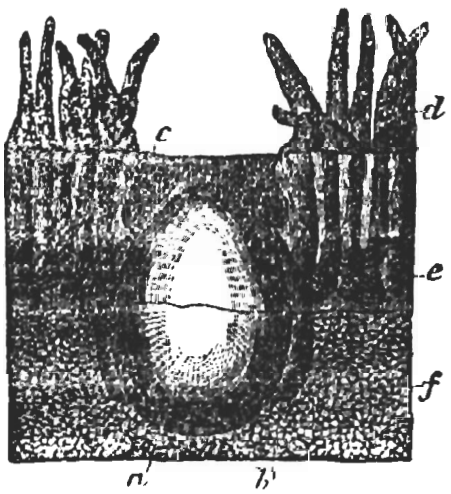
قيراط الى ثلاثة قراريط وعرضها نحو نصف قيراط فيقال لها الغدد بدات المجتمعة ويقال للبقع بقع پاير. والبقع المذكورة اكثرها بيضي الشكل قطرها الطويل موازٍ لمحور المعى ووضعها غالبًا مقابل اتصال المساريقا بالمعى . والظاهر انهُ

شكل ٧٧

شكل ٧٦

لا فرق جوهري في البناء والوظيفة بين الغدد المتفرقة والمجتمعة الاَّ ان المتفرقة منها على سطحها خمل كثير يندر وجودهُ على بقع پاير. كل غديدة منها على هيئة

شكل ٧٨



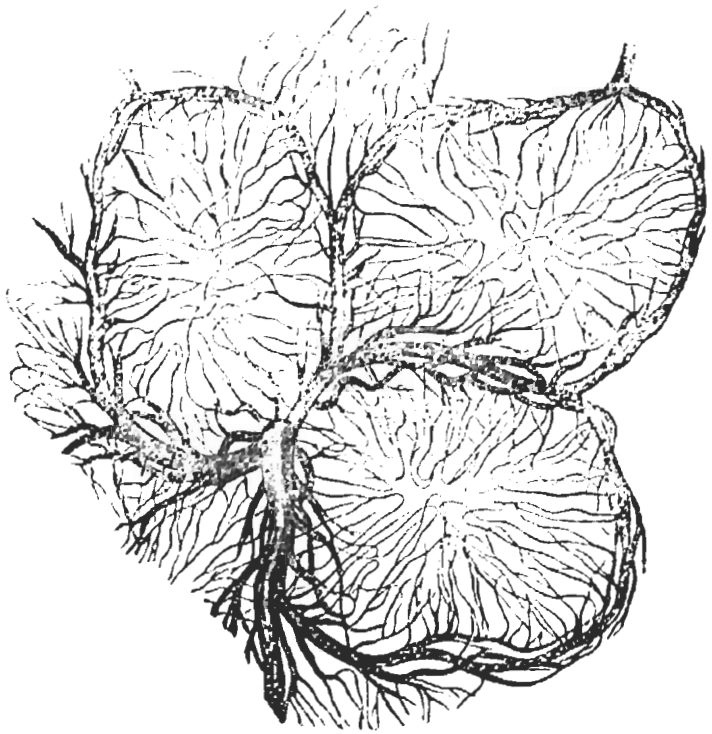
ش ٧٦. غدة وحيدة او متفرقة من المعى الدقيق

ش ٧٧ . قطعة من غدة پاير مكبرة . يشاهد فيها مجموع غدد متفرقة او وحيدة ونقط سود هي فتحات غدد ليبركهن وزوائد هي الخمل

ش ٧٨. قطع جانبي من غشاء الفط المعوي المخاطي . a غدة پاير غائصة في النسيج

كيس مسدود مستدير ابيض مظلم قطرهُ من نصف خط الى خط موضوع في انخفاض من الغشاء المخاطي محاط باجربة كاجربة ليبركهن غير انهُ لا يوجد استطراق بين الاجربة والغدة وليس للغدة فتحة ظاهرة. والكيس المذكور مكوَّن من محفظة غشائية غائص في ضفيرة وعائية دموية حشكة تذهب منها فريعات دقيقة وتنفذ من المحفظة الى باطن الكيس . ويتضمن ما عدا الفريعات الدموية مادة لبية مؤلفة من جوهر البومني دهني وكريات نووية

شكل ٧٩



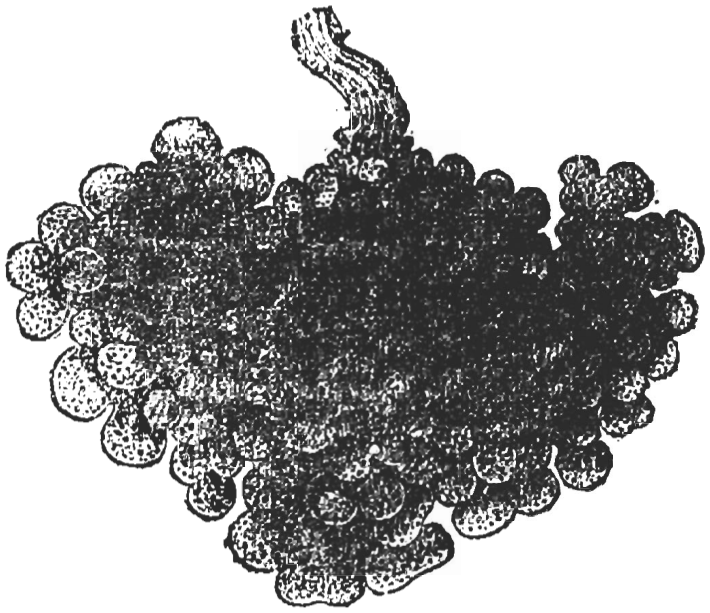
واما وظيفة هذه الغدد فلم تعلم الى الآن بالتحقيق . غير انهُ كان يظن اولاً انها تفرز سائلاً الى باطن المعى . وقد ظهر الآن من البحث الحديث انها ابنية

تحت المخاطي (f) ويشاهد ان خط الانفصال بينهُ والغشاء المخاطي يقاطع الغدة . b جراب من الغدد الانبوبية التي فتحاتها على هيئة منطقة محيطة بالغدة . c انخفاض في الغشاء المخاطي. d خمل . e اجربة ليبركهن

ش ٧٩. قطع مستعرض من غدد بابر الحقونة . يشاهد فيها الضفيرة الشعرية ممتدة من الاوعية المجاورة الى باطن ثلاث محافظ من غدد بابر . من معى القط

شبيهة بالغدد الليمفاوية وان وظيفتها امتصاص بعض مواد من الكيلوس فتعمل فيها عملاً خاصاً ثم تفرغها الى الاوعية اللبنية. وقال اخرون انهُ ربما كانت اشبه بالغدد الوعائية التي لا قنوات لها كالطحال والغدة التيموسية وغيرها التي تتناول من الدم بعضاً من اجزائهِ فتحدث فيها تغييرات كلية ثم ترد ها اليهِ . ومما يحمل الى هذا الظن ان الفريعات الدموية النافذة الى باطن هذه الغدد كثيرة حيث يصل الدم الى الكريات التي تملأها. وقد يكون الصواب في ذلك انها جامعة بين وظيفتي الغدد الليمفاوية والغدد الوعائية بحيث تمتص مواد من الكيلوس والدم ايضاً ثم اذا حصل فيها التغيير المطلوب بواسطة عمل الكريات دُفع بعضها الى المجموع اللبني والبعض الآخر الى الدم راساً

شكل ٨٠



وغدد برُنّ محصورة في الاثني عشري واكثر وجودها في قسمهِ العلوي ثم تاخذ في التناقص الى منتهاهُ . وهي موضوعة في النسيج الذي تحت الغشاء المخاطي ظاهرة للعين المجردة دقيقة ذات فصيصات ولها قنوات تخترق الغشاء المخاطي وتصب على وجه المعى الباطن . بناؤُها كبناء البنكرياس وربما كانت

ش ٨٠. غدة من غدد برن مكبرة من الاثني عشري . قناتها تشاهد في الاعلى واما فروعها فمختفية بين عناقيد الحويصلات المظلمة الغدّية

وظيفتها كذلك وعلى ذلك تكون نسبتها الى البنكرياس كنسبة الغدد الشفوية والفمية الى الغدد اللعابية الكبيرة

والخمل محصور بالكلية في غشاء المعى الدقيق المخاطي وهي زوائد وعائية دقيقة طولها من ربع خط الى خط ونصف تغطي سطح الغشاء المخاطي بحيث يكتسب منها منظرًا مخمليًا . وقال كراوس ان عددها من خمسين الى تسعين في خط مربع عند القسم العلوي للمعى الدقيق ومن اربعين الى سبعين في المساحة المذكورة عند القسم السفلي . ويختلف شكلها بحسب ما تكون اوعيتها الليمفاوية فارغة او ملانة من الكيلوس ،

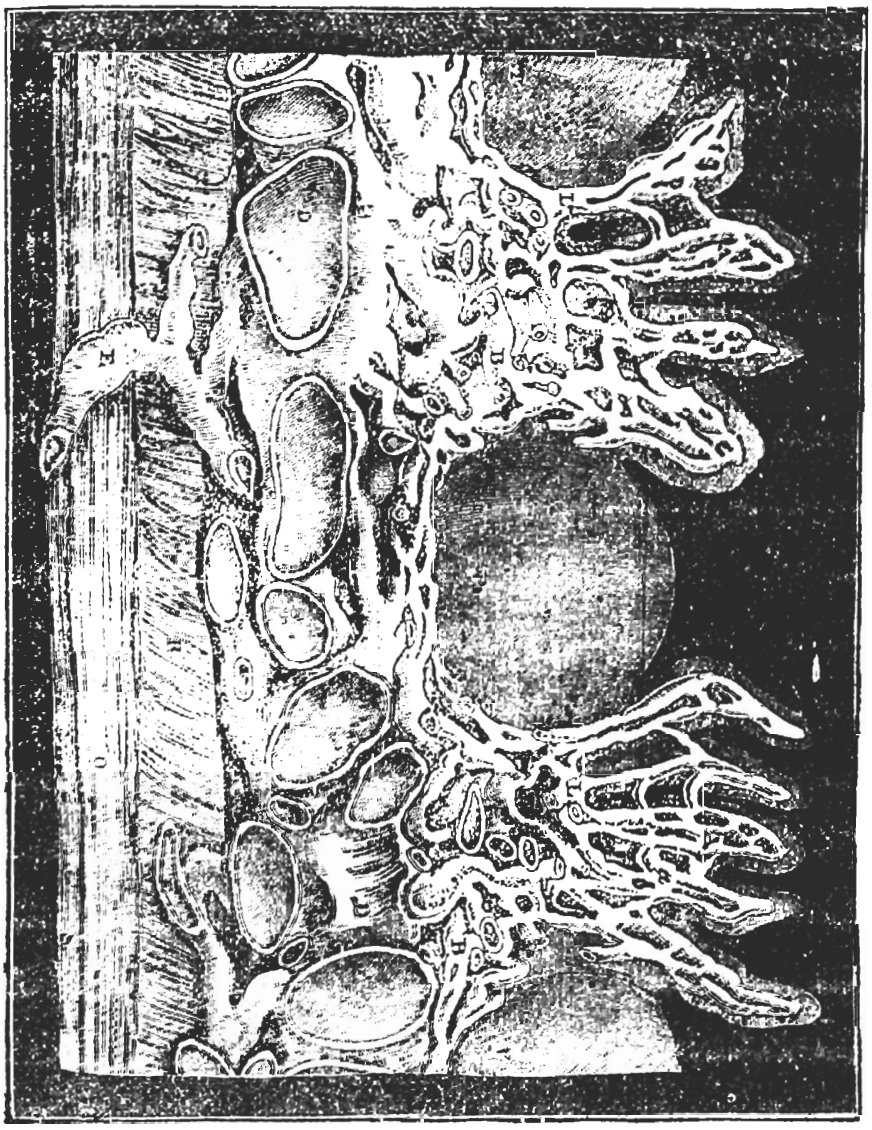
شكل ٨١

الخملة بروز دقيق من الغشاء المخاطي وهي مكونة من الظاهر الى الباطن

ش ٨١ . A خمل الغنم . B خمل من الانسان

من ابيثيليوم وغشاء اساسي واوعية دموية والياف عضلية غير مخططة ووعاء لبني مفرد ما عدا مادة حبيبية وكريات دهنية. اما الابيثيليوم فمن النوع العمودي ويمتد من الابيثيليوم الذي يبطن الغشاء المخاطي ووضع الكريات على شكل ان محورها الطويل يتشعع من سطح الخملة وطرفها الضيق مستقر على الغشاء الاساسي.

شكل ٨٢



ش ٨٢. A اوعية لبنية في الخمل. F غدد باير. B و D شبكة اوعية لبنية سطحية وغائرة في النسيج تحت المخاطي. L غدد ليبركهن. E فرع لبني صغير سائر الى غدة ماساريقية. H و O الياف عضلية معوية. S البريتون

ودون الغشاء الاساسي اوعية دموية كثيرة دقيقة مكونة من فريعين شريانيين دقيقين او اكثر يتوزعان في باطن الخملة على هيئة شبكة شعرية حشكة ينشأ منها وريد صغير او اثنان ينفذان عند قاعدة الخملة الى الظاهر. والالياف العضلية موضوعة على هيئة مخروط رقيق اجوف حول الوعاء اللبني المركزي اسفل الاوعية الدموية. اذا اضيف حامض خليك الى الخملة ظهرت هذه الطبقة جليًا وظهرت النوى الخاصة بالالياف العضلية . ولعل وظيفتها دفع الكيلوس في الوعاء اللبني . والوعاء اللبني يدخل الخملة عند قاعدتها ويسير الى قرب راسها حيث ينتهي غالبًا بطرف مسدود . وقد يشاهد في الخملات الكبيرة وعا آن لبنيان صغيران ينتهيان عند طرفيهما بعروة توصلها

وظيفة الخمل امتصاص الكيلوس من الطعام الذي قد تمّ هضمهُ في المعى . وسياتي الكلام على كيفية عملها من هذا القبيل في فصل الامتصاص

بناء المعى الغليظ

طول المعى الغليظ في البالغ من اربع الى ست اقدام ويقسم تسهيلاً للوصف الى ثلاثة اقسام وهي الاعور والقولون والمستقيم . فالاعور على هيئة كيس قصير عريض مستطرق الى الطرف السفلي من المعى الدقيق بواسطة فتحة لها صمام هو الصمام اللفائفي الاعوري . والقولون ممتد من الاعور ويتكوّن منهُ معظم المعى الغليظ ولهُ ثلاثة اقسام صاعد ومستعرض ونازل . والمستقيم متمدد عند قسمهِ السفلي ثم يضيق وينتهي بفتحة الاست

تاليف المعى الغليظ كالدقيق من ثلاث طبقات مصلية وعضلية ومخاطية. فالطبقة المصلية ممتدة من البريتون . والياف الطبقة العضلية موضوعة على هيئة طبقتين ظاهرة طولية وباطنة حلقية كالمعى الدقيق . فالالياف الطويلة قليلة في جميع جدران المعى واكثرها مجموع في ثلاث حزم متنية في الاعور والقولون ولما كانت هذه الحزم اقصر من بقية جدران المعى ضمتهُ على هيئة ثنيات كيسية الشكل فاذا قُطِعت امتد المعى الى جميع طولهِ وصار شكله اسطوانيًا .

وتنتشر الحزم المذكورة في المستقيم وتختلط ببقية الالياف الطويلة فتكون طبقة اغلظ مما يشاهد في ما بقي من القناة المعوية. واما الالياف العضلية الحلقية فمنتشرة على جميع سطح المعي الاَّ انها اكثر ظهورًا في الخلايا التي بين الاكياس وتكوّن حزمة متينة عند الاست يقال لها العضلة العاصرة الباطنة

وغشاؤهُ المخاطي كغشا المعى الدقيق مبطن بابيثيليوم عمودي ويختلف عنهُ بانهُ املس خال من الخمل ولا تبرز منهُ صمامات كاذبة

غدد المعى الغليظ على نوعين انبوبية وعدسية . فالانبوبية ويقال لها ايضًا غدد ليبركهن شبيهة بغدد المعى الدقيق الاَّ انها اكبر جرمًا واكثر عددًا . والعدسية اكثر وجودها في الاعور والزائدة الدودية وهي شبيهة جدًّا بالغدد المتفرقة في المعى الدقيق شكلاً وبناء ومن حيث عدم وجود فتحات فيها الاَّ انهُ يشاهد في الغشاء المخاطي اعلاها انخفاضات توهمها البعض فتحات

واما وظائف هذه الغدد فلا نعلم بالتحقيق الاَّ انهُ يظن ان عملها كعمل غدد المعى الدقيق . ويتعسر جدًّا معرفة وظيفة كل نوع من الغدد على حدتهِ لان جميع افرازاتها تنصب سوية في المعي وتعمل سوية في الطعام فيكاد يستحيل فصل عمل بعضها عن البعض الآخر

الصمام اللفائفي الاعوري موضوع عند اتصال المعى الغليظ بالدقيق بحيث يمنع تقهقر ما في الاعور الى اللفائفي . وهو مؤلف من ثنيتين هلاليتين من الغشاء المخاطي كل ثنية منها مكونة من طي الغشاء المخاطي نحو الباطن وتزداد متانةً من الظاهر بواسطة الياف عضلية حلقية ممتدَّة من المعى وموضوعة على السطح الظاهر للطبقتين اللتين تتالف منها الثنية . سطح الثنية المشرف نحو المعى الدقيق مغطى بالخمل والمشرف نحو الاعور خالٍ منها . اذا تمدد الاعور بالامتلاء انبسطت حافتا الثنيتين وتماستا تماسًّا شديدًا ومنعتا ما فيهِ من الرجوع الى المعي الدقيق

البنكرياس وافرازهُ

البنكرياس غدة موضوعة ضمن انحناء الاثني عشري وتصب قناتهُ الكبرى في الاثني عشري اما راسًا او بواسطة قناة مشتركة بينها وبين قناة الكبد. وهو شبيه البناء بالغدد اللعابية ويكاد يكون افرازهُ واللعاب واحدًا. والافراز المذكور لا لون لهُ شفاف قليل اللزوجة قلوي اذا كان حديثًا يتضمن مادة حيوانية يقال لها بنكرياتين واملاحًا وجميعها شديد المشابهة لما يشاهد في اللعاب الّا ان في الافراز البنكرياسي لا يوجد سولفيد السيانوجين. والبنكرياتين جوهر يتجمد بالحرارة ويشبه الالبومن وربما كانت قوة الافراز البنكرياسي عائدة اليهِ وهو شبيه باللعاب بانهُ بعد خروجهِ يصير اولاً متعادلاً ثم حامضيًا. وهذا تحليلهُ للمعلم شميدت:

ماء	٩٨٠٫٤٥
مواد جامدة	١٩٫٥٥
بنكرياتين	١٢٫٧١
قواعد غير آلية واملاح	٦٫٨٤
	١٩٫٥٥

واما وظائف البنكرياس فعلى ما ياتي:

١. قد اظهرت التجارب الكثيرة ان الافراز البنكرياسي او قطع من الغدة تعمل في النشا فتحولهُ الى سكر كما يعمل فيهِ اللعاب او قطع من الغدد اللعابية. من ذلك تجارب بوشار وسندراس التي اتضح منها ان الحبيبات النشائية النية التي تسير من حوصلة الطيور التي تاكل الحبوب او من معدة ذوات الثدي التي تاكل النبات الى المعى الدقيق تتحلل وتذوب هناك كما لو تعرضت لعمل السائل البنكرياسي في التجربة. ولما كانت الصفرا لا تعمل هذا العمل في النشاء فيرجح ان الافراز البنكرياسي هو العامل الرئيسي في التحويل المذكور على انهُ ربما شاركتهُ في ذلك الافرازات المعوية

٢ . وجود هذه الغدة في الحيوانات التي تاكل اللحوم وبندر وجود النشا في طعامها دليل عظيم على ان الافراز البنكرياسي يعين كثيرًا في هضم المواد الدهنية على شكل انهُ يحوّلها الى نوع من المستحلب اي انهُ يمتزج بها ويجزّيها الى جزئيات دقيقة جدًّا بحيث تصير قابلة للامتصاص بواسطة الاوعية اللبنية . وكذلك قد ظهر من حوادث جملة انهُ اذا انسدت القناة البنكرياسية بحيث يُعارَض وصول الافراز البنكرياسي الى المعى كان الغائط مشحونًا بالمواد الزيتية او الدهنية . وظهرت هذه النتيجة نفسها من تجارب برنارد عند هتكهِ للغدة او ربطهِ لقناتها وقال المعلم المذكور ان الوظيفة الخاصة بالبنكرياس انما هي تحويل الدهن الى مستحلب ووافقهُ كثيرون في ذلك . غير انهُ ولئن كان تحويل الدهن الى مستحلب عائد على الخصوص الى عمل البنكرياس لا يشك ايضًا بان للافرازات التي تنسكب الى الامعا مشاركة في ذلك ولا سيما الصفرا

٣ . يُظَن ان للبنكرياس وظيفة ثالثة وهي تذويب المواد الالبومينية غير ان عملهُ من هذا القبيل ضعيف جدًّا ثانوي بالنسبة للوظيفتين السابقتين

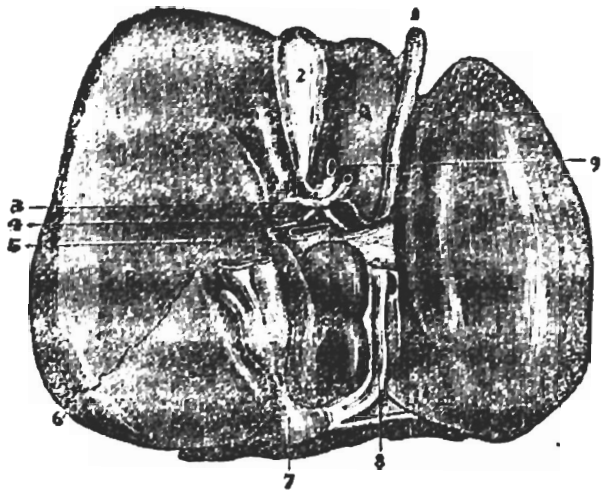
بناء الكبد

الكبد عضو كثير الاوعية ياتيهِ الدم من وعائين متميزين هما الوريد البابي والشريان الكبدي ويرجع منهُ الى الوريد الاجوف السفلي بواسطة الاوردة الكبدية . وهو يفرز الصفرا التي تُحمَل منهُ في القناة الكبدية وتُفرَغ اما راسًا في الاثني عشري او اذا كان الهضم غير جارٍ في القناة الحوصلية ومنها الى الحوصلة المرارية حيث تجتمع الى زمن الحاجة . ويتفرع الوريد البابي والشريان الكبدي والقناة الكبدية سويةً في جوهر الكبد واما الاوردة الكبدية وفروعها فتسير وحدها

وعلى ظاهر الكبد طبقة غير كاملة من البريتون . ودونها طبقة رقيقة جدًّا من النسيج الخلوي ممتدّة على جميع سطحهِ الا انها اغلظ حيث لا توجد الطبقة

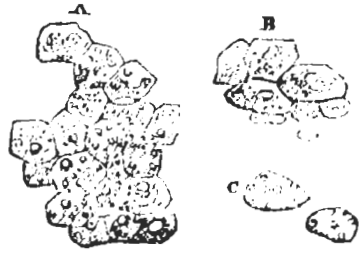
البريتونية وتتصل بالنسيج الخلوي الذي يكاد لا يظهر في الانسان المحيط بفصيصات الكبد . وهذه الطبقة تختلط عند الفرجة المستعرضة بالنسيج الخلوي المعروف بمحفظة كليسون التي تحيط بالوريد البابي والشريان الكبدي والقناة الكبدية عند الفرجة المذكورة ثم تصاحب تفرعاتها في جوهر الكبد

شكل ٨٣



تاليف الكبد من اجسام صغيرة مستديرة او اهليلجية يقال لها فصيصات قطر الواحدة منها نحو $\frac{1}{20}$ م من القيراط وهي مكونة من الفروع الدقيقة التي تاتي من الوريد البابي والشريان الكبدي والقناة الكبدية والاوردة الكبدية ومن الكريات الكبدية التي تشغل الخلايا الكائنة بين الاوعية المذكورة . وهذه الكريات التي يتكون منها قسم عظيم من جوهر الكبد مستديرة او كثيرة الجوانب قطرها من $\frac{1}{800}$ الى $\frac{1}{1000}$ من القيراط وتتضمن نوى واضحة وحبيبات . والفصيصات محاطة بنسيج خلوي رقيق جدًّا

شكل ٨٤

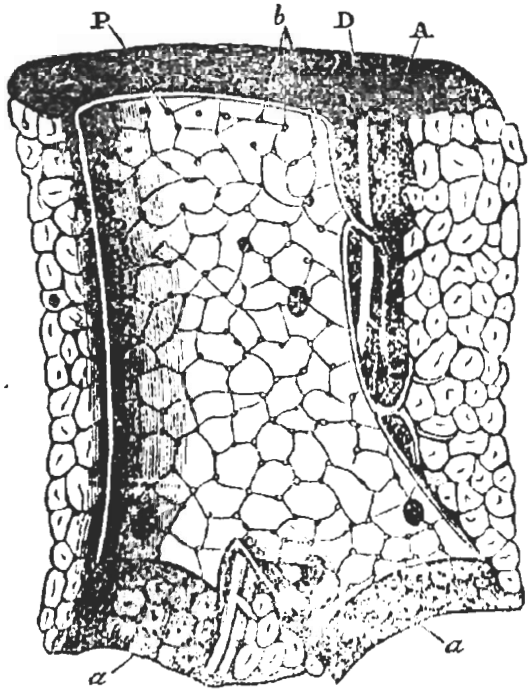


٨٣ . الكبد وقد قُلِب بحيث صارت حافتهُ المقدمة في الاعلى . 1 الرباط المستدير . 2 الحوصلة المرارية . 3 الشريان الكبدي . 4 القناة الكبدية . 5 الوريد البابي . 6 النص الايمن . 7 الاجوف السفلي . 8 القناة الوريدية . 9 القناة الصفراوية المشتركة

ش ٨٤ . كريات كبدية بعضها يتضمن كريات دهنية كما عند A

تقدم ان فروع الوريد البابي والشريان الكبدي والقناة الكبدية تسير سوية خلافًا لفروع الاوردة الكبدية التي تسير منفصلة عنها . وتدخل الاولى منها جوهر الكبد من الفرجة المستعرضة الواقعة على وجههِ السفلي ثم تسير معًا في مجارٍ صغيرة يقال لها القنوات البابية التي يحيط بها غمد من النسيج الخلوي هو محفظة كليسون . وتفصيل ذلك على ما ياتي :

شكل ٨٥

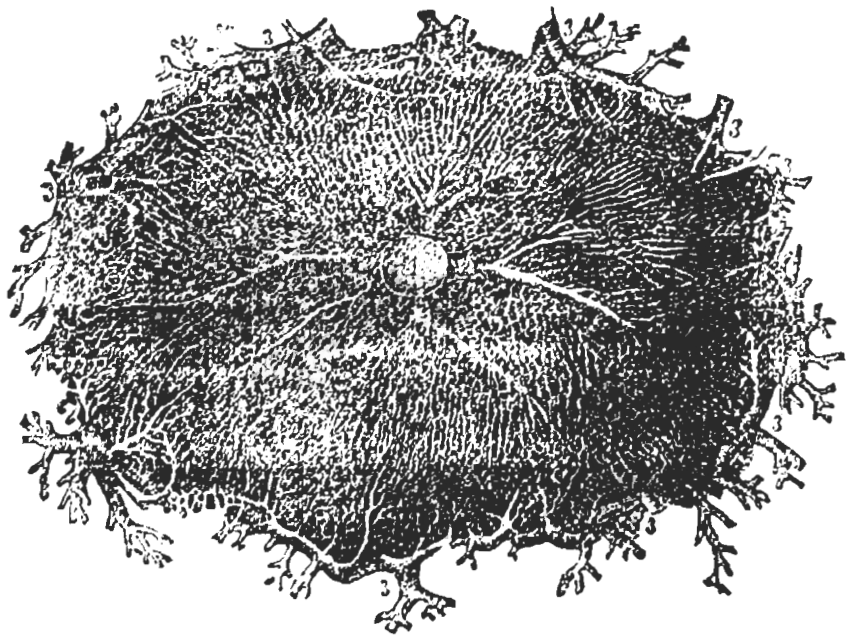


اما الوريد البابي فينقسم في جوهر الكبد الى فروع ثم الى فروع صغرى وهكذا الى ان ينتهي الانقسام بفريعات دقيقة بين الفصيصات ولذلك تسمى بالاوردة بين الفصيصات . وتمتد من الاوردة المذكورة شبكة شعرية حشكة الى باطن الفصيص ثم تنشأ منها فروع تجتمع وتصير وريدًا صغيرًا يشغل مركز الفصيص فيقال لهُ الوريد داخل الفصيص ويصب في وريد واقع عند قاعدة

ش٨٥ . قطع طولي لقناة بابية ومعها وريد وشريان . P فرع من الوريد البابي . A شريان كبدي . D قناة كبدية . a و b فصيصات كبدية

الفصيص يقال له تحت الفصيص . ثم تجتمع الاوردة تحت الفصيصات وتكوّن الاوردة الكبدية التي تنتهي اخيرًا بجذعين او ثلاثة تصب في الوريد الاجوف السفلي قبيل مروره من الحجاب الحاجز

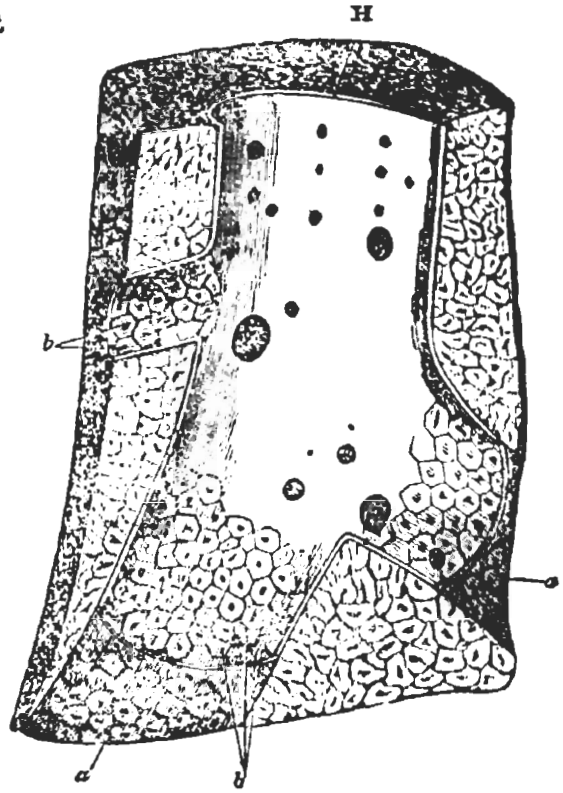
شكل ٨٦



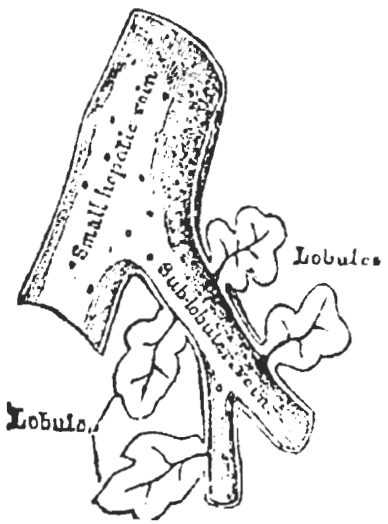
والشريان الكبدي الذي وظيفته توزيع الدم لاجل تغذية محفظة كلبسون وجدران القنوات والاوعية الدموية وما بقي من جوهر الكبد يتفرع كتفرع الوريد البابي . ويرجع الدم الذي اتى به الى الاجزاء المذكورة بواسطة فروع صغيرة اما الى تفرعات الوريد البابي او الى الشبكة الشعرية ضمن الفصيصات التي توصل الاوردة بين الفصيصات بالاوردة داخل الفصيصات

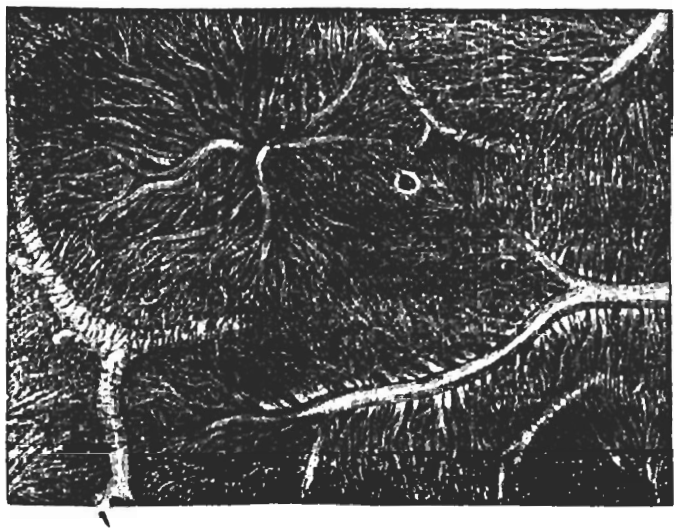
ش ٨٦ . قطع مستعرض لفصيص كبدي وقد حُقنت الشبكة الشعرية الواقعة بين الاوردة البابية والاوردة الكبدية . 1 قطع وريد داخل الفصيصات . 2 فروعهُ الصغيرة التي تجمع الدم من الشبكة الشعرية . 3 فروع بين الفصيصات من الوريد البابي مع فريعاتها الصغيرة السائرة الى باطن الفصيص نحو الشبكة الشعرية

شكل ٨٧



شكل ٨٨





شكل ٨٩

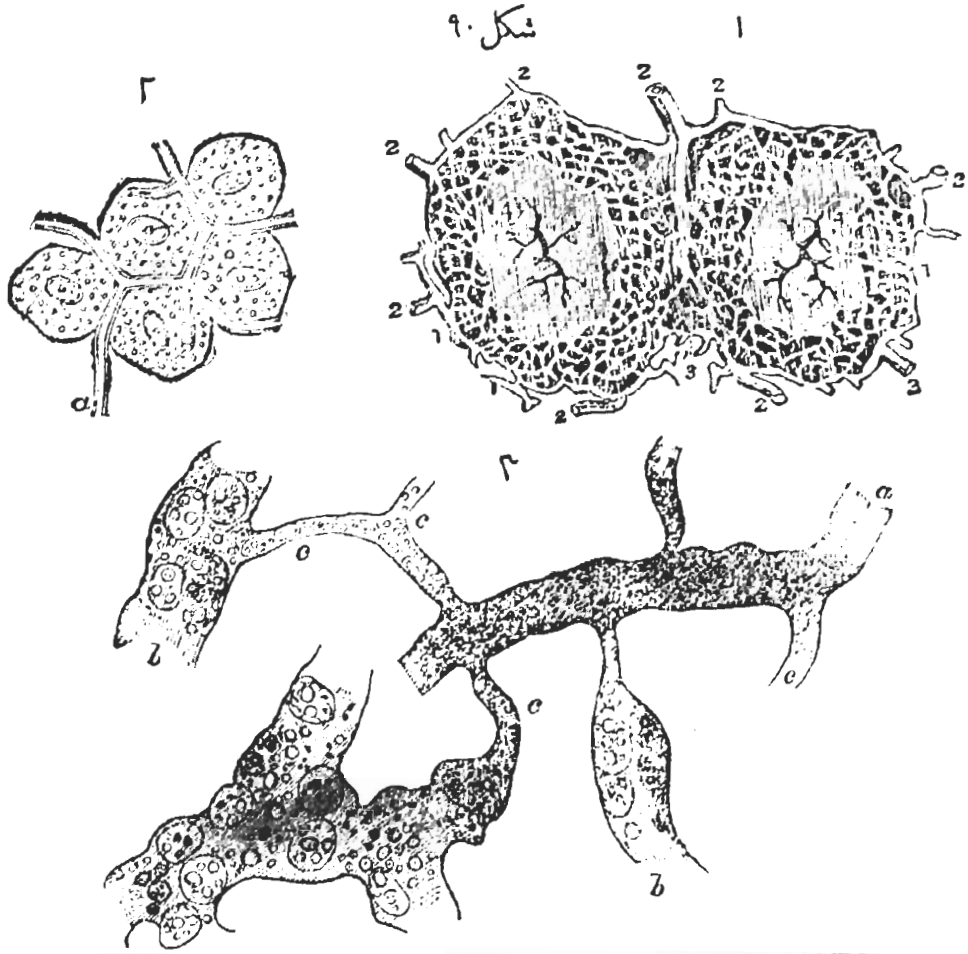
ش ٨٧ . قطعة من الكبد . H وريد كبدي تستند على جوانبه الفصيصات (b) . b و b جدران فروعه التي تستقر عليها الفصيصات . a و a جدران قناة كبدية وريدية . مكبرة $\frac{5}{1}$

ش ٨٨ . رسم لاظهار كيفية استقرار فصيصات الكبد على الاوردة تحت الفصيصات . Small hepatic vein وريد كبدي صغير . Sub-lobular vein . وريد تحت الفصيصات . Lobules فصيصات

ش ٨٩ . شبكة شعرية في فصيصات الكبد (من الارنب) . ١ فروع بابية سائرة في الخلايا بين الفصيصات ٢ اوردة كبدية متخللة مركز الفصيصات ومتشعبة منها (مكبرة $\frac{40}{1}$)

والقناة الكبدية مبطنة باپيثيليوم تنقسم انقساماً متتابعاً كانقسام الوريد البابي والشريان الكبدي على ما سبق . غير انهُ لم يتفق الفيسيولوجيون على كيفية ترتيب الفروع الانتهائية ومجاورتها للكريات الكبدية فلهم مذاهب مختلفة في ذلك تظهر من الرسوم التابعة

شكل ٩٠



ش ٩٠ . رسوم تدل على ترتيب جذيرات القناة الكبدية على مذاهب مختلفة

(١) 1 و 1 وريدان مركزيان داخل الفصيصات . 2 و 2 فروع القناة الكبدية التي يظن انها تبدا في ضفيرة عند محيط الفصيص . 3 نسيج بين الفصيصات . 4 بارنكيما الفصيصات اي النسيج الخاص بها

(٢) قطعة صغيرة من فصيص قنواتهُ الصفراوية التي بين الكريات مشحونة بمادة ملوّنة مدة الحيوة

(٣) اصغر القنوات الصفراوية باعتبار نسبتها للكريات الصفراوية على مذهب المعلم بيل

وظائف الكبد

من اخص وظائف الكبد افراز الصفرا . وقد اظهرت الاكتشافات الحديثة انهُ يحدث في بعض عناصر الدم مدة مرورهِ في هذه الغدة تغييرات كلية بحيث تزيد صلاحيتها لخدمة الطبيعة وسنعود اليها بعد الكلام على الصفرا

الصفرا

الصفرا سائل فيهِ بعض لزوجة لونها اصفر او اصفر يميل الى الخضرة طعمها مرّ جدًّا يكاد لا يكون لها رائحة عملها اذا كان حديثًا متعادل او قلوبي قليلاً وثقلها النوعي نحو ١٠٣٠ . ويختلف لونها ودرجة قوامها في حال الصحة فانهُ يدكن لونها وتزداد لزوجتها كلما سارت في قنواتها او طال مكثها في الحوصلة المرارية وذلك لسبب امتصاص بعض الماء منها وامتزاجها بالمخاط . وقد حلّل المعلم فريرخس الصفرا فكان تركيبها على ما ياتي :

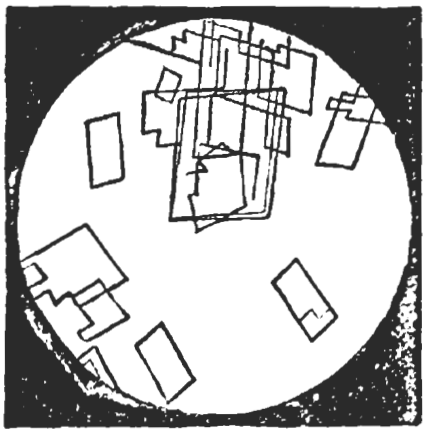
ماء	٨٥٩٠٢
مواد جامدة	١٤٠٠٨
	١٠٠٠٠

بيلين (حوامض صفراوية مركبة مع قلويات)	٩١٠٥
دهن	٩٠٣
كولسترين	٣٠٦
مخاط ومواد ملوّنة	٣٩٠٨
املاح	٧٠٧
	١٤٠٠٨

اما البيلين اي المادة الصفراوية فاذا نزع منها الدهن المركب معها بواسطة الايثير كانت مادة راتينجية تذوب في الماء والكحول والمحلولات القلوية ويكتسب الماء المحلولة هي فيهِ الصفات الصفراوية كالطعم وغيرهِ . وكان يظن اولاً انهُ جوهر مفرد وقد ظهر الآن انهُ مركب من الصودا مع حامض راتينجي والمواد الدهنية كالاولين والمركرين وحامضيها والحامض الستيريك

وجميعها مركب مع البوتاسا والصودا . وما عدا ذلك فيها كمية صغيرة من الكولسترين (صفحة ١٠)

شكل ٩١



والمادة الملونة للصفرا لم يمكن الحصول عليها الى الآن صرفًا لسبب سرعة تحليلها . وقد ترسب احيانًا في الحوصلة المرارية على هيئة مادة صفراء ممزوجة بمخاط اذا عرضت للهواء او اضيف اليها حامض نيتريك تاكسدت واخضرّ لونها . واذا حصل سدد في المجاري الصفراوية كثيرًا ما تمتص ثانية وتدور مع الدم وتحوّل لون الانسجة الى الاصفر البرقاني . ويظهر انهُ بين المواد الملونة للدم والصفراء والبول نسبة ربما كان جميعها انواع جوهر واحد او كان منشأها واحدًا

والمخاط ينشأ معظمهُ من غشاء الحوصلة المرارية المخاطي وبعضهُ من القنوات الكبدية وفروعها . ويشاهد الابيثيليوم الممتزج بهِ في الصفرا بواسطة المكرسكوب على هيئة كريات اسطوانية متفرقة او مجتمعة . وربما كان المخاط علة سرعة تحلل البيلين لانهُ اذا فُصِل عن الصفرا بقيت ايامًا من غير تغير

واملاح الصفرا شبيهة بغيرها مما يشاهد في السوائل المفرزة . قيل ان اكسيد الحديد يوجد غالبًا في رمادها وان النحاس موجود عادةً في الصفرا الصحّية ودائمًا في الحصى الصفراوية

ش ٩١ . قشور بلورية من الكولسترين

وقد حلّل ليبيك المادة الصفراوية اي البيلين وحواصل انحلالهِ الذاتي فكانت عناصرهُ المفردة كربون ٧٦ هيدروجين ٦٦ اكسجين ٢٢ نيتروجين ٢ وقليل من الكبريت . فاذا قابلنا ذلك بعناصر الدم الاولية التي عبارتها كر ٤٨ ه ٢٦ ن ١٦ ا ١٤ مع كبريت وفصفور ظهران الصفرا تتضمن كمية اعظم من الكربون والهيدروجين واصغر من النيتروجين وسياتي الكلام على الفائدة الفيسيولوجية الناشئة من ذلك

تُكشَف المادة الملونة للصفرا عادةً باضافة كمية صغيرة من حامض نيتريك فان وُجِدَت تكونت دوائر الوان مختلفة سائرةً من الاخضر الى الاحمر. ويُكشَف البيلين باضافة نقطة او نقطتين من محلول السكر القصبي (جزء واحد من السكر لاربعة اجزاء ماء) ثم حامض كبريتيك بقدر ثلثي كمية السائل الذي يراد كشفهُ. فيشاهد انهُ عند اضافة الحامض اولاً ترسب مادة بيضاء ثم تذوب عند زيادة الحامض ويصير لون السائل احمر كرزيًّا زاهيًا ثم يتحول شيئًا فشيئًا الى الارجواني القاتم

واما افراز الصفرا فربما كان جاريًا بلا انقطاع الاَّ انهُ يظهر انهُ ينقص عند الامساك عن الطعام ويزيد عند التناول. لان بلندلوت ربط القناة الصفراوية المشتركة في كلب وعمل فتحة ناسورية بين الجلد والحوصلة المرارية بحيث كانت تخرج جميع كمية الصفراء المفرزة الى الظاهر فشاهد انهُ لما كان الكلب صائمًا لم تخرج احيانًا نقطة من الصفرا مدة بضع ساعات فاذا اكل اخذت الصفرا في الجري السريع بعد وصول الطعام الى المعدة بعشر دقائق ودام هذا العمل طول مدة الهضم

ويظهر ان الصفرا تتكوّن اولاً في الكريات الكبدية ثم تصب في القنيات الكبدية الدقيقة ومنها الى الاجذاع الكبيرة فتصل الى القناة الكبدية وقد تذهب منها راسًا الى الاثني عشري. هذا مدة الهضم واما مدّة الامساك فتجري من القناة الصفراوية المشتركة الى القناة الحوصلية ومنها الى الحوصلة المرارية حيث تجتمع

ثم تصب في المعى مدة الهضم التابع. فيظهر من ذلك ان وظيفة الحوصلة المرارية خزن الصفرا الى زمن الحاجة

وكيفية سير الصفرا الى الحوصلة المرارية هي ان الفتحة التي تستطرق بها القناة الصفراوية المشتركة الى الاثني عشري اضيق من القناة ويظهر انها مسدودة الاَّ عندما يكون الضغط في الوراء كافيًا لدفع الصفرا منها. ففي مدة فترة الهضم يكون ضغط الصفرا غير كافٍ لمقاومة القوة التي تنسد بها فتحة القناة واذ لا تجد سبيلاً للمعى تسير في القناة الحوصلية وتدخل الحوصلة . ثم اذا دخل الطعام المعى الدقيق اندفعت الصفرا من الحوصلة ودخلت الاثني عشري بواسطة انقباض جدران الحوصلة والقناة المشتركة لان فيهما الياف عضلية آلية . وهذا الانقباض يتم بواسطة تنبيه الطعام في الاثني عشري بحيث يحدث من ذلك عمل منعكس قوتهُ كافية لفتح فوهة القناة الصفراوية المشتركة

واختلفوا على كمية الصفراء المفرزة الى المعي في اربع وعشرين ساعة ولعلَّها تزيد وتنقص كالسائل المعدي بحسب كمية الطعام وتُعدّ غالبًا من ثلاثين الى اربعين اوقية

للصفرا فائدتان احداهما ابرازية والثانية هضمية

فالفائدة الاولى الابرازية عبارة عن ان الصفرا واسطة لاجل فصل زيادة الكربون والهيدروجين من الدم . ومما يظهر ذلك الاحوال الخاصة بالحيوة الجنينية من هذا القبيل فانهُ تكون حينئذٍ الرئتان والقناة المعوية غير عاملة اذ لا يحدث تنفس هواء ظاهر او هضم ولا يحتاج الجنين اليهما لانهُ ينال غذاء صالحًا من المشيمة . واما الكبد في تلك المدَّة فيكون كبيرًا والافراز الصفراوي قائمًا على انهُ لا يكون طعام في القناة المعوية تعمل فيهِ الصفرا عملاً هضميًّا . ولذلك تكون القناة المعوية عند الولادة مملوءة صفراء غليظة ممزوجة بافراز معوي يقال لها ميكونيوم وهي غائط الجنين الذي يخرج منهُ بعد الولادة . ومن ثمَّ يكون معظم فائدة الافراز الصفراوي في الجنين تطهير الدم بواسطة الابراز راسًا.

ويظهران جميع الصفراء التي تتولد مدّة الحيوة الجنينية تجتمع في الميكونيكوم وتبرز معهُ بعد الولادة وعلى ذلك يكون عمل الكبد في المدة المذكورة كانهُ عمل تعويضي عن الرئتين من حيث تطهير الدم. لان في الجنين يكاد يسير جميع الدم الآتي من المشيمة في الكبد قبل تفرقهِ في اعضاء الجسد وحينئذٍ ينفصل الكبد الكربون والهيدروجين وبقية مركبات الصفراء من الدم فيطهّرهُ كما تطهرهُ الرئتان بعد الولادة بواسطة فصل الحامض الكربونيك والماء

ولما كان ابراز الصفرا الجنينية الى الخارج امرًا واضحًا كان ذلك دليلاً عظيمًا على ان الطبيعة تبرز الصفراء الى الخارج بعد الولادة ايضًا. غير ان غائط الاولاد والبالغين الاعتيادي لا يظهر عند التحليل انهُ يتضمن اكثر من $\frac{1}{16}$ جزءًا من الصفرا والجزء المذكور لا يتضمن الاَّ المادة الملونة منها وبعض موادها الدهنية فلا شيء فيهِ من عنصرها الجوهري اي البيلين. فينتج من ذلك ان جميع البيلين يمتص من المعى ثانية الى الدم. ولما كان في تركيب البيلين العنصري من الكربون والهيدروجين (انظر صفحة ٢٣٣) ما يزيد عن احتياج الانسجة وطاقتها في التغذية ادى ذلك الى الظن القريب ان كربون وهيدروجين البيلين يتحدان بالاكسجين ثم يبرزان على شكل حامض كربونيك وماء. وبناء على هذا المذهب يكون تصريف الصفرا في الحيوة الجنينية وبعد الولادة واحدًا من حيث الجوهر ولا خلاف بينهما الاَّ انها تبرز في الجنين راسًا وبعد الولادة لا تبرز الاَّ بعد امتصاصها من المعى وامتزاجها بالدم

وربما نشأ من الخلاف المذكور في الابراز فائدة تتعلق بتوليد الحرارة. فان حرارة الجنين ناشئة من الامّ فلا حاجة لهُ الى توليد حرارة ضمن جسدهِ. واما بعد الولادة فلا تسرف الطبيعة بابراز مادة قبل تاكسدها واكتساب كمية من الحرارة بواسطة التاكسد ولذلك لا يبرز كربون وهيدروجين البيلين راسًا في الغائط بل يمتصان ويتحدان بالاكسجين لكي تربح الطبيعة حرارة من هذا الاتحاد

ولما كان الدم الآتي الى الكبد في الوريد البابي مجموعًا من الاعضاء

الهضمية ربما دخلتهُ مواد من الطعام لا تصلح للتغذية او قد تكون مضرة اذا سرت في الدورة الدموية العامة . ولذلك ذهب المعلم بضّ الى ان الكبد موضوع في طريق المواد المذكورة فيعارضها ويبرزها مع الصفرا كما انهُ يفصل المواد الهيدروكربونية من الدم . ومما يرجح هذا القول ان السموم المعدنية كثيرًا ما تبرز من الكبد او تحجز في جوهرهِ زمنًا طويلاً او قصيرًا

فيظر مما تقدم ان اخص فوائد افراز الصفرا تطهير الدم بواسطة الابراز

والفائدة الثانية للصفراء هي انها اذ تكون في الامعا تعين في العمل الهضمي . فانهُ قد شوهد في جميع الحيوانات الاَّ ما ندر ان الافراز الصفراوي يندفع الى اعلى القناة المعوية لكي يمتزج هناك بالكيموس عند خروجهِ حالاً من المعدة فيستدل من ذلك ان للصفرا خدمة واضحة في الهضم . ولنا دليل آخر على ذلك وهوانهُ يشتد عمل الكبد مدة الهضم ويكثر الافراز الصفراوي على ان بعض ذلك عائد الى زيادة كمية الدم الآتية الى الكبد بواسطة الوريد البابي في تلك المدَّة والى ان الدم المذكور يتضمن مواد ممتصة من الطعام في المعدة والامعا لابد من ابرازها ابرازًا دائمًا او موقتًا بحيث تمتص ثانية لاجل توليد الحرارة

وفائدتها في الهضم على جملة طرق . اولاً انها تعين في استحلاب الطعام الدهني اي تجزئتهِ الى دقائق طفيفة يمكن امتصاصها بواسطة الاوعية اللبنية . لان التجارب قد اظهرت انهُ اذا ربطت القناة الصفراوية المشتركة لم يؤثر ذلك شيئًا في الهضم المعدي واما الكيلوس فلم يتكوَّن تكوينًا جيدًا . ثانيًا قد ظهر من التجارب ان ترطيب غشاء الامعا المخاطي بالصفرا يسهّل امتصاص المواد الدهنية . ثالثًا ان الصفرا كالسائل المعدي مضادة للفساد فتمنع فساد الطعام مدَّة وجودهِ في الامعا . فان التجارب قد اثبتت ان السوائل المعوية تصير نتنة اذا ربطت القناة الصفراوية المشتركة وان الصفرا اذا مزجت بسائل وهو يختمر اوقفت اوابطلت الاختمار . رابعًا الصفرا مسهل طبيعي لانها تزيد

افراز الغدد المعوية وتنبه الامعا لطرد ما فيها . ولذلك يحدث قبض الامعا في البرقان واسهال عند زيادة الافراز الصفراوي ومن هذا القبيل ايضًا الخواص المسهلة لمرارة الثور التي تستعمل احيانًا في العلاج

واما ما يمتص ثانية من الصفرا فيظهر انهُ يحدث فيهِ تغيير عظيم لانهُ لا يمكن تحقيق مشاهدتهِ في الدم . ويظهر ايضًا ان بعض هذا التغيير يتم في الكبد لان ماجندي حقن صفرا في الوريد الباب لكلب فلم يصبهُ اذًى ثم حقنها في احد الاوعية العامة فمات

وللكبد وظائف اخرى ما عدا افراز الصفرا . منها انهُ يعمل في اجزاء الدم السائر فيهِ بحيث يصير بعضها صالحًا للتمثل بالدم الاعتيادي وبعضها للابراز بواسطة التنفس . فان المعلم برنارد قد اظهر ان الالبومنوس (هو نوع دني من الجوهر الالبومني) الذي يُنقَل من القناة الهضمية بواسطة الوريد الباب الى الكبد يتغير هناك لكي يمكن مجانستهُ للدم لانهُ اذا حقن الالبومنوس في الوريد الوداجي ظهر سريعًا في البول ولكن اذا دخل الوريد الباب وصار الى الكبد لم يبرز من الجسد كانهُ مادَّة غريبة بل يظهر انهُ يختلط بالبومن الدم . واما العمل الثاني في بعض اجزاء الدم لاجل ابرازها بواسطة التنفس فيتعلق بالمواد السكرية الناشئة من القناة الهضمية . فان معظم فائدة المواد السكرية والنشائية من الطعام يتعلق بالتنفس وتوليد الحرارة غير انهُ يلزم ضرورةً لاجل قضاء هاتين الوظيفتين انها تتحوَّل في الكبد الى نوع خاص من السكر شبيه بالكلوكوس او السكر الدبابيطي فاذا لم تتحول لم يمكن ابرازها بواسطة التنفس بل تبرز بواسطة الكليتين كانها مواد غريبة

وقد اكتشف المعلم برنارد وظيفة اخرى للكبد عجيبة اثبتها افضل الكيماويين وهي تكوين السكر العنبي (كر٦١٢٥٦) اومادَّة تتحول بسهولة الى سكر . والامر الغريب في ذلك هو ان هذا التكوين يحصل في بعض اصول الدم التي ليس فيها اثر من المادَّة السكرية او النشائية . فهو عام على الحيوانات التي تاكل النبات

الذي يتضمن سكرًا ونشاء وعلى التي تاكل اللحوم فقط مع ان ليس في اللحم شيء منها . والمادّة المذكورة دائمة الوجود في الكبد ولو كانت معدومة في جميع ما بقي من اجزاء الجسد . غير انهُ قد ظهر من تجارب برنارد وغيره ان السكر لا يتكون في الكبد راسًا بل ما يتكون فيهِ انما هو مادة ثلاثية التركيب شبيهة بالنشا تتحول بسهولة الى سكر اذا مسها خمير حيواني . ومن جملة الاسماء التي وضعت لهذا الجوهر كليكوجين وكليكوس ونشاء حيواني واميلون وغيرها

وذهب برنارد وعامة الفيسيولوجيين الى ان السكر يتكون في الكبد مدة الحيوة ثم يحمل في دم الاوردة الكبدية ويبرز في التنفس . وذهب پاڤي وغيرهُ الى ان تحويل النشا الحيواني الى سكر لا يتم ابدًا في الكبد الصحيح مدة الحيوة بل يكون بعد الموت وان النشاء المذكور يسير مدة الحيوة الى الامعا بواسطة القناة الصفراوية . ولا يعلم الآن اي القولين اصح

واتفق اكثر الفيسيولوجيين على ان المادة المذكورة اي الكليكوجين تتكون في باطن الكريات الكبدية وتنفصل عنها بواسطة الاغلاء ثم باضافة الكحول الذي يجعلها ترسب . قيل انها تميل الى البياض بلا طعم تذوب في الماء وان صفاتها الكيماوية متوسطة بين هيدرات النشا والدكسترين . تركيبها الكيماوي كر١٢ ١٠١١٠٥ . وقد تقدم ان لها ميلاً شديدًا لتتحول الى سكر اذا خالطها خمير حيواني من الدم او البول او اللعاب او الافراز البنكرياسي . وتقدم ايضًا ان التحويل المذكور مسئلة خلافية

واختلفوا ايضًا على المواد التي يتكوّن منها هذا الجوهر في الكبد . غير انهُ لما كانت كميتهُ تزيد بعد تناول الطعام لاسيما اذا كان فيهِ كثير من السكر او النشاء كان ربما بعضهُ من اصول الطعام النشائية . ولكن بما ان تكوينهُ لا يزال قائمًا ولو كان السكر او النشاء مفقودًا من الطعام ظنوا ان بعضهُ يتكوّن ايضًا من الاصول الالبومنية او الدهنية . وكذلك لما اثبتت التجارب الكثيرة ان الكبد لا يزال يكوّن سكرًا بعد الصوم الطويل ومدة الاشتاء وبعد الموت ايضًا

اتضح ان الامر لا يتعلق بالكلية على اصول الطعام . فمن جملة هذه التجارب ان برنارد اطعم كلبًا لحمًا فقط مدة ايام ثم قتله واستخرج الكبد في الحال قبل تجمد الدم فيهِ وغسله جيدًا بتسليك ماء بارد في الوريد البابي وادام الغسل الى ان لم يبقَ في الماء الخارج اثر من الدم او السكر او الالبومن والى انهُ اذا قُطِعت قطعة من الكبد واغليت في الماء لم يمكن تحقيق وجود السكر . وبعد ان عدم من الكبد جميع المادة السكرية على الطريقة المذكورة وضعهُ على جانب اربع وعشرين ساعة ثم امتحنهُ فوجد في نسيجهِ كمية عظيمة من السكر الذي يذوب فاستدل من ذلك انهُ قد تكوَّن ضرورةً من مادة غير سكرية لانقبل الذوبان في الاصل وبالتالي ان تكوين الجوهر النشائي في الكبد نتيجة افراز من نفس انسجة الكبد بواسطة الكريات الكبدية

وبناء على ما تقدم يكون افراز الكبد على نوعين احدهما الصفرا والاخر السكر او الكليكوجين الذي يتحوَّل الى سكر بسهولة . اما الصفرا فمعظمها ابرازي وتسير في القنوات الصفراوية الى المعى حيث تعين في الهضم ثم يمتص اكثرها ثانيةً ويُبرَز اخيرًا في العمل الذي يتعلق بتوليد الحرارة . واما السكر فعلى مذهب برنارد يذوب في دم الوردة الكبدية الذي يصب في الاجوف السفلي ويحمل الى الجانب الايمن من القلب ثم الى الرئتين وهناك يتاكسد كربون السكر وهيدروجينهُ مدة العمل التنفسي فيعين في توليد الحرارة . هذا اذا كان مذهب باقي غير صحيح . وظهر للمعلم لهمان من تجاربهِ ان سكر الكبد يستحيل الى حامض لبنيك قبل ابرازهِ بواسطة التنفس . وظهر من تجارب برنارد ان سرعة تكوين السكر في الكبد عائدة الى الاسباب التي تسرع الدورة البابية وبالعكس ولعل هذا هو السبب في ان تنبيه بعض اجزاء المجموع العصبي ولاسيما السمباتوي يحدث زيادة في تكوين السكر بواسطة تنبيه الدورة البابية

ثم ان تكوين السكر خاضع كغيرهِ من اعمال الجسد الحي لسلطة المجموع العصبي . فانهُ قد ظهر من تجارب برنارد انهُ اذا وُكِز ارض البطين الرابع كثرت

كمية السكر وأُبرِزت من الكليتين فاحدثت العرض الجوهري في مرض الدبابيطس. وكذلك اذا قطعت العقدة العنقية السفلي السمباتوية. واما التعليل عن ذلك فمجهول

خلاصة التغييرات التي تحدث في الطعام مدة سيرهِ في المعى الدقيق

نقدم ان الوظيفة الرئيسة للمعدة هي مزج جميع انواع الطعام التي تدخلها من المرئ بحيث تصير كتلة متساوية وعلى الخصوص تذويب الجزء النيتروجيني منهُ بواسطة العصارة المعدية. واما المواد الدهنية فتمتزج في المعدة ببقية الطعام امتزاجًا جيدًا ولكنها لا تصلح حينئذٍ للامتصاص. واما تحويل النشاء الى سكر الذي كان قد ابتدأ في الفم فيعارض في المعدة ولكنهُ لا يبطل بالكلية. واما المواد التي تقبل الذوبان سواء كان ذلك اصليًا كما في السكر والمواد الملحية او حادثًا بواسطة عمل اللعاب وعصارة المعدة فيبتدئ امتصاصها بواسطة الاوعية الدموية وكذلك السوائل التي تدخل المعدة كالماء والخمر

الكيموس الذي يندفع طول مدة الهضم من الفتحة البوابية الى الاثني عشري مؤلف من مادة البومنية مقطعة بعضها مذوب وبعضها آخذ في الذوبان ومادة دهنية مقطعة من غير ان يذوب شيء منها ونشاء آخذ في التحول البطيء الى سكر فاذا تحوّل ذاب في السوائل المزوج هو بها. ويمتزج بهذه المذكورة السائل المعدي والسوائل التي دخلت المعدة من الفم واجزاء الطعام التي لا تقبل الهضم بل تندفع اخيرًا مع الغائط

وعند وصول الكيموس الى الاثني عشري تعمل فيهِ افرازات الكبد ليبركهن وبرنّ والصفرا والعصارة البنكرياسية فيحل فيهِ هضم ثانٍ في المعى الدقيق هو عبارة عن تغيير الدهن الى حالة تصلح للامتصاص. ولا ريب ان هذا التغيير يحدث في القسم العلوي من المعى الدقيق. غير انهُ لا يعلم الى الآن عمل كلٍّ من الصفرا والعصارة البنكرياسية والسوائل المعوية بمفردها وانما يرجَّح ان الافراز البنكرياسي والصفرا هما العاملان الرئيسيان في استحلاب الدهن وان هذا

العمل يتم بواسطة امتزاجها راسًا به . وهما يسهلان ايضًا امتصاصهُ بواسطة ترطيب سطح الحمل

ومدة الهضم المعوي تنتفخ الحمل بالدم وتمتص كرياتها الابيثيلية الدهن من الكيلوس على هيئة دقائق تسير منها الى الوعاء اللبني الذي في مركز الحملة ومنهُ الى الغدد الماساريقية ومنها الى القناة الصدرية(١)

واما المواد الالبومنية التي كان قد ذاب بعضها وامتص في المعدة فعند خروجها الى الاثني عشري يرافقها السائل المعدي ويعمل فيها ويعينهُ في ذلك افراز البنكرياس والغدد المعوية. فاذا ذابت امتصت الاوعية الدموية معظمها والاوعية اللبنية بعضها

والمواد النشائية التي قد كانت عورضت استحالتها الى دكستربن وسكر مدّة اقامتها في المعدة اذا وصلت الى المعى عمل فيها افراز البنكرياس وغدد برنّ وربما غدد ليبركهن ايضًا فيذوب السكر الذي تحول اليهِ في السوائل المعوية ويمتص كالالبومن بواسطة الاوعية الدموية خصوصًا

والسوائل التي تدخل المعدة مع الطعام تمتص هناك فاذا دخل منها شيء الى الامعا امتصتهُ حالاً. واما السوائل المعوية فمعظم منشئها من الغدد المعوية والبنكرياس والكبد وعلى ذلك تحدث دورة سائرة من المعى الى الدم ثم من الدم الى المعى ثانية لان السوائل التي تفرزها الغدد المعوية آتية من الدم ولعل ذلك كان يضر بهِ لولا امتصاصها ثانيةً الا انها تفرز منهُ خالية من المواد الغذائية وتعود اليهِ حاملةً حواصل الهضم

فما تقدم يتضح ان جميع مواد الطعام تهضم في المعى الدقيق وان جانبًا عظيمًا من المادة الغذائية تمتص فيهِ اما الدهن فمخصوصًا بواسطة الاوعية اللبنية والمواد الاخر اذا كانت ذائبة بواسطة الاوعية الدموية من غير ان نقتصر

(١) يُطلَق الكيلوس احيانًا على مزيج الطعام بالصفرا وعصارة البنكرياس وحقيقةً على السائل الذي تتضمنهُ الاوعية اللبنية مدة الهضم

الاوعية اللبنية او الدموية على نوع واحد منها دون الآخر. واما الكيموس الذي يصل الى الطرف السفلي للمعي الدقيق فيميل لونهُ الى الصفرة وتصير رائحتهُ كرائحة الغائط وهكذا يسير من الفتحة اللفائفية الاعورية الى المعى الغليظ

خلاصة عمل الهضم في المعى الغليظ

التغييرات التي تحدث في الكيموس بعد مرورهِ من المعى الدقيق الى المعى الغليظ انما هي دوام نفس التغييرات التي تحدث في الطعام وهو في القسم العلوي من القناة المعوية . غير انهُ من عدم وجود الخمل في المعي الغليظ يستدل على ان الامتصاص ولاسيما امتصاص المواد الدهنية يتم على جانب عظيم في المعي الدقيق. ويستدل من سيولة الكيموس عند وصولهِ الى الاعور على ان امتصاص السائل يدوم في المعي الغليظ . ويظهر من الرائحة الخاصة التي يكتسبها الكيموس بعد وصولهِ الى المعى الغليظ بزمن قصير انهُ تضاف اليهِ مادة منفرزة من المعى المذكور

ولا يظهر انهُ يتم هضم خاص ثانوي في الاعور او في قسم آخر من المعى الغليظ . غير انهُ لما كانت الحقن المغذية التي تستعمل عند صعوبة ادخال الطعام الى المعدة نافعة بلا شك دلّ ذلك على ان المواد الدهنية والالبومنية وغيرها تهضم في المعى الغليظ وانهُ اذا جاز بعض الطعام غير منهضم من المعى الدقيق الى الغليظ لعلهُ ينهضم فيهِ. وانما في الهضم الاعتيادي الصحي ينتصر جميع التغيير الذي يحدث في الكيموس بعد وصولهِ الى المعى الغليظ على امتصاص اجزائهِ السائلة واضافة الابرازات التي تكسبهُ الرائحة الخاصة بهِ . واما اذا كان الطعام كثيرًا او عسر الهضم دام العمل الهضمي في المعى الغليظ بواسطة الافرازات التي ترافق الكيموس من المعى الدقيق وافرازات الغدد الانبوبية الكثيرة الوجود في المعى الغليظ

وبناء على الكيفية المذكورة يتجمد ما في المعى الغليظ شيئًا فشيئًا كلما سار نحو المستقيم الى انهُ اذا فقد سوائلهُ ومواده الغذائية صار غائطًا . ثم يلبث الغائط

في المستقيم مدّة غير معلومة ويندفع اخيرًا بواسطة انقباض طبقتهِ العضلية وانقباض العضلات البطنية التي سبق عملها في ذلك بالتفصيل (صفحة ١٤٧)

تقدم ان عمل الطعام مدّة الهضم المعوي شديد الحموضة . فاذا دخل الكيموس المعى الدقيق وامتزج بالصفرا وبقية الافرازات المعوية ضعف العمل المذكور حتى اذا بلغ الاعور عاد اليهِ العمل الحامضي

معدل كمية الغائط الجامد الذي يبرزهُ البالغ نحو خمس اواق في اربع وعشرين ساعة. وهو مؤلف من الطعام الغير المنهضم ومن المواد المبرزة في القناة المعوية

تركيب الغائط

ماء	٧٣٣٫٠٠
مواد جامدة	٢٦٧٫٠٠
	١٠٠٠٫٠٠

اجزاء مبرزة	
املاح اكثرها فصفات المغنيسيا وفصفات الكلس الخ	٢٦٧٫٠٠
مواد لا تذوب اكثرها نشا وحبوب ونسج خشبي الخ	
مخاط واپيثيليوم ومواد ملونة من الصفرا الخ	

الغازات التي تتضمنها المعدة والامعا . لما كان وجود الهواء في المعدة والامعا دائمًا وكميتهُ في الصحة متساوية ظهر من ذلك انهُ لا بد لهُ من فائدة لعلها ميكانيكية. واما مصادر الغازات المذكورة فهي : اولًا الهواء الذي يدخل المعدة عند ازدراد الطعام او اللعاب . ثانيًا الغازات التي تتولد من تحليل المواد الهضمية او الافرازات والابرازات التي تختلط بها في المعدة والامعاء . ثالثًا ربما يقع تبادل بين غازات القناة الهضمية وغازات دم الاوعية المعدية والمعوية الاَّ ان احكام هذه المبادلة غير معلومة فجميع ما يعلم من هذا القبيل هو ان الامعا تبرز مواد ذات رائحة وغيرها ممتصة من الهواء بواسطة الرئتين او من القسم العلوي للمعى ثم تبرز في قسمهِ السفلي على هيئة ريح . والارجح ان اكثر الغازات

المذكورة متولدة من تحليل المواد في الامعا . ومعظمها نيتروجين وحامض كربونيك وهيدروجين مكربن واثر من الهيدروجين المكبرت

حركات الامعاء

بواسطة حركات الامعاء يندفع الطعام والافرازات الممزوجة به في القناة المعوية بحيث يتعرض تعرضًا بطيئًا لعمل الافراز المعوي وللامتصاص بواسطة الخمل والاوعية الدموية التي في الغشاء المخاطي. وحركة الامعاء دودية الشكل تحدث من انقباض الطبقة العضلية قسمًا بعد قسم على التعاقب فتتكون من ذلك حركة موجية تمتد على جميع طول القناة . وطريقة ذلك ان الالياف العضلية الطولية تنقبض اولاً في قسم من اقسام المعى فينجذب نحو الاعلى اي الى وراء ما يجب دفعهُ نحو المقدم ثم تنقبض الالياف الحلقية في ذلك القسم بالتتابع من الاعلى الى الاسفل فيندفع الطعام الى الاسفل وهكذا على التوالي من قسم الى آخر. وهذه الحركات بطيئة الحدوث في الصحة لا يشعر بها العقل الاَّ اذا اسرعت بواسطة منبه . وقد تكون متقهقرة الى الوراء الاَّ ان الصمام اللفائفي الاعوري يمنع رجوع ما في المعي الغليظ الى الدقيق

وتزداد الالياف العضلية متانةً في المعي الغليظ من اعلى الى اسفل بحسب تجمد الغائط الى انها تكوّن حزمةً قوية عند طرف المستقيم يقال لها العضلة العاصرة الباطنة . واما العاصرة الظاهرة فموضوعة اسفلها والى الظاهر منها وتضبط فتحة الاست بواسطة انقباض خفيف دائم من عمل الحبل الشوكي وسياتي الكلام على ذلك في وصف المجموع العصبي . واما ما بقي من القناة المعوية فخاضع لعمل المجموع السمباتوي راسًا . وللدماغ والحبل الشوكي ايضًا عمل في ذلك كما يظهر من بعض احوال العقل التي تزيد او تنقص الحركات المعوية ومن فالج النصف السفلي الذي يصاحبهُ ضعف الامعا والقبض والتطبل البطني . وكذلك تنبيه السمباتوي والعصبين الرئويين المعديين بعد الموت حالاً يزيد حركة المعى الدودية هذا اذا كان التنبيه خفيفًا فان كان قويًا

ابطلها . والتنبيه المذكور لا يعمل راسًا في النسيج العضلي بل في البناء العقدي اي السمباتوي الكائن في النسيج تحت المخاطي . وعلى البناء العقدي المذكور يتوقف عمل المعى الدودي البطيء المنتظم في الصحة

الفصل العاشر

في الامتصاص

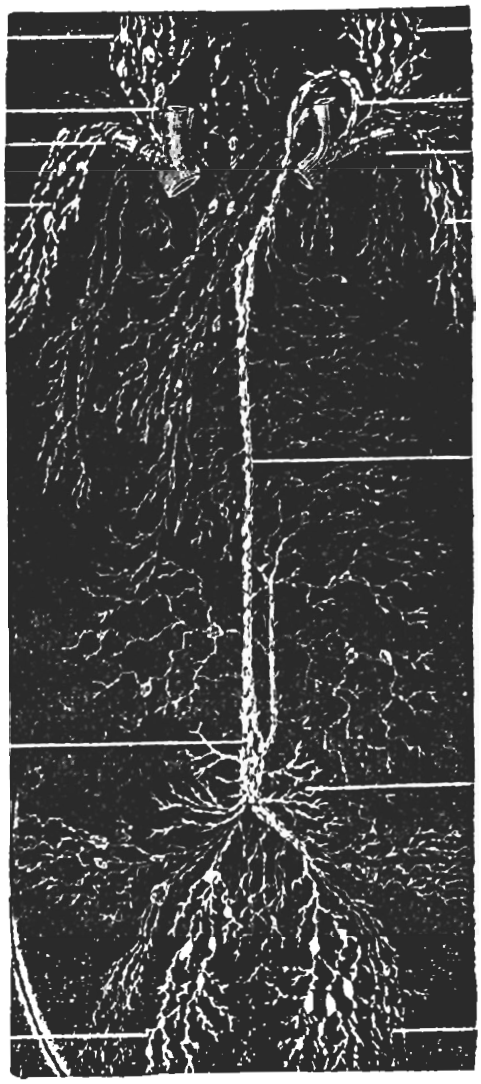
فائدة الامتصاص على نوعين . الاوّل ادخال مواد جديدة الى الدم من الطعام والهواء ومن جميع ما يمس سطح الجسد ظاهرًا وباطنًا . والثاني حمل ما تحلل من الجسد . والاوعية التي تقضي هذه الوظيفة على نوعين ايضًا هما الاوعية الدموية والاوعية اللمفاوية او اللبنية التي يقال لها الماصة ايضًا

بناء الاوعية والغدد اللبنية واللمفاوية ووظيفتها

اوعية المجموع اللمفاوي شبيهة بالاوردة الصغيرة جدًّا التي جدرانها رقيقة ولها صمامات مثلها . وهي تبتدئ من طرفها الواحد بفروع دقيقة مكرسكوبية في الاعضاء والانسجة وتنتهي عند طرفها الآخر بجذعين يصبان في الوريدين تحت الترقوة بقرب القلب . ويسير اللمفا والكيلوس فيها من الفروع الدقيقة الى احد الجذعين ثم الى الوريدين حيث يمتزجان بالسيل الدموي ويدخلان في تركيبه . والجذعان اللمفاويان المذكوران احدهما ايمن يجمع اللمفا من الطرف العلوي الايمن ومن الجانب الايمن للراس والعنق هو القناة اللمفاوية اليمنى . والاخر ايسر يجمع الكيلوس من الامعا واللمفا من بقية الجسد هو القناة الصدرية . وجميع الاوعية اللمفاوية تخترق مدّة سيرها اجسامًا يقال لها

الغدد اللمفاوية. ويقال للاوعية اللمفاوية الخاصة بالقناة المعوية الاوعية اللبنية لان السائل الذي تتضمنهُ مدَّة الهضم شبيه باللبن ويقال للمفا التي تتضمنها الاوعية اللبنية مدَّة الهضم الكيلوس . غير انهُ لا يوجد تمييز جوهري بين الاوعية اللبنية والاوعية اللمفاوية

شكل ٩٢

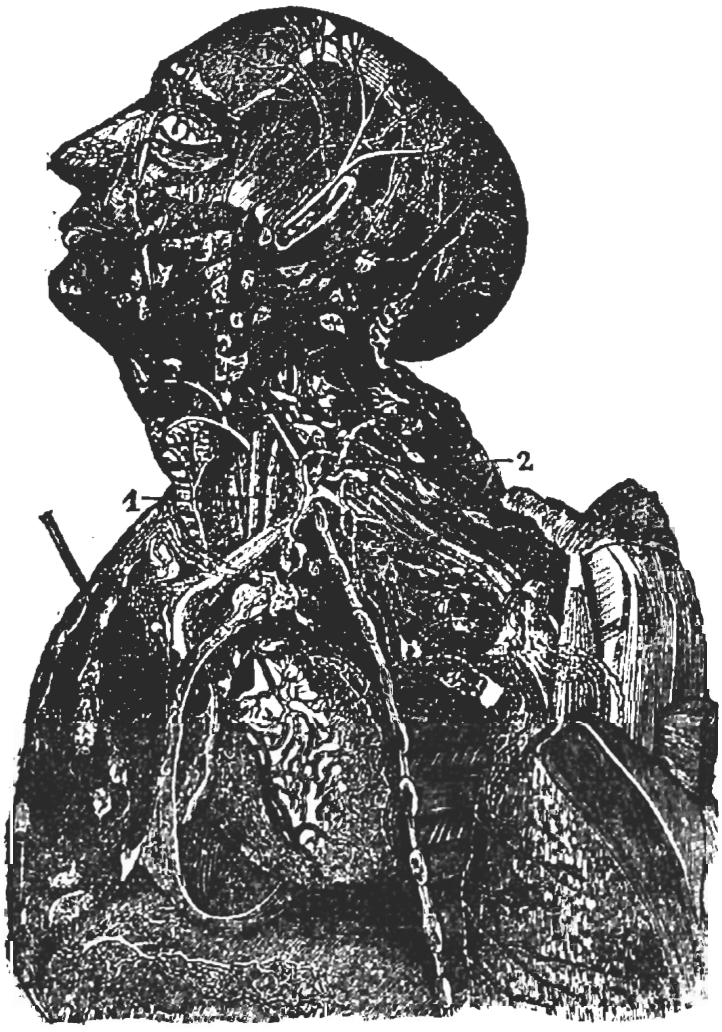


الاوعية اللمفاوية منتشرة في جميع اجزاء الجسد الاَّ انهُ لم يمكن تحقيق وجودها الى الآن في المشيمة والحبل السري واغشية البيضة الجنينية او في الاجزاء التي لا اوعية لها كالاظفار والبشرة

ش ٩٢ . رسم مجاميع اللمفاويات الرئيسة

بناؤها كبناء الاوردة من ثلاث طبقات الظاهرة ليفية خلوية وفيها خيوط لدنة والمتوسطة ليفية خلوية وفيها الياف عضلية آلية اكثرها حلقي والباطنة لدنة مكونة من الياف طولية عليها طبقة ابيثيليوم وصمامات كثيرة . بناء هذه الصمامات كبناء صمامات الاوردة وحوافيها السائبة متجهة نحو القلب وهي موضوعة غالبًا ازواجًا حشكة في الاوعية الصغيرة بحيث اذا كانت مملوءة اختنقت عند حوافي الصمامات الملتصقة وصار منظرها معقّدًا (ش ٩٩). وبناء على وجود الصمامات اذا حصل ضغط عضلي او غيره على ظاهر الاوعية اللبنية واللمفاوية اندفعت اللمفا نحو القلب فيعين الضغط المذكور سير اللمفا كما يعين سير الدم في الاوردة (صفحة ١١١) . ومما يعمل ايضًا في سير الكيلوس واللمفا انقباض جدران الاوعية . وانما العامل الرئيسي في ذلك هو القوة الدافعة الناشئة من الامتصاص كما يظهر من صعود العصارة في الشجرة .

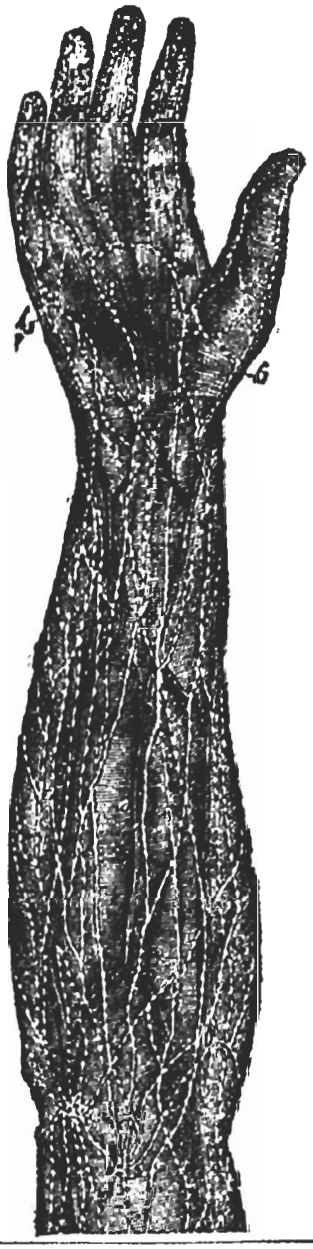
شكل ٩٢



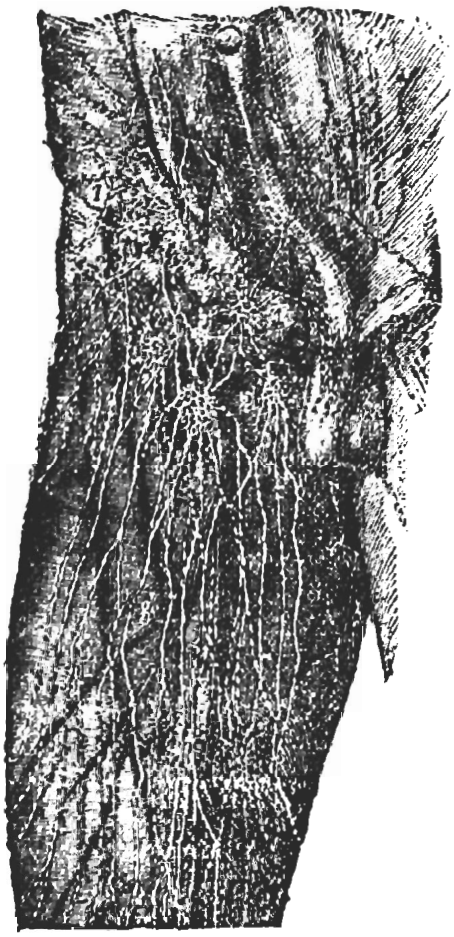
ش ٩٢. لمفاويات الراس والعنق والقسم العلوي من الجذع . 1 القناة الصدرية . 2 قوسها الانتهائية

وقد راقب كوللبكر الاوعية اللمفاوية في ذنب ضفدعة الشفاف فلم يرَ حركة في جدرانها وانما شاهد انها تنقبض بعد الموت ثم تتمدد وتعود الى حجمها الاصلي كما تنقبض وتتمدد الشرايين الصغيرة في الاحوال المذكورة. وشوهد ان الاوعية الكبيرة في الانسان تُفرِغ ما فيها بعد الموت غالبًا ولذلك تندر مشاهدتها ملآنة. واظهر كوللبكر قوة انقباضها بواسطة التنبيه وذلك انهُ اوصل سيلاً

شكل ٩٤



شكل ٩٥



ش ٩٤. الاوعية اللمفاوية السطحية في الساعد وراحة اليد

ش ٩٥. الاوعية اللمفاوية السطحية في الفخذ والغدد الاربية السطحية (1 و 1)

كهربائيًا الى اوعية لمفاوية ملآنة في رجل ولدٍ عند البترحالاً فرأى ان قطرها صغر اكثر من نصف قدره. وعلى ذلك يظن ان الاوعية المذكورة تنقبض وتتمدد على التوالي مدّة الحيوة فينضغط ما فيها نحو المقدم

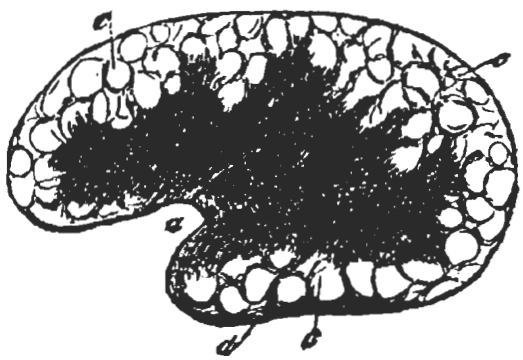
تبدأ الاوعية اللمفاوية غالبًا اما من ضفائر حشكة وهو الغالب في الاوعية السطحية الموضوعة تحت الجلد والاغشية المخاطية والزلالية او من خلايا او جيوب مبطنة بابثيليوم واقعة بين الاوعية الدموية والقنوات المفرزة وهو الغالب في جوهر الاعضاء التي تنشأ منها الاوعية المذكورة. واما الاوعية اللبنية فتنشأ باطراف منتفخة مسدودة (ش ٨١ و٨٢) على انهُ لاخلاف جوهري في البناء بينها والاوعية اللمفاوية

وقد ظهر من المشاهدات الحديثة ان القسم السائل من الدم يرشح دائمًا من جدران الاوعية الشعرية لاجل ترطيب الانسجة المجاورة فيملأ الخلايا الواقعة بين اصولها البنائية التي تقدم القول ان الاوعية اللمفاوية تنشأ منها

الغدد اللمفاوية

تخترق الاوعية اللمفاوية واللبنية في مسيرها اجسامًا صغيرة يقال لها الغدد اللمفاوية (ش ٩٩). وهذه الغدد مغطاة من الظاهر بمحفظة من النسيج الموصل الذي يحيط بالبناء الغدّي الباطن ويسندهُ وتمتد من وجه المحفظة

شكل ٩٦

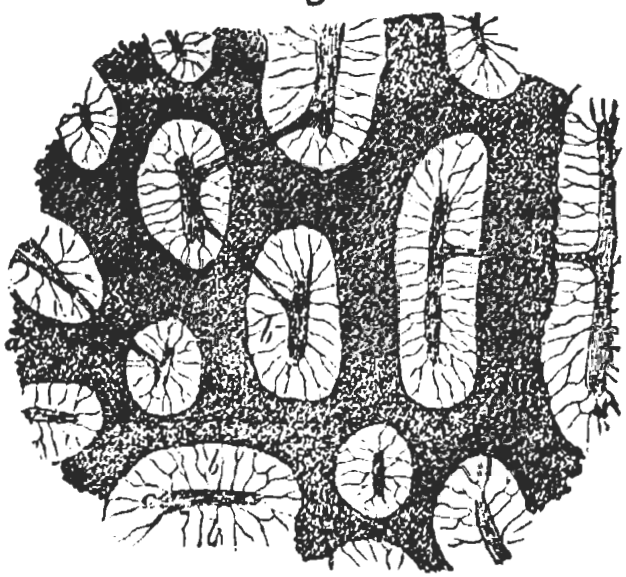


ش ٩٦ . قطع غدة مساريقية من الثور مكبرة قليلاً . a الفرجة . b في مركز الرسم القسم اللبي . c الجوهر القشري . d المحفظة

الباطن زوائد تدخل الغدة من كل الجهات وتتواصل فيتكوّن من ذلك خلايا مستطرقة بعضها الى بعضها كبيرة في القسم القشري يقال لها اسناخ دقيقة في القسم اللبي . واما الجوهر الغدي فموضوع في الخلايا المذكورة على هيئة عقد في الاسناخ القشرية وحبال مستديرة في القسم اللبي (ش ٩٧)

البناء الخاص بالجوهر الغدّي شبيه بما سبق من وصف باطن الاجربة المعوية المتفرقة والمجتمعة (صفحة ٢٠٦) . وذلك ان شبكة من النسيج الموصل (ش ٩٨) تمتد في الاسناخ والخلايا وتشغلها كريات لمفاوية مزدحمة في مركز الاسناخ والخلايا فتكوّن مع النسيج الموصل لبّ الغدة وتمتد على هيئة العقد والحبال المذكورة آنفًا ولكنها قليلة العدد في القسم الظاهر من الاسناخ والخلايا فيبقى هذا القسم كانهُ مفتوح (انظر ش ٩٧ و ٩٨) . ويقال لهذا الخلاء الفارغ بين لب الغدة وزوائد النسيج الموصل الذي لا يشغلهُ الاَّ النسيج الشبكي المجرى او الاستطراق اللمفاوي لانهُ تجري فيهِ اللمفا الداخلة والخارجة من الغدة في

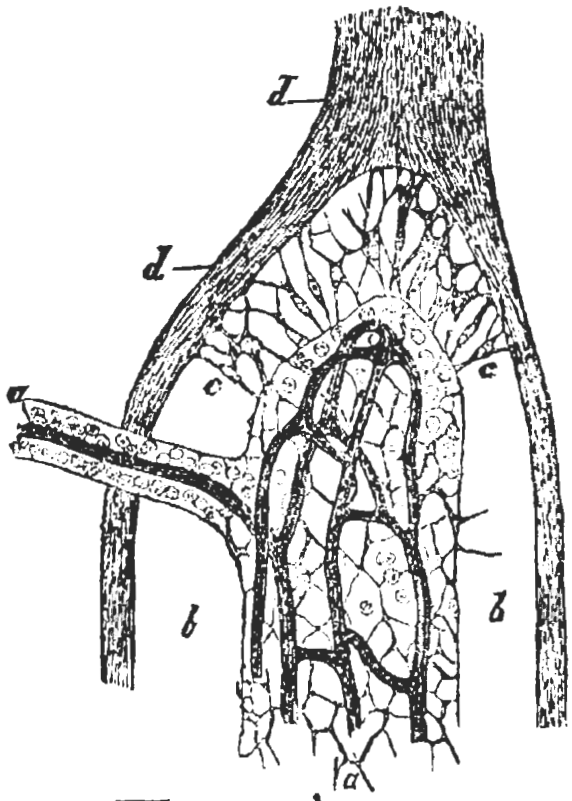
شكل ٩٧



ش ٩٧ . قطع القسم اللبي من غدة اريبة في الثور مكبرة ٩٠ قطرًا . a و a جوهر لبي على هيئة حبال مستديرة تتصل وتكون الشبكة المظلمة الظاهرة في الشكل . c و c الزوائد . b و b خلاء بين الزوائد والجوهر الغدي هو الجوهر اللمفاوي وقد غُسلت الجسيمات منهُ وتقاطعهُ خيوط من النسيج الشبكي

الاوعية اللمفاوية . ويقال للاوعية الداخلة الموردة وللخارجة المصدرة فتدخل الاولى القسم القشري من الغدة وتصب في اسناخهِ فتفقد كل طبقاتها الاَّ البطانة الاپيثيلية التي تدوم مبطنةً للمجرى اللمفاوي الذي تُفرَغ اليهِ لمفا الاوعية

شكل ٩٨



الموردة . واما الاوعية المصدرة فتبدأ في القسم اللبي متصلةً بالمجرى اللمفاوي كاتصال الاوعية الموردة بالقسم القشري . ويمتد اپيثيليوم الاوعية الواحدة الى الاخرى وتنتشر اوعية دموية كثيرة في زوائد النسيج ولبّ الغدة (شكل ٩٨)

صفات اللمفا والكيلوس

اللمفا سائل شفاف صافٍ بلا لون او يميل الى الصفرة قليلاً طعمهُ ملح بلا رائحة قلوي قليلاً . اذا نُظِر اليها بالمكرسكوب في الاوعية الشفافة في اذناب الضفادع شوهد غالبًا انها خالية من الكريات فاذا جازت الغدد صار فيها

ش ٩٨ . قسم صغير من غدة مساريقية في الثور مكبرة ٢٠٠ قطر d و d الزوائد . a حبل من الجوهر الغدي . b و b مجرى لمفاوي يشاهد نسيجهُ الشبكي عند c و c

كريات شبيهة بالكريات الكيلوسية الاَّ انها اقل منها عددًا . والسائل الذي تعوم فيهِ الكريات البومني غالبًا ويختلف بحسب حالة الدم العامة والعضو الذي ياتي منهُ . واذا قارب القناة الصدرية صار يتجمد كالكيلوس من تلقاء نفسهِ لسبب تكوين الفبرين فيهِ وزاد فيهِ عدد الجسيمات

شكل ٩٩

والسائل اللبني صافٍ شفاف مدة الصوم ولا يختلف شيئًا عن اللمفا ولكنهُ يصير لبنيًا ويكتسب بقية صفات الكيلوس مدة الهضم . والكيلوس سائل مظلم يميل الى البياض عملهُ مجرد او قلوي قليلاً وبياضهُ وظلامهُ عائد الى دقائق لا تحصى من المادة الدهنية ولذلك كان الكيلوس كثير البياض والتكدر في الحيوانات التي تاكل اللحوم واقل من ذلك في الحيوانات التي تاكل النبات وشفافًا غالبًا في الطيور . وقد ظهر من التجارب بالايثير وغيرهِ ان دقائق الكيلوس مؤلفة من مادة دهنية مغطاة بطبقة من الالبومن

ولا يتضمن الكيلوس الماخوذ من الخمل او الاوعية اللبنية التي قربها شيئًا من المواد الجامدة الاَّ الدقائق المذكورة . والسائل الذي تعوم فيهِ الدقائق البومني لا يتجمد من نفسهِ ولكنهُ يتجمد باضافة الايثير اليهِ . فاذا سار نحو القناة الصدرية ولا سيما اذا جاز الغدد المساريقية نقصت منهُ الدقائق الدهنية شيئًا فشيئًا وتولدت فيهِ الكريات الكيلوسية وتكوَّن الفبرين بحيث يكتسب صفة التجمد من نفسهِ . ثم كلما صعد في القناة الصدرية زادت فيهِ الصفات المذكورة

ش ٩٩ . غدة لمفاوية من الابط محنونة بزئبق . السهام تدل على الاوعية الموردة (1 و 1) والمصدرة (2) . b وعاء مقطوع لاظهار الصمامات التي في باطنهِ . c جسيمات لمفاوية وكريات دهنية

واشتدت خُثارته اذا اخرج وسكن . وهذه الخثارة كخثارة الدم الاَّ انها البن منها وخالية من الكريات الحمراء فلا يتلبك فيها الاَّ الكريات الكيلوسية وتجتمع المادة الدهنية على سطح المصل فتكوّن طبقة بيضاء . ولذلك قد تحقق في الكيلوس وجود الفبرين او المواد التي يتكوّن من اتحادها (انظر صفحة ٤٢) ويظهر ان زيادته موقوفة على زيادة الكريات وهو يتكوّن من البومن الكيلوس

وقد سبق الكلام على بناء الكريات الكيلوسية في ما تقدم على كريات الدم البيضاء فانها جميعها شيء واحد (انظر صفحة ٥١) واما كيفية منشئها فامر مبهم الاَّ ان المرجح انها تتكوّن في الغدد اللمفاوية

ويتضح مما تقدم ان الكيلوس واللمفا متشابهان في الصفات الجوهرية ويكاد لا يختلفان الاَّ من وجه تغلب المادة الدهنية في الكيلوس . وقد استخرجهما المعلم ريس من الحمار وحللها تحليلاً نسبيًّا فكانت النتيجة على ما ياتي :

	كيلوس	لمفا
ماء	٩٠٫٣٣٧	٩٦٫٥٢٦
البومن	٣٫٥١٦	١٫٣٠٠
فبرين	٠٫٢٧٠	٠٫١٣٠
خلاصة حيوانية	١٫٥٦٥	١٫٥٥٩
مادة دهنية	٣٫٦٠١	اثر
املاح	٠٫٧١١	٠٫٥٨٥
	١٠٠٫٠٠٠	١٠٠٫٠٠٠

وحلّل المعلم ناسّ تركيب اللمفا والكيلوس والدم في الفرس وهاك ما نتج له من ذلك :

	لمفا	كيلوس	دم
ماء	٩٥٠٫	٩٥٣٫	٨١٠٫
جسيمات		٤٫	٩٣٫٨
البومن	٣٩٫١١	٣١٫	٨٠٫
فبرين		٠٫٧٥	٣٫٨
مادة خلاصية	٤٫٨٨	٦٫٢٥	٥٫٢

	لمفا	كيلوس	دم
مادة دهنية	٠٫٠٩	١٥٫	١٫٥٥
املاح قلوية	٥٫٦١	٧٫	٦٫٧
فصفات الكلس والمغنيسيا واكسيد الحديد	٣٫٣١	١٫	٠٫٩٥
	١٠٠٠٫	١٠٠٠٫	١٠٠٠٫

واخرج المعلم ريس من قسم القناة الصدرية العلوي لرجل مجرم بعد شنقه مزيج اللمفا والكيلوس وحلله فكان تركيبه على ما ياتي :

ماء	٩٠٫٤٨
البومن وفبرين	٧٫٠٨
مادة خلاصية	٠٫١٠٨
مادة دهنية	٠٫٩٣
املاح	٠٫٤٤

فيظهر من التحليل السابق ان في اللمفا والكيلوس جميع المواد الآلية الجوهرية الموجودة في الدم اي البومن وفبرين ومادة دهنية واملاح وحديد ولا تختلف عنها الاَّ من حيث الكيفية فان فبرين اللمفا مثلاً اقل كميةً وتجمدًا ما هو في الدم. غير ان الاختلاف يتناقص تدريجًا كلما صعد اللمفا والكيلوس في القناة الصدرية وقاربا المكان الذي فيهِ يمتزجان بالدم فيزداد تكوين الفبرين في الكمية والكيفية وتاخذ الكريات اللمفاوية والكيلوسية بالتحول الى الكريات الدموية الحمراء وقد يبلغ التحويل درجة الكمال فيصير لون اللمفا محمرًّا من الكريات الدموية الحمراء التي تتضمنها

وعلى ذلك يتضح من الامتحان المكرسكوبي والكيماوي ان اللمفا والكيلوس جرثومة الدم فان جزءها السائل كالسائل الدموي وكرياتها تتحول شيئًا فشيئًا الى كريات دموية حمراء ولذلك يكونان من حيث الكيفية في غاية الموافقة لاجل تجديد الدم وقد ظهر من التجارب ان كميتها كافية لاجل هذا الغرض . لان ماجندي جمع نصف اوقية من الكيلوس في خمس دقائق من القناة الصدرية لكلب متوسط الحجم وجمع جيجر من ثلاثة الى خمسة ارطال لمفا

كل يوم من رجل فرس . وفتح بدّر القناة الصدرية في القط بعد الموت حالاً فشاهد ان مزيج اللمفا والكيلوس يدوم جاريًا من دقيقة واحدة الى ست دقائق وحسب من ذلك الكمية التي تدخل الدم في اربع وعشرين ساعة فكانت نحو سدس ثقل جسد القط بينما ان نسبة ثقل الدم لجميع جسدهِ كنسبة ١ الى ٧ . فمن هذه التجارب وغيرها لا يظهر ان جميع كمية الدم تتبدّل كل يوم باللمفا والكيلوس لانهُ وان كانت كميتها كافية لذلك فالمواد الجامدة التي فيها اقل جدًّا مما هي في الدم . بل ظهر من تحاليل المعلم ناس ان المواد الجامدة في كمية مفروضة من الدم لا تتبدل باقل من ثلاثة او اربعة اضعاف تلك الكمية من اللمفا والكيلوس

الامتصاص بواسطة الاوعية اللبنية

بينما يكون الكيموس سائرًا في القناة الهضمية جميع ما قد هضم منهُ هضمًا جيدًا يمتص بواسطة الاوعية الدموية واللبنية المنتشرة في الغشاء المخاطي . ولا تمتص الاوعية الدموية الاَّ ما ذاب من الطعام ولا سيما المواد الالبومنية والسكرية واما الاوعية اللبنية فلا تمتص الاَّ بعض اجزائهِ ولا سيما المواد الدهنية . ومعظم الامتصاص المذكور يجري في خمل المعى الدقيق حيث تكاد تلامس الاوعية الدموية الشعرية والاوعية اللبنية الكيموس السائر في المعى . وقد سبق (ش ٨١ و٨٢) ان الخمل زوائد وعائية دقيقة بارزة من الغشاء المخاطي تتضمن الخملة منها شبكة شعرية ووعاء لبني او اكثر ويحيط بها غلاف من الابيثيليوم العمودي . وتنتشر ايضًا الاوعية اللبنية والدموية انتشارًا حشكًا في الخلايا الواقعة بين الخمل وجميع القناة المعوية الاَّ انها اقل في المعي الغليظ منها في الدقيق

واما كيفية الامتصاص بواسطة الاوعية اللبنية فيكاد يكون من المحقق ان امتصاص المواد الدهنية مدة الهضم يتم بواسطة الكريات الابيثيلية التي تبطن القناة المعوية ولا سيما التي تغطي الخمل (ش ٨١) ثم تُحمَل الدقائق الدهنية من الكريات المذكورة الى باطن الاوعية اللبنية (ش ٨١ و٨٢)

غير ان كيفية انتقالها المذكور واحكام هذا الانتقال لا تزال الى الآن مبهمة على انهُ من المرجح ان الامتصاص بواسطة الكريات الابيثيلية يُعان بضغط جدران الامعاء ما في باطنها وان امتصاص الدقائق الدهنية يُسهَّل بوجود الصفرا والافراز البنكرياسي والمعوي التي ترطب السطح الماصّ . فانهُ قد ظهر من التجارب ان نفوذ الزيت من غشاء اسهل جدًّا اذا كان الغشاء مبتلاً بسائل قلوي

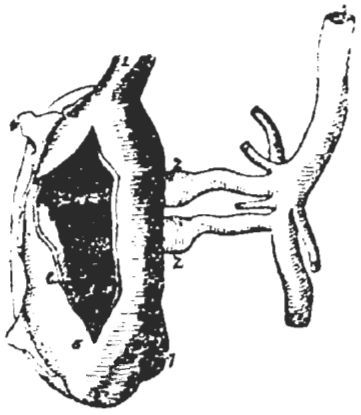
الامتصاص بواسطة الاوعية اللمفاوية

من الامور المبهمة في الفيسيولوجيا مصدر اللمفا الحقيقي وكيفية امتصاصها بواسطة الاوعية اللمفاوية . الا انهُ يقرب من اليقين ان اللمفا كالكيلوس جوهر يدخل في تغذية الجسد ويمكن ارتقاؤهُ الى درجة اعلى مما هو فيها من التكوين الآلي . ولا يعلم هل اللمفا ناشئة من السائل الدموي المنسكب لاجل تغذية الانسجة او من السائل الذي يرطبها او من المواد المتحللة منها التي اذا قضت وظيفتها في نسيج معلوم ووجب ابرازها منهُ ربما تكوَّنت تكونًا ثانيًا آليًّا وصلحت لتغذية ذلك النسيج او لنسيج آخر اد نى منهُ رتبةً . والقول الارجح في ذلك هو ان معظم اللمفا ناشئٌ من السائل الدموي لان التغيرات التي تحدث في صفة اللمفا موافقة غالبًا للتغيرات التي تحدث في صفة جميع الدم او ما كان منهُ في اوعية القسم الذي تخرج منهُ اللمفا لاجل الامتحان . فان هربست اظهر ان درجة تجمد اللمفا تابعة لدرجة تجمد الدم وانهُ اذا حقنت سوائل في الاوعية الدموية بحيث تتمدد منها شوهدت بعد ذلك حالاً في الاوعية اللمفاوية

القلوب اللمفاوية اكياس عضلية في الحيوانات الزحافة وبعض الطيور تعين في حركة اللمفا والكيلوس . ويختلف عددها ووضعها في الحيوانات المذكورة . وهي في الضفدع اربعة غالبًا اثنان مقدمان واثنان خلفيان . فالخلفيان موضوعان في الجهتين الوركيتين تحت الجلد والمقدمان موضوعان وضعًا غائرًا اعلى التنوين المستعرضين للفقرة الثالثة . ونصب في كلٍّ من هذه

التجاويف اوعية لمفاوية لها صمامات عند اتصالها تحجز تقهقر اللمفا من القلب الى الاوعية وينشا من كلٍّ منها وريد واحد يحمل اللمفا الى الدم الوريدي راسًا والوريد صمام يمنع تقهقر اللمفا منهُ الى القلب اللمفاوي . وللقلوب اللمفاوية جدران عضلية مختلفة السماكة قد لا تشاهد الا بالمكرسكوب ونبضاتها ضعيفة بطيئة نحو ستين مرة في الدقيقة

شكل ١٠٠



الامتصاص بواسطة الاوعية الدموية

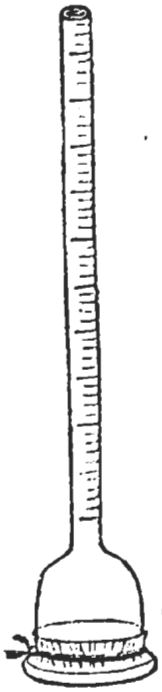
يتم هذا الامتصاص بواسطة جميع الاوعية الدموية وعلى الخصوص الاوعية الشعرية . ولما كانت الاوعية المذكورة تصب في الاوردة شوهدت المواد الممتصة فيها فسموهُ خطاء الامتصاص الوريدي

الامتصاص في الاوعية اللمفاوية او اللبنية يتم بواسطة نوع من القوة الانتخابية . واما الامتصاص بواسطة الاوعية الدموية فلا يظهر فيهِ شيء منها بل هو عام على جميع المواد سواء كانت غازات اوسوائل او جوامد ذائبة او مجزّأة بشرط امكان نفوذها في جدران الاوعية وامتزاجها بالدم . ولا تختلف كيفية ذلك عن نفوذ السوائل من الاغشية الذي يتم بلا ادنى علاقة بالاحوال الحيوية . وقد اظهر ذلك اولاً المعلم دوتروشيت بواسطة آلة مكوَّنة من انبوبة عليها خطوط عرضية واحد طرفيها منبسط على هيئة جرس مفتوح ترتبط عليهِ قطعة غشاء . فاذا أُملي الجرس بمحلول احد الاملاح كالملح الاعتيادي ثم غُمِس في ماء نفذ بعض الماء الى المحلول وبعض الملح الى الماء غير ان نفوذ الماء الى المحلول يكون اسرع جدًّا من نفوذ الملح الى الماء فيصعد المحلول الذي قد

ش ١٠١ . قلب لمفاوي من الحية . 1 وعاء لمفاوي . 2 و 3 وريدان . 4 طبقة خلوية ظاهرة . 5 طبقة عضلية غليظة . 6 بطانة التجويف . 7 زائدة او اذينة يتصل تجويفها بتجويف القلب

تخفف بالماء في الانبوبة . ويقال لنفوذ السوائل من الغشاء اوسموس . واما سرعة المجرى الاوسموسي ومدتهُ فتتوقفان كثيرًا على نوع الغشاء الحاجز وشراهتهِ للسوائل التي تستعمل في الامتحان

شكل ١٠١



سبب الامتصاص بواسطة الاوعية الدموية هو ان جدرانها ذات خلايا تتشرَّب السوائل كالحواجز الغشائية التي تستعمل في التجارب وان تركيب الدم يقبل امتزاج اكثر السوائل بهِ . وقد اختلفت الاراء في نوع القوة التي يتسبب عنها ذلك فقال بعضهم هي الجاذبية الشعرية التي تتفاوت درجاتها بحسب نوع السائل وقال آخرون غير ذلك . وقد يمتحن الامتصاص المذكور بواسطة تجربة بسيطة وهي انهُ اذا أُخِذَت قطعة نسيج وعائي من الجسد ووضعت في وعاء ما شوهد انها بعد مدة قصيرة تنتفخ وبزيد ثقلها ورطوبتها لسبب نفوذ الماء اليها ثم اذا أُخرِج الدم من بعض اوعيتها شوهد انهُ ممزوج بالماء الذي امتصهُ الاوعية الدموية . ويشاهد ايضًا ان الماء الذي حول قطعة النسيج قد احمرَّ لسبب نفوذ الدم من جدران الاوعية اليهِ . وتحدث هذه النتائج نفسها لو وُضِعت قطعة النسيج في محلول ملحي او في محلول مادة ملونة اوذات رائحة فانها تُكسِب الدم لونها او رائحتها وتكتسب منهُ لونهُ ورائحتهُ

فالعمل الحادث من هذه التجربة شبيه بالامتصاص الذي يحدث بواسطة الاوعية الدموية مدة الحيوة ولا يختلف عنهُ الاَّ من وجهين الاوَّل ان ما ينفذ الى الدم مدة الحيوة يحمل من محل الامتصاص الى مجرى الدورة العام والثاني ان المادة الملونة للدم لا تنفذ من الاوعية الدموية الى السائل الذي تمتصهُ الاوعية المذكورة

وقد يُوضَّح امتصاص الغازات الى الدم بواسطة هذه التجربة البسيطة وهي

ش ١٠١ . آلة لاظهار نفوذ السوائل من الاغشية

انهُ اذا وضع دم وريدي في حوصلة رطبة وعُلِّقت في الهواء احمرَّ سطحهُ من ملامسة الاكسجين الذي يذوب اولاً في السائل الذي برطب الحوصلة ثم يحمل في السائل المذكور الى سطح الدم . ومن الجهة الاخرى ينفذ بخار مائي وحامض كربونيك من جدار الحوصلة الى الهواء المحيط

ففي جميع هذه التجارب يحدث تبادل بين المواد لانهُ بينما ياخذ الدم ماء يعطي مادتهُ الملونة وغيرها او بينما ياخذ الاكسجين يعطي حامضاً كربونيكاً وماء بحيث يحصل في نهاية التجربة امتزاج المادتين المستعملتين . واذا اخذ وعاء دموي واحد مملوء دمًا عوضًا عن قطعة النسيج ووضع في ماء شوهد بعد مدَّة قصيرة ان الدم والماء قد امتزجا داخل الوعاء وخارجهُ الاَّ ان كمية الماء النافذة الى الدم تكون اكثر من كمية الدم النافذة الى الماء . فانها قاعدة تكاد تكون مطردة انهُ اذا وضع سائلان على جانبي غشاء متخالفين وكانت درجة ثقلها النوعي مختلفة نفذت من السائل الالطف كميةٌ الى السائل الاكثف اعظم من كمية الاكثف الى الالطف

وقد اثبتت التجارب الكثيرة ان الامتصاص يتم بواسطة الاوعية الدموية والاوعية اللمفاوية وان المواد التي تمتصها الاوعية الاولى غير المواد التي تمتصها الثانية . من ذلك ان المواد الملحية او التي لها رائحة ككبريتات البوتاسا واملاح الحديد والنيل والكافور والمسك اذا مزجت بالطعام او حقنت في معى الحيوان ظهرت بعد برهة قصيرة في دم الوريد البابي او في غيرهِ من الاوعية الدموية او في البول ولكنها لا تظهر في الكيلوس او اذا ظهرت فيهِ لا يكون ذلك الاَّ بعد سيرها من الاوعية الدموية الى اللبنية . وحقن مايرسيانيد البوتاسيوم الحديدي في الرئتين فوجدهُ في الجانب الايسر من القلب قبل الايمن بحيث كان قد تبع سير الدم في الاوردة الرئوية لا سير اللمفا التي تذهب الى الجانب الايمن من القلب اولاً . وبناء على ذلك يظهر ان جميع المواد المذكورة تمتص بواسطة الاوعية الدموية فقط

واما سرعة امتصاص المواد من المعدة بواسطة الاوعية الدموية وانتشارها في انسجة الجسد فيظهر من تجارب المعلم جونس ان كلوريد الليثيوم اذا دخل المعدة مدَّة الفروغ قد ينتشر بعد ربع ساعة في جميع الانسجة الوعائية وبعض الانسجة غير الوعائية كغضروف المفصل الوركي ورطوبة العين المائية وقد يصل الى قشرة العدسة البلورية بعد نصف ساعة الى ساعة ونصف. واذا اخذ خمس اوعشر قمحات من كربونات الليثيا مدة فروغ المعدة ظهر في البول بعد خمس اوعشر دقائق فاذا كان ممزوجًا بالطعام ظهر بعد عشرين دقيقة. وقد يدوم ظهورهُ في البول بضع ايام

وظهر من تجارب المعلم سافري امر غريب بشان امتصاص بعض السموم المعدنية والنباتية وهو انهُ يكون احيانًا اسرع جدًّا في المستقيم منهُ في المعدة. فان الستركنيا مثلاً اذا كانت مذابة حدثت نتائجها السمّية اسرع جدًّا عند ادخالها الى المستقيم مما الى المعدة. ولكن اذا كانت بحالتها الجامدة كان الامتصاص في المعدة اسرع مما في المستقيم لان قوة عصارة المعدة في التذويب اشد من افرازات المستقيم

ويظهر ايضًا انهُ حيث تكون اوعية دموية ولمفاوية لاتمتص الاوعية اللمفاوية الاَّ مواد غذائية واما الاوعية الدموية فلا تقتصر عليها بل تمتص ايضًا جميع المواد المذابة التي تلامسها. فاذا لم يكن الاَّ اوعية دموية قامت بجميع وظيفة الامتصاص كما يشاهد في الحيوانات غير الفقرية

واما درجة الامتصاص بواسطة الاوعية الدموية الحيَّة فتتوقف كثيرًا على سهولة نفوذ المادة من الغشاء او النسيج الذي يتوسط بينها وبين الاوعية الدموية. ولذلك يكاد لا يحصل امتصاص من البشرة فاذا عرّي الجلد منها حدث بسرعة. والقاعدة الاغلبية في ذلك هي انهُ كلما كان الابيثيليوم رقيقًا كان الامتصاص سريعًا وبالعكس فان امتصاص السموم بواسطة المعدة او الرئتين يتم احيانًا في زمن قصير جدًّا. ولعل هذا ما يعلل عن شدَّة الامتصاص وسرعتهِ

اللذين يحدثان عند حقن المورفين وغيره تحت الجلد فان كمية صغيرة منهُ تعمل عملاً شديداً سريعاً لا تعملهُ في المعدة

ولا بد غالبًا من كون المواد الممتصة سائلة او مذابة او غازية . وقد تمتص احيانًا في غير الاحوال المذكورة فان الزئبق قد يمتص ولو كان في الحالة المعدنية وشوهد الفحم الناعم جدًّا في الاوردة المساريقية بعد دخولهِ القناة المعوية وكذلك تدخل المواد التي لا تذوب من الدهون الاوعية الدموية بعد المرخ وينفذ الزيت المجزّى تجزئة دقيقة على هيئة مستحلب الى الاوعية الدموية على ان الاوعية اللمفاوية في القناة المعوية هي الجهاز المُعدّ خصوصًا لاجل امتصاصها

وظهر من التجارب التي سبق ذكرها انهُ كلما كان السائل رقيقًا كان امتصاصهُ بواسطة الاوعية الدموية غالبًا اسرع . ولذلك كان امتصاص الماء من المعدة سريعًا وكذلك المحلول الملحي الخفيف . واما اذا كان المحلول ثقيلاً تغلب الانسكاب من الاوعية الدموية اليهِ على الامتصاص منهُ اليها

وكلما زاد امتلاء الاوعية الدموية وتوترها نقص الامتصاص وقد يبلغ التوتر درجة تمنع نفوذ كمية اعظم من السائل . وقد جرب ذلك المعلم ماجندي في الكلب فشاهد انهُ لما حقن ماء في الاوردة الى درجة الامتلاء كان امتصاص السم بطيئًا جدًّا ولما نقّص توتر الاوعية بواسطة الفصد فعل السم فعلاً سريعًا . وكذلك اذا وضعت كاس الحجامة على جرح مسموم اعاق ذلك امتصاص السم ليس لانهُ يخفف فقط سرعة الدورة في ذلك الجزء ولكنهُ اذا ازال الضغط الجوي عنهُ امتلأت الاوعية فلا تقبل زيادة عما دخلها

وبناء على ذلك يسرع الامتصاص كلما اسرعت الدورة الدموية والسبب لذلك انهُ كلما دخل السائل الممتص الدم حُمِل من ذلك القسم الى غيرهِ وكان الدم الحديث الآتي الى ذلك القسم صالحًا كالذي سبقهُ لاجل امتصاص السائل

الفصل الحادي عشر

في التغذية والنموّ

التغذية او التمثيل الغذائي نوع من العمل التكويني خاص بالاجسام الحية به تحافظ الانسجة والاعضاء التي قد تكوّنت على كلية كينونتها . اي انهُ لما كانت الدقائق التي تتالف منها الانسجة عرضةً دائمة للدثور والبلى تجددت بواسطة دخول مواد غذائية جديدة الى جوهر النسيج . ويظهر ان لكل دقيقة اصلية قوةً لجذب مواد من الدم تتمثّل ببنائها وتشاركها في صفاتها الحيوية

سبق الكلام في الفصل الاوّل على النسبة الكائنة بين التكوين والنمو وسنقتصر في هذا الفصل على التغذية التي تدام بواسطتها الاعضاء على حالتها العامة من حيث الشكل والحجم والتركيب التي كانت قد بلغتهُ بواسطة التكوين والنموّ. فانهُ بسبب العمل المذكور يدوم الشخص البالغ مدّة الصحة سنين عديدة بلا تغيير ظاهر في هيئتهِ العامة وشكلهِ وحجمهِ وربما في ثقلهِ ايضًا مع ان في جميع تلك المدة اجزاء جسمهِ في تغيير دائم لان الدقائق المؤلفة هي منها تدثر وتُعزَل وتُبدَل بدقائق جديدة يحدث فيها ما حدث في القديمة من الدثور والعزل . وهذه الديمومة لا تتعلق بعموم الجسد فقط بل بكل قسم وعضو منهُ

يتضح تغيير الدقائق الذي تقوم بهِ تغذية الاعضاء من انهُ في النمو لا تحافظ الاعضاء على شكلها وصفاتها الاخر فقط بل يزداد حجمها. فان العظم الطويل مثلاً اذا زاد في المحيط وساكنة الجدران بينما تتسع قنانهُ النخاعية لم يمكن حدوث ذلك الاّ باضافة مواد الى ظاهرهِ ونزعها من باطنهِ ولا بد من هذا الحدوث نفسهِ في كل جزء من الانسجة مهما كان طفيفًا . فاذا ثبت ان كل اقسام الجسد

عرضة للدثور والفساد ثبت ايضًا حدوث هذا التغيير في الدقائق ولو دامت الاعضاء على شكلها الاصلي دوامًا تامًّا

وعزل الدقائق ظاهر في اجزاء كثيرة كالغدد مثلاً التي تظهر في افرازها الكريات التي كانت داخلة في بنائها الاصلي على ان الغدة تبقى على جرمها وتركيبها الاصليين لانهُ كلما طُرِحت كرية قامت مكانها كرية جديدة وهكذا في البشرة وغيرها . وكذلك في العضلات التي كلما انقبضت حدث تغيير في تركيب النسيج المنقبض فتتولد حرارة ويُبرَز من فعل الرياضة العضلية يوريا وحامض كربونيك وماء اي الحواصل الاعتيادية التي تنشأ عن تحليل الانسجة الحيوانية على انهُ يدوم بناء العضلات وتركيبها لان دقائقها التي تغيرت على الكيفية المذكورة تبدل بدقائق شبيهة بالتي سبقتها . وكذلك تزداد املاح الحامض الفصفوريك القلوية في البول بعد الاجهاد العقلي العظيم فيستدل من ذلك ان تغيرًا في النسيج العصبي يصاحب اعمال هذا المجموع على ان حالة النسيج تدوم كما كانت. وفي الجملة لنا دليلٌ واضح على ان جميع الانسجة لا تتم وظائفها الاَّ اذا حدث دثور في الدقائق المولفة منها وعلى ان فائدة العمل الغذائي هي تجديد الدقائق الدائرة بحيث يبقى كل نسيج على كينونتهِ الاولى ولو كان عملهُ الحيوي مصحوبًا دائمًا بفقد دقائقهِ

وفضلاً عن التغيير المذكور الناشئ عن تتميم الانسجة لوظائفها لا بد من دثور الدقائق وحوُّولها ولولم تعمل الانسجة عملها الطبيعي . فان المعلم كربنتر قد اثبت ان كل دقيقة من دقائق الجسد لها مدَّة محدودة من الوجود تحول عند نهايتها وتنقص او تموت وتبرز اذا لم يكن قد اصابها الهلاك من القوة الخارجة او العمل الحيوي. ومن الامثلة البسيطة على ذلك تبديل الشعر والاسنان اللبنية. فان الشعرة التي تسقط من اهداب العين او تستخرج من غير الم تكون قد قضت مدتها الطبيعية من الحيوة وماتت وانفصلت عن الاجزاء الحيَّة لا بسبب العمل الحيوي او قوة ميكانيكية من الخارج وانما لسبب انقضاء اجلها المحدود من

الحيوة . وهكذا السن اللبني الذي يتولد من جرثومتهِ الخاصة بهِ فانهُ في مدَّة تكوينهِ ينفصل قسمًا من نفسهِ ليكون جرثومة السن الذي يخلفهُ . ثم اذا بلغ درجتهُ من الكمال دام على تلك الحال مدةً وبقي حيًّا من غير نموٍّ ولكن عند بروز السن الدائم مات تاج السن اللبني وانفصل كما ينفصل الشعر الميت واما جذرهُ وغلافهُ العظمي ولبهُ الوعائي العصبي فيحول ويمتص . غير ان حوُّول الجذر يكون مصحوبًا بانحلال ذاتي مجهول اذ لا يمكن امتصاصهُ من غير ان يحدث فيهِ اولاً تغيير يجعلهُ قابلاً للذوبان . فما يسبق انفصالهُ هو الحوُّول لا الموت لانهُ اذا مات الجذر كما يحدث في الاسنان الدائمة مدَّة الشيخوخة فلا يمتص ولكنهُ ينفصل بجملتهِ ويخرج على هيئة جزء ميت

شكل ١٠٢

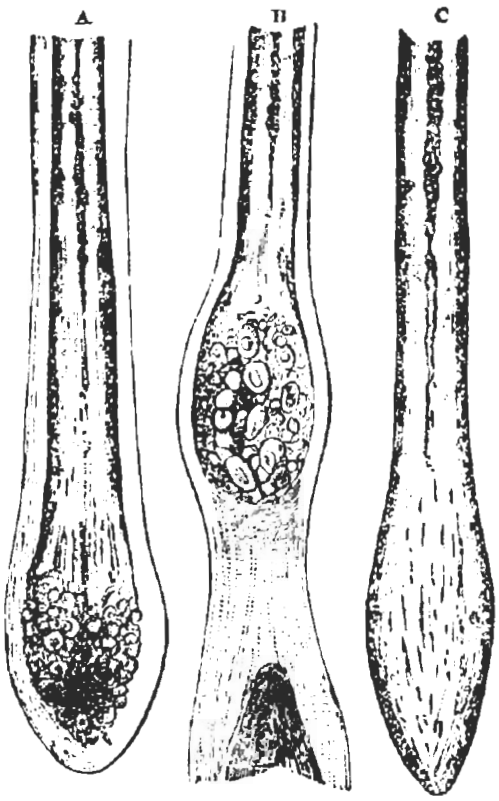
واما الهدبة ففي اوَّل زمن نموها يكون الجوهر اللبي على هيئة محور مظلم حبيبي البناء ممتد الى الجزء الغائر من الشعرة اي الى بصلتها . وهذا الانتفاخ البصلي المذكور يكاد يكون كاسي الشكل ويظهر انهُ مسبب عن اجتماع كريات نووية يستطيل بعض نواها فيدخل في تكوين الجزء الليفي القشري من الشعرة النامية ويتحوَّل البعض الآخر الى الجوهر اللبي الحبيبي البناء . وفي هذا الدور الاوَّل من النمو النشيط تتضمن الكريات والنوى مادة ملونة غزيرة بحيث يكاد يكون لون البصلة اسود . وتنشأ المواد التي تتكوَّن منها الكريات اولاً من السطح الباطن لغمد الشعرة او حفظتها الذي يغوص في الجلد ويغلف الشعرة وثانيًا من سطح اللب الوعائي الذي يشغل تجويفًا مخروطيًّا في قاع البصلة

وتبقى الاجزاء على الحالة المذكورة ما دام جميع الشعرة النامية اسود . فاذا

ش ١٠٢ . قطع قسم من الفك السفلي في الولد يظهر فيهِ سن جديد وهو يتكوَّن بينما يمتص جذر السن الساقط اي اللبني

قاربت منتهى اجلها خف انتفاخ بصلتها واستدق وضاق التجويف المخروطي الذي عند قاعدتها وانقطعت المادة الملونة من الكريات التي تتكون على سطح الحفظة الباطن . ولكنها لا تزال حيّة نامية مدة من الزمان ويدوم نشاط الجوهر اللبي زمنًا اطول من دوام نشاط الحفظة لانهُ يدوم فيهِ تكوين المادة الملونة بعد صيرورة الجوهر القشري ابيض . وعلى ذلك يصير لون عمود الجوهر اللبي المظلم ابهت وجرمهُ ادق وربما تقطّع ويصغر التجويف المخروطي في البصلة الّا انهُ يبقى ظاهرًا لسبب الكريات الملونة التي تغطي سطحهُ

شكل ١٠٢



ثم يغيب الجوهر اللبي عن النظر لان الكريات التي يدوم بها نمو الشعرة تفقد مادتها الملونة . وينتهي الامر اخيرًا بانسداد التجويف المخروطي الذي يستقر فيهِ الجوهر اللبي وانقطاع تولد كريات جديدة من سطح الحفظة الباطن وموت الشعرة وانفصالها

فعلى هذا المنوال يكون حيوة الشعرة ومونتها . وهذا الموت ذاتي لا يتعلق بالرياضة او بقوة ميكانيكية من الخارج بل هو نهاية طبيعية لاجل محدود من الحيوة . غير انهُ قبل موتها تتجهز شعرة اخرى لتخلفها لانهُ عند ما ياخذ نموها في النقص تظهر

ش ١٠٢ . اظهار التغيرات التي تحدث في الشعرة عند نهاية اجلها . A نقص نشاط النمو كما يظهر من نقص المادة الملونة في كريات اللبّ ومن تقطّع خط الجوهر اللبي المظلم . B بداءة التجهيز لتكوين شعرة جديدة وذلك بتكوين لب جديد متصل بلب الشعرة القديمة او محفظتها . C شعرة عند نهاية اجلها عارية من غمدها ومن مجموع الكريات التي تكوّن لب الشعرة الحيّة

اسفل قاعدتها بقعة سوداء هي جرثومة الشعرة الجديدة التي تتصل بلب القديمة او محفظتها (ش ١٠٢ B)

ولنا في ما تقدم من امر الاسنان والشعر مثال واضح على ديمومة الاجزاء بواسطة التغذية ويقاس على ذلك البشرة والكريات الغدّية . ولما كان عمل التغذية في الاعضاء العاملة والكريات الاصلية واحدًا على ما سبق نتج من ذلك ان كل عضو اصلي تام في الجسد ينال بواسطة التغذية درجة تامة من التكوين والنمو ثم يدوم على تلك الحال مدّة ثم يحول او يموت من غير علاقة ضرورية بدثور عموم الجسد او موته او بفاعل ميكانيكي من الخارج ثم يُبرَز من الجسد او يمتص ليقوم خَلَفهُ مكانهُ

ويظهر ايضًا ان لكل جزء من اجزاء الجسد زمنًا معينًا من الحيوة على ان المدّة المذكورة عرضة للآفات ولزيادة الاسراف بواسطة الرياضة . وليس اجل جميع الاجزاء واحدًا لان العظام مثلاً بعد تكوينها التام تدوم زمنًا اطول من زمن العضلات وبقية الانسجة اللينة . غير انهُ لما كان من المحقق ان لبعض الاجزاء عاملةً كانت اولا مدّةً معلومة من الحيوة جرى هذا الحكم بحسب قياس التمثيل على اكثر الاجزاء اذا لم يكن على جميعها . فان للاسنان اللبنية في البشر وجميع الحيوانات مدّة محدودة من الحيوة ولا يُعلَّل عن تبديل الجلد في الحية والقرون في الايّل والريش في الطيور والشعر في ذوات الثدي الاّ على وجه ان لهذه الاعضاء اجلاً معيّنًا اذا انقضى حالت ومانت وانفصلت ثم يخلفها غيرها تتولد وتنمو وتبلغ الكمال وتنفصل كما جرى على ما سبقها . وهكذا في بعض الابنية العنصرية كالكريات الدموية التي تتبدل كلما قضت مدتها وحل فيها الدثور بكريات جديدة ناشئة من الكريات اللمفاوية (صفحة ٦٠) بحيث لو فرضنا الكريات الدموية مجموعة في نسيج واحد عوضًا عن كونها متفرقة لكانت التغيرات التي تحدث فيها طبق ما يحدث في تغذية اصول الانسجة

وتختلف مدة حيوة الدقيقة ولا سيما تبعًا لعمل وظيفة العضو فانهُ كلما كان العمل ضعيفًا طالت حيوة الدقائق المؤلف هو منها وكلما كان نشيطًا قصرت. وهكذا في الكريات المفردة لانهُ اذا عورض نموّ الضفدعة العام بان تحجز في مكان بارد مظلم بحيث لا تجري وظيفة الكريات الدموية الاّ على نوع بطيء غير تام تأخّر انتقال الكريات من الحالة الجرثومية الى حالة البلوغ بضعة اسابيع وتأخّر تكوين الجديدة فتطول حيوة القديمة

واما كيفية العمل الذي بهِ تتكون دقيقة جديدة لتخلف القديمة فيظهر انهُ دائمًا على وجه التكوين. اي ان الكرية او الليفة او بقية الاصول التي يتالف منها النسيج تتقدم من دورٍ الى آخر في العمل التكويني كما جرى في اصول ذلك النسيج نفسهِ عند تكوينها اولاً في الجنين. ومما يحمل الى هذا القول ما يشاهد في الاسنان والشعر والبشرة وجميع الانسجة التي يمكن مراقبتها فانهُ فيها جميعها انما يتم التجديد او التعويض بواسطة تكوين الاجزاء الجديدة. ومنهُ ايضًا وجود نوى في جميع الاجزاء التي تحدث فيها التغذية النشيطة لان النوى المذكورة كالتي نشاهد مثلاً في العضلات القوية ليست بقايا النسيج الجنيني بل هي جراثيم لاجل التكوين الجديد ويظهر ان عددها مطابق غالبًا لنشاط النموّ ولذلك تكون كثيرة في الانسجة الجنينية وانسجة صغار الحيوانات ويتغلّب وجودها في العضلات والدماغ فاذا اختلفت من العضو الذي توجد فيهِ عادةً كان ذلك دليلاً واضحًا على حوُّولهِ

وبين التوليد والتكرير الحاصلين من التغذية فرق يجب الالتفات اليهِ. مثال الاوّل ما يحدث في الاسنان البشرية لانهُ بينما يتكوّن السن الزمني ينفصل قسم من محفظتهِ المكوّنة ويصير جرثومةً لتكوين السن الذي يخلفهُ اي السن الدائم فيكون السن الثاني متولّدًا من الاوّل كما تتكوّن افراد جديدة بواسطة اعضاء التوليد او التناسل. ومثال الثاني ما يحدث في اسنان بعض انواع الحيتان وغيرها حيث نرى صفًا من الاسنان يعقب صفًا آخر ولا يكون الصف

المؤخر مكوّنًا من المقدم وانما يكون الصف الثاني تكرار الاوّل والثالث تكرار الثاني وقس على ذلك . وهكذا في البشرة فان الطبقة الغائرة من كرياتها لا تتولد من الطبقة التي اعلاها بل من الدم خلافًا للكريات السطحية التي تتكون من الغائرة وعلى ذلك تكون الغائرة متكررة لا متولّدة. ولا يستبعد ان الاختلاف الكائن في درجة تجديد الانسجة بعد هتكها من افة او مرض عائد على جانب عظيم الى اختلاف كيفية تغذيتها

لا يتم عمل التغذية كما ينبغي الاّ اذا وجدت هذه الشروط الاربعة وهي : اولاً صلاحيّة الدم الذي تنشأ منهُ مواد التغذية . ثانيًا كمية كافية من الدم في الجزء المغتذي او بالقرب منهُ . ثالثًا عمل المجموع العصبي . رابعًا صلاحيّة الجزء المغتذي

١ . يراد بصلاحية الدم لا مطابقتهُ ضرورةً لمقياس معلوم من تركيب الدم الصحي بل مطابقة بينهُ وبين الانسجة يتوقف عليها محافظة عمل التغذية الصحي ودوام الجسد بكل اجزائهِ على حالة واحدة لا تغيّر في البالغ. وقد سبقت الاشارة (صفحة ٦١) الى دوام حالة الدم بواسطة قوة التمثيل وهو طبق ما يحدث في تغذية الانسجة وديمومة حالتها . ومما يدل على هذه المطابقة التامة ما يشاهد في الامراض المسببة عن دخول شيء من السموم الحيوانية الى الدم فانهُ مهما كانت كمية السم طفيفة جدًّا انتشرت في كل السيل الدموي بحيث يتغيّر تركيبهُ وتفسد تغذية الانسجة الجامدة. ومن امثلة ذلك الداء الزهري والجدري والحميات الاخر النافطة. ولا عجب من ذلك لانهُ من الجهة الواحدة تتكوّن جميع الانسجة وتغتذي من الدم بحيث يكون وجودها موقوفًا عليهِ بالكلية ومن الجهة الاخرى تنتشر المواد التي تدخل الدم بسرعة عظيمة في جميع الانسجة ولو كانت غير وعائية . فيتضح مما سبق انهُ اذا حدث ادنى تغيير في تركيب الدم الطبيعي اوجب ذلك تغييرًا مطابقًا لهُ في الانسجة الجامدة والاعضاء التي تغتذي منهُ

٢ . كمية كافية من الدم الصالح في الجزء المغتذي او بالقرب منهُ . ولزوم ذلك ظاهر من ضمور الاجزاء التي لا تاتيها كمية كافية من الدم فاذا انقطع عنها بالكلية توقّفت تغذيتها وماتت واذا بطل جريه وسكن فيها نقصت تغذيتها . ولا تتم تغذية الجزء على ما ينبغي الاَّ اذا أُتي بالدم الى قربٍ كافٍ من اصول النسيج لكي تتشرب منهُ ما تحتاج اليهِ من المواد الغذائية بواسطة الاوعية الدموية. غير ان الاوعية المذكورة لا تشترك في عمل التغذية الاَّ على وجه حملها المادة الغذائية ولا فرق بين تفرعها في جوهر النسيج او على سطحهِ او عند حافتهِ لان الشرط الجوهري في ذلك هو انها تكون قريبة من الجزء الذي يراد تغذيتهُ بحيث يتمكن من تشرب المادة الغذائية . فاذا كان الجزء وعائيًّا دخل السائل الغذائي الى باطنهِ واذا كان غير وعائي سار على سطحهِ غير انهُ في كلا الحالين تتشرب الاجزاء المادة الغذائية ولا يتم عمل التغذية الاَّ خارج الاوعية على انهُ قد يحدث تغيير خفيف في المواد الغذائية عند نفوذها من جدران الاوعية. وعلى الكيفية المذكورة تغتذي مثلاً خيوط النسيج العضلي الاصلية مع انها بعيدة عن الاوعية الدموية وذلك على وجه التشرب . وكذلك العظام التي خلاياها بين الاوعية الدموية اوسع مما هي في العضل . وكذلك البشرة التي لا تسير اوعية في جوهرها بل تتشرّب مواد غذائية من اوعية الادمة التي اسفلها . وعلى نوع ابلغ من ذلك تغذية القرنية والرطوبة الزجاجية على الوجه المذكور . بل في بعض العظام كالدمعيين والقربنية لا تخترق الاوعية الجوهر العظمي بل تسير في الغشاء المخاطي فيغتذي الايثيليوم من جانب الاوعية الواحد والعظم من الجانب الآخر والغشاء نفسه من جميع الجوانب وذلك دليل عجيب على تغذية النسجة متعددة من مصدر واحد بحيث كلٌّ منها يعمل عملهُ التمثيلي الخاص بهِ

٣ . الشرط الثالث هو تاثير المجموع العصبي . ذهب البعض الى ان ليس للمجموع العصبي عمل جوهري في التغذية بدليل انها تتم في النبات والدور الاوّل الجنيني والحيوانات الدنية الرتبة التي لا يظهر فيها مجموع عصبي . على انهُ

لا ينتج من ذلك ان التغذية في الحيوانات التي لها مجموع عصبي تستغني عنهُ بل الاولى انهُ كلما اضيف مجموع الى آخر في السلم التكويني كانت علاقة المجموع الاعلى ولاسيما العصبي الذي هو اعلاها جميعًا شديدة جدًّا بما بقي من المجاميع فان الناموس العام في ذلك هو انهُ يشتد توقف بعض الاجزاء على البعض الآخر كلما ارتقت في الحالة التكوينية

ولنا ادلة كثيرة على ذلك يشاهد اخصها في الحيوانات العالية الرتبة ولا سيما في الانسان . فان عمل المجموع العصبي في التغذية ظاهر في حدوث الامراض الآلية واشتدادها وبرئها بواسطة تاثير العقل . وكذلك اذا حدثت افة لبعض المراكز العصبية او للاعصاب كثيرًا ما يعقب ذلك نقص في تغذية الاجزاء التي تتوزع فيها الاعصاب المأُوفة او التي تاتيها القوة العصبية من المراكز التي حلَّ الاذى فيها . فاذا حصل ضرر للحبل الشوكي مثلاً ربما تغنغرت بعض الاجزاء المفلوجة وقد يحدث ذلك سريعًا كما ذكر المعلم برودي عن رجل حصل لهُ اذى في العمود الشوكي فات اللحم على الرسغ القدمي بعد اربع وعشرين ساعة . وكذلك لا يتم اصلاح الضرر في الاجزاء المفلوجة كما يتم في غيرها لان المعلم ترافرس شاهد فالجًا في الطرفين السفليين ناشئًا عن كسر الفقرات القطنية وكان من جملة تلك الافة ايضًا كسر العضد والقصبة . ثم بعد مدة اتحد كسر العضد واما كسر القصبة فلم يتحد . ومن الشواهد على ذلك ايضًا انهُ اذا قُطع او اهلك جذع العصب الثلاثي الوجهي كانت تغذية ذلك الشطر من الوجه ناقصة مرضية بحيث يكون تقرُّح القرنية مما يحدث من نقصها . وربما كان بعض الهزال والحُوَل البطيء اللذين يصاحبان فالج الاطراف عائدًا الى حجز القوة العصبية عنها على ان معظمها ناشئٌ عن عدم استعمال الاعضاء المفلوجة

وقد يقع احيانًا نقص او خلل في التغذية اذا تهيجت اجذاع الاعصاب تهيجًا زائدًا كما يحدث لو قطعت او اهلكت . ولذلك كثيرًا ما تتقرح الاجزاء التي

تتوزع فيها الاعصاب المتهيجة ويدوم الفرح ما دام التهيج موجودًا . ومن جملة الادلة ايضًا على تاثير المجموع العصبي في التغذية ما يشاهد من شيب الشعر بسرعة كلية اوسقوطهِ عند كرب النفس او الخوف الشديد او الصداع العصبي الاليم

فما تقدم يظهر ان المجموع العصبي يؤثر في التغذية كما يؤثر في الاعمال الآلية الاخرى . ولا يمكن التعليل عن الحوادث المذكورة بان التغيرات الحادثة في عمل التغذية موقوفة على مجرد التغيرات في جرم الاوعية الدموية التي تتوزع في الاجزاء المصابة

واذ تقرر ذلك بقي علينا ان نذكر النوع الخاص من الاعصاب الذي يُحمَل بهِ التاثير المذكور. وخلاصة ما ينال بهذا الشان هو انهُ اذا حدث نقص في تغذية الاجزاء التي يبطل عملها من ضرر العصب المحرك فقط كعضلات الوجه او الطرف المفلوج فقد يظهر في اوّل الامر ان ضمورها ناشئٌ راسًا عن فقد قوة الاعصاب المحركة والقول الارجح هو انهُ ناشئٌ عن عدم رياضة الاجزاء لانهُ اذا تروّضت العضلات بواسطة تنبيه اعصابها على نوع اصطناعي كان نقص تغذيتها اقل . واما نقص التغذية في الوجه الذي يعقب هلاك العصب الثلاثي الوجهي فعائد بلا ريب الى نقص القوة العصبية الخاصة بالاعصاب الحاسة اوالسمباتوية . لانهُ ليس لاعصاب الوجه والعين المحركة مشاركة في نقص التغذية الذي يعقب ضرر العصب الثلاثي الوجهي بل قد يهلك بعضها اوجميعها بلا ضرر لتغذية الاجزاء التي تتوزع فيها . ولعل ما ثبت في امر العصب الثلاثي الوجهي من حيث التاثير العصبي في عمل التغذية مثالاً لما يحدث في غيرهِ من الاعصاب الحاسة والسمباتوية

غير انهُ لم يعلم بالتحقيق الى الآن ايُّ الاعصاب عامل في التغذية هل هي الحاسة او السمباتوية لان المشاهدات في ما مضى قد كانت في الاجزاء التي اعصابها غالبًا من النوعين مضمّنةً في غمد واحد . ولعل الصواب في ذلك هو

ان التاثير المذكور قد يحدث من احدهما دون الآخر او من كليهما معًا . لان نقص التغذية الذي يعقب افة الحبل الشوكي وحدهُ بلا ضرر للاعصاب السمباتوية والضمور العام الذي يعقب احيانًا امراض الدماغ يثبتان تاثير المجموع الدماغي الشوكي . وكذلك قد ثبت من مشاهدة ماجندي وماير ان التهاب العين يعقب دائمًا ربط العصب السمباتوي في العنق وقد اتضح منها ومن مشاهدات كثيرة غيرها ان للعصب المذكور تاثيرًا في التغذية

٤ . لاتكون التغذية صحيَّة الاَّ اذا كان الجزء المغتذي سليمًا . ووجوب هذا الشرط ظاهر من نفس عمل التغذية التي تقوم بتكوين اجزاء جديدة شبيهة بالقديمة فان لم تكن القديمة صحيَّة فلا تكون الجديدة كذلك . لان تجديد الجزء انما يكون بتمثيل الغذاء لجوهرهِ تبعًا للحالة التي هو فيها اي انهُ يُكسِب الدقائق الجديدة التي تخلف الدائرة جميع الصفات الخاصة بهِ بحيث انهُ ما دام سليمًا مع بقية شروط التغذية الصحيحة حافظ على حالتهِ الصحية . ولكن اذا كان بناء الجزء مرضيًّا او متغيرًا بوجهٍ من الوجوه عن حالتهِ الطبيعية دامت تلك الحالة نفسها لان تجديد البناء تابع لحالتهِ صحيَّة كانت او مرضيَّة

ونفس الاتقان الذي يشاهد في تمثيل الاجزاء الجديدة بالقديمة في تغذية الانسجة الصحيحة يشاهد ايضًا في ما يحدث من هذا القبيل مدَّة المرض . فانهُ بناء على هذه القاعدة المطردة يحافظ من سنة الى سنة على نفس شكل الندبة وحجمها النسبي ويدوم التضخم والتصلب الناشئان عن الالتهاب وكذلك حالات الدم المرضية في بعض الامراض المزمنة ولو اختلفت انواع الطعام . وهذا الاحكام في التمثيل يعلَّل عن الناموس الطبيعي وهو ان بعض الامراض لا يصيب الشخص الواحد الاَّ مرة واحدة والبعض الآخر قد يعود مرارًا لانهُ في كلا الحالين يدام التغيير الذي حدث في هجوم المرض الاوَّل بواسطة المجانسة التامة بين الاجزاء الجديدة والقديمة

غير ان المدة التي يحافظ فيها على تغيير البناء بواسطة التغذية لها حدٌّ لانهُ

يظهر ان لاكثر الاجزاء المتغيرة ميلاً للرجوع الى الحالة الاصلية وكثيرًا ما تبلغها على مرور الزمان. ولذلك قد يعاد التطعيم بعد بضع سنين وقد تعود الجدري والحمى القرمزية وما اشبهها في الشخص الواحد وقد تمحّى اثار الندبات وترجع الانسجة الى غاية ما كانت عليهِ بعد حلول الآفات والامراض فيها

فهذه هي بعض الشروط الضرورية للتغذية الصحية بحيث اذا فقد او اختل واحد منها قد يعقب ذلك خلل في العمل . ويظهر ان الامراض الناتجة عن التغذية غير التامة مسبَّبة عن فقد هذه الشروط اكثر من تسببها عن نقص في العمل نفسهِ

النموّ

يقوم النموّ بزيادة حرم الجزء وثقلهِ بواسطة اضافة دقائق الى جوهرهِ شبيهة بدقائقهِ الاّ ان الدقائق المضافة تكون اكثر مما يقتضي لتعويض الدائرة في النسيج النامي . ويدوم بناء الجزء وتركيبهُ كما كانا غير ان الزيادة الصحية في نسيجهِ تمكنهُ من زيادة في اجراء وظيفتهِ الاعتيادية

بينما يكون عمل التكوين قائمًا كثيرًا ما يصاحبهُ النمو في ذلك الجزء نفسهِ كما يشاهد مدة تكوين اعضاء الجنين وانسجتهِ التي تنمو وتتكوّن معًا الى ان تبلغ حالة الكمال . غير ان النموّ يدوم غالبًا بعد انتهاء التكوين بل يدوم في بعض الاجزاء بعد بلوغ الجسد قامتهُ التامة وبعد ان تكاد تبلغ جميع الاجزاء حالتها التامة من حيث الحجم والتركيب

ويشاهد في بعض الاحوال دوام النمو او تجديدهُ في اكثر اجزاء الجسد . فانهُ اذا بلغت حجمها الاعتيادي ثم تروّضت وظائفها تروضًا معتدلاً دام جرمها غالبًا بعد البلوغ طول مدة الكهولة . ولكن اذا انفق لسببٍ ما ان وظيفة العضو بعد بلوغهِ الكمال زادت عن الدرجة الاعتيادية اعقب ذلك زيادة في النموّ . ومن امثلة ذلك زيادة سماكة البشرة في الاجزاء المعرضة للضغط غير الاعتيادي كراحة اليدين في الذين يتعاطون الاعمال الشاقة اليدية وكذلك

تضخم وتصلب العضلات الكثيرة العمل وما اشبه ذلك. واما زيادة قوة التغذية في النموّ المذكور فهي اشد مما يظن في اوّل الامر. لان النتيجة الحالية الناشئة عن زيادة ترويض الجزء لابد من ان تعقبها زيادة دثور النسيج ونقص في جوهره وحجمه غير انهُ يرافق ذلك زيادة في نشاط التغذية بحيث تتكوّن دقائق جديدة لا تكفي لتعويض القديمة فقط بل تزيد عنها فتسبب زيادةً في حجم الجزء تقابل زيادة الوظيفة التي يجريها

وهذا النموّ الناشئ عن زيادة ترويض الوظيفة عمل صحي دائمًا باعتبارهِ في نفسهِ فيجب تمييز زيادة الحجم الناتجة منهُ عن التضخم الذي قد يصيب ذلك الجزء نفسهُ بواسطة المرض . لانهُ في الحالة الاولى يكون التضخم ناشئًا عن زيادة في النسيج الصحي لاجل زيادة في الوظيفة وفي الثانية يكون ناشئًا عن رسوب مادّة مرضية داخل البناء الطبيعي بحيث لا تزيد صلاحية العضو لوظيفتهِ بل تنقص. غير ان النموّ الصحي في ذلك العضو الذي تعقبهُ زيادة قوة الوظيفة ونشاطها قد يكون مسبّباً عن مرض في عضو آخر فيقال لهُ حينئذٍ تضخم (هيبرتروفيا اي زيادة التغذية) . ومن الامثلة على ذلك الكثيرة الحدوث تغلظ جدران تجاويف القلب العضلية واشتداد قوتها في الامراض التي تعيق الدورة اعاقةً دائمة وكذلك تضخم طبقة المثانة العضلية اذا عورض جري البول . غير ان النموّ في كلا المثالين المذكورين صحي باعتبارهِ في نفسهِ وغايتهُ منفعة الطبيعة ولو كان مسبباً عن مرض فهو نموّ طبيعي تجدّد في عضو كان قد بلغ اشدهُ من الحجم بالنسبة الى بقية الجسد

ومن جملة ما يتعلق بهذا الشان انهُ اذا كانت زيادة النسيج الاعتيادي في العضو دون زيادة الوظيفة التي تقتضيها الحال المؤدية الى التضخم فكثيرًا ما يتولد نسيج جديد من رتبة اعلى ويضاف الى النمو السابق . ومن امثلة ذلك الرحم فانهُ اذا تعاظم بواسطة الحمل اواورام ليفية تولدت في جدرانهِ الياف عضلية آلية من الالياف الدنية البناء التي توجد في حالتهِ الاصلية فيزيد عددها

ويرتقي بناؤها وتبلغ الكفاءة لدفع الجنين او الجسم الغريب. وكذلك جدران الحواصل والقنوات التي اذا عورض اندفاع ما في باطنها احتاجت الى زيادة في القوة الدافعة فتتولد فيها الياف عضلية آلية من الالياف الناقصة البناء في الحالة الاصلية

واما كيفية عمل النمو فلا تختلف عن المحافظة على كينونة الجزء بواسطة التغذية الاّ من حيث الدرجة فقط فانهُ ينزع من النسيج النامي دقائق ويضاف اليهِ اخرى اكثر مما ينزع منهُ او يضاف اليهِ في التغذية الاعتيادية لاجل دوامهِ كما كان غيران الدقائق المضافة اكثر من المنزوعة . ولا يظهر خلاف في ما بقي من حيث حقيقة العمل اي من حيث كيفية نزع الدقائق القديمة والتصرف بها وكيفية وضع الدقائق الجديدة

وكذلك لا تختلف شروط النمو عن شروط التغذية الاعتيادية وهي ضرورية في كلا الحالين بل هي اشد ضرورةً في النمو منها في التغذية . فاذا وجدت الشروط المذكورة على درجة رفيعة او متزايدة حدث النمو عوضًا عن التغذية الاعتيادية. وذلك كنمو الشعر نموًّا مفرطًا بقرب القروح القديمة لسبب توارد الدم الى بصلات الشعر وماديتها اللبية وكاستطالة العظام اذا زادت كمية الدم فيها بواسطة المرض . وفي الجملة الشروط العامة لهذه الاحوال وغيرها هي

ورود كمية زائدة من الدم الى النسيج النامي واهليتهُ للتمكن من زيادة الامتصاص والتغذية . فاذا فقد الشرط الثاني لم تؤدِّ

زيادة كمية الدم الى زيادة التغذية

والنموّ

الفصل الثاني عشر

في الافراز

الافراز عمل بهِ تُنفصَل مواد معلومة من الدم ومن الاعضاء التي تتكوَّن فيها . ثم اذا فصلت اما انهُ يكون لها خدمة في الجسد كاللعاب فتسمَّى افرازًا او لا كالبول فتسمى ابرازًا

معظم الافرازات لا تكون كما هي في الدم بل تحتاج الى اعضاء خاصة لاجل تكوينها كالكبد لتكوين الصفراء والثديين لتكوين اللبن . اما الابرازات فتكون غالبًا كما هي في الدم وتُفصَل منهُ راسًا كاليوريا والحامض الكربونيك وربما الحامض اليوريك . واذا بطل فصل الابرازات لمرض شديد في عضو مبرز او لسبب استئصالهِ وحُجِزَت في الدم فكثيرًا ما تخرج من الجسد بواسطة اعضاء اخر وتظهر في سوائلهِ خلافًا للافرازات التي يبطل وجودها اذا هلكت الاعضاء الخاصة بها . وقد يتفق احيانًا دوام عمل الافراز بواسطة العضو الطبيعي ولكنهُ لا يتمكن من الخروج الى الظاهر لعلةٍ تعارض سيرهُ فيمتص حينئذٍ ثانية الى الدم ثم ينفذ منهُ على سبيل الارتشاح . ولا يختلف تركيب الاعضاء المبرزة عن الاعضاء المفرزة وانما الاختلاف بين الافراز والابراز هو على ما سبق فقط . ولذلك نقتصر على كلام كلي في عمل الفصل او الافراز

لكل جهاز افرازي اجزاء جوهرية وهي اولاً غشاء بسيط يقال لهُ الغشاء الخاص او الاساسي ثانيًا كريات ثالثًا اوعية دموية . وهذه الاصول البنائية الثلاثة تتركب بعضها مع بعض على طرق مختلفة غير ان جميعها يعود الى قسمين عظيمين وهما الاغشية والغدد

الاغشية المفرزة

اخص الاغشية المفرزة هي الاغشية المصلية والاغشية الزلالية والاغشية المخاطية والجلد وسياتي الكلام على الجلد في فصل اخر

شكل ١٠٤

اما الاغشية المصلية فمكونة من نسيج ليفي خلوي سطحهُ السائب مغطى بطبقة مفردة من الكريات المسطحة بتكون منها غالبًا الايثيليوم الرصيفي . واما النسيج نفسهُ فمقرّ للاوعية الدموية واللمفاوية والاعصاب التي تتفرع فيهِ . وفائدة الغشاء الاساسي والايثيليوم افراز السائل الذي يرطب السطح السائب

الاغشية المصلية على نوعين . الاوّل ما يبطن التجاويف الحشوية وهي العنكبوتية والتامور والبلبورتان والبريتون والطبقة الغمدية الخصوية . والثاني الاغشية الزلالية التي تبطن المفاصل وتغطي اغماد الاوتار والاربطة ومن هذا النوع ايضًا الاكياس الزلالية او المخاطية سواء كانت تحت الجلد او تحت الاوتار التي تتزلق على العظام

وهذه الاغشية على هيئة اكياس مسدودة تشاهد حيثما تتماسّ الاحشاء او تستقر في تجاويف من غير التصاق بالاجزاء المجاورة . فكأن الاحشاء المغلّفة بالغشاء المصلي مندفعة في الكيس المسدود بحيث يحيط الغشاء بها . ولا يستثنى من هذه القاعدة الاّ انفتاح قناتي فلوبيوس الى التجويف البطني في البشر وجميع ذوات الفقرات الاّ بعض انواع السمك

معظم فائدة الاغشية المصلية والزلالية تجهيز سطح املس رطب لاجل تسهيل حركة العضو المغلّف ومنع ضرر الاحتكاك . واكثر ظهور ذلك في المفاصل التي

ش ١٠٤ . رسم غشاء مفرز . a الغشاء الخاص وهو الاساسي . b ايثيليوم مكوّن من كريات مفرزة نووية . c طبقة من الاوعية الشعرية الدموية

مجال حركتها واسع وفي المعدة والامعاء التي تكاد تكون حركتها دائمة باعتبار نسبة بعضها الى بعض والى جدران البطن لسبب اختلاف كمية ما فيها وحركته

واما السائل الذي يفرزهُ سطح الاغشية المصلية السائب فيندران يتجاوز في الصحة ما يكفي للترطيب . وانما يشاهد بعد الموت كمية اعظم من ذلك في الاكياس المصلية ناشئة عن مرض ظاهر او عن ارتشاح يحدث بعد الموت او قبله بمدة قصيرة . فاذا زادت كمية السائل عمَّا ذكر في احد الاكياس المصلية صار استسقاء ذلك الكيس . ويظهر انهُ شبيه تمامًا بمصل الدم من حيث الصفات العامة والكيماوية فهو اصفر باهت لزج قليلاً قلوي العمل يتجمد بواسطة الحرارة لسبب وجود الالبومن فيهِ . وبناء على هذه المشابهة ذهبوا الى انهُ ارتشاح من الدم بواسطة جدران الاوعية الدموية . ومما يثبت هذا القول تلوين السائل في الاكياس المصلية بالصفرا في علة اليرقان كتلوين مصل الدم . ويستثنى من ذلك سائل البطينات الدماغية والكيس العنكبوتي والسائل الزلالي المفصلي لانها خالية من بعض الصفات المذكورة فيرجح انها افرازات حقيقية بواسطة الكريات الابيثيلية التي تغطي سطح الغشاء

والاغشية المخاطية تبطّن جميع المسالك التي تستطرق بواسطتها الاجزاء الباطنة الى الظاهر والتي بواسطتها تبرز المواد من الجسد او تدخلهُ . وهي ملساء مخملية كثيرة الاوعية شبيهة البناء بالاغشية المصلية فهي مؤلفة من ابيثيلوم وغشاء اساسي ونسيج ليفي خلوي تتفرع فيهِ الاوعية الدموية واللمفاوية والاعصاب . وتلتصق من سطوحها بانسجة مختلفة كالعضلات في اللسان والبريكوندريوم في الاجزاء الغضروفية والسمحاق في الخلايا المصفوية والجيوب الجبهية والوتدية والطبلة والغشاء تحت المخاطي في الامعاء الذي تلتصق بهِ من الظاهر الياف الطبقة العضلية

المسالك الرئيسة التي تبطنها الاغشية المخاطية ثلاثة . الاوّل المسلك الهضمي الذي يبدأ في تجويف الفم ومنهُ تذهب زوائد الى قنوات الغدد اللعابية ثم

يسير من الفم في الحلق والبلعوم والمريء الى المعدة ومن هناك يمتد على طول القناة المعوية الى نهاية المستقيم فتذهب منهُ زوائد الى قنوات البنكرياس والكبد والحوصلة المرارية. والثاني المسلك التنفسي الذي يتضمن تجويف الانف والجيوب المستطرقة اليهِ والقناة والكيس الدمعيين وملتحم المقلة والجفنين وتذهب منهُ زائدة الى قناة اوستاكيوس فتبطن الطبلة والوجه الباطن للغشاء الطبلي. ثم يقاطع البلعوم ويمتد على اللهاة الى المزمار ثم الى الحنجرة والقصبة ثم الى الشعب وتفرعاتها حتى الفروع التي قطرها نحو $\frac{1}{50}$ من القيراط ومن هناك تمتد طبقتهُ الابيثيلية الى الخلايا الرئوية . والثالث المسلك التناسلي البولي الذي غشاؤهُ المخاطي يبطن جميع المسالك البولية من فتحتها الظاهرة الى القنيات البولية الكلوية ويمتد في اعضاء التناسل من الجنسين الى قنوات الغدد المتعلقة بها ويختلط في الانثى بالغشاء المصلي البطني عند طرف قناتي فلوپيوس المشرشر

ومع ان صفات الغشاء المخاطي الجوهرية واحدة في جميع المسالك المذكورة وفي اقسام كلٍّ منها نرى اختلافًا عرضيًّا في البناء عائدًا الى اختلاف الوظيفة الخاصة بها . وقد تقدم ان بناءهُ من طبقة ابيثيلية مستقرة على غشاء اساسي ودون الغشاء نسيج وعائي مختلف السماكة تبرز منهُ زوائد على هيئة حليمات وخمل او يخفض على هيئة غدد . فاذا امتدت زوائد من المسالك الى القنوات الغدية اقتصر البناء في فروعها الدقيقة على الابيثيليوم والغشاء الاساسي والاوعية الدموية التي تنتشر على الوجه الظاهر للغشاء على هيئة طبقة واحدة . اما الغشاء الاساسي فطبقة رقيقة شفافة متجانسة البناء تمتدّ في تفرعات الغشاء المخاطي وتكوّن جدران القنوات الغدية. والكريات التي تكوّن ابيثيليوم الاغشية المخاطية مختلطة بالكريات الغدية التي تبطن قنوات الغدد وكثيرًا ما تشبهها . وبالحقيقة لا يمكن التمييز بين الكريات الابيثيلية والكريات الغدية فانها من حيث وضعها على سطوح الاغشية المخاطية والقنوات الغدية هي ابيثيليوم ومن حيث وظيفتها الافرازية هي كريات غدية سواء كانت في الغشاء المخاطي او في

قناة غدية . وعلى ذلك يكون تقسيم الكريات الى النوعين المذكورين تقسيمًا اصطناعيًا لا طبيعيًا . ولنشرع الآن في الكلام على هذه الابنية من حيث وضعها في الغدد المفرزة

الغدد المفرزة

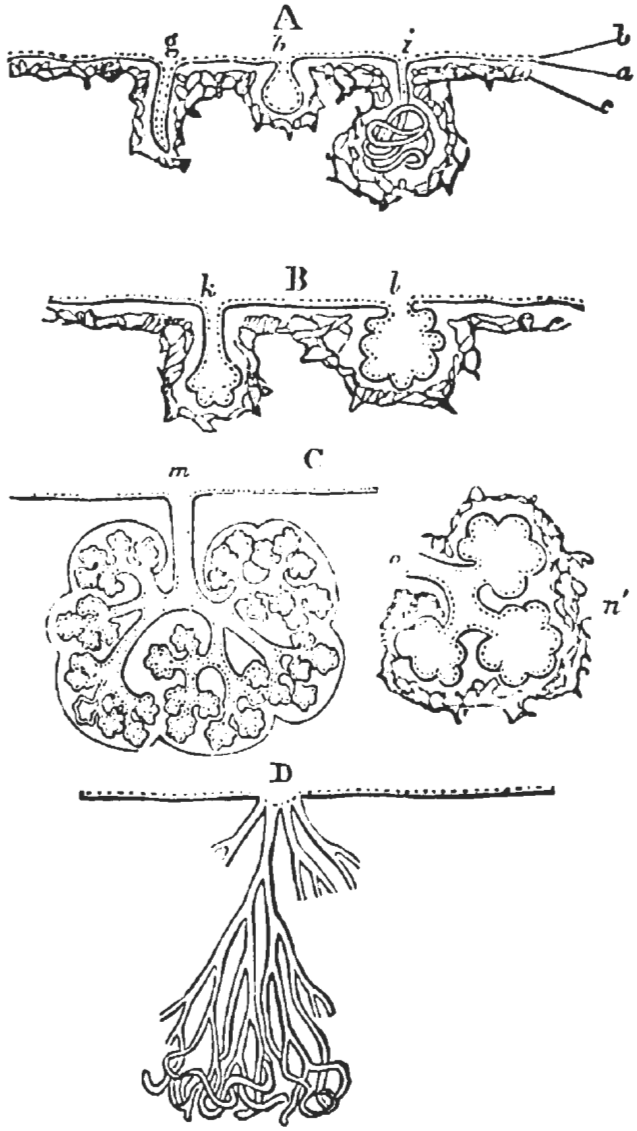
الغدد المفرزة هي الاعضاء التي يُنسَب اليها الافراز على نوع خاص لانهُ لا يعرف لها وظيفة اخرى . وهي مختلفة الشكل والتركيب الآان بناءها العام واحد خاص بها دون بقية جميع الانسجة ولا سيما ان جميعها يتضمن كريات تبطّن قنواتها او تجاويفها على هيئة اپيثيليوم فهي الكريات التي تعمل العمل الافرازي . وقد تقسم الغدد الى ثلاثة انواع كبرى يتميز بعضها عن بعض بحسب نوع ترتيب الانابيب التي تتضمن الكريات المفرزة

١ . الانبوبة البسيطة ويقال لها الغدة الانبوبية كالاجربة الانبوبية التي تشاهد في الاغشية المخاطية ولا سيما اجربة ليبركهن الموضوعة في الغشاء المخاطي المعوي (صفحة ٢٠٥) والغدد الانبوبية المعدية (صفحة ١٨٢) التي هي عبارة عن انخفاضات انبوبية بسيطة واقعة في الغشاء المخاطي ومستطرقة اليهِ . وهذه الانابيب على هيئة حويصلات غدية مستطيلة جدارها مكوّن من غشاء بسيط مبطن بكريات مفرزة (A ش ١٠٥) . ومن هذا النوع ايضًا الغدد العرقية المتعرجة الواقعة في الجلد وغدد مبيوميوس الموضوعة اسفل الملتحم الجفني (B ش ١٠٥)

٢ . الغدد المجتمعة المكونة من حويصلات مجتمعة على هيئة فصيصات او عناقيد (C ش ١٠٥) كالغدد المخاطية القصبية والمهبلية واللعابية الدقيقة . ومنها ايضًا الغدتان الدمعيتان والثديتان والغدد اللعابية الكبيرة وغدد برن وكوپر والبنكرياس والبروستتا . ولا تختلف هذه الغدد بعضها عن بعض من حيث البناء الا من جهة امور ثانوية فانها جميعها على شكل مجاميع حويصلات تتضمن كريات غدية وتستطرق بواسطة تجويف مركزي الى قنيات

دقيقة تجتمع في الغدد الكبيرة وتكوّن فروعًا ثم جذعًا واحدًا يستطرق الى السطح السائب للغشاء

شكل ١٠٥



٣ . الغدد الانبوبية المتلففة كالكلية والخصية (D ش ١٠٥) وهي مؤلفة من انابيب غشائية مبطنة بكريات مفرزة والانابيب المذكورة طويلة وقلما

ش ١٠٥ . رسوم امتداد الغشاء المفرز على هيئة تجاويف . A انابيب بسيطة وهي على ثلاثة انواع . g انبوبة مستقيمة . h كيس . i انبوبة متلففة . B ذات جيوب وهي على نوعين . k انبوبية . l كيسية . C جذرية . m غدة كاملة يظهر فيها تشعب القناة والبناء الفصيصي . n فصيص منفصل . o فرع القناة الخارج منهُ . D غدة انبوبية منفصلة

يتغير حجمها وبناؤها ثم تنتهي اخيرًا بطرف مسدود او بانتفاخ كمحافظ ملهبجي في الكلية او بتكوين عروة بسيطة كما في الخصية

وصفات هذه الغدد الجوهرية واحدة فيها جميعًا ولو اختلفت انواعها هذا ما عدا الصفات المشتركة بينها وبين جميع الابنية المفرزة . فان لجميعها سطحًا متسعًا للافراز محصورًا في حيز ضيق وان طرف القناة الغدية مستطرق الى سطح سائب والطرف الاخر مسدود بلا اتصال راسًا باوعية دموية او بقنوات اخر وان الاوعية الشعرية تتفرع وتكوّن شبكة حول القنوات وبينها

في عمل الافراز

ظهر مما تقدم ان الافراز يحدث على احدى طريقتين . الاولى الارتشاح البسيط كالسوائل المفرزة من الاغشية المصلية بواسطة مجرد نفوذها من الاوعية الدموية ولذلك كانت صفات هذه السوائل تابعة لصفات السائل الدموي وكميتها تابعة لكمية ضغط الدم باطن الاوعية الدموية . والثانية خاصة بجميع الغدد وهي عبارة عن عمل حيوي في الكريات او النوى بمعنى انها اذا تكونت ونمت احدثت في باطنها المواد الخاصة بالافراز ثم قذفتها الى الظاهر. والدليل على ذلك اولاً ان الكريات والنوى جزء جوهري في بناء جميع الغدد مهما اختلفت في اشكالها الظاهرة وصفاتها الاخر وهي موضوعة في جميع الغدد على السطوح التي ينسكب منها الافراز . وثانيًا ان بعض الافرازات التي نشاهد بالمكرسكوب موجودة في كريات الغدد قبل خروجها كالصفرا مثلاً التي كثيرًا ما يحقق وجودها في الكريات الغدية الكبدية بواسطة لونها الاصفر . وكذلك الحيوانات المنوية في كريات الانابيب الخصوية والدقائق الدهنية في كريات الغدة الثديية

وبناء على ذلك يتم عمل الافراز في باطن الكريات الغدية وبواسطة حياتها فانها كالكريات او الاصول الاولية التي تتالف منها الاعضاء تتكوّن وتنمو وتبلغ الكمال الخاص بها بواسطة تناول غذائها من الاوعية الدموية المجاورة

لها وتحويلها اياه الى المواد التي تتالف منها جدرانها وما في باطن تجاويفها . وتدوم برهة قصيرة على الحالة المذكورة ثم تسيل او تنفجر فتكوّن المادة الخاصة بالافراز . ولا يشاهد فرق من هذا القبيل بين الكريات التي تبطن قنوات الغدة والتي تبطن حويصلات فصيصاتها

وبين الافراز والتغذية مشابهة شديدة . لاننا اذا صرفنا النظر عن وظيفة الغدد في الجسد لم يكن تكوينها الا كتكوين بقية الاعضاء بواسطة التغذية . لان الاعضاء انما يدوم حجمها وكيفياتها الاخر بواسطة تعاقب الكريات التي تتولد وتنمو وتتصرف . وهكذا الغدد فان وجودها قائم بتوليد الكريات وما الافراز الا حؤول الكريات الغدية وسيلانها . ومن وجوه المشابهة ايضًا بين التغذية والافراز صعوبة التعليل عن القوة الانتخابية فيهما جميعًا فانهُ يتعسر علينا فهم سبب اصطناع الكريات الكبدية الصفراء والثدية اللبن واللعابية اللعاب كما يتعسر فهم اصطناع النسيج الغضروفي غضروفًا والعظمي عظمًا والعضلي عضلاً . ولا يعلَّل عن اختلاف القوة الانتخابية بكمية الاوعية الدموية او كيفية ترتيبها وانما غاية ما يعلم من هذا القبيل هو انهُ كلما كان العضو المفرز كثير الاوعية والدم سريع الدورة فيهِ كان افرازهُ غزيرًا

واما قذف الافرازات من الغدد فقد يكون حالما ينتهي تكوينها او تحجُزَ زمنًا طويلاً في باطن الغدة او في قنواتها . فاذا كانت الغدة دائمة العمل لاجل تطهير الدم كالكلية قُذِف الافراز غالبًا حالما يتكون واما اذا كانت وظيفتها متقطعة كالخصية فيحجَز غالبًا مدة انقطاع عمل الغدة . ثم اذا قُذِف الافراز الى القنوات دام سيرهُ نحو المقدم لسبب دفعهِ من الوراء بواسطة الكمية الجديدة المنفرزة . ويعان الدفع المذكور في القنوات الكبيرة بواسطة انقباض جدرانها التي بين طبقاتها الياف عضلية آلية ولما كانت اطرافها نحو الغدة مسدودة كان الدفع بالضرورة نحو الجذع الخارج من الغدة

الاحوال التي تؤثر في الافراز من حيث الكمية اولاً كمية الدم الوارد الى

الغدة ثانيًا كمية المواد الخاصة بالافراز التي تكون في الدم ثالثًا حالة اعصاب الغدد

١. اذا زادت كمية الدم السائر في الغدة نتج من ذلك غالبًا زيادة افرازها ولذلك يحمرّ غشاء المعدة المخاطي عند دخول الطعام اليها وشروع غددها في الافراز وتنتفخ الاوعية الدموية في الغدة الثديية مدة الارضاع . ويظهر ان جميع الكيفيات التي تؤدّي الى زيادة افراز عضو معلوم تودي ايضًا الى زيادة كمية الدم الواردة اليهِ

٢. يشتد عمل الغدد اذا كانت المواد التي تفصلها كثيرة الوجود في الدم . مثلاً اذا زادت كمية اليوريا في الدم لسبب الرياضة المفرطة زاد ابرازها في البول واذا هلكت احدى الكليتين افرزت الكلية السليمة اكثر من كميتها الاعتيادية وازداد حجمها ايضًا فيظهر من ذلك ان الافراز والتغذي في الغدد شيء واحد وان وجود مواد معلومة في الدم قد يؤدي الى تكوين ابنية تدخلها المواد المذكورة

٣. للمجموع العصبي تاثير عظيم في احداث الافراز ويظهر ان معظم هذا التاثير عائد الى تسلط الاعصاب على قطر الاوعية الدموية . وقد دلّت تجارب برون سيكار وبرنارد وغيرهما على ان لجميع الغدد المفرزة نوعين من الاعصاب احدهما محرك ناشئ من المركز الدماغي الشوكي والثاني عقدي من المجموع السمباتوي وظيفة الاوّل تمديد الاوعية بحيث تزداد كمية الدم فيها فتزداد كمية الافراز على ما سبق ووظيفة الثاني قبض الاوعية بحيث تنقص كمية الدم فينقص الافراز ايضًا . ومن جملة تجارب برنارد في هذا الامر انهُ هيج الفروع المعدية من العصب الرئوي المعدي فاشتد افراز السائل المعدي ثم هيج الفروع السمباتوية الآتية من العقدتين الهلاليتين فتناقص او توقف بالكلية

واما كيفية تاثير المجموع العصبي في الافراز وغيرهِ من وظائف الجسد فانهُ يتهيج بواسطة اسباب تفعل في المراكز العصبية راسًا او في الاعصاب الذاهبة

الى العضو المفرز. وقد يكون التهيج في عضو آخر فتكون زيادة الافراز حينئذٍ من باب العمل المنعكس كما اذا مسّ الطعام الفم فانهُ يحدث عملاً منعكسًا في الغدد اللعابية بحيث يزيد افرازها. ويحدث التاثير المذكور من حالة العقل ايضًا فان الافتكار بالطعام قد يكون كافيًا لتهيج كمية غزيرة من اللعاب وافتكار المرضعة بولدها يزيد الافراز اللبني وقد يحدث الاسهال من الخوف الشديد وتهطل الدموع عند الحزن او الفرح المفرط. وقد يفعل العقل في كيفية الافراز بحيث يصير اللبن مثلاً عند الحزن الشديد والانفعالات النفسانية مضرًّا اوسامًّا للطفل. وقد يشتد عمل بعض الغدد عند ضعفهِ في غيرها كما هو المشهور في عمل الكلية والجلد بحيث اذا زاد عمل احدهما ضعف عمل الآخر

الفصل الثالث عشر

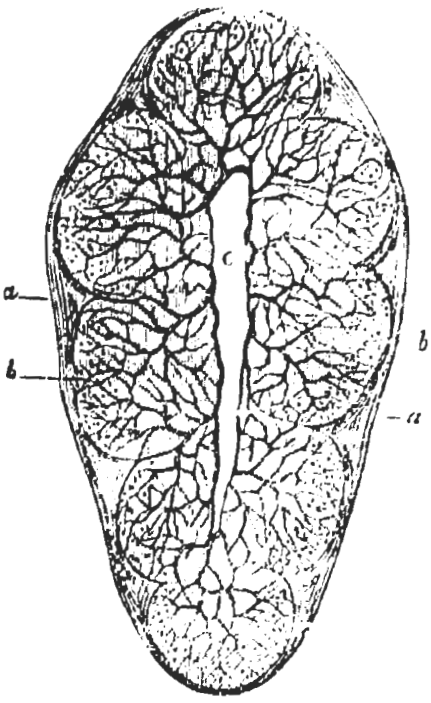
في الغدد الوعائية وهي الغدد اللاقنوات لها

لابد من خروج المواد المفصولة من الدم بواسطة الافراز الاعتيادي اولاً من العضو التي تكوّنت فيهِ ثم من الجسد فاذا رجعت الى الدم لا يكون ذلك الاّ بعد حدوث تغيير فيها عن حالتها الاصلية كما هو المشهور في اللعاب والصفرا. ويظهر ان من الافراز نوعًا آخر فيهِ تنفصل مواد معلومة من الدم ويحدث فيها تغيير ثم تضاف الى اللمفا او تعاد الى الدم من غير ان تكون قد دُفِعت اولاً من العضو المفرز او استعملت لاجل خدمة ثانوية. ويقال للاعضاء التي يتم فيها هذا النوع من الافراز الغدد الوعائية او اللاقنوات لها وهي الطحال والغدة

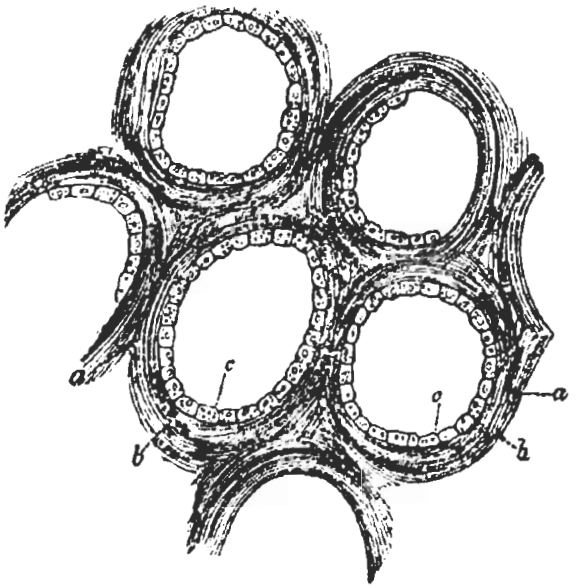
التيموسية والغدة الدرقية والمحفظتان اعلى الكلية وقيل الغدة الصنوبرية والجسم النخامي وربما اضاف البعض اللوزتين. وتشبهها غدد باير المعوية والغدد اللمفاوية. والغدد الوعائية شبيهة البناء والوظيفة بكلا النوعين من الغدد اي المفرزة واللمفاوية

والدليل على ان وظيفة هذه الاعضاء شبيهة بوظيفة الغدد المفرزة مبني خصوصًا على كيفية بنائها التي لا تختلف اختلافًا جوهريًّا عن بناء الغدد المفرزة الاَّ من حيث عدم وجود القنوات . فان معظم تاليفها من حويصلات او اكياس اما بسيطة ومسدودة كما في الغدة الدرقية (ش ١٠٦) والمحفظتين اعلى الكلية او مشعَّبة تستطرق شعبها بعضها الى بعض بواسطة قنوات كما في

شكل ١٠٧



شكل ١٠٦



ش ١٠٦. حويصلات من الغدة الدرقية في الطفل مكبرة $\frac{٢٥}{١}$. « نسيج موصل بين الحويصلات . ٥ محفظة الحويصلات . ٥ بطانتها الاپيثيلية

ش ١٠٧ . قطع مستعرض لفصيص من غدة تيموسية في الطفل (مكبرة $\frac{٢٠}{١}$) . « محفظة من النسيج الموصل المحيط بالفصيص . « غشاء الحويصلات الغدية . ٥ تجويف الفصيص الذي يشاهد ان الاوعية الدموية تمتد منهُ وتتفرَّع في كتل الفصيص المستديرة

الغدة التيموسية (ش١٠٧). وهذه الحويصلات مؤلفة كانابيب الغدد المفرزة من غشاء لطيف متجانس البناء وتحيط بها او تخترقها ضفيرة وعائية ويملأها سائل البومني تسبح فيهِ حبيبات دهنية اونوى اوكريات نووية او مزيج منها جميعًا . ومن هذه المشابهة في البناء بين الغدد الوعائية والغدد الحقيقية يترجح ان وظيفتهما واحدة . ولذلك ذهبوا الى انهُ يُسكَب من الاوعية الدموية الى الحويصلات بعض الاصول التي بناؤُها الآلي على حالة دنية لكي تتحوَّل شيئًا فشيئًا الى كريات بحيث تكتسب درجة اعلى من البناء ثم اذا انفجرت الكريات سال ما في باطنها وسار الى الاوعية اللمفاوية او دخل الدم من حيث اتى اولاً لكي يعين في صفاتهِ الغذائية

ومما يؤيِّد المذهب المذكور في ان وظيفة الغدد الوعائية هي ترقية بناء الدم الآلي ان اكثر نشاط وظيفتها انما يكون مدة الحيوة الجنينية والطفولية اي في زمن تكوين الجسد ونموهِ عند ما يُحتاج خصوصًا الى كمية وافرة من الدم الذي بناؤُهُ الآلي على درجة رفيعة . ولذلك نرى ان حجم الغدة التيموسية يتناقص كلما تناقص تكوين الجسد ونموهُ الى انهُ لا يبقى منها الاَّ اثر خفيف عند زمن البلوغ . وكذلك الغدة الدرقية والمحفظتان اعلى الكلية على ان وظيفتها لا تبطل بالكلية بعد ذلك . واما الطحال فيدوم حجمهُ النسبي وينمو بحسب نمو الجسد تقريبًا

والظاهر ان وظيفة الغدد الوعائية غير ضرورية للحيوة ولا سيما في البالغ . لاننا نرى ان الغدة التيموسية تنهزل الى انهُ لا يبقى منها الاَّ اثر وانهُ لا يتاثر الجسد في بعض امراض الغدة الدرقية التي تهلك بناءها بالكلية وقد أُخرِج الطحال كثيرًا من الحيوانات ونادرًا من الانسان فلم يعقب ذلك ضرر واضح . وقد يُرَدُّ على ذلك بانهُ اذا استُئصِل احد هذه الاعضاء قام ما بقي منها مقامهُ في الوظيفة فانهُ ربما نابت الغدد اللمفاوية عن الطحال بعد استئصالهِ لانهُ يوجد مشابهة عظيمة في البناء بين الغدد المذكورة والغدد الوعائية وشاهد المعلم ما برانها قد تعاظمت بعد استئصال الطحال

وربما كانت وظائف جميع الغدد الوعائية متشابهة من حيث اصطناع الدم الّا انهُ يرجح ان لكلٍّ منها وظيفة خاصة بها. وانما لا يعلم شيء من الوظيفة الخاصة بالغدة الدرقية وبالمحفظتين اعلى الكلية واما الغدة التيموسية فقد ظهر من المشاهدات الحديثة انها تتعاظم جدًّا وتمتلي دهنًا مدة الشتاء في الحيوانات التي تشتو والتي وجود هذه الغدة فيها ثابت مدة الحيوة ولذلك ربما كانت وظيفتها الخاصة خزن المواد الدهنية لاجل المحافظة على التنفس والحرارة في المدّة المذكورة

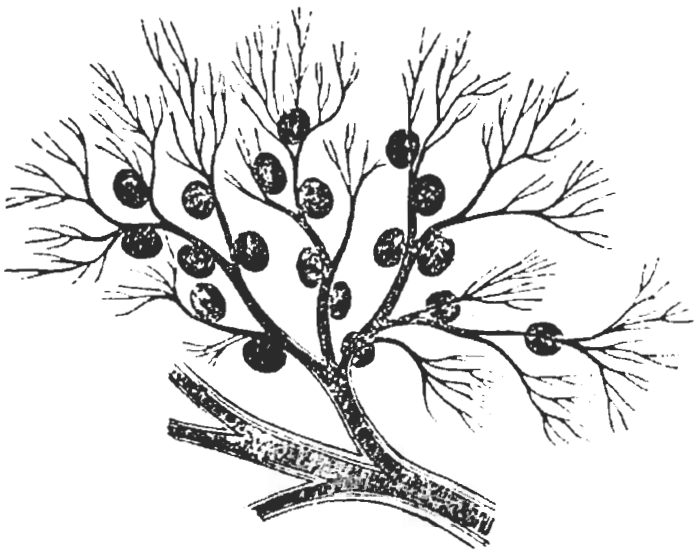
بناء الطحال — الطحال مغطى من الظاهر بطبقة زلالية ممتدّة من البريتون والى الباطن منها طبقة ليفية خاصة محيطة بهِ فتكوّن غلافًا تامًّا لهُ. والطبقة الليفية المذكورة مكوّنة من نسيج موصل تتغلب فيهِ الياف مرنة ويمتد من وجهها الباطن زوائد ليفية تخترق باطن العضو وتنقسم وتنقسم فتكوّن خلايا مشغولة بجوهر الطحال الخاص الذي يقال لهُ اللب الطحالي. وعند فرجة الطحال حيث تدخل الاوعية الدموية والاعصاب والاوعية اللمفاوية تمتد الطبقة الليفية الى جوهرهِ على شكل اغماد غلافية للشرايين والاوردة متصلة بالزوائد التي سبقت الاشارة اليها

اما اللب الطحالي فلونهُ احمر قاتم او اسمر محمرّ ومعظمهُ مكوّن من كريات بعضها جسيمات حبيبية شبيهة بالجسيمات اللمفاوية وبعضها جسيمات دموية حمراء على شكلها الطبيعي او متغيرة وبعضها كبير الحجم تتضمن مادة ملونة شبيهة بمادّة الدم او جسيمات مستديرة ككريات الدم الحمراء

والشريان الطحالي ينفذ الى الطحال من وجههِ المقعّر اي من فرجتهِ ثم ينقسم الى فروع كثيرة في باطن اللب الطحالي من غير ان يقع تقسم كثير بين فريعاتهِ. وجميع الفروع المذكورة مغلفة بامتداد من الطبقة الليفية ثم تنتهي في الاوعية الشعرية فتتواصل بجذيرات الاوردة كما يشاهد في بقية اجزاء الجسد او تنتهي في خلايا في باطن اللب الطحالي حيث تنشأ الاوردة

اذا قطعت قطعة من الطحال شوهد على الوجه المقطوع بالعين المجرّدة

بقع دقيقة متفرقة مستديرة او اهليلجية لونها مائل الى البياض قطرها من $\frac{1}{40}$ الى $\frac{1}{60}$ من القيراط يقال لها جسيمات ملبيجيوس الطحالية موضوعة على اغماد الشرايين الطحالية الدقيقة وناتئة منها (ش ١٠٨) . وتخترقها اوعية شعرية من الظاهر الى الباطن فتكوّن ضفيرة في باطنها وعلى ذلك يكون بناؤها الجوهري كبناء جوهر الغدد اللمفاوية على هيئة شبكة دقيقة خلاياها مشغولة بجسيمات كثيرة شبيهة بالجسيمات اللمفاوية (صفحة ٢٢٨)



شكل ١٠٨

واما وظيفة الطحال فقد ظهر من المشاهدات الحديثة اولاً ان حجمهُ يتعاظم نحو منتهى العمل الهضمي وان معظم ذلك عائد الى زيادة البلاسما الالبومني التي يتضمنها جوهرهُ الخاص وان المادة المذكورة تتناقص بعد ذلك شيئًا فشيئًا فاستدلوا من هذه الامور ان الطحال عامل في اصلاح مواد الدم الالبومنية لاجل التكوين وانهُ يعيها الى زمن ثم ياخذها الدم منهُ شيئًا فشيئًا بحسب احتياج الطبيعة . ولما كانت كمية الدهن في البلاسما الطحالية قليلة نتج من ذلك ان ليس لهذه الغدة دخل عظيم في تحضير المواد اللازمة لاجل العمل التنفسي

وقالوا ايضًا ان الطحال عامل في تكوين جراثيم الكريات الدموية كالغدد اللمفاوية وانهُ ربما شاركتهُ في ذلك بقية الغدد الوعائية . فانهُ قد تحقق ان

ش ١٠٨ . فرع من شريان صغير جسيمات ملبيجيوس متصلة بهِ

دم الوريد الطحالي يتضمن كمية عظيمة من الكريات البيضاء وان الطحال او الجسم الدرقي او بعض الغدد اللمفاوية يتضخم في المرض المعروف باللوكوسيثيميا الذي يتكاثر جدًّا فيهِ عدد هذه الكريات . فيظهر من ذلك وجود مشابهة شديدة في الوظيفة بين الغدد الوعائية والغدد اللمفاوية على شكل ان الغدد الوعائية تعمل في الاصول الالبومنية فتكوّن جراثيم الكريات الدموية الجديدة من المواد الغذائية التي تمتصها الاوعية الدموية وان الغدد اللمفاوية تعمل هذا العمل نفسهُ في المواد الغذائية التي يتناولها المجموع الماص العام. وذهب كوليكر الى ان توليد الكريات الدموية البيضاء والحمراء من اخص وظائف الطحال وانها اذا تكوّنت دخلت اوردتهُ وسارت في الدورة العامة

ومن وظائف الطحال ايضًا على ما يظن انهُ تحمل فيهِ الكريات الحمراء الدموية بعد اتمام وظيفتها وحلول الدثار فيها . لانهُ يشاهد في المادة اللبية الطحالية الملونة كثير من الكريات المذكورة على درجات مختلفة من الانحلال ويشاهد ايضًا تناقص الكريات الحمراء في الاوردة الطحالية لما جرى على البعض الاخر من الانحلال

وقيل ايضًا ان لهُ وظيفةً في الدورة البابية التي بينهُ وبينها علاقة شديدة . فانهُ لما كان قابلاً للتمدد وكان صغير الحجم مدة الهضم المعدي وكبيرًا عند نهايتهِ ظنوا انهُ حاصل وعائي يتحوّل اليهِ دم المجموع البابي ولا سيما اوعية المعدة. ومما يؤيد هذا القول انهُ يتعاظم في بعض علل القلب والكبد التي يصاحبها معارضة لسير الدم في الكبد وانهُ يصغر حجمهُ اذا تناقص امتلاء المجموع البابي بواسطة الاستفراغات المعوية او الانسكاب الدموي الى المعدة. غير ان هذا العمل الميكانيكي في الدورة من الامور الثانوية في وظائف الطحال الذي يتضمن ابنية اخرى كثيرة غير الاوعية الدموية. ويقال مثل ذلك في مذهب من قال ان الغدة الدرقية حاصل لتحويل الدورة الدماغية والغدة التيموسية لتحويل الدورة الرئوية في الاطفال . ولا بد من ان لهاتين الغدتين وظائف كالطحال لا تزال مبهمة

الفصل الرابع عشر

في الجلد وافرازه

للجلد خمس وظائف وهي اولاً انهُ لفافة عامة ظاهرة لاجل وقاية الانسجة الغائرة. ثانيًا هو عضو لحاسة اللمس . ثالثًا للابراز . رابعًا للامتصاص. خامسًا لتعديل حرارة الجسد

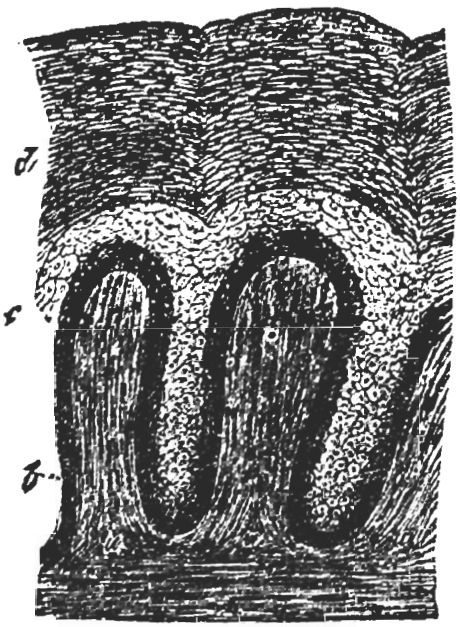
بناء الجلد

الجلد مؤلف من طبقة من النسيج الوعائي يقال لهُ الكوريوم او الجلد الحقيقي او الادمة وطبقة ظاهرة من الابيثيليوم يقال لها البشرة . وفي باطن الادمة واسفلها اعضاء لها وظائف خاصة بها هي الغدد العرقية والغدد الشحمية والاجربة الشعرية وعلى سطحها حليمات حاسة . واما الاجزاء الاضافية للجلد وهي الشعر والاظفار فتنوعات من البشرة

البشرة عبارة عن جملة طبقات من الكريات الابيثيلية من النوع الفشري (صفحة ٣٣) الاَّ ان الكريات الغائرة منها مستديرة او مستطيلة محورها الطويل موضوع وضعًا عموديًّا بالنسبة الى سطح الجلد والظاهرة مسطحة قشرية. ويقال للقسم الباطن من البشرة الشبكة المخاطية وهي الين واكثر ظلامًا من الظاهر. ويتضمن كثير من الكريات البشرية مادةً ملوّنة تختلف كميتها بحسب اختلاف لون الجلد في افراد البشر واجناسهم . وهذه المادة الملونة موضوعة خصوصًا في الكريات الغائرة التي تتالف منها الشبكة المخاطية فاذا اندفعت الكريات نحو الظاهر بواسطة نمو التي اسفلها فقدت المادة الملونة وتسطحت وصارت

قشرية الشكل . ويتم نمو البشرة على الكيفية المذكورة اي من الباطن نحو الظاهر لاجل مقابلة الفناء الواقع على السطح

شكل ١٠٩



وتختلف سماكة البشرة بحسب تعريض جلد الجزء للاحتكاك والضغط . فانهُ كلما زاد تعريضها للاسباب المذكورة زادت سماكتها وشابهت الجوهر القرني لكي تقي الادمة الحاسة الوعائية من الضرر . وللبشرة فائدة اخرى وهي حجز تبخُّر السائل من الاوعية الدموية كما يظهر من تعريض طرفي جثة للهواء احدهما تام البشرة والاخر معرًّى منها فيشاهد بعد يوم واحد ان جلد الاوَّل باقٍ على رطوبتهِ الطبيعية والثاني انهُ اسمرّ وجف وصار قرني القوام

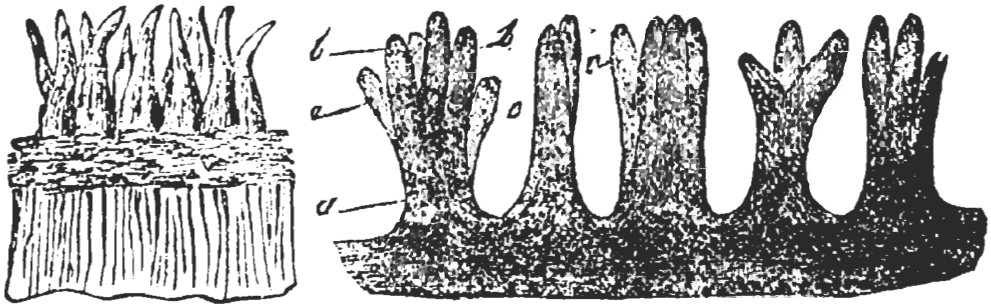
والادمة وهي الجلد الحقيقي مستقرة على طبقة من النسيج الدهني الخلوي وهي كثيفة متينة على غاية ما يكون من اللدونة مؤلفة من حزم من النسيج الليفي الخلوي يتكوَّن من تضفرها بعضها ببعض خلايا كبيرة في الطبقات الغائرة من الادمة ويشغلها غالبًا كتيلات دهنية (ش ١١٢) وهي صغيرة اومفقودة في

ش ١٠٩ . قطع عمودي من جلد الزنجي (مكبرة ٢٥٠ قطرًا) . a و a الحليمات الجلدية . b الكريات الغائرة القائمة المستطيلة العمودية الوضع . c الطبقة المخاطية . d الطبقة السطحية القشرية

الاجزاء السطحية

ولما كان الجلد متينًا مرنًا لدنًا كان في غاية الصلاحية ليكون لفافة عامة للجسد وليقي الاجزاء الباطنة من الاذى ويوافقها في الحركة وتغيير الوضع . وهو العضو الرئيسي في حاسة اللمس التي تتوقف على الالياف الكثيرة العصبية الحاسة التي تتفرع فيهِ . ومع ان كل سطح الجلد شديد الحس اكثر مقر اللمس في الحليمات التي تغطيهِ . والحليمات المذكورة ارتفاعات مخروطية الشكل بارزة من جوهر

شكل ١١٠ شكل ١١١



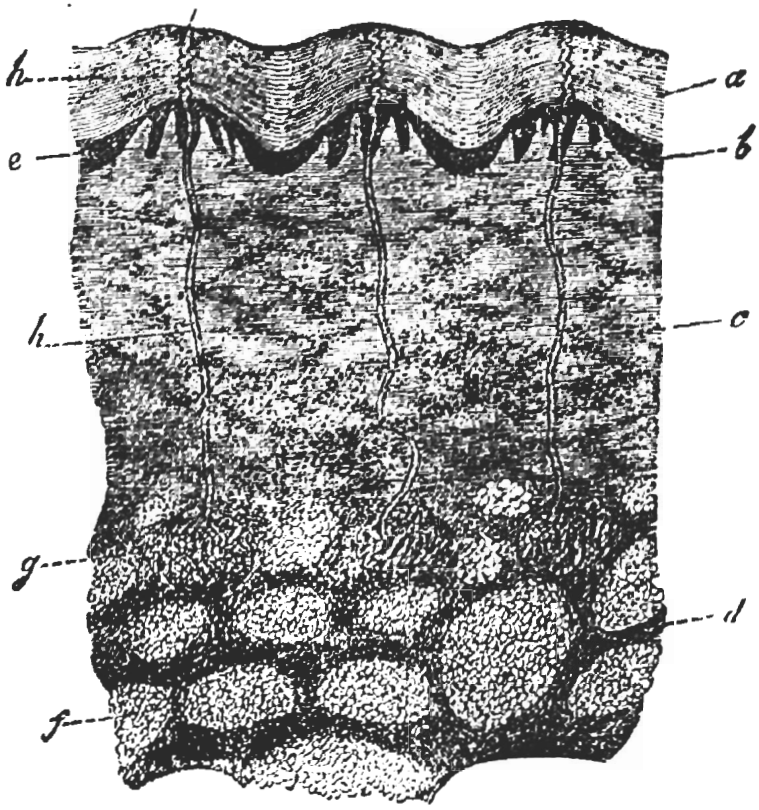
الادمة طرفها السائب مفرد او مفسوم (ش ١١١ و١١٢) وفي حشكة كثيرة البروز في راحة اليد ووجه الاصابع الراحي واخمص القدم ولذلك كانت حاسة اللمس في هذه المحال حادة جدًّا . وتشاهد بسهولة في راحة اليد موضوعة على هيئة خطوط تفصلها ثلوم (ش ١١٢) . واما في ما بقي من الجلد فهي متباعدة قليلة البروز عن السطح . معدل طولها نحو $\frac{1}{10}$ من القيراط وقطرها عند القاعدة نحو $\frac{1}{50}$ من القيراط . ويدخل الحليمة فريع شرياني من الضفيرة الوعائية المنتشرة في الادمة ثم ينقسم وينعكف على هيئة عروات يتكوّن منها وريد دقيق يخرج من قاعدتها . واكثر الحليمات لاجميعها يتضمن ليفة عصبية انتهائية او اكثر آتية من فريعات الضفائر الجلدية فيتوقف حسها الشديد على الالياف المذكورة . اما كيفية انتهاء الالياف العصبية فلم تعلم بالتحقيق الاّ انهُ

ش ١١٠ . حليمات مركبة مقسومة الاطراف من راحة اليد (مكبرة ٦٠ قطرًا) . a قاعدة الحليمة . b و b اقسام الحليمة او فروعها . c و c فروع حليمة

ش ١١١ . الحليمات على ما تشاهد بالمكرسكوب بعد نزع البشرة عنها

يظهر انها تنتهي في حليمات بعض الاجزاء ولاسيما ما كان منها شديد الحس كراحة اليد والشفتين بطرف سائب او اكثر في باطن جسم بيضي الشكل شبيه

شكل ١١٢

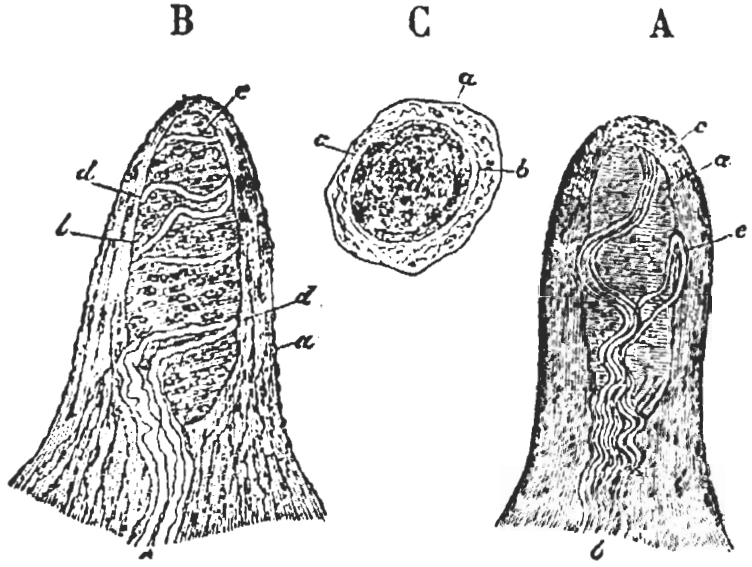


بجسيمات پاسيني (ش ١٢٦ و١٢٧) التي سياتي الكلام عليها في المجموع العصبي. والاجسام المذكورة موضوعة ضمن الحليمات يقال لها الجسيمات اللمسية (ش ١١٢) واختلفوا على بنائها فقال بعضهم انها مكوّنة من نسيج موصل اوليفي محاط بالياف مرنة وممتد من نوريلما الالياف العصبية الداخلة الحليمات . وقال واكنر بل هي مكونة من صفائح متراكبة متعلقة بحاسة اللمس راسًا . ولما كان وجود هذه الجسيمات محصورًا في حليمات الاجزاء الشديدة الحس نتج من ذلك انها متعلقة

ش ١١٢ . قطع عمودي للجلد من طرف الابهام مقاطعًا الخطوط البارزة والثلوم (مكبر ٢٠ قطرًا) . a الطبقة القشرية القرنية من البشرة . b الطبقة المخاطية . c الادمة . d نسيج دهني . e حليمات على الخطوط البارزة . f كتل دهنية . g غدد عرقية . h قنوات عرقية . i فوهاتها على ظاهر الجلد

بحاسة اللمس غير انهُ يظهر من عدمها في اقسام اخرى حاسة ان وجودها غير ضروري

شكل ١١٣



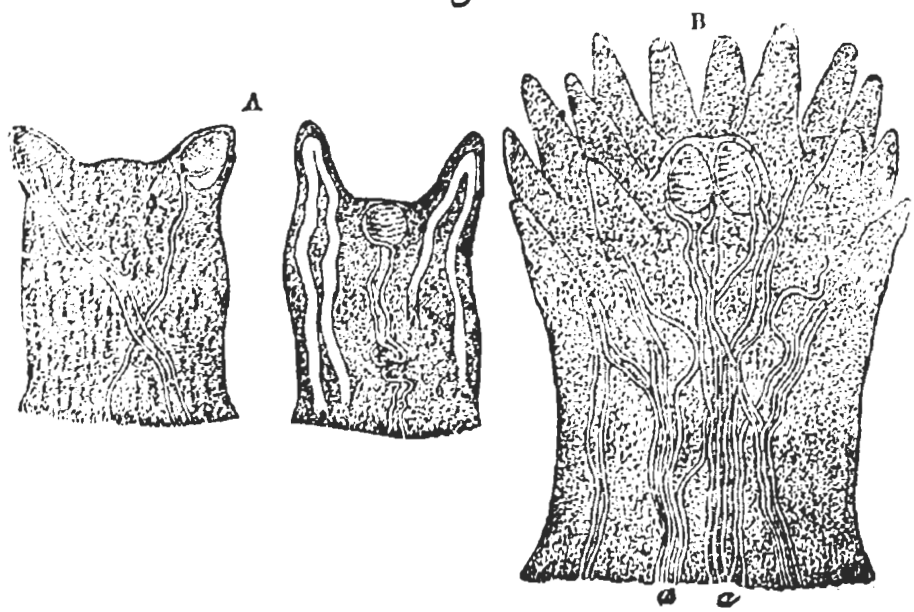
وهناك جسيمات اخرى شبيهة بجسيمات باسيني والجسيمات اللمسية قطرها نحو $\frac{1}{600}$ من القيراط سماها المعلم كراوس الاطراف البصلية . وهي غالبًا بيضية الشكل او مستديرة مكونة في الظاهر من طبقة من النسيج الموصل محيطة بجوهر ليّن تنتهي فيهِ اطراف الاعصاب . اكثر وجودها في الشفتين واللسان والحنك وجلد القضيب (ش ١١٤)

ومع ان الوظيفة الخاصة بالحليمات حاسة اللمس لا تمس الاجسام الخارجة راسًا ولكنها مغطاة كبقية الجلد بطبقة واحدة او اكثر من الابيثيليوم هي البشرة التي تلتصق بها الحليمات التصاقًا شديدًا . والبشرة سميكة في الخلايا التي

ش ١١٣ . حليمات من جلد اليد عارية من البشرة ويشاهد فيها الجسيمات اللمسية . مكبرة ٣٥٠ قطرًا . A حليمة بسيطة فيها اربع الياف عصبية . a جسيمة لمسية . b اعصاب . B حليمة معاملة بالحامض الخليك . a طبقة قشرية فيها كريات وخيوط دقيقة مرنة . b جسيمة لمسية وفيها نوى مستعرضة . c عصب داخل محاط بالنوريلما . C حليمة اذا شوهدت من اعلى بحيث يظهر انها مقطوعة قطعًا مستعرضًا . a الطبقة القشرية . b لفة عصبية . c غمد الجسيمة اللمسية يتضمن نوى . d لب الجسيمة

بين الحليمات مستوية السطح على الظاهر ولذلك اذا كُشطت عن الادمة بواسطة النقع شوهد ان على وجهها الباطن حفرًا وارتفاعات تقابل الحليمات والخلايا التي بينها . وفضلاً عن ان البشرة تمنع زيادة بخر الجلد لسبب كثافتها ونقي الادمة لسبب كونها لفافةً له نرى لها فائدة اخرى من حيث حاسة اللمس . وذلك انها لما كانت سميكة في الخلايا بين الحليمات رقيقة عند قممها قسمت السطح الماس الى نقط متفرقة تقبل كلٌّ منها على حدتها تاثير الجسم الخارج . وهي تلطف ايضًا حاسة اللمس لانها تغطي الحليمات ولولا ذلك لكانت الحاسة

شكل ١١٤



المذكورة مؤلمة كما يشاهد عند تعرية الجلد من بشرته واما اذا كانت البشرة سميكة او قرنية كما في الاخمص فتضعف او تفقد

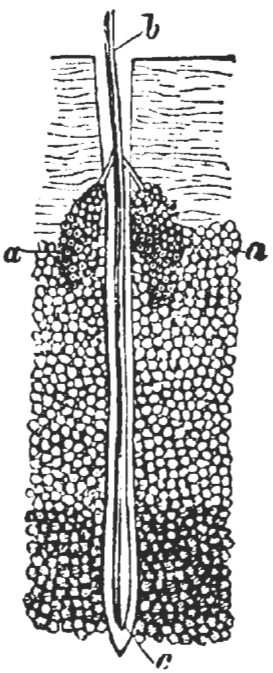
الغدد العرقية . يشاهد في منتصف كلٍّ من الثلوم المستعرضة الواقعة بين الحليمات او عند قواعدها اذا لم يكن هناك ثلوم فوهات قنوات الغدد العرقية التي وظيفتها فصل مواد مائية وغازية من الدم . الغدة منها مؤلفة من

ش ١١٤ . الاطراف البصلية (مكبرة) معاملة بالحامض الخليك . A من الشفتين العروتان البيضاوان وعاآن شعريان . B من اللسان ويشاهد طرفان بصليان في الحليمة . a و a اعصاب

انبوبة غدية متلفة على نفسها غائصة في النسيج الدهني الذي تحت الجلد محاطة باوعية دموية . وتصعد من الانبوبة المذكورة قناة متعوجة اولاً على هيئة لولبية ثم تستقيم ثم قد تتعوّج وتنفذ من البشرة بفتحة منحرفة صامية الشكل (ش ١١٢). وباطن القناة متساوي القطر على طول مسيرها ومبطن بطبقة من الابيثيليوم ممتدّة من البشرة وجدرانها مكوّنة من غشاء شفاف ممتد من سطح الادمة

الغدد العرقية منتشرة بكثرة على كل سطح الجسد وهي كثيرة العدد وعظيمة الحجم في راحة اليد حيث قال كراوس انها تبلغ ٢٧٤٦ في كل قيراط مربع وقال ولسن انها تبلغ ٢٥٢٨ وهي مثل ذلك تقريباً في اخمص القدم . والغدد التي في الابط لافرازها رائحة خاصة بها وهي موضوعة على هيئة طبقة تكاد تكون تامة تحت الجلد ولا تختلف عن بقية الغدد العرقية الاَّ بكونها كبيرة الحجم وقنواتها قصيرة جدًّا. وهي قليلة في العنق والظهر وقال كراوس انها تبلغ ٤١٧ في القيراط المربع وان عدد جميع غدد الجسد نحو ٢٤٨ ٢٨١ ٢ وان مساحة جميع فوهات القنوات تساوي سطحًا مربعًا طوله نحو ثمانية قراريط

شكل ١١٥



والغدد الشمعية الموضوعة في الصماخ السمعي الظاهر قلما تختلف في البناء عن الغدد العرقية

والغدد الشحمية منتشرة بكثرة على اكثر سطح الجسد ووظيفتها افراز مادة شحمية خاصة بها. واكثر وجودها في الاجزاء الكثيرة الشعر كالراس والوجه وحول فتحات مسالك الجسد كالانف والفم والاذن الظاهرة والاست ولا توجد اصلاً في الراحة والاخمص. وهي غدد ذات فصيصات دقيقة مؤلفة من حويصلات صغيرة مشغولة بمادة بيضاء مظلمة ومحاطة

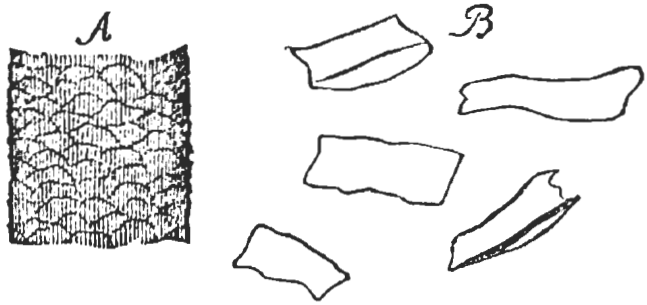
ش ١١٥. a و a غدتان شحميتان. b شعرة . c بصلتها

باوعية شعرية. ونصب قنواتها اما راسًا على سطح الجلد قرب الشعر او في اجربة الشعر وهو الاكثر فتكون حينئذٍ غدتان لكل شعرة (ش ١١٥)

بناء الشعر والاظفار

الشعر. الشعرة مكوّنة من البشرة على كيفية خاصة من النموّ والتنوع. وهي مغطاة بطبقة من القشور الدقيقة يقال لها بشرة الشعر متراكبة بعضها على بعض بحيث تكون حوافيها السائبة متجهة نحو الاعلى (شكل ١١٦ A). واسفل الطبقة المذكورة طبقة غليظة مكونة من انضمام كريات مستطيلة قرنية انضمامًا متينًا يشابه البناء الليفي. وهذه الطبقة تشغل غالبًا كل باطن الشعرة وقد يبقى خلاء مركزي صغير مشغول بمادة لبّية مؤلفة من كريات غير منتظمة الشكل تتضمن دهنًا وحبيبات ملوّنة

شكل ١١٦

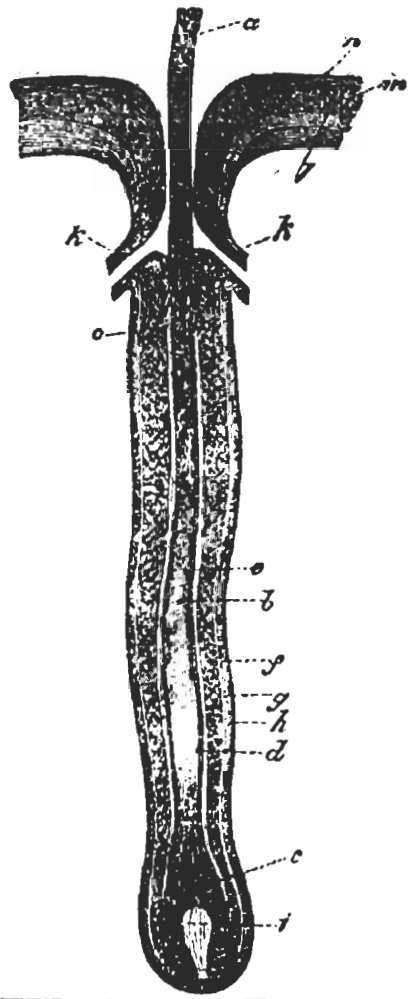


والجراب الذي يتضمن جذر الشعرة (شكل ١١٧) على هيئة انخفاض انبوبي منحدر من سطح الجلد الى الدهن الذي تحت الجلد ويتجاوز غالبًا غور الغدد العرقية ثم ينتفخ على هيئة بصلية وكثيرًا ما ينعطف عن سيره السابق المستقيم. وهو مبطن بابيثيليوم ممتد من البشرة وجدرانهُ مكونة من غشاء شفاف. وعند قاع الجراب حليمة دقيقة بارزة من الادمة تتكوّن الشعرة من الكريات البشرية التي تنمو على سطحها. ولما كان جدار الجراب الباطن مبطن بكريات بشرية ممتدّة من البشرة التي تغطي الجلد كان عبارةً عن اندفاع سطح الجلد

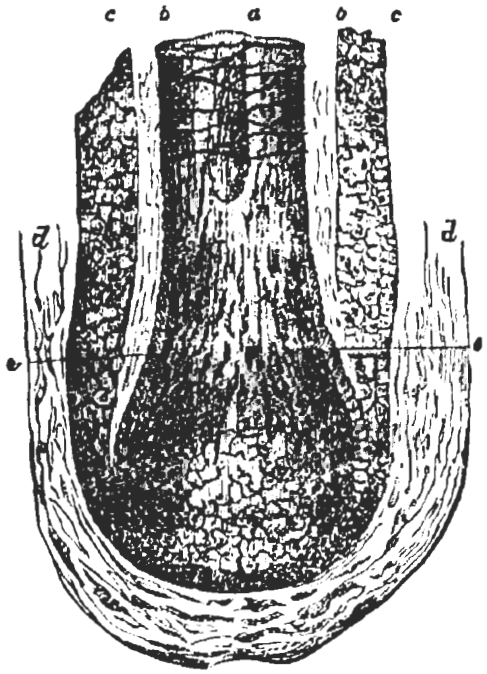
١١٦. A سطح شعرة بيضاء مكبرة ١٦٠ قطرًا الخطوط الموجبة تشير الى الحواف العليا او السائبة من القشور. B قشور مفصولة مكبرة ٢٥٠ قطرًا

نحو الباطن (ش ١١٧ و١١٨). وهذه البطانة البشرية المذكورة هي الغمد الجذري للشعرة ومؤلفة من طبقتين الباطنة منهما تضغط الشعرة فتكتسب من شكلها الظاهر الهيئة القشرية او الفلسية الخاصة بها . واذا قُلِعَت شعرة استُصِل غالبًا معها الطبقة الباطنة للغمد الجذري وبعض الطبقة الظاهرة

شكل ١١٧



شكل ١١٨

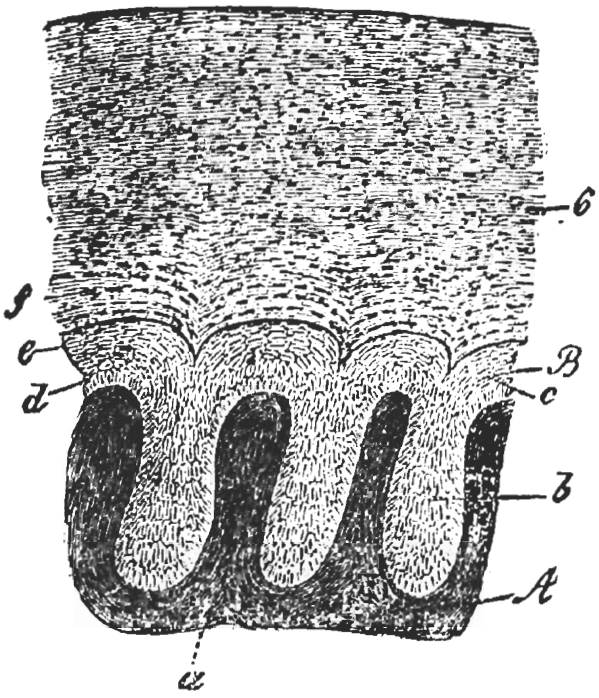


ش ١١٧ . شعرة في محفظتها مكبرة ٥٠ قطرًا . a شعرة مقطوعة الساق . b الجذر . c البصلة . d بشرة الشعرة . e الغمد الجذري الباطن . f الظاهر . g و h طبقة الجراب الادمية . i حليمة . k و k قناتا غدتين شحميتين . l الادمة . m الطبقة المخاطية من البشرة . o الحد العلوي للغمد الجذري الباطن

ش ١١٨ . جذر الشعرة مكبَّر . a الساق مقطوعة . b و c بطانة الجراب الباطنة والظاهرة وهي الغمد الجذري . d طبقة الجراب الادمية . e قشور آخذة في تكوين طبقة قشرية على سطح الشعرة

الاظفار. الظفر كالشعرة تنوع خاص من البشرة عائد الى تركيب الكريات البشرية فان السفلى منها مستديرة او مستطيلة والظاهرة مسطحة قرنية القوام. ويقال للجزء المتنوع من الادمة الذي يتولد منهُ الظفر الاصل وللحافة الخلفية من الظفر الجذر. والجذر المذكور موضوع في ميزاب هلالي في الاصل والحافة المقدمة سائبة تتجاوز طرف الاصبع. واما الجزء المتوسط بين الجذر والحافة المقدمة فمستقر على مقدم الاصل. والجزء المذكور من الاصل غير متساوي الملاسة على السطح ولكنهُ مرتفع على هيئة خطوط طولية متوازية فيكتسب منها الظفر ذلك الشكل نفسهُ (شكل ١١٩)

شكل ١١٩



ويتم نموّ الظفر كالشعرة او عموم البشرة بواسطة توليد كريات على الدوام من الاسفل والخلف لتاخذ مكان الدائرة او المقطوعة. ولما كان مؤخر الظفر

ش ١١٩. قطع عمودي مستعرض لقسم صغير من الظفر والاصل. مكبَّر كثيرًا. A الاصل الذي يستقر عليهِ الظفر وهو مرتفع على هيئة خطوط (a) داخلة بين خطوط الظفر (b). B طبقة الظفر اللينة. c طبقتهُ القرنية. d الكريات الغائرة العمودية. e الكريات العليا المسطحة

موضوعًا في ميزاب من الادمة كان ما ينمو منهُ في هذه الجهة سببًا لاندفاعهِ نحو المقدم . واما ما ينمو منهُ على الوجه السفلي بواسطة اضافة كريات جديدة اليهِ من الاصل فيسبب غلاظة فيهِ كلما اندفع الى المقدم الى انهُ اذا تجاوز الاصل انقطعت عنهُ الاضافة من الاسفل وانما يدوم نموه عند الجذر فيندفع نحو الامام وتندثر حافتهُ السائبة او تنقطع

ابرازات الجلد

سبق ان للجلد ابرازين احدهما افراز من الغدد الشحمية والاجربة الشعرية والآخر افراز من الغدد العرقية

اما افراز الغدد الشحمية فلا يمكن فصلهُ عن افراز الاجربة الشعرية وهو مؤلف من كريات ابيثيلية ونوى وحبيبات ومادة زيتية ومادة شحمية يخالطها في بعض اجزاء الجسد مادة ذات رائحة . ويظهر ان فائدتهُ تليين الجلد وترطيبهُ ولما كان زيتي الجوهر اعاق البخر من السطح وصان الجلد من اضرار الرطوبة الطويلة . وفضلاً عن هذه الفوائد الموضعية ربما كان ابرازهُ من الدم من وسائط التطهير على ان نفس الخدمة التي يقضيها من هذا القبيل غير معلومة

والعرق الذي تفرزهُ الغدد العرقية يتكوّن عادةً تكوُّنًا بطيئًا بحيث يبخر جزءهُ المائي كلما وصل الى السطح . ولكن مدة الرياضة العنيفة او التعرض للحرارة الخارجة او في بعض الامراض او اذا حُجِز التبخُّر بوضع الحرير المزيَّت اجتمع الافراز على ظاهر الجلد على هيئة نقطات سائلة . ويكاد يستحيل تحليل العرق صرفًا غير ممزوج بالسوائل الاخر التي تفرز من الجلد وجمع كراوس بعض نقط من راحة اليد فرأى ان عملها حامضي وانها مؤلفة من مادة زيتية ومركرين وماء

يقسم العرق الى محسوس وهو ما يجتمع على سطح الجلد على هيئة سائل وغير محسوس وهو ما ينفذ من الجلد على هيئة بخار . والسائل المجتمع منها واحد الاّ ان العرق المحسوس ممزوج بمواد مختلفة من سطح الجلد وهو مؤلف من مواد بعضها يقبل الصورة البخارية كالحامض الكربونيك والماء وبعضها الآخر يرسب

على الجلد ويمتزج بالافراز الشحمي . وجمع ثينارد العرق في قميص من الفلانلا بعد غسلهِ بماء مستقطر فكان فيهِ كلوريد الصوديوم وحامض خليك وقصفات الصودا واثرًا من قصفات الكلس واكسيد الحديد مع جوهر حيواني . ووجد برزيليوس في العرق الذي كان قد انحدر من الجبهة على هيئة نقط حامضًا لبنيكًا وكلوريد الصوديوم وكلوريد الامونيوم . وقيل ان اليوريا من الاجزاء الاعتيادية التي يتالف منها السائل العرقي . وخلاصة ما توصلوا اليهِ من هذا القبيل ان المواد التي يتالف منها العرق هي ماء ودهن وحامض خليك وحامض زبديك ويوريا واملاح . ولا يستحق الذكر منها جميعها الاَّ الماء والحامض الكربونيك

اما كمية البخار المائي التي تبرز من الجلد فقد بحث عنها بالتدقيق الكيماويان لفواسيبه وسكوان وذلك بان احاط سكوان جسمهُ في كيس ضابط الهواء لهُ فوهة ورباط متين من الاعلى . ثم الصق فوهة الكيس حول فمهِ بمادة صمغية ووُزِن وبقي ساكنًا بضع ساعات ثم وُزِن مرة ثانية فكان الفرق بين الوزنين عبارةً عن كمية الخسارة بواسطة البخر الرئوي . ثم خرج من الكيس ووزن في الحال مرة ثالثة وبعد برهة وزن مرةً رابعة فكان الفرق بين الوزنين الاخيرين عبارةً عن كمية البخر الجلدي والرئوي معًا . ثم طرح من الكمية المذكورة ما كان قد خسرهُ بواسطة البخر الرئوي فقط لما كان في الكيس فعلم من ذلك كمية العرق الجلدي . وبعد اعادة هذه التجربة مرارًا كثيرة ظهر ان معدل الخسارة في حالة السكون بواسطة البخر الجلدي والرئوي نحو ١٨ قمحة في الدقيقة ١١ منها من الجلد و٧ من الرئتين . وقال فالنتين بعد البحث ان كمية البخر الجلدي والرئوي في اليوم الواحد ١٩٠٠٠ قمحة وذلك عبارة عن ٢½ رطل في رجل صحيح الجسم يتناول في تلك المدة ٤٠٠٠٠ قمحة من الطعام والشراب . فاذا طرحنا من ذلك ٥٠٠٠ قمحة لاجل البخر الرئوي و٢٢٥٦ قمحة لاجل زيادة ثقل الحامض الكربونيك الباخر على ما يساويهِ في الجرم من الاكسجين الذي

يدخل الرئتين في الشهيق كان الباقي عبارةً عن البخر الجلدي في اليوم وهو ١١٧٤٤ قمحة اي نحو ١٪ رطل غير انهُ تختلف كمية البخار المائي الخارجة من الجسد في العرق اختلافًا عظيمًا بحسب الكيفيات التي تفعل في عموم السطوح الباخرة كدرجة الحرارة ورطوبة الهواء وسكونهِ

واما كمية الحامض الكربونيك الباخرة من الجلد فقد ظهر من تجارب ركنالت وريسي انها نحو $\frac{1}{50}$ مما يبرز بواسطة الرئتين في الحيوانات ذوات الدم الحار. وقال الدكتور ادورد سميث انها بين $\frac{1}{30}$ و $\frac{1}{40}$

ومن جملة وظائف الجلد الامتصاص كما يظهر من انهُ اذا دُلِك بالاستحضارات المعدنية عملت في الجسد كما تعمل لو كان تناولها من الباطن الاَّ ان العمل المذكور يكون اخف . فان الزئبق يعمل عملهُ الخاص في المرض الزهري اذا استعمل على ما ذكر ويهيج الافراز اللعابي وقد يحدث قيًّا او نفط عام على كل الجسد من طرطيرات البوتاسا والانتيمون ونتائج سامَّة من الزرنيخ . وكذلك المواد النباتية اذا كانت قابلة الذوبان او ذائبة كالمسهلات والمخدرات وغيرها . وربما كان عمل الدلك في ذلك ايصال دقائق المادة الى فوهات الغدد فيتسهل امتصاصها واما اذا وضعت على سطح الجلد وضعًا بسيطًا فيندر امتصاصها الاَّ اذا كانت بحالة السيولة

واختلف الفيسيولوجيون زمنًا طويلاً في هل ان للجلد قوة لامتصاص الماء اذا كان مغطًّى بالبشرة . وقد ثبت بعد التجارب الكثيرة ان الامتصاص يتم على الكيفية المذكورة . فان المعلم ادوردس جرب هذا الامر في الحراذين التي بشرتها اسمك من بشرة الانسان بان وضعها في هواء ناشف حتى خسرت بعض ثقلها ثم غمسها في الماء فعاد ثقلها ونضارتها في الحال . فاستدلوا من ذلك حدوث الامتصاص بواسطة الجلد في الانسان ايضًا

واستعلم الدكتور مادن نقص ثقلهِ بواسطة البخر الجلدي والرئوي مدة نصف ساعة في الهواء ثم دخل حمَّامًا وبقي مغموسًا في الماء نصف ساعة ايضًا

وكان يتنفس حينئذٍ بواسطة انبوبة مستطرقة الى خارج البيت الذي كان فيهِ. ثم نُشِّف بكل انتباه ووزن مرة ثانية. واعاد هذه التجربة اثنتي عشرة مرة فكان معدل الزيادة في ثقلهِ درهم وثلث وخمسين قمحة. وكان معدل نقصهِ في نصف ساعة في الهواء نحو ستة دراهم ونصف. فاذا فرضنا ان البخر الجلدي حُجِز بالكلية مدة غمسهِ في الحمام وحسبنا النقص بواسطة البخر الرئوي ثلاثة دراهم كان معدل الامتصاص بواسطة سطح الجلد اربعة دراهم وثلاث وعشرين قمحة في المدة المذكورة. وظهر من تجارب المعلم برثولد ان زيادة الثقل بواسطة الامتصاص اكثر من ذلك

وفي تعسر الازدراد في بعض العلل الخبيثة شوهد ان غمس الجسد في حمام ماء فاتر او لبن وماء يلطف العطش وان ثقل الجسد يزيد بواسطة الغمس المذكور. والملاحون ايضًا اذا فرغ ماؤهم وعطشوا يلتفون باثواب مغموسة بماء البحر دفعًا للعطش غير انهُ ربما كان بعض هذه النتيجة حادث عن حجز البخر المائي من الجلد

وظهر من تجارب ابرنيثي وغيرهِ ان الجلد يمتص بعض الغازات التي تتحد بالسوائل وتفقد صورتها الغازية. وقال بدّوس انهُ شاهد مرة ان ذراع رجل زنجي قد بهت لونها الاسود برهة قصيرة بواسطة غمسها في الكلور. وشاهد ابرنيثي انهُ اذا مدَّ يديهِ في الاكسجين او النيتروجين او الحامض الكربونيك في زجاجة فوق الزئبق تناقص جدًّا جرم الغازات

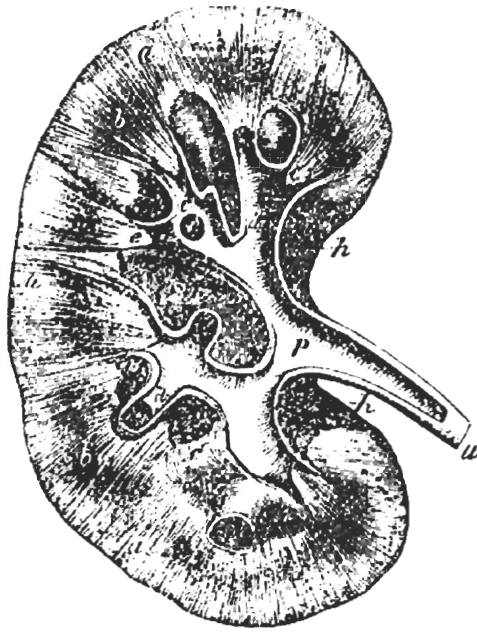
وقد سبق الكلام على مشاركة البخر الجلدي في ضغط الجسد على درجة متساوية من الحرارة وعلى تحكيم كمية الحرارة لحالة العرق الجلدي (صفحة ١٦٠)

الفصل الخامس عشر

في الكليتين وافرازهما

الكلية مغلفة من الظاهر بمحفظة ليفية ملتصقة بجوهرها الخاص التصاقًا رخوًا بحيث يمكن فصلها عنهُ بسهولة اذا كان العضو سليمًا من المرض . وتتصل المحفظة المذكورة عند فرجة الكلية بالطبقة الظاهرة من جزء الحالب العلوي المتمدد . واذا قطعت الكلية قطعًا طوليًا (شكل ١٢٠) شوهد ان معظم جوهرها مؤلف من قسمين متميزين قشري ولبي . ويقال للبي الهرمي ايضًا لانهُ مكوَّن من نحو عشرة اهرام كل هرم منها عبارة عن حزمة انابيب بولية منضمة على هيئة مخروط . والحالب هو قناة الكلية وهو متمدد في قسمهِ العلوي فيقال لهُ حينئذٍ الحوض . وينقسم الحوض في الفرجة الكلوية اولاً الى قسمين او ثلثة ثم الى اقسام اخرى يختلف عددها من ٨ الى ١٢ يقال لها الكؤوس . وتصبُّ في كلٍّ

شكل ١٢٠

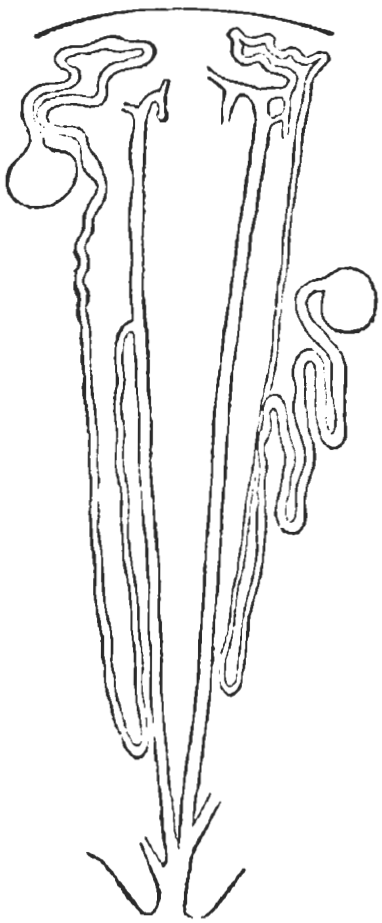


ش ١٢٠ . قطع طولي مخترق حوض الكلية اليمنى وجوهرها (مصغر $\frac{1}{2}$) . a القسم القشري . b و b_1 قاعدة اهرام مليجي . c و c الكؤوس مكشوفة . $\bar{c}$ كاس غير مكشوفة . d و d حليات الاهرام عند قممها بارزة الى الكؤوس . e و e قمم الاهرام مقطوعة . p الحوض وهو القسم المتمدد من الحالب . u الحالب . s الجيب . h الفرجة

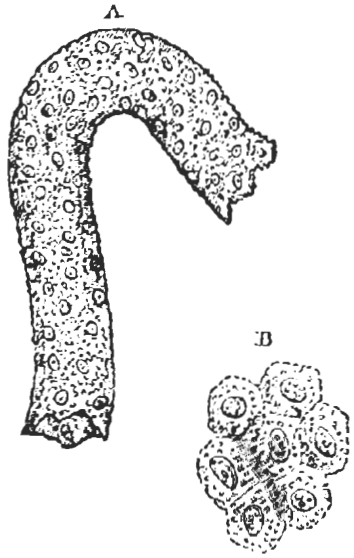
من الكؤوس حليمة او اكثر من الحليمات التي تنتهي فيها الاهرام

الكلية من الغدد الانبوبية لان جوهريها القشري واللبي مؤلفان من انابيب مفرزة هي الانابيب البولية التي تنتهي غالبًا من طرفها الواحد في القسم القشري باكياس دقيقة تتضمن اوعية دموية هي اجسام ملبيجي وتستطرق من طرفها الآخر بواسطة الحليمات الى الحوض فتدفع البول الذي يسير في باطنها الى الحالب . والانابيب المذكورة مستقيمة السير في الاهرام الاَّ انها تنقسم وتتفرج

شكل ١٢٢



شكل ١٢١

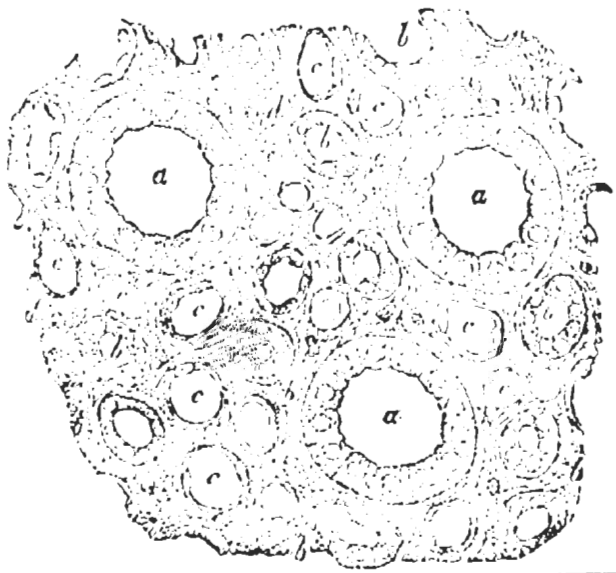


ش ١٢١ . A قسم قناة مفرزة من جوهر الكلية القشري . B ابيثيليوم غدي مكبر $\frac{٧٠٠}{١}$

ش ١٢٢ . رسم الانابيب البولية وعلاقتها بمحافظ ملبيجي . يشاهد في القسم السفلي من الشكل انبوبة من الانابيب الكبيرة المتفرعة مستطرقةً الى حليمة . وفي القسم المتوسط انبوبتان صغيرتان عرويتان نازلتان لتكوّنا عروات ثم صاعدتان في الجوهر اللبي من الكلية . وفي القسم العلوي وهو القشري تتمدد الانابيب المذكورة وتتلفف في محافظ ملبيجي

فيها ثم اذا وصلت الى الجوهر القشري تفرّعت وتلتفت . وهي مكوّنة من غشاء متجانس البناء مبطنة بابيثيليوم كروي (شكل ١٢١) وقطرها نحو $\frac{1}{10}$ من القيراط الّا انها تتسع قليلاً قبل منتهاها في الحليمات . واذا استقصيت من الحليمات نحو الاعلى شوهد انها تنقسم وهي صاعدة في الاهرام انقساماً مثنوياً ثم تتفرّع وتتفرج وتلتف عند مجاوزتها قاعدة الاهرام فيتكوّن منها الجزء الجوهري من القسم القشري ثم تتمدد عند اطرافها على هيئة محافظ هي اجسام ملبيجي . وقد ظهر حديثاً ان بين الانابيب المستقيمة في الاهرام والانابيب المتلففة في القسم القشري انابيب اخرى صغيرة القطر مستطرقة بين الانابيب المستقيمة والانابيب المتلففة يقال لها انابيب هنلي العروية . وهي تنشأ من الانابيب المستقيمة ثم تنحدر على هيئة عروات ثم تنعطف وتصعد وتنتهي في الانابيب المتلففة التي تتمدد اطرافها وتكوّن اجسام ملبيجي (شكل ١٢٢) . واذا قطع هرم قطعاً عرضياً شوهد ان قطر الانابيب العروية اصغر جداً من قطر الانابيب المستقيمة النازلة الى الحليمات (شكل ١٢٢)

شكل ١٢٢



اجسام ملبيجي عبارة عن تمدد طرف انبوبة بولية على هيئة محفظة تتضمن

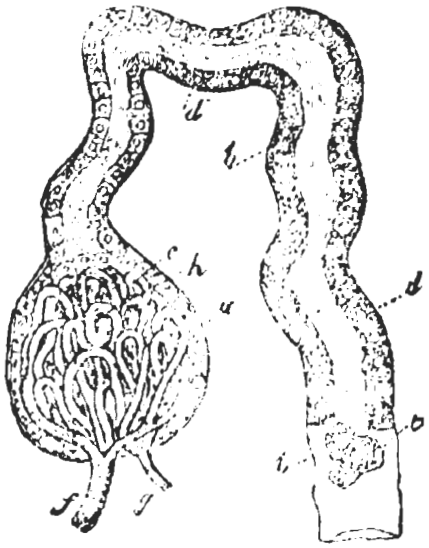
ش ١٢٢ . قطع حليمة كلوية عرضاً مكبّر $\frac{1}{2}$. « الانابيب الكبيرة وهي القنوات الحليمية . « انابيب هنلي الصغيرة . « اوعية دموية اشعرية بالابيثيليوم المسطح . » نوى

اوعية دموية . وهي لا توجد الاّ في القسم القشري وقطرها نحو $\frac{1}{12}$ من القيراط فاذا قطعت الكلية شوهدت بالعين المجردة على هيئة نقط حمراء دقيقة جدًّا

واما توزيع الاوعية الدموية في الكلية فعلى الكيفية الآتية : ينقسم الشريان الكلوي الى جملة فروع تنفذ الى جوهر الكلية عند الفرجة وتقبل غلافًا من محفظتها ومعظم دخولها هو بين الحليمات ثم تنفذ الى الجوهر القشري حيث يغوص بين قواعد الاهرام وهناك تكوّن ضفيرة حشكة تذهب منها فريعات بعضها لتغذية جوهر الكلية وبعضها لاجسام ملبيجي . اما الفريعات التي تدخل اجسام ملبيجي فتثقب المحفظة وتكوّن ضفيرة شعرية في باطنها وهي دائمًا فريع واحد داخل لكل محفظة . ثم تجتمع وتكوّن فرعًا خارجًا اشبه بوريد دقيق يخرج من المحفظة عند منفذ الشريان الداخل . وعند خروج الوعاء المذكور لا يذهب راسًا ليتحد باوردة اخرى صغيرة ولكنهُ يتفرّع على هيئة شبكة تتوزّع على ظاهر الانبوبة التي خرج من محفظتها ثم تجتمع فروع الشبكة وتكوّن وريدًا دقيقًا يتحد بغيرهِ ثم تنشأ من الاوردة المذكورة جذور الوريد الكلوي

شكل ١٢٤

شكل ١٢٥



ش ١٢٤ . رسم يدل على علاقة جسم ملبيجي بالقنيات البولية والاوعية الدموية . « شريان « شريان داخل الى باطن المحفظة . ١ محفظة جسم ملبيجي وهي نهاية قنية بولية (٢) وامتداد منها . ٣ و ٤ اوعية خارجة تتضفر عند « ويحيط بالقنية ثم تنتهي في فرع من الوريد الكلوي عند ٥

ش ١٢٥ . قطع جسم ملبيجي باعتبار نسبتهِ للقنية البولية ٢ . « محفظة

محفظة مليبجي مبطنة بكريات من الايثيليوم القشري . وبين انابيب الاهرام اوعية كثيرة يقال لها الاوعية المستقيمة لم يعلم بعد منشأها بالتحقيق فظن البعض انها فروع ناشئة من الاوعية الخارجة وشبيهة بالشبكة الوريدية المحيطة بالانابيب في الجوهر القشري وقال غيرهم انها تنشأ راسًا من فروع الشريان الكلوي . اعصاب الكلية ناشئة من الضفيرة الكلوية

افراز البول

المرجح عند الفيسيولوجيين ان فصل الجوامد المحلولة في البول من الدم انما يتم كبقية الافرازات بواسطة الكريات الغدية في جميع اجزاء الانابيب البولية . غير ان بعض اجزاء البول كاليوريا والحامض اليوريك موجودة في الدم كما هي وربما لا تحتاج الا الى فصل بسيط اي انها تنفذ من الدم الى البول بدون عمل في ترقية تركيبها واما املاح الحامض الفصفوريك والحامض الكبريتيك وغيرهما فلا تكون في الدم كما هي بل لا بد من تكوينها على نوع كيماوي بواسطة الكريات

والمرجح ايضًا ان القسم المائي من البول ينفصل عن الدم بواسطة نفس الابنية التي تفرز الجوامد وقال المعلم بومان ان ماء البول انما يُصفَّى من الدم في اجسام مليبجي بواسطة الاوعية الشعرية التي في باطنها . وقال غيرهُ ان بعض الجوامد ينفصل بواسطة الايثيليوم الذي يبطن الاجسام المذكورة وربما كان الصواب في ذلك ان افراز البول يتم بواسطة جميع الجهاز الانبوبي الكلوي الاَّ انهُ قد يُصفَّى الماء في اجسام مليبجي تصفية بسيطة اذا احتيج الى ذلك

ولما كان الشريان والوريد الكلويان عظيمي الحجم سار الدم في الكليتين بسرعة عظيمة وتطهَّر كل الدم بواسطتهما . ولذلك كان افراز البول سريعًا وكلما انفرز منهُ قسم دفع ما كان امامهُ في الانابيب نحو حوض الكلية ثم يسير

جسم مليبجي . b قنية بولية . c ايثيليوم المحفظة . d ايثيليوم القنية . e ايثيليوم منفصل . f وعاء داخل . g وعاء خارج . h اوعية المحفظة المتلففة

في الحالب الى المثانة . وقد شاهد المعلم اريكسن في بعض الافات الجراحية دخول البول المثانة وقال انهُ مدة الامساك تدخل المثانة نقطتان اوثلاث في الدقيقة وانهُ في حالة الاستلقاء على الظهر يجتمع البول في الحالبين برهةً يسيرة ثم يجري بلطف واذا انتصب الجسد جرى على هيئة سيل الى انهما يفرغان. وبزداد جريهُ عند الشهيق الغائر او الزحير وفي الرياضة العنيفة. وبعد تناول الطعام بخمس عشرة دقيقة او عشرين . وظهر من هذه المشاهدات ايضًا ان بعض المواد تسير من المعدة الى المثانة بواسطة الدورة العامة والعمل الكلوي بسرعة عظيمة فان سيانيد البوتاسيوم الحديدي ظهر في البول بعد تناولهِ بدقيقة واحدة والقلويات حوّلت عمل البول الحامضي الى عمل قلوي بين ٢٨ دقيقة و٤٧ . غير ان مدة المرور تختلف كثيرًا وهي دائمًا بطيئة مدة الهضم

ويمنع اجتماع البول في المثانة من التقهقر الى الحالبين بواسطة كيفية دخولها جدران المثانة وذلك انهما موضوعان الى مسافة نصف قيراط او ثلاثة ارباع القيراط بين الطبقة العضلية والطبقة المخاطية ثم ينعطفان فجأةً نحو المقدم ويثقبان الطبقة المخاطية. ثم اذا اجتمع البول في المثانة الى درجة الامتلاء شُعِر بذلك اما راسًا او باحساس متحول الى فتحة المجري فيتجه مجهود الارادة اولاً الى عضلات البطن ثم الى جدران المثانة العضلية فتنقبض وتدفع البول الى الخارج (انظر صفحة ١٤٧)

صفات البول العامة

البول الصحي سائل صافٍ شفاف لونهُ اصفر باهت او كهربائي رائحتهُ خاصة بهِ تصير حادة نشادرية اذا حلّ فيهِ الفساد . وكثيرًا ما يصير مظلمًا مكدرًا اذا برد لسبب رسوب بعض اجزائهِ التي كانت محلولة فيهِ عند خروجهِ في اول الامر ولا يدل ذلك ضرورةً على مرض على انهُ يكون كذلك اذا كان مكدرًا عند خروجهِ من المثانة وهو على درجة ٩٨ او ١٠٠ من الحرارة . وقد يكون بلا لون في حال الصحة او مسمرًا او برتقانيًا على انهُ كهربائي باهت عادةً

وهو حامضي العمل عند خروجهِ اولاً في الانسان وجميع الحيوانات التي تاكل اللحوم ويبقى كذلك الى انهُ يصير قلويًّا من تولد الامونيا فيهِ بواسطة الانحلال . وهو قلوي مكدر في اكثر الحيوانات التي تاكل النبات . وهذا الاختلاف عائد الى اختلاف نوع الطعام لا الى اختلاف في كيفية الافراز لانهُ اذا قُصِرَت الحيوانات التي تاكل اللحوم كالكلاب على اكل النبات صار بولها مكدرًا قلويًّا فاذا عادت الى طعامها الاصلي رجع البول الى الحموضة. ويعكس الامر في الحيوانات التي تاكل النبات لانها اذا قُصِرَت على طعام حيواني صار بولها حامضيًّا واذا رجعت الى طعامها الاصلي صار قلويًّا . واما البول البشري فلا يصير قلويًّا بواسطة الطعام النباتي ولكنهُ يصير كذلك بواسطة الادوية القلوية او الاملاح القلوية التي حوامضها الحامض الكربونيك او الحوامض النباتية التي تتحوَّل الى كربوناتات قلوية قبل انفصالها من الدم في الكليتين . ويندر كونهُ قلويًّا في غير الاحوال المذكورة الا اذا تولدت الامونيا فيهِ من الانحلال قبل خروجهِ من المثانة

معدل ثقلهِ النوعي في الانسان نحو ١٠٢٠ على انهُ تختلف كثافتهُ كثيرًا في اليوم الواحد بحسب الاختلاف النسبي بين جزئهِ المائي واجزائهِ الجامدة وذلك تبعًا لاحوال كثيرة . ولذلك وصفوا البول على ثلاثة انواع . الاوَّل بول الدم وهو الذي يُفرَز من الدم من غير ان يكون قد سبقهُ تناول الطعام او الشراب ويطلق خصوصًا على بول الصباح قبل الافطار. والثاني بول الشراب وهو ما يحدث بعد تناول كمية كبيرة من السوائل. والثالث بول الطعام وهو ما يفرز حالاً بعد تناول الطعام الجامد . وهذا النوع الثالث اعظمها كميةً من المواد الجامدة ولذلك ثقلهُ النوعي اعلى من ثقلها فانهُ لما كان النوع الاوَّل والثاني مخففين جدًّا بالماء كان ثقلها النوعي منخفضًا . ويختار بول الصباح على النوعين الاخرين لاجل التحليل الكيماوي لانهُ عبارة عن الافراز البسيط الذي لا تخالطهُ مواد الطعام او الشراب والاَّ فيوخذ مجموع بول يوم كامل. وبناءً على ما

تقدم يختلف المعدل الصحي من ١٠١٥ في الشتا الى ١٠٢٥ في الصيف وقد يقع هذا الاختلاف بين العددين المذكورين لسبب اختلاف الطعام والرياضة. واما في المرض فقد يكون الاختلاف اعظم من ذلك لانهُ قد ينخفض في الالبومنوريا الى ١٠٠٤ وكثيرًا ما يرتفع في الديابيطس الى ١٠٦٠

وتختلف كمية البول المفرزة في اليوم الواحد بحسب كمية الشراب وما يُفرَز منهُ بواسطة الجلد والرئتين والقناة الهضمية. ولما كان الافراز الجلدي اشد في الصيف منهُ في الشتا كانت كمية البول اقل وثقلهُ النوعي اعلى. وبعد التجارب الكثيرة قال المعلم باركس ان معدل الكمية التي يفرزها الذكر البالغ الصحيح الجسم في اليوم الواحد نحو ٥٢½ اوقية

تركيب البول الكيماوي

البول مؤلَّف من ماء محلولة فيهِ بعض مواد حيوانية وملحية هي اجزاؤهُ الاعتيادية وقد تخالطها مواد اخر ناشئة من الطعام. واختلف الكيماويون قليلاً في كمية المواد الثابتة النسبية واما الجدولان التابعان في هذا الشان فاولهما للمعلم بيكرل والثاني للدكتور باركس

جدول اول

معدل كمية المواد التي يتركب منها البول في كل ١٠٠٠ جزء

ماء	٩٦٧
يوريا	١٤٫٢٣٠
حامض يوريك	٠٫٤٦٨
مادة ملونة ومخاط ومادة حيوانية لا ينفصل بعضها عن بعض	١٠٫١٦٧
املاح: كبريتات الصودا والبوتاسا وثاني فصفات الصودا والمغنيسيا والامونيا وكلوريد الصوديوم والبوتاسيوم وهبورات الصودا وفلوريد البوتاسيوم	٠٫١٢٥
سيليسيا	اثار
	١٠٠٠٫٠٠٠

جدول ثانٍ

معدل كمية اخص اجزاء البول المبرزة في ٢٤ ساعة من البالغ الذكر الصحيح

ماء	٥٣٠	اوقية سائلة
بوريا	٥١٣٠٤	قمحة
حامض بوريك	٨٠٥	»
حامض هبوريك (تخمينًا)	١٥٠	»
حامض كبريتيك	٢١٠١١	»
حامض فصفوريك	٤٥٠	»
كلور	١٠٥٠	»
كلوريد الامونيوم	٢٥٠٣٥	»
بوتاسا	٥٨٠	»
صودا	١٣٥٠	»
كلس	٣٠٥	»
مغنيسيا	٣٠	»
محاط	٧٠	»
مواد خلاصية : كرياتين وكرياتينين ومادة ملونة وزنثين وهبوزنثين ومادة رائحية وغيرها	١٥٤٠	»

غير ان هذه الكميات النسبية تختلف ولو في الصحة ولا سيما في الماء الذي تقدم الكلام على اختلاف كميته بحسب اختلاف الفصول وكمية الشراب والرياضة وربما فعل فيه المجموع العصبي فيزداد احيانًا في الاستيريا وغيرها وينقص احيانًا اخرى . ويزداد ايضًا كثيرًا في بعض الامراض كالدبابيطس وقد تكون زيادة كميته مصحوبة بزيادة موادهِ الجامدة كالدبابيطس السكري او غير مصحوبة . وقد ينقص البول في بعض الامراض كالالبومنوريا وينقص كثيرًا في الحميات وفي جميع العلل التي يخرج فيها ماء كثير من الجسد على غير طريق الكليتين كالامعاء والجلد

اليوريا اخص المواد الجامدة التي يتالف منها البول بحيث تكاد تكوّن نحو نصف المواد المذكورة . وهي اشدها اعتبارًا ايضًا لان معظم النيتروجين

الناشئ عن تحلل الانسجة وعن الطعام الزائد عمَّا تحتاج اليهِ الطبيعة من التغذية انما يُبرَز من الجسد على هيئة يوريا . ولذلك كانت اخص فوائد البول ابراز اليوريا لانهُ اذا حُجِزَت في الدم نتج من ذلك اضرار مهلكة

اليوريا محلولة في البول كبقية موادهِ الجامدة . وقد تستحضر في الحالة الجامدة بتبخير البول شيئًا فشيئًا الى قوام العسل ثم يضاف اليهِ اربعة اجزاء من الالكول ثم يبخَّر ثانيةً ويُطهَّر بالحلّ في الماء مكررًا واخيرًا يُبلوَر . وبلوراتها لطيفة فضية ابرية منشورية مربعة الجوانب لا لون لها اذا كانت نقية صفراء او سمراء

شكل ١٢٦

اذا كانت غير نقية عديمة الرائحة طعمها كطعم ملح البارود عملها مجرد تنحل من تلقاء نفسها من رطوبة الهواء وتذوب في اقل من ثقلها من الماء البارد وفي خمسة اضعافها من الالكول . عبارتها الكيماوية ك ٤ ن ٢ - ١ وقد تستحضر بسهولة على هيئة بلورات نيترات اليوريا باضافة نصف درهم من الحامض النيتريك الى درهم من البول في زجاجة ساعة ويُسهَّل العمل بتبخير البول قليلاً قبل اضافة الحامض

ولما كان تركيب اليوريا لا يختلف كثيرًا عن تركيب كربونات الامونيا عُرِف سبب تولد كربونات الامونيا اذا انحل تركيب اليوريا في البول القديم او في بعض امراض المثانة وطرف الحبل الشوكي السفلي . قيل ان المخاط وغيرهُ

ش ١٢٦ . بلورات يوريا

من المواد الحيوانية تفسد اولاً فتفعل فعلاً تخميرياً في المركبات التي حولها وتسبب تحويل اليوريا الى كربونات الامونيا . والظاهر ان هذا هو التعليل الحقيقي عن تحليل اليوريا في مرض الغشاء المخاطي للمثانة اذ يكون افرازهُ المخاطي غزيرًا ماثلاً للفساد

وتختلف كمية اليوريا المبرزة بحسب اختلاف الاحوال . فتكون كثيرة اذا كان الطعام حيوانيًّا بالكلية واقل من ذلك اذا كان ممزوجًا وقليلة اذا كان نباتيًّا . والكمية اكثر غالبًا في الذكور منها في الاناث وفي الكهول منها في الاطفال والشيوخ . ولا تتبع كمية اليوريا كمية البول ضرورةً على انهُ اذا زاد البول زادت غالبًا . وفي بعض الامراض كالالبومنوريا تنقص جدًّا وتزداد في غيرها

ويظهر ان لليوريا مصدرين متميزين الاوّل مواد الطعام النيتروجينية الدائرة مع الدم ولم تمثّل . والدليل على ذلك زيادة اليوريا في البول اذا بُدِل الطعام النباتي بطعام نيتروجيني وضعفا كميتها التي تبرزها الحيوانات التي تاكل اللحوم بالنسبة الى التي تاكل النبات ونقصها الى نصف كميتها عند قرب الهلاك من الجوع . والثاني وهو الاعظم المواد المتحللة من الانسجة الحيوانية النيتروجينية والدليل على ذلك دوام ابراز اليوريا ولو بكمية قليلة عند قطع جميع المواد النيتروجينية عن الطعام كما اذا قُصِر الحيوان اياماً متوالية على السكر والنشا والصمغ والزيت وغيرها من المواد النباتية غير النيتروجينية . ويدوم ابرازها ايضًا ولو انقطع الحيوان عن الطعام زمنًا طويلاً فانها تشاهد في بول الزحافات التي تصوم شهورًا وشوهدت في بول رجل مجنون كان قد صام ١٨ يومًا

قيل مما يزيد اليوريا في البول الرياضة الشديدة غير انهُ قد ظهر من المشاهدات الحديثة ان الزيادة المذكورة قليلة جدًّا لا تُعتبَر . على ان للعضل كبقية اجزاء الجسد زمنًا محدودًا من الحيوة فلا بد من تجديدهِ اذ يتحلل نسيجهُ ويظهر معظم الانحلال في البول على هيئة يوريا . واما القول بان كمية اليوريا في البول عبارة عن كمية العمل العضلي وبان لكل انقباض عضلي كمية معلومة

تقابلهُ من الدثور العضلي فخطاء وسياتي الكلام على ذلك ايضاً في فصل الحركة

اليوريا موجودة في الدم كما هي ومجهزة للانفصال البسيط منهُ بواسطة الكليتين . ولذلك يمكن كشفها في الدم وغيرهِ من اجزاء الجسد ولو كانت الكليتان سليمتين . واذا كان فصل البول غير تام كما يحدث في علل الكليتين الشديدة كانت اليوريا بكثرة في الدم وفي اكثر سوائل الجسد

الحامض اليوريك او البوليك (كر٥ ن ٤ ه٢ ا٤ ن٢) مادة حيوانية نيتروجينية وكان يُسمَّى سابقاً الحامض الليثيك اي الحصوي لسبب وجودهِ في انواع كثيرة من الحصي البولية . كميتهُ النسبية قليلة في الانسان خلافاً للطيور والحيات غير انها كاليوريا تزداد اذا كان الطعام حيوانياً وتنقص اذا كان نباتياً خالياً من النيتروجين ويزداد ايضاً في اكثر الحميات وفي الامتلاء الدموي ويرسب في المفاصل والانسجة التي حولها في داء النقرس على شكل بورات الصودا فيتكوّن منهُ معظم الحصى الخاصة بالمرض المذكور

شكل ١٢٧

واختلفوا في كيفية وجود الحامض البوريك في البول لسبب صعوبة انحلاله في الماء . وقال المعلم ليبك انهُ كلما تكوّن الحامض اتحد بالصودا في الدم على ان الارج هوان اتحاد الحامض بالصودا وربما بالامونيا انما يتم مدّة العمل الافرازي في الكليتين لا في الدم

ش ١٢٧ . اشكال مختلفة من بلورات الحامض البوريك

واما المصدر الذي ينشأ منهُ فربما كان المواد المتحللة من الانسجة الالبومنية . ويظهر من وجود اليوريا والحامض اليوريك في البول الواحد ان لكلٍّ منهما مصدرًا او وظيفةً خاصة بهِ غير انهُ لما كان يعاض عن الحامض اليوريك باليوريا في بول الطائفة السنورية وعن اليوريا بالحامض اليوريك في الطيور والحيات وغيرها ظهر من ذلك ان كلاً منهما قد يقوم مقام الآخر في الوظيفة

ولما كان متحدًا بقواعد في البول الصحي لم يمكن فصلهُ عنها لاجل الامتحان الاَّ بواسطة حامض قوي . غير انهُ اذا كان كثير الكمية رسب على هيئة بلورية (ش١٢٧) ممزوجًا بمقادير عظيمة من يورات الامونيا او الصودا (ش١٢٠) وعند ذلك يستحضر لاجل الامتحان المكرسكوبي بواسطة تسخين القسم البولي الذي يتضمن الرسوب تسخينًا خفيفًا فتذوب يوريات الصودا والامونيا وترسب بلورات الحامض اليوريك الى القاع . واذا رسب الحامض اليوريك في البول كان غالبًا على هيئة رملية مائلة الى السمرة او الصفرة . واذا رسب على هيئة بلورات كان غالبًا على شكل صفائح معيّنة او ماسية او غير ذلك (ش١٢٧) ملوّنة من المواد الملوّنة للدم

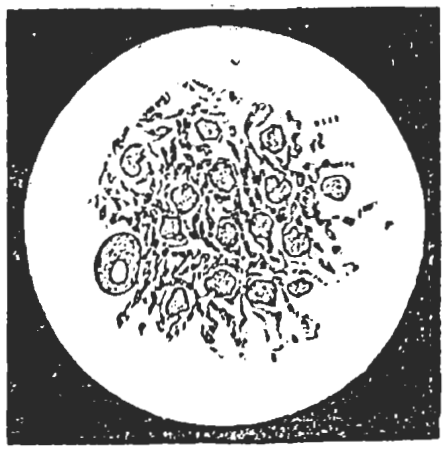
شكل ١٢٨

ش ١٢٨ . بلورات الحامض اليوريك

والحامض الهبوريك موجود في بول الحيوانات التي تاكل النبات متحدًا بالصودا وقد اظهر ليبك وويسمان انهُ ايضًا في بول الانسان بكمية تقرب من كمية الحامض اليوريك . وهو مركب نيتروجيني (ك ٥ ه ٤ ن ٤) شديد المشابهة بالحامض البتروريك . والظاهر ان منشأهُ من الطعام النباتي ومن تحلل الانسجة

والمادة الملوّنة للبول مبهمة الجوهر والتركيب . وقال هرلي انها شبيهة بالمادة الملونة للدم وسماها بوروهيماتين

شكل ١٢٩



ومخاط البول مؤلف على الخصوص من دثور ابثيليوم السطح المخاطي للمسالك البولية . وتشاهد قطع من الابثيليوم المذكور في اكثر انواع البول ولاسيما اذا استقر زمنًا ثم امتحنت طبقتهُ السفلى (ش ١٢٩) . واذا برد البول شوهد المخاط احيانًا محمولاً فيهِ على هيئة غمامة لطيفة مظلمة ترسب غالبًا الى قاع الوعاء . وفي علل المسالك البولية الالتهابية ولا سيما المثانة يُسكَب المخاط الى باطنها بكمية عظيمة ويحل فيهِ الفساد سريعًا . وقد سبق ان هذا الفساد في المخاط يُحدِث تغيرًا كيماويًا في اليوريا بحيث تتكوّن الامونيا اوكربونات الامونيا ثم تتحد بالحامض الفصفوريك الزائد في اعلى فصفانات البول وتختلط

ش ١٢٩ . مخاط راسب من البول

بالمخاط فتكوّن مادة بيضاء لزجة طباشيرية تجتمع على غشاء المثانة المخاطي وكثيرًا ما تخرج مع البول على هيئة رسوب غليظ لزج

والمواد الخلاصية عبارة عن مواد حيوانية . منها الكرياتين والكرياتينين وهما جوهران قابلان التبلور وربما ناشئان من تحلل النسيج العضلي . وقيل ان الحاصل من تحلل الانسجة لا يكون بوريا في اوّل الامر بل هذين الجوهرين ثم يتحوّل بعضهما الى بوريا ويخرج البعض الآخر مع البول . وقال شيرر ان معظم مواد البول الخلاصية انما هي المادة الملونة الخاصة بالبول الناشئة على الاصح من هيموكلوبين الدم

المادة الملحية . املاح الحامض الكبريتيك في البول هي كبريتات الصودا والپوتاسا وتدخل الجسد مع الطعام بكمية صغيرة جدًّا . والدكتور پاركس يقول ان ثلثي الحامض المذكور فقط الموجود في البول ناشئ من الطعام . ولذلك يكون معظم الحامض الكبريتيك الذي تتضمنهُ الكبريتات في البول مكوّنًا تكوينًا اصليًّا في الدم او مدّة عمل افراز البول وربما كان الكبريت الذي يتالف منهُ الحامض ناشئًا من تحلل الانسجة النيتروجينية التي بقية موادها تتحوّل الى بوريا وحامض بوريك واما اكسجين الحامض فناشئ من هواء التنفس . واتحاد الكبريت بالاكسجين يحدث حرارة فيكون ذلك من جملة الوسائط الثانوية لاجل اقامة الحرارة الحيوانية

والحامض الفصفوريك الذي في البول نحو اربعة اخماسهِ مركب مع القلويات والخمس الباقي مع الاتربة القلوية . واملاحهُ في الدم واللعاب وغيرهما من سوائل الجسد القلوية قلوية العمل وربما كانت ثلاثية القواعد واما في البول فهي املاح حامضية وهي فصفات الصودا والامونيا والكلس والمغنيسيا فيُعلَّل بذلك عن حموضة البول . ويدخل كثير من الاملاح المذكورة الجسد بواسطة الطعام النباتي والحيواني فيُبرَز بعضها في الحال وبعضها بعد دخولها الانسجة وتركيبها معها . فان فصفات الكلس الذي يتكوّن منهُ الجزء الرئيسي

الترابي من العظم اذا تحلل النسيج العظمي نال البول منهُ كمية عظيمة من الملح المذكور. واذا تحللت الانسجة الاخر ولاسيما الدماغ والجوهر العصبي اتحد الفصفور المتحلل بالاكسجين ثم تركب مع قواعد. غير ان هذه الكمية تختلف كثيرًا لان رياضة العقل المفرطة وجميع الاسباب التي تحدث الانحطاط العصبي تزيدها. وتزداد الفصفاتات الترابية بعد الطعام وتنقص عند الامساك. وتزداد الفصفاتات القلوية بعد الطعام الحيواني وتنقص بعد النباتي. واذا وقع تخمير قلوي في البول كان معظم الرسوب البولي مؤلفًا من فصفات الامونيا

شكل ١٣٠

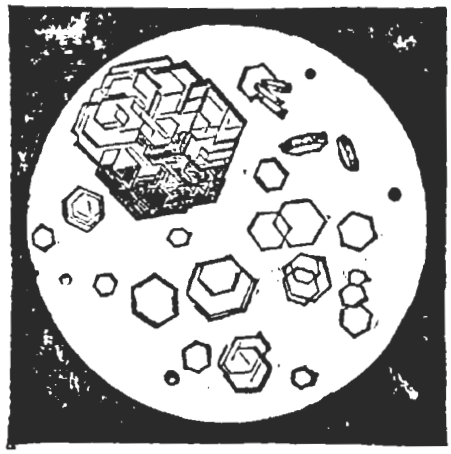
والمغنيسيا الثلاثي. ولما كان هذا المركب لا يوجد في البول الصحيح كان الارجح ان الفصفور يبرز من الكلية من دون اتحاد بشيء اخر وان الامونيا ناشئة عن تحلل اليوريا فيقع الاتحاد بينهما (صفحة ٣٠٣)

كلور البول متحد غالبًا بالصوديوم وقليلاً بالامونيوم. ولكثرته في الطعام واكثر السوائل الحيوانية هو كثير الوجود في البول

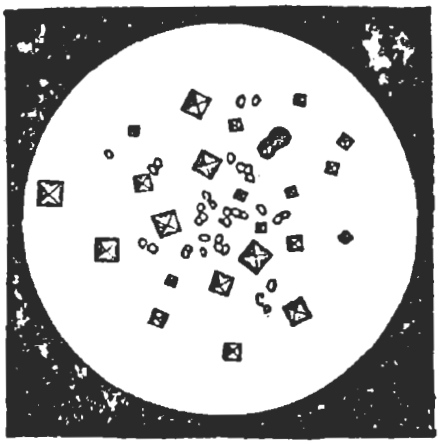
ش ١٣٠. راسب بولي مكوَّن من فصفاتات ثلاثية (في البلورات المنشورية الكبيرة) ويورات الامونيا ماخوذ من بول وقع فيهِ التخمير القلوي

والكستين (ش ١٤١) لا يشاهد في البول الصحي . اكثر من ربعهِ مكوّن

شكل ١٤١



شكل ١٤٢



من الكبريت . والحامض الاكساليك من الرواسب المرضية اكثرهُ مركب مع الكلس (ش ١٤٢) وهو والكستين يدخلان في تركيب الحصى البولية

الفصل السادس عشر

في المجموع العصبي

المجموع العصبي مؤلف من قسمين عظيمين المجموع الدماغي الشوكي والمجموع السمباتوي او العقدي. ولهما صفات مشتركة بينهما ولكلٍّ منهما صفات خاصة بهِ من حيث البناء وكيفية العمل ومجالهِ

اما المجموع الدماغي الشوكي فيشتمل على الدماغ والحبل الشوكي والاعصاب

ش ١٤١ . بلورات كستين

ش ١٤٢ . بلورات اكسالات الكلس

الناشئة منها والعقد الموضوعة على هذه الاعصاب او التي تكوّن بعض جوهر الدماغ . وسمّاهُ بيشات مجموع الحيوة الحيوانية العصبي وهو يشتمل على جميع الاعضاء العصبية التي تتم فيها وبواسطتها الوظائف المتعلقة بالعقل كالحس والارادة والاعمال العقلية التي لا تُدرَك الاجسام المحسوسة الاَّ بها

والمجموع السمباتوي او العقدي الذي سماهُ بيشات مجموع الحيوة الآلية[1] العصبي مؤلف من سلسلة عقد يتصل بعضها ببعض بواسطة حبال عصبية وتمتد من الخوذة الى الحوض الى كلٍّ من جانبي العمود الفقري وتذهب منها اعصاب عليها عقد الى الاحشاء الصدرية والبطنية والحوضية . ويظهر من توزعها وكيفية عملها ان معظم علاقتها ليست بالعقل من حيث حمل الاحساسات او تاثيرات الارادة بل باعمال الحيوة الآلية

غير ان الاختلاف بين هذين المجموعين ليس جوهريًّا لان اعمالها تختلف اكثر في الدرجة والغاية مما في النوع او الكيفية

ابنية المجموع العصبي الاصلية

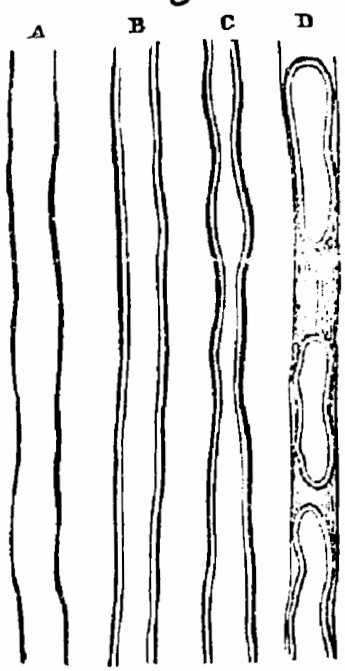
اعضاء الجهاز العصبي مؤلفة من نوعين من البناء الحويصلي واللِّيفي وكلاهما جوهريان لهُ . البناء الحويصلي مجموع غالبًا على هيئة كتل وممزوج بالبناء الليفي كما يشاهد في الدماغ والحبل الشوكي والعقد . ويقال للكتل المذكورة المراكز العصبية لانها الاعضاء التي يُظَن ان القوة العصبية تتولد فيها وان جميع الانعكاسات والتاثيرات يتم فيها الاَّ مدَّة نقلها بواسطة الالياف العصبية . واما البناء الليفي فانهُ يدخل في تركيب المراكز العصبية وتتكوّن منهُ وحدهُ الاعصاب وهي حبال الانصال التي توصل المراكز العصبية بعضها ببعض وتتوزع في اجزاء الجسد لاجل حمل القوة العصبية اليها او لاجل نقل التاثيرات الخارجية الى

(١) اراد بيشات بهذه التسمية التمييز بين الوظائف التي تشترك بين جميع الاجسام الآلية كالهضم والافراز والوظائف الخاصة بالحيوانات كالارادة والحركة . فالاولى وظائف الحيوة الآلية والثانية وظائف الحيوة الحيوانية

المراكز العصبية . وعلى ذلك تكون الالياف العصبية آلات لحمل التاثيرات من الخارج الى المراكز او من المراكز الى الاعضاء واما في المراكز فوظيفتها تحويل التاثيرات المذكورة عن سيرها المستقيم ونشرها او عكسها او غير ذلك كما سياتي

الاعصاب مؤلفة من الياف دقيقة او انابيب مشغولة بمادة عصبية وموضوعة على هيئة حزم متوازية او منضفرة وتتصل الحزم المذكورة بواسطة نسيج موصل تتوزع فيهِ اوعيتها الدموية . وتحيط بجميع العصب طبقة من النسيج المذكور او من نسيج ليفي متين فتكون غمدًا لهُ هو النوريلمّا . ويختلط في اكثر الاعصاب نوعان من الالياف يتغلب احدهما في اعصاب المجموع الدماغي الشوكي والآخر في اعصاب المجموع السمباتوي

شكل ١٢٣



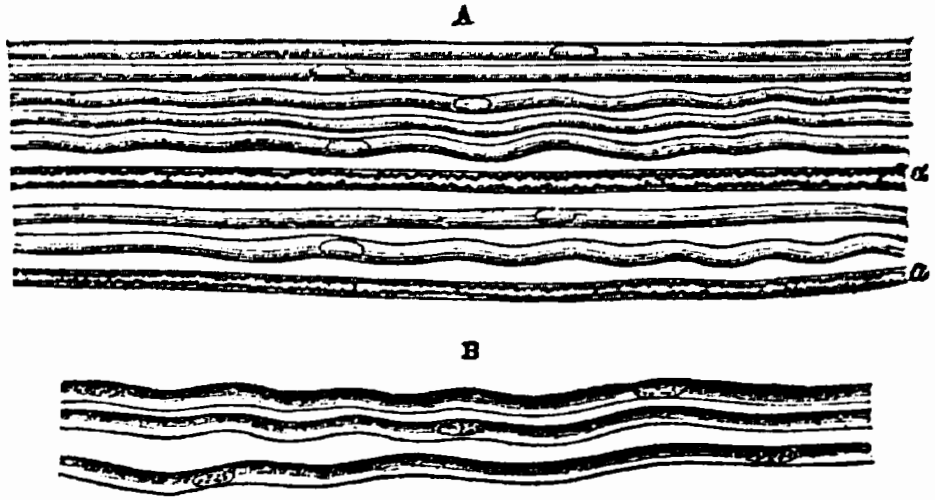
اما الياف النوع الاول فيظهر انها مؤلفة من انابيب مكوّنة من غشاء شفاف بسيط يتضمن الجوهر الخاص بالعصب وهو مادة زيتية الشكل شفافة بحيث انهُ يكون منظر الانبوبة كمنظر انبوبة زجاج دقيقة مشغولة بسائل صافٍ شفاف (شكل ١٢٣ A) . غير ان المنظر المذكور خاص باللِّيفة اذا كانت حديثة العهد واما بعد الموت بزمن قصير فيتغير ما في باطنها ويظهر انهُ مؤلف من مادتين متميزتين احداهما مركزية شاغلة محور الانبوبة سنجابية اللون والآخرى ظاهرة او قشرية مظلمة يقال لها جوهر شوان الابيض الذي يتسبب عنهُ بياض الاعصاب الدماغية الشوكية . وقد ظهر من المشاهدات الحديثة اختلاف جوهري في التركيب الكيماوي بين القسم المركزي

ش ١٢٣ . انابيب عصبية اصلية . A انبوبة حديثة . B انبوبة حدث فيها التغيير الاول بعد الموت . C تقدم التغيير بعد الموت بحيث يصير منظر الانبوبة معقدًا . D انبوبة اجتمع فيها القسم المركزي على شكل اقسام متميزة في باطن الغمد

وهو المحور الاسطواني والقسم القشري وهو جوهر شوان. ويختلف قطر الانابيب العصبية بعضها بالنسبة الى بعض وايضًا مدة سير الانبوبة الواحدة فيكون كبيرًا في اجذاع الاعصاب وفروعها وقياسهُ نحو $\frac{1}{250}$ من القيراط فاذا قاربت الدماغ او الحبل الشوكي او الانسجة التي تتوزّع فيها صغر قطرها شيئًا فشيئًا حتى لا يكون قياسها في الجوهر السنجابي او الحويصلي في الدماغ او الحبل الشوكي اكثر من $\frac{1}{1000}$ من القيراط

والياف النوع الثاني (شكل ١٢٤) يتكوّن منها جميع فروع العصبين الشمبين ومعظم الجذع السمباتوي وفروعهِ وتخالط بالاعصاب الدماغية الشوكية.

شكل ١٢٤



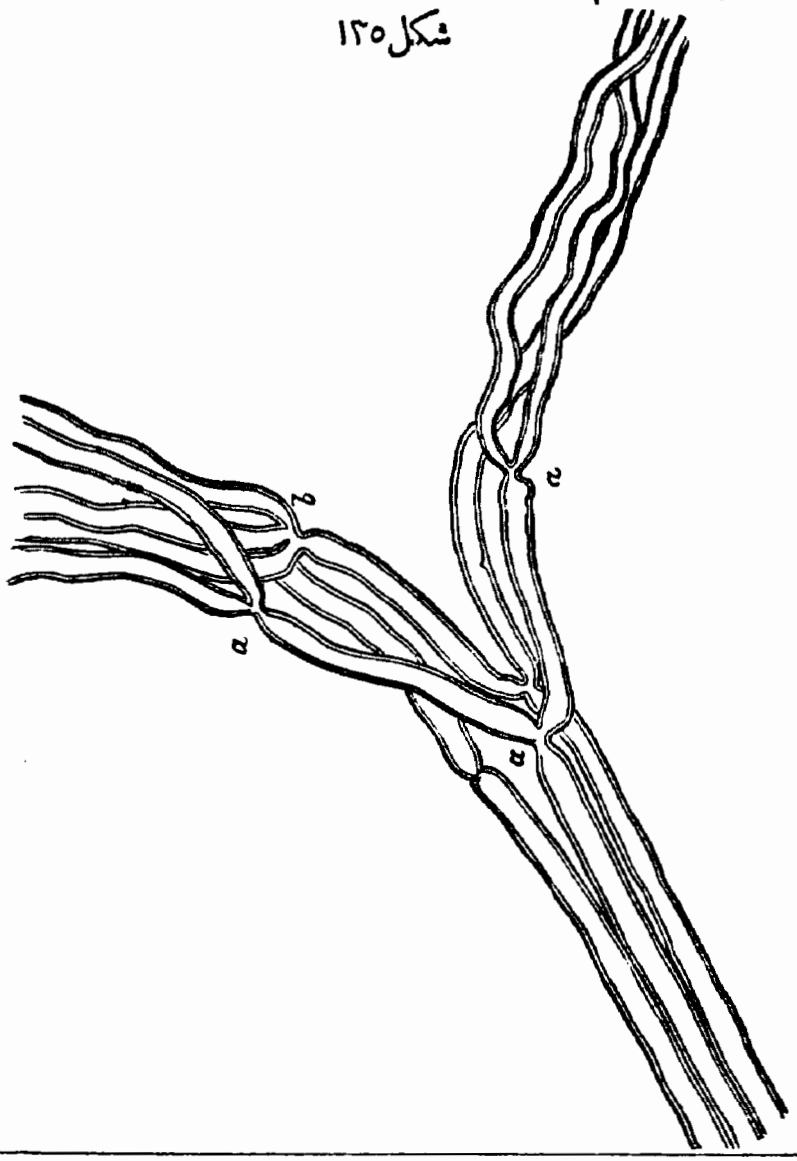
وتختلف عن الياف النوع الاوّل بانها ادق وما في باطنها متجانس البناء ولونها سنجابي مائل الى الصفرة اذا كانت مجموعة على هيئة حزم خلافًا للاعصاب الدماغية الشوكية التي لونها ابيض. فيظهر من الصفات المذكورة انها تختلف عن بقية الاعصاب بانها خالية من الطبقة الظاهرة البيضاء اي جوهر شوان وبان ما في باطنها مؤلف بالكلية من الجوهر الاسطواني الذي يشاهد في الياف النوع الاول. غير انهُ لما كانت صفات كثير من الالياف العصبية

ش ١٢٤. الياف عصبية سنجابية مكبّرة بين ٤٠٠ و٥٠٠ قطر. A الياف من العصب الشمي في الغنم. a و a ليفتان بيضاويتان من العصب الخامس مختلطة بالياف العصب الشمي. B الياف من العصب السمباتوي

متوسطة بين النوعين وكانت الالياف الكبيرة من النوع الاول يصغر حجمها عند طرفيها المركزي والمحيطي وتشابه الالياف الدقيقة من المجموع السمباتوي من وجوه اخرى ظهر من ذلك انهُ لا يوجد اختلاف جوهري بين النوعين من حيث الوظيفة او كيفية العمل

كل ليفة عصبية تسير بلا انقطاع من منشاها من مركز عصبي الى قرب منتهاها سواء كان ذلك محيط الجسد او نفس المركز الذي نشأت منهُ او مركزًا عصبيًا آخر. وتسير حزم الالياف معًا في الاعصاب الحزمة بجانب الاخرى من

شكل ١٢٥



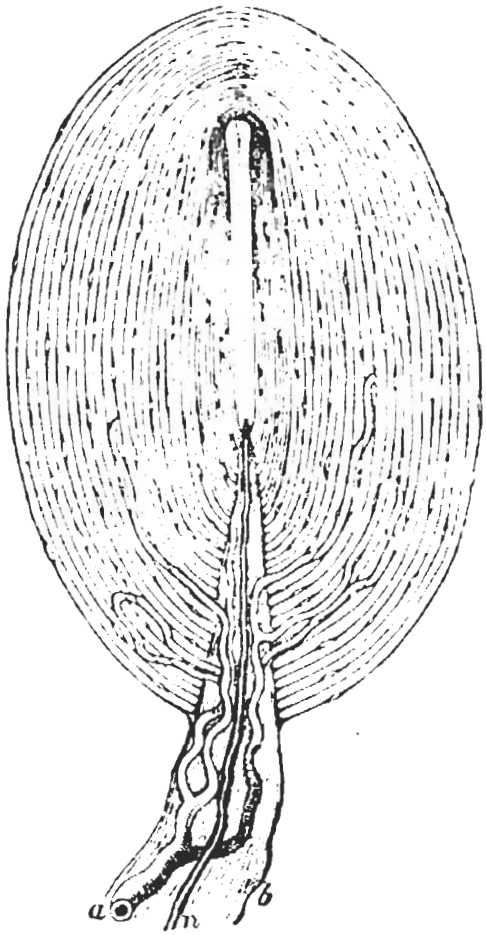
ش ١٢٥. فرع صغير من عصب عضلي في الضفدع قرب منتهاهُ ويشاهد فيهِ انقسام الالياف الى قسمين (a) او ثلاثة (b). مكبر ٢٥٠ قطرًا

دون اتحاد ولو تفهمت فانهُ في التفهم المذكور لايحصل اتحاد بين الالياف اي اختلاط في جوهرها وانما تبادل فقط . وعلى ذلك تسير الليفة على حدتها بلا انقسام في جميع سيرها فاذا قاربت المكان الذي تنتهي فيهِ انقسمت الى جملة اقسام . وتفقد الالياف البيضاء جوهر شوان قبل توزعها الانتهائي وتصير صفاتها شبيهة بالالياف السنجابية

وتتفهم الاعصاب مدة سيرها بعضها ببعض وتتبادل حزمها فتكوّن ضفائر كالضفيرة العضدية والضفيرة القطنية . وربما كانت فائدة تبادل الالياف المذكور اتساع علاقة العصب الناشىء من الضفيرة بالحبل الشوكي حتى انهُ اذا حلّ الاذى بقسم من المركز العصبي او الجذع العصبي بقي العصب الناشىء منها سليمًا لسبب اتساع علاقاتهِ. وكذلك يكثر الاتصال بين الاجزاء التي اعصابها من الضفائر وبين المراكز العصبية وتشتد المشاركات. وقال المعلم كلّ انهُ يحدث من جملة فوائد الضفائر اتحاد في العمل بين عضلات مجموع واحد لان كل عضلة منها تقبل خيوطًا محركة من القسم واحد من المركز العصبي

وتنتهي الالياف العصبية بطرفين احدهما في المراكز العصبية يقال لهُ المركزي والآخر في الاجزاء التي تتوزع فيها يقال لهُ المحيطي . وقد اختلفوا على كيفية منتهى الطرف المحيطي والظاهر انهُ يكون على جملة انواع وهي : اولًا على هيئة شبكات اوضفائر دقيقة كما في العضل والاغشية المخاطية والمصلية . ثانيًا اعضاء انتهائية خاصة يقال لها الجسيمات اللمسية (شكل ١١٣) والاطراف البصلية (شكل ١١٤) واجسام پاسيني (شكل ١٢٦ و١٢٧). ثالثًا كريات كما في العين والاذن الباطنة . رابعًا اطراف سائبة كالفريعات الدقيقة التي تنشأ من الشبكات التي في العضل على ما قال كوليكر. خامسًا تنتهي الاعصاب في العضل بصفائح دقيقة يختلف قطرها من $\frac{1}{1500}$ الى $\frac{1}{350}$ من القيراط صفيحة لكل ليفة عضلية متصلة بليفة عصبية غير انهم اختلفوا على وضعها هل هي خارج السركولًا اوداخلها

اجسام پاسيني التي سبقت الاشارة اليها دقيقة مستطيلة بيضية الشكل موضوعة على بعض الاعصاب الدماغية الشوكية والسمپاتوية ولاسيما الاعصاب الجلدية في اليدين والقدمين. والجسم منها متصل بواسطة عنبق ضيق بالعصب



شكل ١٢٦

شكل ١٢٧

الموضوع هو عليهِ ومؤلف من طبقات متراكزة والخلايا التي بين الطبقات مشغولة بسائل وتسير في العنبق ليفة عصبية مفردة تخترق الطبقات والخلايا التي بينها وتدخل التجويف المركزي وتنتهي هناك على هيئة انتفاخ او انقسام بقرب الطرف البعيد للتجويف . فائدة الاجسام المذكورة لا تزال مبهمة

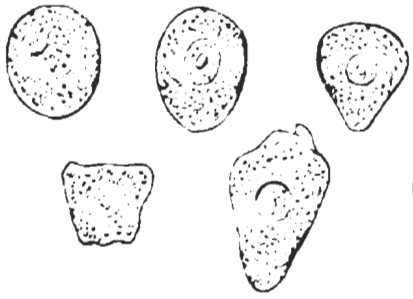
واما الجوهر الحويصلي العصبي فمؤلف من الياف وحويصلات يقال لها

ش ١٢٦ . طرف عصب من الاصبع متصلة بهِ اجسام پاسيني على حجمها الطبيعي تقريباً

ش ١٢٧ . جسم من اجسام پاسيني مكبر . تشاهد فيهِ الطبقات المتراكزة وانتهاء اللينة العصبية في تجويفهِ

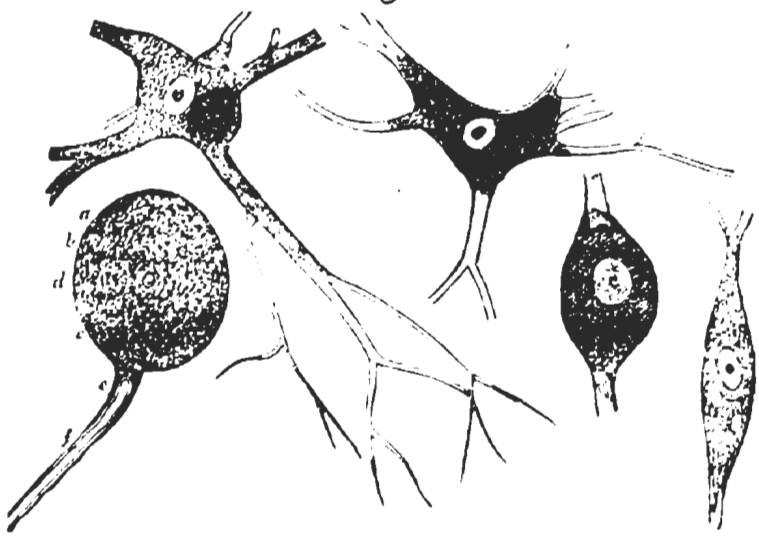
الجسيمات العصبية اكثر وجودها في المراكز العصبية كالدماغ والحبل الشوكي والعقد وقد تشاهد في الاجذاع العصبية . وهي مخلطة بالالياف العصبية وغائصة في جوهر حبيبي ويتوقف عليها اللون السنجابي المائل الى الحمرة الخاص بالعقد وبعض اجزاء الدماغ والحبل الشوكي.

شكل ١٢٨



وهي عبارة عن كريات كبيرة نووية مشغولة بمادة حبيبية دقيقة كثيرًا ما تكون قاتمة كالصباغ وفي باطن النواة نوية (شكل ١٢٨) وهذه الجسيمات على شكلين بعضها صغير كروي غالبًا او بيضي يتغلب وجودهُ في العقد السمباتوية ويقال لها الجسيمات العصبية البسيطة. والشكل الآخر ذنبي او نجمي وهي اكبر من سابقتها ويخرج

شكل ١٢٩



منها زائدة طويلة او ثنتان او اكثر. وكثيرًا ما تنقسم الزوائد المذكورة ويظهر

ش ١٢٨ . جسيمات عصبية من العقد. يشاهد في واحدة منها نواتان وفي كل نواة نوية او اكثر

ش ١٢٩ . جسيمات عصبية نجمية او ذنبية الشكل تنشأ منها زوائد انبوية . ويشاهد ان الجسيمات والانابيب تتضمن مادة حبيبية وبعضها يتضمن مادة ملونة . a جسيمة . b مادة حبيبية . d نواة . e مادة ملونة . c زائدة انبوية . f محورها الاسطواني

انها انبوبية مشغولة بذات المادة الشاغلة لباطن الجسيمات . وبعض الزوائد يستدق وينتهي على قرب او بعد من الجسيمة وبعضها يتفهم بغيرها من جسيمات اخر وبعضها متصل بالالياف العصبية بحيث تصير الزائدة الممتدّة من الكرية ليفة عصبية وعلى ذلك تكون الزائدة طرف الليفة المركزي

وظائف الالياف العصبية

وظيفة الاعصاب حمل التاثيرات العصبية وهي على نوعين . الاوّل نقل التاثيرات التي تحدث في اطرافها المحيطية او في بعض مسيرها الى المراكز العصبية بحيث يشعر العقل بواسطة الدماغ بوجود الاجسام الخارجة . والثاني نقل التاثيرات من الدماغ وغيرهِ من المراكز العصبية الى الاجزاء التي تتوزّع فيها الاعصاب

ولهذه الوظيفة المزدوجة نوعان من الالياف العصبية في كلٍّ من المجموعين الدماغي الشوكي والسمباتوي . ويقال للالياف التي تنقل التاثيرات من المحيط الى المركز الاعصاب المورِدة وهي اعصاب الحس اذا كانت خاصة بالمجموع الدماغي الشوكي. واما الالياف التي تنقل الاندفاعات المركزية الى العضلات فيقال لها الاعصاب المُصدِرة او المحركة او اعصاب الحركة فاذا نقلتها الى اعضاء التغذية سُمّيت اعصاب التغذية واذا نقلتها الى اعضاء الافراز سميت احيانًا اعصاب الافراز. غير انهُ مع هذا الاختلاف في وظائف الاعصاب لا يشاهد فرق ظاهر في بناء الياقها يعلل عن الاختلاف المذكور. ولا يعلل عن ذلك بنوع النسيج الذي يتوزع فيهِ العصب لان للعضل اليافًا حاسة ولو كان اكثر اعصابه محركة بدليل الالم الذي يشعر بهِ عند وقوع الاذى بها

وليس للالياف العصبية قوة في توليد السيل العصبي بل لا بد من تهييجها لاجل اظهار الوظيفة الخاصة بها اي حمل التاثيرات . فتتهيج اعصاب الحس عادةً بواسطة الاجسام الخارجة التي تفعل في اطرافها وتتهيج اعصاب الحركة

بواسطة الارادة او قوة اخرى تتولد في المراكز العصبية . غير ان العوامل التي تهيج الاعصاب كثيرة وغير متشابهة فان المنبهات الكيماوية والميكانيكية والكهربائية اذا مست الاجزاء الحاسة او الاعصاب الحاسة احدثت الحس بشرط ان يكون اتصال الاعصاب المذكورة بالدماغ والحبل الشوكي سليمًا . واذا مست اعصاب العضلات احدثت انقباضًا سواء كان العصب المحرك متصلاً بالمراكز العصبية او منفصلاً فيتضح من ذلك انهُ اذا تنبهت الاعصاب هيجّت الانقباض في العضلات التي تتوزع فيها واذا قُطع العصب دامت هذه القوة في قطعة العصب المحرك المتصلة بالعضلة والمنفصلة عن المركز ولكن اذا تنبهت القطعة الاخرى المتصلة بالمركز لا يتسبب عن ذلك انقباض

اذا كان التهيج الميكانيكي شديدًا مضرًّا ببناء الالياف العصبية الاصلية كان ذلك كقطع العصب بحيث تنقطع وظيفتهُ في حمل الاحساس الى المراكز او الحركة الى العضلات عند اعادة التهيج بشرط ان يكون في الطرف البعيد عن المركز في الاعصاب الحاسة او عن العضلة في الاعصاب المحركة

ومما يهيج عمل الاعصاب الحرارة . لانهُ اذا مست الحرارة الشديدة كلهيب النار عصبًا من اعصاب العضلات او العضلة نفسها حدث الانقباض . وكذلك البرد غير انهُ اذا طال او اشتد عمل البرد او الحرارة في الاعصاب كانت النتيجة كالتهيج الميكانيكي المهلك فتبطل وظيفة العصب الاَّ في القسم السليم منهُ المتصل بالمركز العصبي او العضلة

والمنبهات الكيماوية تعمل عمل المنبهات الميكانيكية في الاعصاب الحاسة والمحركة بشرط ان لا يكون عملها شديدًا كافيًا لهتك بناء العصب . ومثل ذلك يقال في الكهربائية والمغناطيسية

من الاحكام التي تتعلق بتهيج الاعصاب وخاصة اظهار وظائفها ما هو عام لجميع الالياف العصبية ومنها ما هو خاص باعصاب الحركة او باعصاب الحس اما الاحكام العامة فهي : اولاً انهُ اذا حدث تاثير في ليفة نُقِل بواسطتها

بلا انقطاع ومن دون ان يتجاوز الى غيرها من الالياف المجاورة لها اي ان جميع الالياف العصبية انما هي موصلات التاثير فقط . وربما كانت موافقتها لهذه الغاية عائدة الى ان ما في باطن الليفة محصور فيها منقطع عمَّا في الالياف المجاورة بواسطة الغمد الذي يحيط بكلٍّ منها على حدتها كما ان الحرير وغيرهُ من المواد غير الموصلة اذا احاط بالشريط منع مجاوزة الكهربائية الى الاجسام المجاورة لهُ. ثانيًا تسير القوة العصبية في الالياف بسرعة عظيمة . وقال هلمهولتز وبكست وغيرهما ان التاثيرات الكهربائية تسير في الاعصاب المحركة البشرية مسافة ١١١ قدمًا في الثانية واتفق رذرفورد وفنفتيش على ان الحس يسير في الاعصاب نحو ١٤٠ قدمًا في الثانية. ثالثًا تنقل الالياف العصبية نوعًا واحدًا فقط من التاثير اي ان الالياف المحركة لا تنقل الاَّ تاثيرات محركة الى الاعضاء التي تقبل الانقباض والالياف الحاسة لا تنقل الاَّ التاثيرات التي تحدث الحس اذا وصلت الى الدماغ . وكذلك اعصاب الحس الخاص كالعصب البصري او السمعي لا تنقل الاَّ تاثيرات تحدث حسًّا خاصًّا كحس النور او الصوت. فان اشعة النور واهتزازات الهواء الصوتية ليس لها ادنى تاثير في اعصاب الحس العام واما المنبهات الاخرى التي تحدث المًّا اذا اصابت الاعصاب المذكورة انما تحدث في اعصاب الحس الخاص حسًّا مرضيًّا بالنور او الصوت او الذوق تبعًا للعصب الذي تصيبهُ

واما الاحكام الخاصة بعمل كلٍّ من اعصاب الحس والحركة فكثير منها لا يمكن تحقيقهُ الاَّ بواسطة التجارب في اصول الاعصاب لان اعصاب الحس والحركة لا تتميَّز الاَّ عند منشأها فاذا فارقت المنشأ المذكور اختلطت اليافها حتى انهُ تصير معظم الاعصاب الاَّ اعصاب الحس الخاص مؤلفة من خيوط حاسة ومحركة معًا ولذلك يسمونها بالاعصاب الممزوجة

اما اعصاب الحس فاولاً لا تنقل الاَّ تاثيرات من الاجزاء التي تتوزع فيها الى المركز العصبي الذي تنشأ منهُ او تسير اليهِ . وعلى ذلك اذا قُطع عصب

حاس ونُبِّه طرفهُ القريب اي طرف القطعة التي لا تزال متصلة بالمركز العصبي يُشعَر بالحس ويحدث عمل منعكس. فاذا نُبِّه الطرف البعيد للعصب المقطوع لم يحدث من ذلك نتيجة

ثانيًا اذا حدث تاثير في جزء من مسير العصب الحاس شعر بهِ العقل لا في ذلك الجزء الذي اصابهُ المنبِّه فقط بل في جميع الاجزاء التي تتوزع فيها الياف العصب المتهيج . واذا تهيج كل جذع العصب شُعِر بالحس في جميع الاجزاء التي تتوزع فيها فروعهُ ولكن اذا تهيج قسم واحد من الجذع شعر بالحس في الاجزاء التي تتوزع فيها فروع ذلك القسم فقط . فاننا اذا ضغطنا العصب الزندي انسي المفصل المرفقي وراء العقدة الانسية شعرنا بخَدَر او نَمَل في الاجزاء التي تتوزع فيها اليافهُ وهي راحة اليد وظهرها والاصبع الخامس ونصف الرابع الزندي . واذا اشتد الضغط شُعِر بذلك في الساعد ايضًا واذا تغيَّر الضغط من حيث الكيفية والاتجاه حدث الشعور المذكور في الاصبع الرابع او الخامس او راحة اليد او ظهرها تبعًا للالياف التي تنضغط اكثر مما سواها

ثالثًا بناء على الناموس السابق اذا فقد جزء حسهُ بواسطة ضغط العصب او قطعهِ ثم نبِّهت قطعة العصب التي لا تزال متصلة بالدماغ حدثت احساسات كانها ناشئة من الاجزاء التي تتوزع فيها فروع ذلك العصب الانتهائية. فانهُ في بعض حوادث الفالج الذي يُعدِم الحس بالكلية من الاطراف يُشعَر بالم شديد في الاطراف المذكورة بسبب تهيج القسم السليم من العصب الذي لا يزال متصلاً بالدماغ او بسبب تهيج قسم المركز العصبي الذي تنشأ منهُ الاعصاب التي تتوزع في الاطراف المفلوجة . ومن هذا القبيل ايضًا شوهد احيانًا ان قطع العصب في النورلجيا لم يكن مفيدًا لانهُ ربما كان مجلس العلة في المركز العصبي او في قسم من العصب اقرب اليهِ مما هو من محل القطع. فاذا كان مجلس النورلجيا في جذع كالوجهي او العصب تحت الحجاج وقطعت الفروع لا يحصل من ذلك نفع لان القطعة المتعلقة بالدماغ التي تتضمن جميع

الالياف التي تتوزع بواسطة الفروع في الجلد اذا تهيجت احدثت نفس الاحساسات التي تنشأ من تهيج الفروع الانتهائية . نعم ان قطع العصب يمنع امكان الشعور بالتاثيرات الواردة في اليافهِ الجلدية لسبب عدم امكان نقلها الى الدماغ ولكن نفس الاحساسات التي كانت تنشأ سابقًا من التاثيرات الخارجية قد تنشأ من اسباب داخلية . وعلى هذه الكيفية يعلل عن انهُ اذا بُتِر قسم من احد الاطراف قد ينشأ ما بقي من الاعصاب التي ترسل فروعها اليهِ احساسات ينسبها العقل الى القسم المبتور. لانهُ اذا التهبت القرمة والاعصاب المقطوعة او ضُغِطت تشكى المريض من الم يشعر بهِ في القسم الذي كان قد بُتِر كالاصابع واليد والقدم . غير انهُ لا ينتج من ذلك ان العقل لا يستطيع ان يميّز نفس المحل المتهيج في مسير ليفة من الالياف العصبية كما ذهب البعض. لان العقل يدرك محل ضغط العصب فيشتكي المريض من الم في القرمة وفي الاجزاء المبتورة ايضًا . ومن امثلة ذلك ايضًا ما يحدث في الاعمال الجراحية عند تغيير الوضع النسبي لاطراف الاعصاب الحاسة كردّ الانف بسلخ قطعة من جلد الجبهة وقلبها عليهِ لتتحد بقرمتهِ . فانهُ ما دامت القطعة المذكورة متصلة بجلد الجبهة اذا لُمِس الانف الجديد شعر الشخص بلمس الجبهة ولكن اذا قُطِع البرزخ الموصل بينهما فلا ينسب الحس للجبهة بل يُفقَد اولاً ثم يتكوّن في الانف شيئًا فشيئًا

رابعًا اذا كان لجزء من الجسد عصبان حاسان وانفلج احدهما قد يكون الآخر كافيًا لحسّ جميع ذلك الجزء وقد لا يكون وربما كان اتساع مساحة الجزء الحاس موقوفًا على عدد الالياف التي لم يصبها الفالج . فاذا قُطِع مثلاً العصب الزندي الذي يرسل فروعًا الى الاصبع الخامس وبعض الرابع لم يسلم حسّ الاجزاء المذكورة بواسطة الالياف التي تاتي العصب الزندي من العصب المتوسط . غير انهُ قد شوهد احيانًا ان الالياف الاستطراقية تقوم مقام الجذع المقطوع في المحافظة على احساس الجزء . فان المعلم سڤري قطع مرةً قسمًا من العصب العضلي المغزلي فلم يُفقَد بالكلية حسّ بعض الاجزاء التي يتوزع فيها وربما

كان السبب لذلك الياف العصب الجلدي الوحشي التي تختلط بالفرع الكعبري من العضلي المغزلي . ولنا مثال في ذلك على فائدة الضفائر العصبية (صفحة ٢١٥)

واما اعصاب الحركة فكثير من نواميس عملها كالسابقة . فان التاثير المحرك لا ينقل الاَّ على مسير الالياف الذاهبة الى العضلات فاذا تهيج عصب محرك تهيجت انقباضات في جميع العضلات التي تتوزع فيها الفروع الناشئة من ذلك العصب اسفل نقطة التهيج واما العضلات التي فروعها ناشئة من العصب اعلى النقطة المذكورة فلا تنقبض . ولذلك لا يحدث انقباض في العضلة الجبهية مثلاً اذا تنبهت فروع العصب الوجهي التي تتوزع في الوجه لان فروع هذه العضلة تنشأ من جذع العصب الوجهي قبل منشأ الفروع الوجهية . وكذلك لما كان انحصار الالياف المحركة تامًّا كانحصار الالياف الحاسة فاذا اصاب التنبيه بعض الياف العصب المحرك لم يؤثر ذلك في قوة جميع الجذع المحركة بل في القسم الذي اصابهُ التنبيه . وبناء على ذلك اذا دخل عصب محرك صغيرة واعان غيرهُ من الاعصاب في تكوين جذع عصبي لم يُكسِب جميع ذلك الجذع قوة محركة ولكنهُ يحصرها في الالياف التي تمتد من ذلك العصب نفسهِ

وظائف المراكز العصبية

المراكز العصبية هي الدماغ والحبل الشوكي والعقد التي تتعلق بالمجموع الدماغي الشوكي والمجموع السمباتوي وصفتها الخاصة انها تتضمن جسيمات عقدية اي جوهر حويصلي عصبي (انظر صفحة ٢١٧). ولكلٍّ من المراكز المذكورة مجال من الوظيفة خاص بهِ وسعتهُ عائدة الى عدد الالياف العصبية التي توصل المركز باعضاء الجسد وبغيرهِ من المراكز العصبية . غير ان لجميع المراكز صفات واعمالاً مشتركة بينها

ذهب جمهور الفيسيولوجيين الى ان من جملة الخصائص العامة للمراكز

العصبية انهُ ينشأُ منها اندفاعات لاجل احداث العمل العضلي واجراء وظائف الحيوة الآلية . ولذلك كثيرًا ما تُسمَّى بمصادر القوة العصبية . وفي هذه التسمية نظر لان الدماغ لا يُبرِز قوةً الاَّ اذا عملت فيهِ قوة من الداخل او تنبَّه بواسطة تاثير من الخارج وكذلك لا تحُدِث بقية المراكز العصبية اندفاعات محركة الاَّ بواسطة تاثيرات سابقة . فان العقد المعوية مثلاً لا ترسل القوة العصبية اللازمة لاجل انقباض الامعاء الاَّ اذا نُقِل اليها اولاً تنبيه المواد التي في القناة المعوية بواسطة اعصابها الموردة . وهكذا الحبل الشوكي لانهُ اذا قُطِع راس حيوان بقي ساكنًا غير متحرك الى ان تُنبَّه اعصابهُ المورِدة فتحدث فيهِ الحركة

غير ان الوظيفة الثابتة العامة لجميع المراكز العصبية هي كيفية التصرف بالتاثيرات التي تصل اليها بواسطة الالياف العصبية الموردة . فانهُ قد تقدم ان التاثيرات انما تُوصَل فقط بواسطة الالياف التي سيرها بسيط محصور واما في جميع المراكز العصبية فقد يوصل التاثير وقد يُنقَل ولا يُشعَر بهِ الاَّ في الدماغ فقط

اما الايصال بواسطة المراكز العصبية فمثالهُ ان الطعام في المعى الذي هو بمنزلة منبه لاعصاب الغشاء المخاطي يحُدِث فيها تاثيرًا يحُمَل بواسطتها الى العقد السمباتوية القريبة فينشأُ من ذلك حركة عضلية في المعى . فاذا كان الطعام ممزوجًا بمواد حرّيفة زاد التنبيه وحُمِل التاثير بواسطة العقد القريبة الى التي ابعد منها فينشأُ من ذلك اندفاعات محركة شديدة تفعل في المعى فعلاً متسعًا . وقد يوصل التاثير الى عقد الاعصاب الشوكية ومنها الى الحبل الشوكي فتنشأُ منهُ اندفاعات محركة الى العضلات البطنية وغيرها حتى يحدث من ذلك تشنج . ويوصل هذا التاثير المرضي بواسطة الحبل الشوكي الى الدماغ حيث يشعر بهِ العقل . ومن الجهة المخالفة قد يُوصَل التاثير العقلي من الدماغ الى الحبل الشوكي ثم الى العقد السمباتوية فيفعل في الوظائف الهضمية وغيرها

واما كيفية نقل التاثيرات الواصلة الى المراكز العصبية من الالياف التي

انت بها الى الياف غيرها فعلى ثلاثة انواع وهي التحويل والنشر والعكس

مثال تحويل التاثيرات الم الركبة الذي كثيرًا ما يكون علامة مرض الورك فان تاثير المرض في اعصاب المفصل الوركي يُحمَل الى الحبل الشوكي ومن هناك يتحول الى اطراف الالياف المركزية التي تتوزع حول الركبة ثم يُحمَل هذا التاثير المتحول الى الدماغ فيشعر العقل بان مصدر الالم والمرض كائنٌ في الركبة لانهُ كان قد تعوَّد ان يقبل تاثيرات الحس من اعصابها . وقد يُنقَل التاثير الاصلي ايضًا فيُشعَر بالالم في الورك والركبة معًا . ومن امثلة ذلك انهُ اذا تهيج بعض المسالك الهوائية تحوَّل التاثير الى اعصاب الحنجرة واحدث دغدغةً يشعر بها العقل هناك ثم سعالاً وانهُ اذا سقط نور الشمس بشدة على العين قد يُشعَر بدغدغة في الانف تؤدّي الى العطاس . وفي جميع هذه الامثلة قد يُوصَل التاثير الاصلي ويُحوَّل معًا

واما نشر التاثيرات فيظهر من انهُ اذا حدث تاثير في مركز عصبي امتد الى الياف اخرى من ذلك المركز واحدث احساسًا اشد اتساعًا من الجزء الذي نشأ منهُ التاثير الاصلي ويقال لذلك احساس المشاركة . وقد يمتد الاحساس المذكور الى جميع الجسد كما اذا حدث نمل في كل الجلد عند استماع صوت مرعب . وقد ينحصر الاحساس في الاجزاء المجاورة للنقطة المتهيجة كما يحدث الم السن المأوف في بقية الاسنان واجزاء الوجه المجاورة . ويعلل عن ذلك بان التنبيه المحمول الى الدماغ بواسطة الياف السن المأوف ينتشر الى الاطراف المركزية للالياف المجاورة فيشعر العقل بان هذا التاثير الثانوي كانهُ ناشئٌ من اطراف الالياف المحيطة . ومن هذا القبيل ايضًا انتشار الم الحصاة وهي في الحالب انتشارًا متسعًا

في جميع الامثلة التي سبقت كان الكلام على نقل التاثيرات من ليفة حاسة الى الياف اخرى حاسة او من الياف الحس الخاص الى الياف الحس العام . ولكن اذا كان النقل من الياف حاسة الى الياف محركة سُمّي هذا العمل بالعكس

الذي تظهر فيهِ الصفة الجوهرية العامة لجميع المراكز العصبية اي وظيفة العكس وتحدث عنهُ الحركات المنعكسة . والعمل المذكور لا يختلف كثيرًا عن التحويل والنشر في الالياف الحاسة . لان العكس قد يكون من اعصاب حاسة محصورة الى اعصاب محركة تقابلها كانقباض القزحية اذا اصاب النور الشبكية بدون ان تحرّك عضلة اخرى وهذا يشبه التحويل . وكعمل جميع العضلات الزفيرية معًا اذا تنبّهت الحنجرة وهذا شبيه بالنشر

احكام العمل المنعكس العامة هي : اولاً انهُ في كل عمل عضلي منعكس لا بد من ثلاثة اشياء : ١ ليفة سليمة او اكثر من الالياف العصبية الداخلة اي المُوردة لاجل حمل التاثير ٢ مركز عصبي يُحمَل اليهِ التاثير المذكور ويُعكَس منهُ ٣ ليفة خارجة اي مُصدِرة او اكثر يُعكَس اليها التاثير ويوصل بواسطتها الى النسيج الذي ينقبض . فاذا فقد احد هذه الشروط لم يحدث العمل المذكور لانهُ في كل حال لا بد من حمل التاثير بواسطة الالياف الحاسة الى مركز عصبي ثم عكسهِ الى الياف محركة

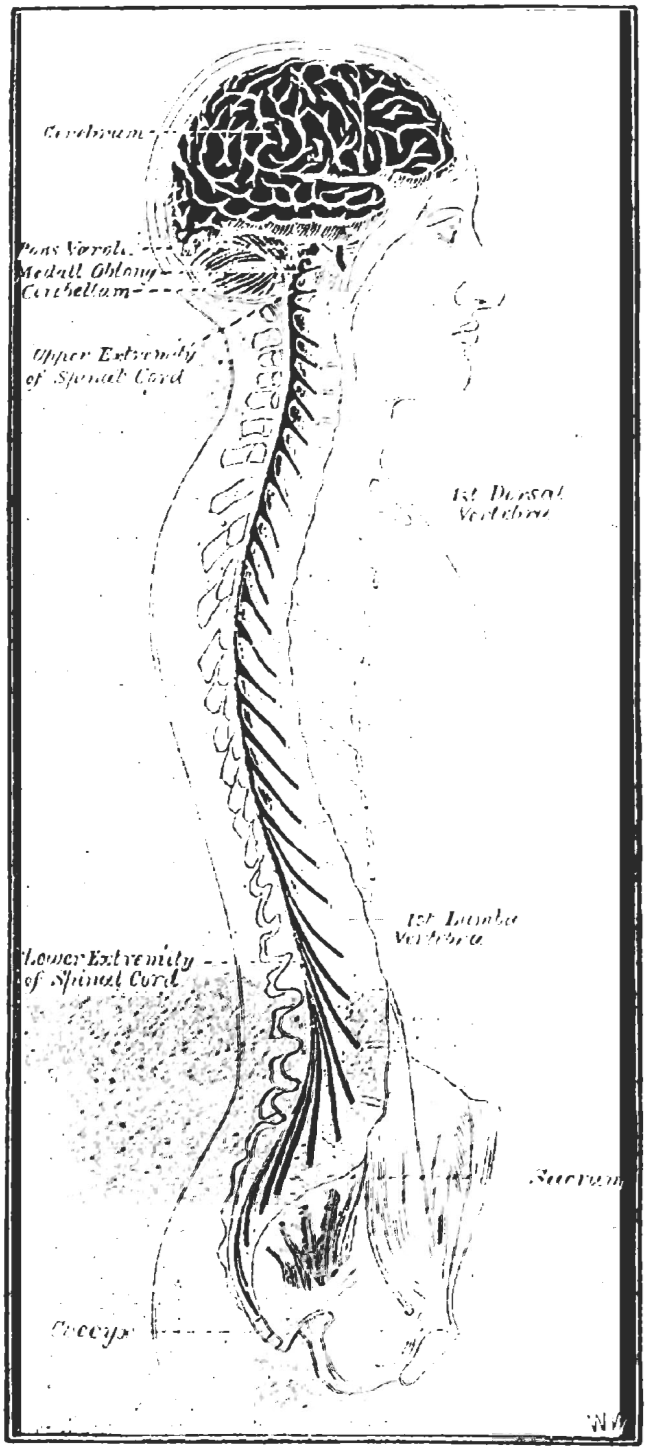
ثانيًا جميع الاعمال المنعكسة غير طوعية في جوهرها الاّ ان اكثرها قد يخضع للارادة بحيث انها تنوّعهُ او تضبطهُ او تمنعهُ

ثالثًا للاعمال المنعكسة في الصحة غرض صريح لاجل خير الجسد واما في المرض فكثير منها غير منتظم بلا غاية مقصودة . مثال الاوّل حركات القناة الهضمية والحركات التنفسية وانقباض الجفنين والحدقة لحجز بعض اشعة النور الساطع عن الشبكية . وهذه الامثلة وغيرها من الاعمال المنعكسة الصحية تدل ايضًا على اتفاق المراكز العصبية وتحكيمها عمل الاعصاب لاجل عمل عضلات كثيرة لغرض مقصود . ومثال الثاني الحركات الاهتزازية في الصرع والتشنجات في التنوس وداء الكلب

رابعًا تطول مدة الاعمال المنعكسة العضلية غالبًا اكثر مما لو حدثت عن تنبيه الاعصاب العضلية راسًا . فان المعلم فلكمان يقول ان تنبيه عضو عضلي او

عصبهِ المحرك يحدث انقباضًا ما دام التنبيه قائمًا ولكن اذا أُوصِل التنبيه الى مركز عصبي بواسطة احد اعصابهِ الموردة قد يحدث عن ذلك انقباضات منعكسة متوافقة تدوم مدةً بعد زوال التنبيه

شكل ١٤٠



المخ
جسر فروليوس
النخاع المستطول
اشبخ
القسم العلوي من الحبل الشوكي
الفقرة الظهرية الاولى
الفقرة القطنية الاولى
القسم السفلي من الحبل الشوكي
العجز والضبيرة العجزية
العصعص

المجموع الدماغي الشوكي العصبي

يشتمل هذا المجموع على الحبل الشوكي والنخاع المستطيل والدماغ والاعصاب الناشئة منها والعقد التي على الاعصاب

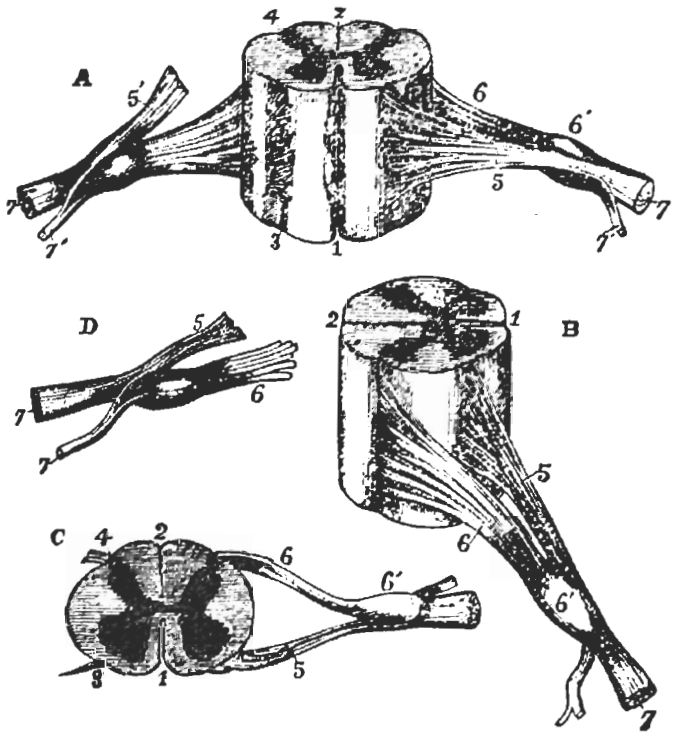
الحبل الشوكي واعصابهُ

الحبل الشوكي عمود اسطواني من الجوهر العصبي يتصل من الاعلى بالدماغ بواسطة النخاع المستطيل وينتهي من الاسفل عند الفقرة القطنية الاولى او الثانية بخيط دقيق من الجوهر السنجابي او الحويصلي هو الخيط الانتهائي الموضوع بين اصول الاعصاب الكثيرة التي يتكوّن منها ذنب الفرس . والحبل مؤلف من جوهر ليفي وجوهر حويصلي اولها موضوع الى الظاهر يتكوّن منهُ معظم الحبل والثاني الى الباطن يتكوّن منهُ قسمهُ المركزي او المحوري وهو موضوع على شكل انهُ اذا قطع قطعًا عرضيًا شوهد الجوهر المذكور على سطحهِ على هيئة كتلتين هلاليتين متصلتين بواسطة قسم ضيق او برزخ (ش ١٤١) . وفي مركز البرزخ قناة دقيقة طولية ممتدة في جميع طول الحبل ومستطرقة في الاعلى الى خلاء عند مؤخر النخاع المستطيل وجسر ڤروليوس يقال لهُ البطين الرابع . والقناة المذكورة مبطنة باپيثيليوم من النوع العمودي الهدبي

الحبل الشوكي مؤلف من شطرين متناسبين متصلين في الخط المتوسط بواسطة مجمع منفصلين من الامام والخلف بواسطة فرجتين عموديتين الخلفية منهما اغور ولكنها اضيق واقل وضوحًا من المقدمة . وعلى جانب كلٍّ من الشطرين ثلمان طوليان واضحان في الاعلى خفيان في الاسفل يقسمانهِ الى ثلاثة عمد مقدم وجانبي وخلفي . وتنفذ جذور الاعصاب الشوكية المقدمة من الثلم الفاصل بين العمود المقدم والعمود الجانبي وتنفذ جذور الاعصاب الخلفية من الثلم الفاصل بين العمود الجانبي والعمود الخلفي . وكل زوج من الجذور المذكورة الموضوع الى كلٍّ من الجانبين يقابل فقرة

القسم الليفي من الحبل يتضمن امتداد الياف الاعصاب الشوكية الصادرة منهُ او الواردة اليهِ ولكنهُ لا يتالف منها فقط على الاصح وليس هو جذعًا بسيطًا بمنزلة عصب عظيم تسير فيهِ الالياف المذكورة الى الدماغ . وقد ظهر حديثًا

شكل ١٤١



من بحث المعلم كلارك ان بعض الياف جذور الاعصاب التي تدخل الحبل تسير عرضًا وبعضها طولاً . فالاولى تسير سيرًا افقيًا او منحرفًا الى جوهر الحبل حيث يتصل كثير منها بالالياف التي تدخل الحبل من جذور اخرى وبعضها

ش ١٤١ . قِطَع من الحبل الشوكي من القسم العنقي . A وجه الحبل من المقدم . الجذر المقدم في الجانب الايمن مقطوع . B الجانب الايمن من الحبل . C وجه الحبل العلوي . D الجذران والعقدة من الاسفل . 1 الفرجة المقدمة المتوسطة . 2 الفرجة الخلفية المتوسطة . 3 الانخفاض الجانبي المقدم الذي تنتشر عليهِ الجذور المقدمة . 4 الثلم الجانبي الخلفي الذي تنغرس فيهِ الجذور الخلفية . 5 الجذور المقدمة التي تجاوز العقدة . 5′ في A الجذر المقدم مقطوع 6 الجذور الخلفية التي تسير اليافها في باطن العقدة (6′) . 7 العصب الممزوج من الالياف المقدمة والخلفية . 7′ الفرع الاصلي الخلفي الذي يُرَى في A و D ان بعضهُ ناشئ من الجذر المقدم والبعض الآخر من الخلفي

يسير الى عمد الحبل وربما انتهى بعضها قرب القسم الذي تدخله. والثانية تقطع غالبًا قسمًا من الجوهر السنجابي ثم يسير بعضها الى الاعلى وبعضها الى الاسفل ولا يعلم بعد ذلك اين وكيف تنتهي الاَّ انهُ يُظَن ان بعضها يكوّن مجامع طولية لاجل وصل اقسام الحبل بعضها ببعض وبعضها يصعد راسًا الى الدماغ

ويظهر ايضًا ان حجم كلٍّ من اقسام الحبل عائد الى حجم الجذور العصبية التي تنشأ منهُ وعددها فهو غليظ جدًّا في القسم العنقي عند منتصفهِ واسفلهِ حيث تنشأ الجذور العصبية الكبيرة لاجل تكوين الضفيرتين العضديتين اللتين تنشأ منهما اعصاب الطرفين العلويين . وهو غليظ ايضًا عند الجزء السفلي من قسمهِ الظهري والجزء العلوي من القسم القطني حيث تنشأ الاعصاب الكبيرة التي يتكوّن منها الضفيرتان القطنيتان والعجزيتان ثم تتوزع في الطرفين السفليين . والسبب الرئيسي في غلاظة القسمين المذكورين من الحبل هو زيادة كمية الجوهر السنجابي لانهُ يظهر ان قسمهُ الليفي يتعاظم شيئًا فشيئًا من الاسفل الى الاعلى لسبب زيادة عدد الالياف الصاعدة من الاعصاب نحو الاعلى

غير انهُ ليس لنا دليل كافٍ على القول انهُ لابد من سير الالياف العصبية بلا انقطاع لاجل ايصال التاثيرات الى الدماغ ومنهُ بواسطة الاعصاب الشوكية لانها قد تُنقَل بواسطة حويصلات الحبل العصبية كما تنقل بواسطة الالياف العصبية . بل يظهر من تجارب برون سيكاران جوهر الحبل السنجابي هو الواسطة الوحيدة التي تُنقَل بها التاثيرات الحاسة الى الدماغ

اعصاب الحبل الشوكي احد وثلاثون زوجًا تخرج من جانبي الحبل على جميع طولهِ وعددها مطابق لعدد الثقوب بين الفقرات التي تنفذ منها . ينشأ كلٌّ منها بجذرين مقدم وخلفي الخلفي اكبر من المقدم . وتنفذ الجذور من ثقوب خاصة بها في الام الجافية المحيطة بالحبل ثم تتكوّن عقدة على الجذر الخلفي اذ تكون الجذور موضوعة في الثقوب بين الفقرات . واما الجذر المقدم فيمس وجه العقدة المقدم بدون ان تختلط اليافهُ باليافها ثم يتحد الجذران وتختلط اليافها

فيتكوّن من ذلك عصب شوكي ممزوج ينفذ من الثقب بين الفقرات وينقسم الى فرع مقدم وفرع خلفي يتضمن كلٌّ منهما اليافًا من الجذرين (شكل ١٤١)

وقال المعلم كوليكر ان الالياف الجذرية الخلفية الناشئة من الحبل لا تتصل بالجسيمات العصبية التي في العقدة ولكنها تسير سيرًا مستقيمًا في جوهرها على هيئة حزمة او اكثر فاذا جازت العقدة اتحدت بالجذر المقدم وصارت جذعًا واحدًا. وتخرج ليفة او ثنتان من كلٍّ من الجسيمات العصبية العقدية وتنفذ من العقدة مرافقةً للالياف الجذرية الخلفية الخارجة من الحبل . وعلى ذلك تكون العقد الشوكية مصدرًا لالياف عصبية جديدة سمّاها كوليكر الالياف العقدية . ولم يُعلَم الى الآن سير هذه الالياف غير انهُ يرجح انها تتوزع على الخصوص في الفروع الدموية الخاصة بالاعصاب التي ترافقها

واما جذور الاعصاب الشوكية فينشأ الجذر المقدم بجزيمات كثيرة من عمود الحبل المقدم وينبثأ الخلفي بجزيمات اكثر عددًا من سابقتها من القسم الخلفي للعمود الجانبي . الجذور المقدمة مكونة من الياف محركة فقط والخلفية من الياف حاسة فقط واوّل من اظهر ذلك السار شارلس بلّ . والدليل عليه اولًا اذا قُطِعت الجذور المقدمة عقب ذلك فقد الحركة من الاجزاء التي تتوزع فيها فروع الجذور المذكورة وبقي الحس فيها سليمًا . واذا قطعت الجذور الخلفية فقدت الحس الاجزاء التي تتوزع فيها اليافها وبقيت قوة الحركة صحيحة . ثانيًا اذا قُطِعت الجذور المقدمة ونُبِّهت الاطراف البعيدة عن المركز حدث من ذلك حركات عضلية فاذا نبهت الاطراف القريبة التي لا تزال متصلة بالحبل لم يحصل نتيجة . وبالعكس اذا قُطِعت الجذور الخلفية ونبهت الاطراف البعيدة لم يحدث من ذلك حركة عضلية او الم لانهُ تقدم ان الالياف الحاسة لا تحمل تاثيرات الاّ نحو المراكز العصبية فاذا نبهت الاطراف القريبة حدث الم شديد وقد تحدث حركات عضلية الاّ انها تكون ناشئة عن الارادة او عن انعكاس التنبيه من الالياف الحاسة الى الالياف المحركة . وقد يحدث ايضًا الم وحركة

عضلية عند تنبيه الاطراف البعيدة لقطع الجذور المقدمة الاّ ان الالم يكون ناشئًا على الاصح عن تشنج

وبناء على ما تقدم اذا أُخِذَت ضفدعة وقطعت الجذور الثلاثة الخلفية للاعصاب الذاهبة الى الطرف الخلفي في الجانب الايسر وقطعت الجذور الثلاثة المقدمة للاعصاب التي تقابلها في الجانب الايمن فقد الطرف الايسر الحس والايمن الحركة . لانهُ اذا قطعت قدم الساق اليمنى التي حسها سليم دون قوة الحركة اظهرت الضفدعة الشعور بالالم بواسطة تحريك جميع اجزاء الجسد الاّ الطرف الايمن المبتور الذي تشعر بالالم فيهِ . وبالعكس اذا قطعت قدم الساق اليسرى التي لها قوة الحركة دون الحس لم تشعر الضفدعة بذلك ولا تعقبها حركة الاّ اختلاج العضلات التي تُقطَع او تقطع اوتارها

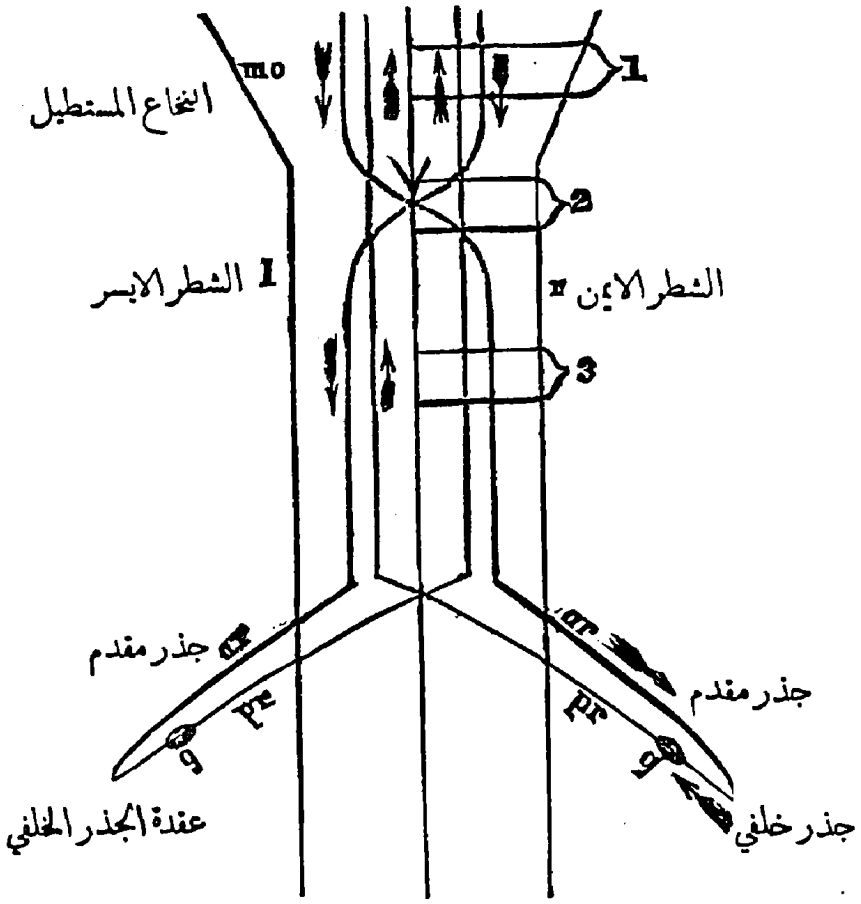
وظائف الحبل الشوكي

للحبل الشوكي جميع خصائص المراكز العصبية التي ذُكرت سابقًا (صفحة ٢٢٢) وهي : اولاً انهُ يوصل التاثيرات لانها تُحمَل بواسطتهِ من الاطراف المحيطية للاعصاب الشوكية الحاسة الى الدماغ وهناك فقط يشعر بها العقل . وبواسطتهِ ايضًا يمكن تنبيه الارادة في الدماغ بحيث يتهيج عمل العضلات التي اعصابها المحركة من الحبل . ولا بد من كون الحبل بحالة سليمة لاجل حمل التاثيرات المذكورة من الدماغ واليهِ فاذا أُهلِك قسم منهُ وانقطع اتصالهُ بالدماغ بطل حمل الحسّ الى الدماغ بواسطة الاعصاب الخارجة منهُ اسفل مجلس الاذي وبطلت ايضًا قوة الارادة في تنبيه الاعصاب المحركة الناشئة من القسم المنفصل من الحبل عن الدماغ . ومن الامثلة التي تدل على ذلك فالج الطرفين السفليين اي فقد الحركة والحسّ منهما لسبب مرض او اذى في قسم يمتد الى جميع سماكة الحبل الشوكي فان الاذى المذكور بعدم الاتصال بين الدماغ وجميع الاجزاء الواقعة اسفل مجلس الاذى في الحبل الشوكي فتنقطع العلاقة بين العقل والاجزاء المذكورة ويبطل الحسّ والحركة الاختيارية . غيرانهُ اذا بقي القسم

السفلي المذكور سليمًا كان له عمل خاص به سياتي الكلام عليه

ويظهر مما تقدم ان معظم حمل التاثيرات يتم في الحبل بواسطة الجوهر السنجابي اي بواسطة الجسيمات العصبية والخيوط التي توصلها بعضها ببعض . ويظهر ايضًا انهُ كما ان الالياف العصبية الحاسة والمحركة متميزة كذلك تختص

شكل ١٤٢



بعض اجزاء الحبل لايصال نوع واحد من التاثير دون الآخر . وقد ثبت من بحث الدكتور برون سيكار الفيسيولوجي الشهير اولًا ان التاثيرات الحاسة التي

ش ١٤٢ . رسم للدكتور برون سيكار لاجل اظهار تصالب الالياف الحاسة في جوهر الحبل والالياف المحركة في النخاع المستطيل . اتجاه السهام بدلّ على صدور الحركة وورود الحس . الارقام (1 و 2 و 3) تدل على نتائج القطع في مواضع مختلفة . وذلك انهُ بعقب القطع عند 1 فقد الحس والحركة في الشطر المخالف اي الابسر . وعند 2 فقد الحركة في الشطرين وفقد الحس في الشطر الابسر فقط . وعند 3 فقد الحركة في الشطر الايمن المقطوع وفقد الحس في الشطر المخالف اي الابسر . وكل ذلك ايضاح لما في المتن

تحملها جذور الاعصاب الخلفية الى الحبل لا تحمل الى الدماغ بواسطة عمود الحبل الخلفيين كما كان يظن سابقًا ولكنها تنفذ منها الى الجوهر السنجابي المركزي ثم تنقل الى الدماغ بواسطة الجوهر المذكور (شكل ١٤٣). ثانيًا ان التاثيرات المحمولة الى الجوهر السنجابي على الكيفية المذكورة لا تصعد الى الدماغ بواسطة الشطر الذي تدخله الالياف الحاسة ولكنها تقاطعهُ عند دخولها اليهِ وتسير الى الشطر المخالف ثم تُنقَل بواسطتهِ الى الدماغ . وعلى ذلك تتصالب في الحبل نفسهِ التاثيرات الحاسة المحمولة اليهِ بحيث اذا قُطع او أُذِي النصف الواحد الخلفي للحبل اعقب ذلك فقد الحس لا من الاجزاء التي تتعلق بالشطر المأوف بل من الاجزاء التي تتعلق بالشطر المخالف . ثالثًا يترجح ان حمل الاحساسات المختلفة كاللمس والالم والحرارة والانقباض العضلي يتمُّ بواسطة الياف متميزة خاصة بكلٍّ منها غير انهُ لابد من تصالبها في الحبل قبل وصولها الى الدماغ بواسطة الجوهر السنجابي . رابعًا يظهر ان للعمود بن الخلفيين في الحبل عملاً عظيمًا في الحركات المنعكسة وهذا هو السبب الرئيسي في نوع الفالج الخاص بمرض هذين العمود بن . خامسًا يظهر ان اندفاعات الارادة التي تؤدي الى انقباض العضلات الاختياري انما تنقل على الخصوص بواسطة العمود بن المقدمين وما يجاورها من الجوهر السنجابي في الحبل . سادسًا ان تصالب الاندفاعات المحركة لا يتم كالتاثيرات الحاسة في الحبل نفسهِ بل في الجزء المقدم من النخاع المستطيل . وهذا التصالب محصور في قسم الهرمين المقدمين الممتد من العمود بن الجانبيين للحبل فاذا تصالبت اوامر الارادة في الهرمين المذكورين دخلت العمود بن الجانبيين من الحبل وما يجاورها من الجوهر السنجابي اولاً ثم تسير الى العمود بن المقدمين وما يجاورها من الجوهر السنجابي . ولذلك اذا قُطع الهرمان المقدمان عند نقطة التصالب بطلت الحركة في جميع الاجزاء الواقعة اسفلها ولكن اذا قُطع الجسمان الزيتونيان الممتدان من العمود بن المقدمين للحبل لم يحدث فالج الاَّ ما قلَّ . وفي الجملة اذا حدث مرض او قطع في اي جزء كان من المحور

الدماغي الشوكي اعلى نقطة التصالب اعقب ذلك عطب الحركة او فقدها في الشطر المخالف من الجسد واذا كان الاذى اسفل الجزء المذكور حدث الفالج في الشطر الذي وقع فيه الاذى

ثانيًا لما كان الحبل الشوكي مركزًا عصبيًا او مجتمع مراكز كثيرة كانت له قوة نقل التاثيرات على الطرق المختلفة التي سبق ذكرها . والامثلة التي تقدمت في ما مضى من التحويل والنشر كالم الركبة في مرض الورك والم المجرى او الحشفة في الحصاة وهي في المثانة تتعلق بالحبل فقط لانهُ لوكان التاثير الاصلي والتاثير الثاني المتحول حادثين في الدماغ لشعر بهما دائمًا سوية

واما قوة الحبل العاكسة المتعلقة بهِ من حيث كونهِ مركزًا عصبيًا فعبارة عن نقلهِ التاثيرات من الالياف الحاسة اي الموردة الى الالياف المحركة اي المصدرة . وقد سبق الكلام على العمل المنعكس في الجملة ولا بد من استيفاء المعنى الآن بالتفصيل على ان قوة الحبل العاكسة لا تختلف في النوع عن بقية المراكز العصبية

من جملة الامثلة على حدوث الحركات بواسطة عمل الحبل الشوكي بلا مشاركة الارادة اعمال الازدراد التي فيها تُحمَل اللقمة بالارادة الى اعلى البلعوم ثم تُدفَع الى المعدة بواسطة انقباضات متعاقبة غير اختيارية من عواصر البلعوم وجدران المرئ العضلية . وتهيج هذه الانقباضات بواسطة تنبيه الطعام لاعصاب البلعوم والمرئ ثم ينقل التنبيه الى الحبل الشوكي والنخاع المستطيل بواسطة الالياف الحاسة ثم ينعكس من هناك الى الاجزاء المذكورة بواسطة الالياف المحركة . وجميع هذه الحركات في البلعوم والمرئ غير اختيارية فلا تستطيع الارادة ان توقفها او تنوعها ومع ان العقل يشعر بسير الطعام في القسم العلوي من المرئ ليس الشعور المذكور ضروريًا لعمل الازدراد كما يتضح من ادخال الطعام الى البلعوم مدة السبات التام او في الحيوان الذي قد اقتُلِع دماغهُ . ومن هذا القبيل ايضًا انقباض العاصرة للاست الذي لا يقع تحت الارادة او الشعور لانهُ يدوم عندما يكون العقل منكفًا عن العمل بالكلية كالنوم الثقيل ويبطل

عند هلاك الجزء السفلي من الحبل ولو عملت الارادة

ويضاف الى الادلة السابقة على ان قوة الحبل العاكسة لا تتعلق بالعقل حدوث الاعمال المنعكسة التامة عند انفصال الحبل عن الدماغ كما في قطع رؤوس الحيوانات وفي افات الحبل وامراضهِ التي يهلك فيها جميع قطرهِ في الاجزاء التي سلامتها غير ضرورية للحيوة . فانهُ اذا قطع راس حرذون بقي الجذع منتصبًا على الارجل ويتحرك الجسد اذا تنبه الجلد . واذا قطع الحيوان الى نصفين امكن تنبيه الحركة في القسم الخلفي كالقسم الامامي وقد يقطع الذنب اقسامًا كل قسم منها ينقبض عند ادنى درجة من اللمس بشرط ان يكون متضمنًا جزءًا من الحبل الشوكي واما الاقسام التي لا تتضمن جزءًا منهُ فلا يمكن تنبيه الحركة فيها بواسطة اللمس ولو كانت كبيرة الحجم . ولذلك اذا فصل الفخذ عن الجسد لم يمكن تنبيه الحركة فيهِ بواسطة التهييج الميكانيكي على ان طرف الذنب يتحرك حالما يلمس . واذا قطع الحبل في الانسان او في حيوان اخر من الحيوانات ذوات الدم الحار قطعًا مستعرضًا تامًّا او حل في قسم منهُ مرض يمنع وصول التاثير العقلي الى الاجزاء التي اسفلهُ اعقب غالبًا تنبيه السطح الذي تتوزع فيهِ الاعصاب الناشئة من الحبل اسفل محل الاذى حركات تشنجية منعكسة ولو لم يمكن تنبيه هذه الحركات غير الاختيارية في الحبل السليم اذا كان العقل منتبهًا الى السبب المهيج

فيظهر مما تقدم ان بين الحيوانات ذوات الدم الحار وذوات الدم البارد اختلافًا عظيمًا من حيث قوة الحبل العاكسة وما لكلٍّ من الدماغ والحبل في تعيين حركات الجسد الطبيعية . فانهُ اذا قطع راس ضفدعة بقيت الاعضاء على وضعها الطبيعي او عادت اليهِ اذا تغير واذا نُبِّه البطن او الظهر تحركت الارجل بقصد دفع السبب المنبه فكأن عقل الحيوان لا يزال عاملاً ولو كان ذلك خلافًا للواقع . ولكن عند قطع الحبل الشوكي في الانسان لزم الطرفان السفليان الوضع الذي يعود الى ثقلهما ومقاومة الاجسام المحيطة بهما فاذا تنبه

الجسد لم يتحركا نحو محل التنبيه واذا لُمِسا كانت حركتهما غير منتظمة وبلا غاية مقصودة . ولذلك ذهب البعض الى ان للحيوانات ذوات الدم البارد شعورًا وقوة الارادة بلا تعلق ضروري بالدماغ وليس ذلك صحيحًا لان حركات اعضاء الضفادع عديمة الراس لا يكون فيها من الغاية المقصودة اكثر مما في حركات عضلاتنا التنفسية التي لا الارادة ولا الشعور ضروري لها . فاذا صح القول بناء على قياس التمثيل ان ارادة الضفدعة لا تفعل اكثر من ارادة الانسان بواسطة الحبل المنفصل عن الدماغ جاز ايضًا انهُ يمكن عمل بعض الحركات الجسدية غير المقصودة في الضفدعة بواسطة الحبل وحدهُ لا يمكن عملها في الانسان وان هذا التمييز واقع بين جميع افراد النوعين اي ذوات الدم البارد وذوات الدم الحار . ولا يستبعد ان الانتصاب والوثب وغير ذلك من الحركات التي تجريها ذوات الدم البارد بعد قطع رؤوسها هي من الاعمال غير الاختيارية مدة حيوة الحيوان العائدة الى وظيفة الحبل الشوكي وحدهُ فليس للمراكز العصبية العليا دخل في ذلك الاَّ التنويع والارشاد وهو كل ما يجريهِ الانسان في حركات العضلات التنفسية

واما السبب في ان الحركات الحادثة عن تنبيه جلد الطرفين السفليين في الانسان بعد قطع الحبل الشوكي اوهتك بنائهِ لا تحدث من التنبيه المذكور الاَّ اذا كان العقل متيقظًا ومتصلاً بالحبل بواسطة الدماغ فهو ان العقل يشعر بالتنبيه ويضبط عمل العضلات في الحال لانهُ ولو كان الحبل سليمًا كثيرًا ما تتبع هذه الحركات التنبيه الاَّ اذا كان العقل مشغولاً . ولنا مثال على ذلك في انهُ اذا كان العقل شديد الاشتغال تحدث المنبهات ولو كانت خفيفة حركات غير اختيارية منعكسة . وكذلك مدَّة النوم تحدث الحركات المنعكسة اذا لمس الجلد او دُغدِغ فانهُ اذا لُمِست مثلاً راحة يد طفل نائم بالاصبع انعكس تاثير الحس الجلدي الى العضلات القابضة اليد فتنقبض الراحة على الاصبع . ولكن اذا كان الطفل متيقظًا لم يحدث الانقباض من اللمس المذكور

فينتج مما ذكر وغيره ان الاعمال المنعكسة التي تتم بواسطة قوة الحبل الشوكي لا تتعلق تعلقًا جوهريًا بالدماغ وقد تحدث على نوع تام ولو كان الدماغ منفصلاً عن الحبل على ان للعقل بواسطة الدماغ بعض السلطة على جميعها الاَّ ما ندر. ولما كانت حركات الحبل المنعكسة تجري بلا توسط الشعور والارادة ولكنها خاضعة لسلطة الارادة بعض الخضوع كانت في غاية الموافقة لخير الجسد. ومن امثلة ذلك الحركات التنفسية التي تجري بينما يكون العقل مشتغلاً بامور اخرى او عديم القوة كما في النوم ولكنهُ عند الضرورة يوجهها ويقويها ويحكّمها لاجل التكلم والمجهودات الزفيرية وغيرها. ولسبب كونها مستقلةً عن الدماغ عادةً لم يحدث منها اعياء لان ادراك الاحساس بها وكل الاحساسات الاخرى لا يقع الاَّ في الدماغ

ولما كانت العضلات خاضعة لكلٍّ من الحبل الشوكي والدماغ تعسَّر تعيين ما يخص منها بقوة الحبل العاكسة. غير انهُ يتضح ان الحبل الشوكي يستطيع ان ينبه حركة العضلات التي اكثر خضوعها للارادة بدليل انهُ اذا قطع الحبل وتنبه الجلد حدث من ذلك حركات في الطرفين السفليين شديدة ولو كانت بلا غاية مقصودة. ولذلك يترجَّح ان عمل العضلات المذكورة ناشي من قوة الحبل العصبية اذا كان سليمًا وتحكيمها ناشئٌ من الارادة. ومن الاعمال المنعكسة الخاصة بالحبل القي والمجهودات الابرازية كابراز الغائط والبول والمني ودفع الرحم للجنين الى الخارج ولو كانت المرأة عديمة الشعور والحس بواسطة الكلوروفورم. ومن هذا القبيل ايضًا حركة الاطراف وغيرها لاجل وقاية الجسد من الاخطار الفجائية كما اذا وُخِز مثلاً او ضُرِب طرف انجذب في الحال بدون اختيار من آلة الاذى وكذلك بسط اليدين عند السقوط نحو الامام وطبق الجفنين عند وقوع الخطر للمقلة من جسم غريب

واضاف بعض الفيسيولوجيين الى الامثلة السابقة من الاعمال الشوكية المنعكسة اعمالاً كثيرة غيرها يظهر انها تتم بلا شعور كالمشي والركض والكتابة

وما اشبهها . نعم انهُ عند الشروع فيها هي اختيارية وانها لا تبلغ الكمال من العمل الاَّ بواسطة التمرين وانها خاضعة دائمًا للارادة بحيث يصعب التصديق بانها في جوهرها غير اختيارية غير ان ما للارادة في ذلك انما هو السلطة الضابطة فقط فتبدئها وتسرع وتُبطئ بها وتوقفها ولكن قلَّما لها من دخل في اجراء النتيجة بالفعل . والدليل على ذلك ان هذه الاعمال تجري بينما يكون العقل منشغلاً انشغالاً تامًّا باموراخرى وانهُ اذا قُصِد اجراؤُها بواسطة عمل الارادة فقط لم يكن العمل متناسبًا تامًّا كما يظهر من التجربة عند نزول السلَّم بحيث تكون كل خطوة عملاً اختياريًّا او كتابة كل حرف او كلمة بعمل خاص من الارادة وسيأتي الكلام على ذلك مرة اخرى في وظائف العقد الحسية

وتظهر حوادث الاعمال المنعكسة الشوكية في الانسان على نوع ابلغ في المرض منهُ في الصحة . فتكون نتيجة التنبيه المرضي احيانًا بسيطة كما اذا تنبهت الالياف الحاسة في جزء حُمِل ذلك الى الحبل وانعكس التاثير منهُ الى الالياف المحركة التي تتوزع في ذلك الجزء فاحدث تشنجات في عضلاتهِ كما نرى في التشنجات العضلية غير الاختيارية التي تحدث في جوار المفاصل الملتهبة . وتكون احيانًا شديدة جدًّا بحيث يُحدِث تاثير خفيف في عصب حاس حركاتٍ منعكسة شديدة وحينئذٍ لابد من ان يكون الحبل بحالة مرضية لانهُ يرسل كمية من القوة العصبية اشد جدًّا من كمية التنبيه . ويظهر ان هذه الحالة هي حالة التتنوس لانهُ اذا لمس الجلد في هذا المرض لمسًا خفيفًا قد يتشنج جميع الجسد ويحدث مثل ذلك عند ادخال الستركنيا الى الدم . وقد اظهرت التجارب الكثيرة في الضفادع ان التتنوس لا يتعلق بالدماغ بل يتوقف بالكلية على حالة مرضية في الحبل

كان الكلام في الحبل الشوكي في ما تقدَّم كانهُ مركز عصبي مفرد يعكس التاثيرات الواصلة اليهِ من جميع اجزائهِ على حدٍّ سوى . والحال هو مجموع مراكز عصبية متحدة على هيئة عمود متصل والدليل على ذلك انهُ اذا قُطِع

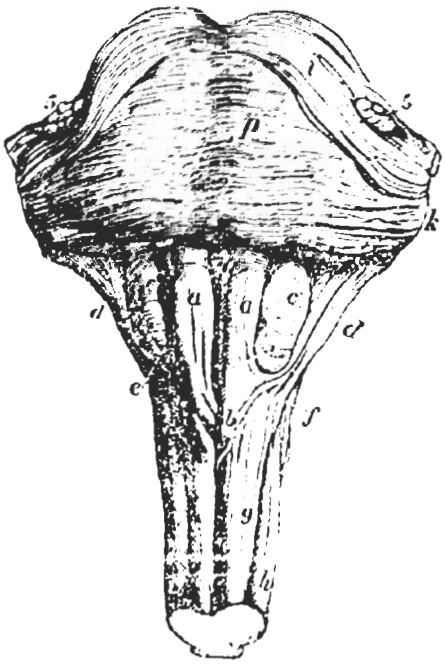
اقساماً عمل كلّ منها على حدتهِ ونبّه الحركة في الاجزاء التي تذهب الاعصاب منهُ اليها. وذكر في ما تقدم (صفحة ٣٣٥) ان العضلة العاصرة للاست منقبضة دائمًا بواسطة عمل الحبل الشوكي الاّ عند التغوط. وهذا العمل شبيه بعملهِ المنعكس الاعتيادي من حيث كونهِ غير اختياري على ان للارادة استطاعة في زيادة قبض العضلة او في تمديدها ومن حيث كون عمل العضلة المذكورة لا يُشعَر بهِ ولا ينقص مدة النوم ولا يسبب التعب. ولكنهُ يختلف عن بقية الاعمال المنعكسة بانهُ دائم وهذا شبيه بانقباض العضلات اللازم الذي هو حالتها الطبيعية في الصحة عند ما تكون غير عاملة خلافًا لحالتها بعد الموت او بعد اهلاك الحبل الشوكي فانها ترتخي ارتخاء تامًا. ويظهر ان انقباض عضلات الجذع والاطراف اللازم موقوف على الحبل الشوكي كانقباض العاصرة للاست لانهُ اذا قتل حيوان بواسطة اذى الدماغ او اقتلاعهِ بقيت العضلات جامدة ولكن اذا اهلك الحبل الشوكي ارتخت العاصرة للاست ولانت بقية العضلات الى ان يحل فيها التيبس الموتي

النخاع المستطيل

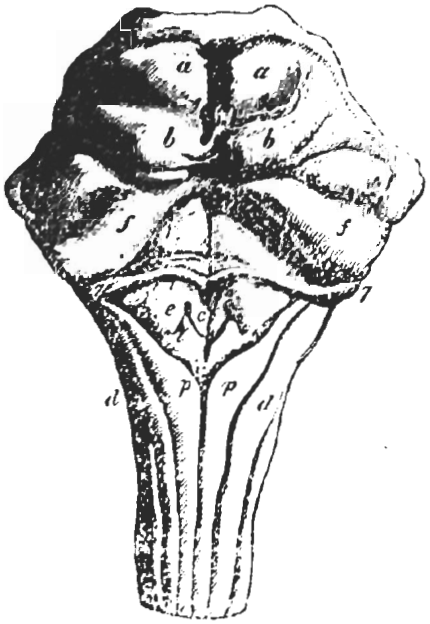
بناؤهُ. النخاع المستطيل كتلة من الجوهر العصبي السنجابي والابيض بعضهُ موضوع في التجويف الجمجمي وهو يمتد من الحبل الشوكي ويوصلهُ بالدماغ. جوهرهُ السنجابي موضوع في الباطن ومقسوم الى كتل وصفائح بواسطة الجوهر الليفي الابيض الموضوع بعضهُ على هيئة عمد الى الظاهر وبعضهُ على هيئة حزم تخترق الجوهر السنجابي المركزي. وهو اغلظ من الحبل الشوكي وعمدهُ هرمية الشكل ممتدة من عمد الحبل الشوكي وتتعاظم كلما تقاربت الى الدماغ. ولذلك ينقسم كل من شطري النخاع الى ثلاثة عمد ليفية ممتدة من العمد الثلاثة التي يتالف منها كلٌّ من شطري الحبل وهذه العمد ابرز من عمد الحبل والثلوم الفاصلة بينها اغور. فالعمودان المقدمان ممتدّان من عمودي الحبل المقدمين ويقال

لها الهرمان المقدمان . والخلفيان ممتدان من عمودي الحبل الخلفيين ويقال لها الجسمان الحبليان . والجانبيان ممتدان من عمودي الحبل الجانبيين وليس لها اسم آخر . وعلى جانب كلٍّ من العمودين الجانبيين بقرب قسمهِ العلوي كتلة

شكل ١٤٣



شكل ١٤٤



صغيرة بيضية الشكل تتضمن جوهرًا سنجابيًّا يقال لها الجسم الزيتوني . وعند مؤخر العمود الحبلي الى كلٍّ من جانبي الفرجة الخلفية المتوسطة بروز صغير منفصل عمَّا بقي من الجسم الحبلي بواسطة ثلم خفيف يقال لهُ الهرم الخلفي . والعمودان

ش ١٤٣ . الوجه المقدم لجسر فروليوس والنخاع المستطيل . a و a الهرمان المقدمان . b تصالبهما . c و c الجسمان الزيتونيان . d و d الجسمان الحبليان . e الياف قوسية . f الياف سائرة من العمود المقدم الى المخيخ . g العمود المقدم للحبل الشوكي . h العمود الجانبي . p جسر فروليوس . i اليافة العليا . 5 و 5 جذور الزوج الخامس من الاعصاب

ش ١٤٤ . الوجه الخلفي لجسر فروليوس والاجسام الرباعية والنخاع المستطيل . a و a الزوج العلوي من الاجسام الرباعية . b و b الزوج السفلي . f و f ساقا المخيخ العلويتان . c منشأ العصب تحت اللسان . c منشا العصب اللساني البلعومي . i منشا العصب الرئوي المعدي . d و d الجسمان الحبليان . p و p الهرمان الخلفيان . v و v ثلم في منتصف البطين الرابع ينتهي من الاسفل بقلم الكتابة . 7 و 7 جذور العصبين السمعيين

الحبليان ينفرجان في القسم العلوي من النخاع المستطيل فيتكوّن من الانفراج المذكور خلاء يقال له البطين الرابع وارض البطين مكوّنة من الجوهر السنجابي الذي يظهر من باطن النخاع بواسطة انفراج الجسمين الحبليين . واذا فُصِل الهرمان المقدمان ونُظِر الى الفرجة التي بينهما شوهد هناك جليًّا بعض الياف متصالبة

توزيع الياف النخاع المستطيل

معظم الهرم المقدم في كلٍّ من الجانبين مكوّن من امتداد الياف العمود بين المقدمين للحبل الشوكي ولكنهُ يقبل ايضًا اليافًا من العمود الجانبي الخاص بشطرهِ ومن العمود الذي للشطر المخالف . وهذه الالياف الاخيرة من العمود الجانبي المخالف هي التي تتصالب وتشاهد في الفرجة الفاصلة بين الهرمين المقدمين

اما الالياف الهرمية المقدمة فتصعد الى الدماغ وتتوزع على الكيفية الآتية :

١ معظمها يسير في الجسر الى المخ الاّ ان بعضها تنفصل عن اخواتها وتتحد بالياف ناشئة من الجسم الزيتوني فتكوّن الحزمة الزيتونية ٢ تذهب حزمة صغيرة منها الى المخيخ

والعمود الجانبي الى كلٍّ من جانبي النخاع يصعد نحو الاعلى وينقسم الى ثلاثة اقسام ظاهر وباطن ومتوسط . فالالياف الظاهرة ترافق الجسم الحبلي الى المخيخ . والمتوسطة تقاطع الياف الشطر المخالف في الخط المتوسط فيتكوّن منها بعض الهرمين المقدمين . والباطنة تسير في ارض البطين الرابع الى المخ في الجانبين ويقال لها الحزمة المستديرة

والجسم الحبلي يقبل اليافًا قليلة من العمود الجانبي والعمود المقدم من الحبل ثم يسير معظمهُ الى المخيخ . واما قسمهُ الصغير الخلفي الذي يقال لهُ الهرم الخلفي فانهُ يرافق الحزمة المستديرة في الجانبين على ارض البطين الرابع الى المخ

لما كانت المشابهة بين النخاع المستطيل والحبل الشوكي في البناء شديدة

جدًّا كان من المرجَّح انها تمتدُّ ايضًا الى وظائف الاجزاء التي يتالفان منها. واما الاختلاف الكائن بينهما من حيث الحجم والشكل فيظهر انهُ عائد اولاً الى انفراج العمد وتعاظمها وتقاطعها وهي سائرة لاجل الاتصال بالمخيخ والمخ وثانيًا الى اضافة كميات جديدة من الجوهر السنجابي في الجسمين الزيتونيين وغيرهما توفيقًا لارتقاء وظيفة النخاع المستطيل وانساع مجال عملهِ بالنسبة الى الحبل الشوكي

وظائف النخاع المستطيل

لا تختلف وظائف النخاع المستطيل عن وظائف الحبل الشوكي اختلافًا عظيمًا الاَّ من حيث اهمية العمل وسعة مجالهِ. ولهُ وظيفتان كالحبل الاولى ايصال التاثيرات ولما كانت جميع التاثيرات الواردة الى الدماغ من الحبل والاعصاب التي تنشأ اسفل الجسر والصادرة من الدماغ الى الحبل والاعصاب المذكورة لابد من نقلها بواسطة النخاع المستطيل كانت وظيفتهُ الايصالية اوسع مجالاً منها في بقية اجزاء المجموع العصبي. ثم ان تقاطع بعض الياف الهرمين المقدمين في النخاع المستطيل يعلل عن ظواهر الفالج المتصالب حيث يكون دائمًا فقد الحركة في السكتة الدماغية في الشطر المخالف للشطر الذي حدث فيهِ الانسكاب الدموي. ولو نظرنا الى تشريح النخاع المستطيل فقط لما عرفنا سبب فقد الحس ايضًا في الجانب المخالف للذي حدثت فيهِ افة الدماغ لانهُ لا يوجد تقاطع بين الالياف الخلفية في النخاع المستطيل كما تتقاطع الالياف المقدمة وبقي السبب مجهولاً الى انهُ ظهر من بحث برون سيكاران تقاطع الالياف الحاسة يتم في الحبل الشوكي (انظر صفحة ٢٢٤)

والوظيفة الثانية تتعلق بكون النخاع المستطيل مركزًا عصبيًا. ولما كان انعكاس القوة العصبية لاجل عمل التنفس والازدراد موقوفًا عليهِ كانت وظائفهُ في المحافظة على الحيوة في غاية ما يكون من الاهمية. لانهُ قد ثبت من التجارب الكثيرة في الحيوانات الدنية الرتبة انهُ عند اقتلاع الدماغ قطعة بعد اخرى قد تدوم الحيوة زمنًا طويلاً مع عدم انقطاع الحركات التنفسية. وقد تدوم

الحيوة ايضًا ولو قُطع الحبل الشوكي شيئًا فشيئًا من الاسفل الى الاعلى حتى منشأ العصب الحجابي وفي الحيوانات التي ليس لها حجاب حاجز كالطيور والزحافة ولو قُطع حتى النخاع المستطيل. ولكن اذا جرح النخاع المستطيل ولا سيما في قسمهِ المركزي حذاء منشأ العصبين الرئويين المعديين بطلت الحركات التنفسية ومات الحيوان بالاسفكسيا مع انهُ لا يكون قد مسَّ شيءٌ من الضرر قسمًا اخر من المجموع العصبي غير النخاع المستطيل

وقد ثبت من الافات والامراض في الانسان ما ثبت من التجارب في الحيوانات . فانهُ كثيرًا ما شوهد ان اذى النخاع المستطيل كان سبب الموت في الحال . بل الموت الحادث عن الكسور والامراض التي تسبب خلع الفقرات العنقية العليا السريع انما يكون غالبًا من اذى النخاع المستطيل او القسم الذي يوصلهُ بمنشإ العصب الحجابي من الحبل الشوكي

ويظهر ان المركز الذي تصدر منهُ القوة العصبية لاجل احداث تركيب الحركات التنفسية هو القسم الباطن من النخاع المستطيل الذي ينشأ منهُ العصبان الرئويان المعديان . لانهُ اذا قطع النخاع بالانتباه الى بعض خطوط من القسم المذكور دام التنفس فاذا وصل القطع اليهِ بطل في الحال . والسبب لذلك ليس ان سلامة العصبين الرئويين المعديين ضرورية للحركات التنفسية لانهما قد يُقطَعان بدون ان يحدث شيء الاَّ بطوء الحركات المذكورة بل ان هذا القسم من النخاع المستطيل هو المركز العصبي الذي تنعكس منهُ الاندفاعات التي تحدثها

قوة النخاع المستطيل في التسلط على عمل العضلات التنفسية وفي تركيب بعضها مع بعض من باب العكس الذي هو صفة جميع المراكز العصبية. وقد سبق الكلام على كيفية العمل المذكور (صفحة ١٤٩) وسنذكر الآن ما هو خاص بهذا المركز للعمل التنفسي وهو امران الاوَّل اتساع مجال انصالاته والثاني كثرة الاعصاب الموردة والمصدرة اي الداخلة والخارجة لاجل حمل التاثير الى المركز

وانعكاسهِ الى العضلات . اما الاعصاب الداخلة الرئيسة العاملة في التنفس فهي العصبان الرئويان المعديان اللذان يحملان التاثير الناتج عن لزوم التنفس بواسطة الفروع التي تنشأ منهما وتتوزع في الرئتين. فانهما اذا قُطِعا بطؤ التنفس وذلك بحسب الظاهر لسبب ضعف الحس بالاحتياج اليهِ ولكنهُ لا يبطل لسبب وجود اعصاب اخرى لحمل التاثير المذكور. ويظهر من تجارب فلكمان ان لجميع الاعصاب الداخلة عملاً من هذا القبيل بحيث اذا لامسها الدم الناقص التطهير احدث فيها تنبيهًا يحمل الى النخاع المستطيل ثم يعكس الى اعصاب العضلات التنفسية ولذلك لا تبطل بالكلية الحركات التنفسية ما دام شيءٌ من الاعصاب الموردة والاعصاب التي تتوزع في عضلات التنفس متصلاً بالمركز التنفسي في النخاع المستطيل. وربما فعل الدم الناقص التطهير في نفس النخاع بحيث يحمل التنبيه من هذا المركز الى اعصاب العضلات الشهيقية

وتظهر ايضًا شدة اتساع اتصالات النخاع المستطيل من حيث كونهِ مركز الحركات التنفسية من ان التاثيرات الميكانيكية وغيرها في ظاهر الجسد وباطنهِ قد يحدث حركات تنفسية . وامثلة ذلك سكب الماء البارد على الجسد الذي يسبب تنفسًا غير اختياري وتنبيه غشاء الانف المخاطي الذي يسبب العطاس وتنبيه البلعوم او المري او المعدة او الامعاء الذي يسبب حركات تنفسية لاجل احداث القيء وشدة تنبيه المستقيم او المثانة او الرحم الذي يسبب اعمالاً منجارية في العضلات التنفسية لاجل اخراج الغائط او البول او الجنين

ويظهر ان النخاع المستطيل هو المركز الذي تنشأ منهُ الاندفاعات المحركة الى عضلات اللهاة والبلعوم والمريء في عمل الازدراد (صفحة ١٧٩) . والدليل على ذلك ان قوة الازدراد تدوم بعد اهلاك المخ والمخيخ وتُعدَم اذا أُذِي النخاع في التجارب . غير ان قوة النخاع المستطيل العاكسة في امر الازدراد ابسط منها في التنفس بل هي مثال بسيط على العمل المنعكس بواسطة قطعة من المحور الشوكي التي تقبل تاثيرات من عضو بواسطة بعض اعصاب حاسة ثم تعكسها الى

اعصاب ذلك العضو المحركة. والاعصاب الموردة في عمل الازدراد هي فروع اللساني البلعومي وبعض فروع العصب الخامس والمحجري العلوي والاعصاب المصدرة التي تنعكس بواسطتها التاثيرات المحركة الى اللهاة والبلعوم هي فروع العصب الثائه البلعومية وتعينها الاعصاب التي تتوزع في العضلات الاضافية لحركات البلعوم وهي فروع العصب تحت اللسان والوجهي والاعصاب العنقية والعصب الراجع والعصب الخامس . وقال ريد ان فروع العصب الرئوي المعدي المؤلفة من الياف موردة ومصدرة كافية وحدها لاحداث الحركات المرئية التي يتعلق بها العمل الانتهائي من الازدراد

ومع ان التنفس والحيوة يدومان ما دام النخاع المستطيل سليمًا متصلاً بالاعصاب التنفسية فاذا قُطع الدماغ اعلاهُ بطل الحس والارادة والحركة الاختيارية لانها لا تتعلّق بالنخاع بل باجزاء اخرى سياتي الكلام عليها . ويظهر انهُ ولو فقد النخاع جانبًا عظيمًا من قوتهِ العاكسة قد تدوم قوتهُ في الحركات التنفسية لانهُ عند عمل الكلوروفورم التام يبطل غمز الجفنين والازدراد ولو تنبه البلعوم ويدوم التنفس على نوع تام

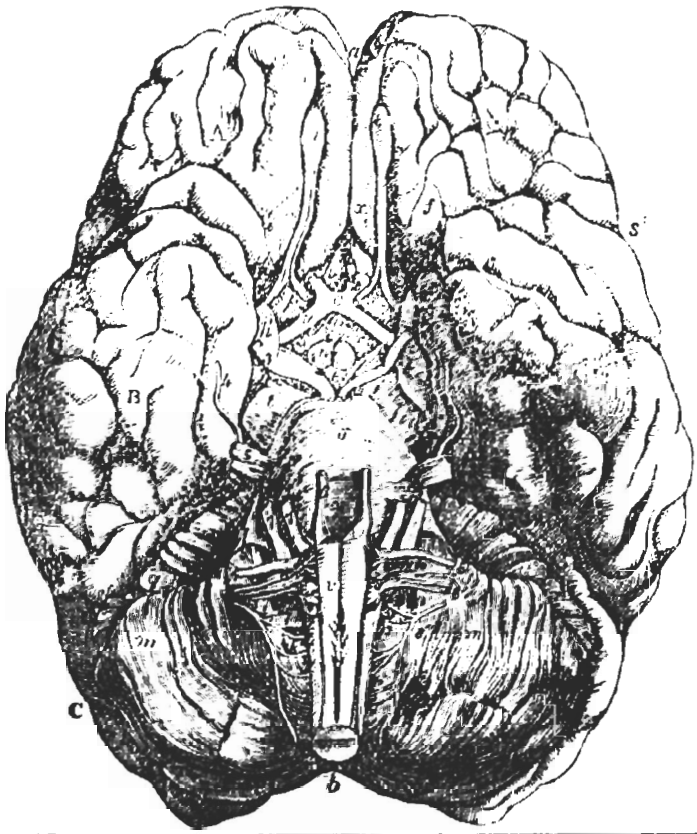
وفضلاً عن عمل النخاع المستطيل في وظائف التنفس والازدراد قد ظهر من بحث فان دركلك ان لهُ دخلاً عظيمًا في قوة التكلم . وثبت من الادلة الكثيرة التي قدمها بهذا الشان ان الجسمين الزيتونيين عندتان اضافيتان اخص وظيفتهما تنبيه العصبين تحت اللسان في زمن واحد بحيث يحدث من ذلك اتفاق في عمل شطري اللسان العضلي

ويظهر ايضًا ان النخاع المستطيل اخص المراكز للقوة العصبية المحركة للاوعية. لانهُ تنشأ منهُ الياف تسير في جوهر الحبل الشوكي ثم تنفذ مع الجذور المقدمة للاعصاب الشوكية وتدخل عقد السمباتوي وفروعهُ فتحمل الى الاوعية الدموية وسياتي الكلام على ذلك في المجموع السمباتوي . وقد سبقت الاشارة الى عمل النخاع في تكوين السكر في الكبد (صفحة ٢٢٨)

بناء جسر فروليوس وساقي المخ والاجسام الرباعية والجسمين المعقدين والسريرين البصريين والجسمين المضلعين ووظائفها

جسر فروليوس (شكل ١٤٥). معظم تاليف الجسر من الياف مستعرضة توصل نصفي المخيخ الكرويين وتكوّن مجمعهُ الرئيسي . ويدخل في تكوينهِ ايضًا الياف كثيرة طولية تتضفر بالالياف المستعرضة وتوصل النخاع المستطيل بالمخ والياف اخر عرضية توصلهُ بالمخيخ . ويتضمن بين حزيمات الالياف العصبية

شكل ١٤٥



ش ١٤٥ . قاعدة الدماغ . A الفص المقدم الايمن من المخ . B المتوسط . C الخلفي . m و m النصفان الجانبيان للمخيخ . o النخاع المستطيل . p الجسر . q و r ساقا المخ . n الجسمان الابيضان . a الفرجة الطولية المقدمة . b الخلفية . c المجمع البصري . u الامتداد البصري . h الصفيحة الرمادية . p الخلاء المثقوب المقدم . e الخلفي . g فرجة سلفيوس . الارقام تدل على الاعصاب الجمجمية بحسب ترتيبها من الامام الى الخلف

جوهرًا سنجابيًّا او حويصليًا موضوعًا بحسب الظاهر من غير ترتيب شاغلًا جميع الخلايا الكائنة فيهِ

توزيع الالياف المستعرضة والطولية التي يتالف منها الجسر دليل كافٍ على ان وظيفتهُ هي ايصال التاثيرات بين اقسام المحور الدماغي الشوكي . واما وظيفتهُ من حيث كونهِ مركزًا عصبيًّا فغير معلومة

ساقا المخ (" و، شكل ١٤٥) . معظم تاليف ساقي المخ من الياف عصبية السفلى منها وهي الاوجه الى السطحية ممتدة من الهرمين المقدمين للنخاع المستطيل والعليا وهي الغائرة ممتدة من العمودين الجانبيين والهرمين الخلفيين والحزمة الزيتونية . وما عدا هذه الالياف من النخاع المستطيل تاتيها الياف اخرى من المخيخ وتتقاطع بعض هذه الالياف وبعض الالياف الآتية من العمودين الجانبيين عند الخط المتوسط

وعلى الوجه العلوي من الساقين عقد الصغيرة مولفة من الجوهر السنجابي والابيض يقال لها الجسمان المعقدان والاجسام الرباعية . وعند صعودها نحو المخ تسير الياف كلٍّ من الساقين ضمن عقدتين كبيرتين هما السرير البصري والجسم المضلَّع وتتصل في باطنهما بكتل وطبقات من الجوهر السنجابي . ولا يعلم الى الآن هل تنتهي جميع الياف الساقين في جوهر هاتين العقدتين السنجابي وينشأ غيرها منهما لتدخل النصفين الكرويين المخيين او هل يسير بعضها الى النصفين الكرويين وينتهي البعض الآخر في العقد المذكورة . وبين الياف كلٍّ من الساقين كتلة من الجوهر السنجابي يقال لها المحل الاسود جسيماتها العصبية مشحونة بالحبيبات الملوّنة ذنبية البناء

معظم وظائف الساقين انهما عضوان موصلان . واما من حيث كونهما مركزين عصبيين فربما تعلّقت بهما وظائف العصب الثالث الجمجمي الذي ينشأ من المحل الاسود ويحرّك المقلة والقزحية

وقد ظهر من التجارب في الحيوانات الحيَّة انهُ اذا قُطع احد الساقين دار

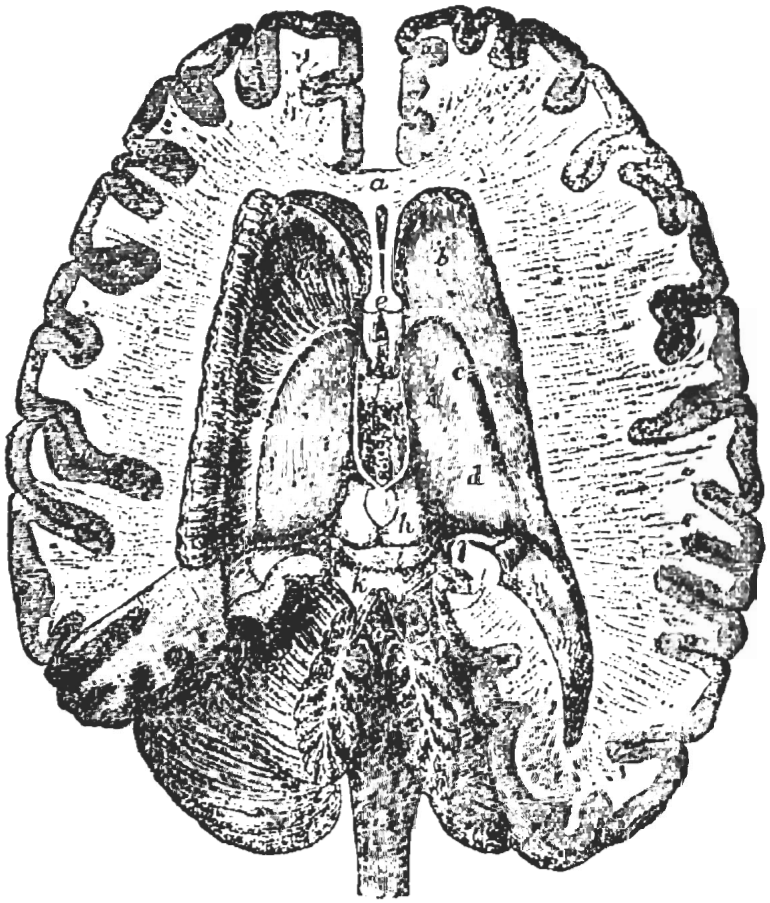
الحيوان دورًا رحويًا حول محور عمودي من جهة الجانب المصاب الى جهة الجانب السليم . غير ان هذه الحركات تحدث عند قطع اجزاء اخرى فلم يكن منها ادنى فائدة في معرفة وظيفة ساقي المخ

الاجسام الرباعية . لما كانت هذه الاجسام التي لا يتميز عنها الجسمان المعقدان في الوظيفة تقابل الفصين البصريين في الطيور والاسماك والحيوانات التي تعيش في الماء والهواء ظهر انها المراكز الرئيسية العصبية لاجل حاسة البصر . وقد اظهرت تجارب فلورنس ولونجت وهرتويك ان اقتلاع الاجسام الرباعية تعدم قوة البصر بالكلية ويصاحب العمى امراضها غالبًا وكثيرًا ما يضمران اذا ضمرت العينان . واذا هلك احد الاجسام الرباعية او احد الفصين البصريين في الطيور كانت النتيجة من ذلك العمى في العين المخالفة . ولا يحدث اذى بحسب الظاهر من اقتلاع هذه الاجسام الاَّ فقد البصر . غير ان لها عملاً في القزحية لانها تنقبض اذا تنبهت الاجسام المذكورة وتنبسط اذا اقتلعت . فيظهر من ذلك انها مراكز عصبية مستولية على حركات القزحية بحيث تضبطها بحسب التاثيرات الناشئة من الشبكية بواسطة العصبين والامتدادين البصريين

اختلفت المذاهب في وظائف الفصين الشميين والبصريين والجوهر السنجابي الذي في الجسر والجسمين المضلعين والسريرين البصريين وغيرها من المراكز السنجابية كالجوهر السنجابي الذي يشاهد في ارض البطين الرابع الذي يتصل به العصب السمعي اذا نظر اليها في الجملة . وافضلها مذهب العلاَّمة كربنتر وذلك ان هذه العقد هي المركز الحقيقي للحس اي انهُ بواسطتها يشعر العقل بالتاثيرات الحادثة في الاعضاء او الانسجة التي تتصل بالعقد بواسطة الياف عصبية . فان التاثيرات الحادثة مثلاً في العصب البصري او في الشبكية التي هي انبساطهُ تحمل بواسطة الياف العصب المذكور الى الاجسام الرباعية التي بواسطتها يشعر العقل بالتاثير الحادث . وكذلك التاثيرات الحادثة في خيوط العصب الشمي او السمعي التي تُنقَل اولاً الى العقد الشمية او السمعية ثم

يدركها العقل بواسطة العقد المذكورة . واما وظيفة السريرين البصريين والجسمين المضلعين فالاقرب انها من هذا النوع ايضاً وربما كانت متعلقة

شكل ١٤٦



ش ١٤٦ . تشريح الدماغ من الاعلى حتى يظهر البطين الجانبي والرابع والخامس مع الاجزاء المتجاورة . a القسم المقدم من الجسم الصلب وهو ركبتهُ . b الجسم المضلع . b الجسم المضلع في الجانب الايسر مقطوعاً ليظهر جوهرهُ السنجابي . الخط الممتد من c يشير الى الرباطة الهلالية . d السرير البصري . e القائمتان المقدمتان للقبوة مقطوعتين ويشاهد انهما نازلتان الى مقدم البطين الثالث وبينهما بعض المجمع المقدم . ويشاهد الى مقدم e خط اسود يدل على البطين الخامس الموضوع بين طبقتي الفاصل اللامع . f المجمع المتوسط . g البطين الثالث والى الوراء منهُ الغدة الصنوبرية . h و i الاجسام الرباعية . k الساق العليا من المخ و بقرب k صمام فيوسنس الذي قطع لاجل اظهار البطين الرابع . l قرن امون الاكبر والجسم المشرشر . m قرن امون الاصغر . n البروز الجانبي . o البطين الرابع . p الوجه السفلي النخاع المستطيل . r قطع المخيخ . s القسم العلوي من النصف الكروي الايسر للمخيخ وقد قُطع بعض الفص الخلفي المخي لاجل اظهارهِ

بالحس العام غير ان ذلك لا يزال تحت الشك . وبناء على ما تقدم سُمّيت هذه العقد بالحسية

وما عدا وظائف العقد الحسية من الحيثية المذكورة اي انها وسائط الاتصال بين العقل والاجسام الخارجة ربما كانت هذه الاعضاء مراكز عصبية تتم بواسطتها اعمال منعكسة من رتبة اعلى مما يتم بواسطة النخاع المستطيل وحدهُ او الحبل الشوكي وحدهُ . وذلك كالاعمال العضلية المركّبة التي لا يمكن اجراؤُها على ما ينبغي الاَّ بارشاد الحس كالمشي والكتابة والقراءة وغيرها التي تحتاج الى توسط الارادة في اوَّل الامر ثم تصير من باب العمل المنعكس البسيط المنفصل عن الارادة كما يتضح من التجربة . غير انهُ مع ثبوت كون هذه الاعمال منعكسة غير متعلقة بالارادة راسًا لم يثبت بالتحقيق ان مجلس الانعكاس هو في العقد الحسية فلا بد من زيادة البحث في ذلك

وربما كان من وظائفها ايضًا انها تنقل اوامر الارادة الى العضلات الخاضعة لها وعلى ذلك تكون مراكز للعمل المنعكس من حيث التاثيرات النازلة اليها من المخ كما انها تحمل التاثيرات الى المخ التي تصعد اليها بواسطة اعصاب الحس الخاص والعام

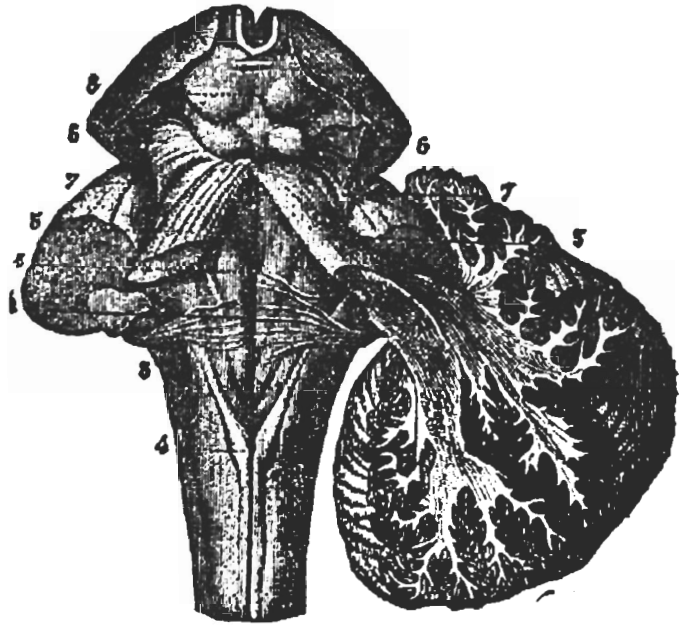
بناء المخيخ ووظائفهُ

المخيخ (شكل ١٤٧) مؤلف من قسم مركزي مستطيل يقال لهُ الزائدتان الدوديتان ونصفين كرويين يتصل كلٌّ منهما برفيقهِ بواسطة الزائدتين المذكورتين وايضًا بواسطة حزمة الياف مستعرضة يتكون منها معظم جسر فروليوس ويقال لها الساق المتوسطة او العنيق . ويتصل من الاعلى بالمخ بواسطة الساق العليا وصمام ڤيوسنس ومن الاسفل بالنخاع المستطيل بواسطة الساق السفلى وهي امتداد الجسم الحبلي

بناؤُهُ من جوهر سنجابي موضوع الى الظاهر وجوهر ابيض الى الباطن .

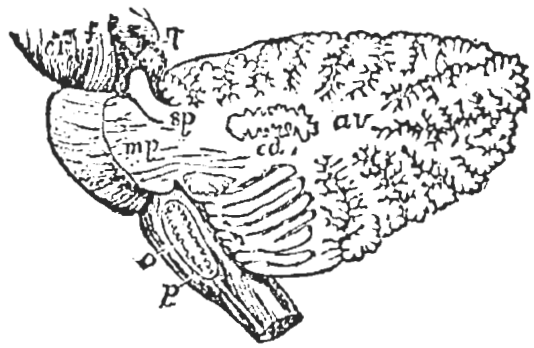
غير انهُ ماعدا الجوهر السنجابي المذكور تستقرّ كتلة صغيرة منهُ قرب مركز الجوهر

شكل ١٤٧



الابيض في كلٍّ من النصفين الكرويين يقال لها الجسم المسنن شبيهة بالجسم المسنن الموضوع في باطن الجسم الزيتوني من النخاع المستطيل

شكل ١٤٨



ش ١٤٧ . 1 الثلم المتوسط في البطين الرابع الذي ينتهي من الاسفل بقلم الكتابة والى كلٍّ من جانبيهِ البروز الطولي المكوَّن من الحزمة المستديرة . 2 منشا العصب السمعي . 3 الساق السفلى وهي عنبق المخ المكوَّنة من الجسم الحلمي . 4 الهرم الخلفي واعلاهُ قلم الكتابة . 5 ساق المخ العليا وهي الزائدة من المخ الى المخ او الخصيتين . 6 رباطة الى جانب ساق المخ . 7 ثلم جانبي في ساق المخ . 8 الاجسام الرباعية

١٤٨ . قطع المخ لاجل اظهار الجسم المسنَّن وقد قُطِع الجسم الزيتوني ايضاً لاجل اظهار جسمهِ المسنن . *cr* ساق المخ . *f* رباطة . *q* الاجسام الرباعية . *sp* ساق المخ العليا مقطوعة .

واما وظائف المخيخ فينظر اليها من ثلاثة وجوه وهي الحس والحركة الاختيارية والقوى العاقلة

١ . المخيخ نفسهُ غير حاس وقد يقطع جميعهُ بدون ان يُظهِر الحيوان شيئًا من حاسة الالم ولكن اذا مُسَّت احدى سوقهِ ظهر الالم واذا تنبَّه الامتداد الحبلي المستطرق اليهِ من النخاع المستطيل كان الالم شديدًا جدًّا . واذا اقتلع او هُتِك بواسطة المرض لم يصحب ذلك غالبًا فقد الحس او عدم انتظامهِ بل الحيوانات التي يقتلع منها لا تزال تشم وتبصر وتسمع وتحس بالالم . ولذلك لا يعتبر المخيخ عضوًا رئيسيًّا في الحس ولو دخلهُ امتداد الجسمين الحبليين اللذين حسهما شديد بحسب الظاهر

٢ . ظهر من تجارب لونجت وغيرهِ ان تنبيه المخيخ لا يُحدِث ادنى حركة . واقتلع فلورنس المخيخ طبقة فطبقة في الطيور فكانت النتيجة من ذلك غريبة جدًّا وهي انهُ عند نزع الطبقات السطحية صارت الحركات العضلية ضعيفة وغير متناسبة . وعند وصولهِ الى الطبقات المتوسطة قلقت الحيوانات وصارت حركاتها عنيفة غير منتظمة وانما بقي البصر والسمع سليمين . وعند قطع القسم الاخير من المخيخ لم يبقَ شيء من قوة الطيران والمشي والوقوف وحفظ موازنة الوضع بل اذا أُلقي الحيوان على ظهرهِ لم يستطع ان يسترجع وضعهُ الاوَّل فكان يخفق بجناحيهِ ويبصر ضررًا قريبًا لهُ ويحاول ان يتجنبهُ . وبناء على ذلك لم تُفقَد الارادة او الحس او الذاكرة وانما فُقِدَت قوة تركيب اعمال العضلات بعضها مع بعض وصارت حركات الحيوان كحركات الرجل السكران

وتكررت هذه التجارب في جميع انواع الحيوانات فكانت النتائج واحدة فاستنتج المعلم فلورنس المذكور ان المخيخ لا يتعلق بالجهاز الحسي او العقلي وانهُ ليس من مصادر الحركة الاختيارية على انهُ قسم من الجهاز الحركي بل هو العضو

---

mp ساقة المتوسطة . *av* الجوهر الابيض . *cd* الجسم المسنن . *o* الجسم الزيتوني وفي باطنهِ جسمهُ المسنن . *p* الهرم المقدم

الخاص بتحكيم الحركات الاختيارية بعضها لبعض اي بتنبيه عمل العضلات المركب. ومما يؤيد هذا المذهب حوادث المرض الذي يصيب المخيخ والتشريح النسبي لانهُ يشاهد ان حجم المخيخ عظيم جدًّا بالنسبة الى الحبل الشوكي في الحيوانات التي حركاتها الطبيعية تحتاج الى تركيب عمل العضلات بعضها مع بعض على نوع تام

وذهب المعلم فوقيل الى ان المخيخ عضو الحس العضلي اي انهُ العضو الذي يتوصل العقل بواسطتهِ الى معرفة حالة العضلات ووضعها لكي تتمكن الارادة من العمل فيها . وجميع التجارب التي سبق ذكرها موافقة لهذا المذهب كما توافق مذهب المعلم فلورنس لان تركيب الاعمال العضلية يعود الى معرفة حالة العضلات من حيث وضعها وكمية توترها كما يعود الى القوة التي تنبه انقباضها بواسطة مركز عصبي. فاذا اصاب المخيخ اذًى عُدِمت قوة الحركة المتناسبة سواء كان المخيخ مجلس الحس العضلي او مركز تركيب الاعمال العضلية ولذلك لم ينتج من التجارب ما يرجح المذهب الواحد على الآخر

وذهب المعلم كال الى انهُ عضو العشق الناسلي وهو القول المقبول عند عامة الفرينولوجيين . والادلة التي يقدمونها بشان ذلك هي ان اذى المخيخ يحدث هزالاً في الخصيتين وفقد الشهوة التناسلية وان في بعض امراضهِ يكثر انتصاب القضيب والقذف المنوي وانهُ يمكن تعيين درجة الشهوة التناسلية بواسطة فحص ظاهر الجهة الخاصة بالمخيخ . وقد رُدَّ على كل ذلك بادلة كثيرة مبنية على مشاهدة امراض المخيخ وحجمهِ النسبي والتجارب الكثيرة فلم يثبت الى الآن ان لهُ علاقة خصوصية بالشهوة الجنسية

وبناء على ما تقدم ينتج من جميع المشاهدات ان للمخيخ وظيفة واحدة وهي نظم الحركات العضلية وتركيب بعضها مع بعض اوانهُ يخبر العقل بحالة العضلات ووضعها بحيث تعمل الارادة فيها عملاً منتظمًا مركبًا

هذا وان كلاًّ من نصفي المخيخ خاص بعضلات شطر الجسد المخالف ويظهر ان

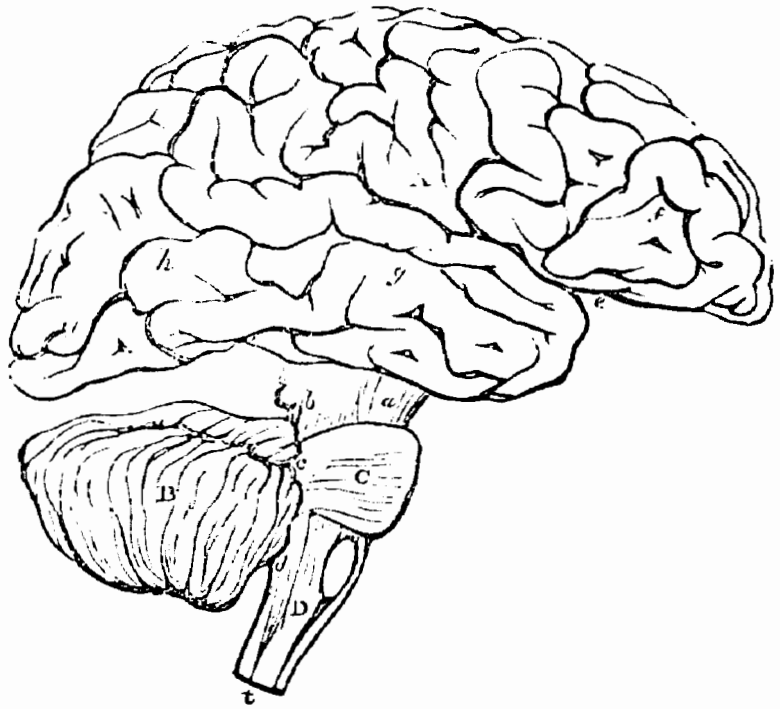
عملها معًا ضروري لكون الحركات متوازنة متناسبة . لانهُ اذا قُطِعت احدى سوقهِ او قُطِع الجسر الى احد جانبي الخط المتوسط بحيث ينقطع عمل احد نصفي المخيخ عن النخاع المستطيل والحبل الشوكي حدث من ذلك حركات غريبة غير منتظمة فيسقط الحيوان على الجانب المخالف للذي قطعت فيهِ ساق المخيخ ويتدحرج على نفسهِ المرة بعد الاخرى على الدوام بحيث يكون الدوران دائمًا حول محور جسدهِ الطويل مبتدئًا من الجانب الذي اصابتهُ الآفة . وقد يكون الدوران ستين مرة في الدقيقة وقد يدوم اياماً . وشوهدت مثل هذه الحركات في رجل حدث لهُ انسكاب سكتي في ساق المخيخ اليمنى وفي امرأة من ضغط ورم على الساق اليسري . وربما يعلل عن الحركات المذكورة بانهُ اذا احدث اذى الساق المخيخية فالجًا او حركات غير منتظمة في الجانب المخالف سقط الحيوان الى الارض واخذ يخفق بالجانب المأوف ويحاول النهوض بالجانب السليم فيقلب جسدهُ الى الناحية الاخرى فاذا اعاد العمل صارت الحركة دورًا رحويًا ثم اذا قُطِعت الساق الاخرى بطلت الحركة في الجانبين

بناء المخ ووظائفهُ

المخ متصل بالجسر والنخاع المستطيل بواسطة ساقيهِ وبالمخيخ بواسطة ساقي المخيخ العلويتين اللتين يقال لهما الزائدتان من المخيخ الى الخصيتين وبواسطة طبقة من الجوهر السنجابي يقال لها صمام ڤيوسنس موضوعة بين الزائدتين المذكورتين وممتدة من الزائدة الدودية السفلى من المخيخ الى الاجسام الرباعية من المخ . وهذه الاجزاء التي توصل المخ بالاقسام الاخرى الرئيسية من المحور الدماغي الشوكي تكوّن بعض جدران البطين الرابع والقناة المستطرقة من البطين الثالث الى البطين الرابع . والبطين والقناة المذكوران امتداد القناة التي تسير في جميع طول الحبل الشوكي والدماغ مدة الحيوة الجنينية . وعلى ذلك تكون هذه الاجزاء امتداد العمود الدماغي الشوكي نحو الاعلى يتكوّن

عليهِ اولاً المخيخ ثم المخ (شكل ١٤٠)

شكل ١٤٩



التلافيف المخية مؤلفة من صفائح الياف متوازية اطرافها متجهة نحو سطح المخ ومغطاة وممزوجة بطبقات متعاقبة من الجوهر العصبي السنجابي . وطبقات الجوهر السنجابي الظاهر مرتبة على شكل انهُ اذا قطع احد التلافيف قطعًا عموديًا ظهر غالبًا ثلاث طبقات من الجوهر السنجابي تتوسط بينها طبقات من الجوهر الابيض . بناء الطبقات السنجابية كبناء الجوهر الحويصلي العصبي (صفحة ٢١٦)

وظيفة نصفي المخ الكرويين انهما مجلس القوى العاقلة كالتامل والفهم والذاكرة والمخيلة والحكم والارادة وغيرها . والادلة على ذلك اولاً انهُ اذا حدث لها اذًى عظيم كالاهتزاز او انضغاط فجائي حادث من السكتة قد يفقد

ش١٤٩ . رسم الدماغ كما يشاهد من الجانب الايمن وقد رُفع المخ قليلاً الى الاعلى لاجل اظهار علاقات اجزاء الدماغ بعضها ببعض . A المخ . f و g و h فصوصهُ المقدم والمتوسط والخلفي . e فرجة سلفيوس . B المخيخ . C جسر فرولبوس . D النخاع المستطيل . a ساق المخ . b و c و d سوق المخيخ العليا والمتوسطة والسفلى

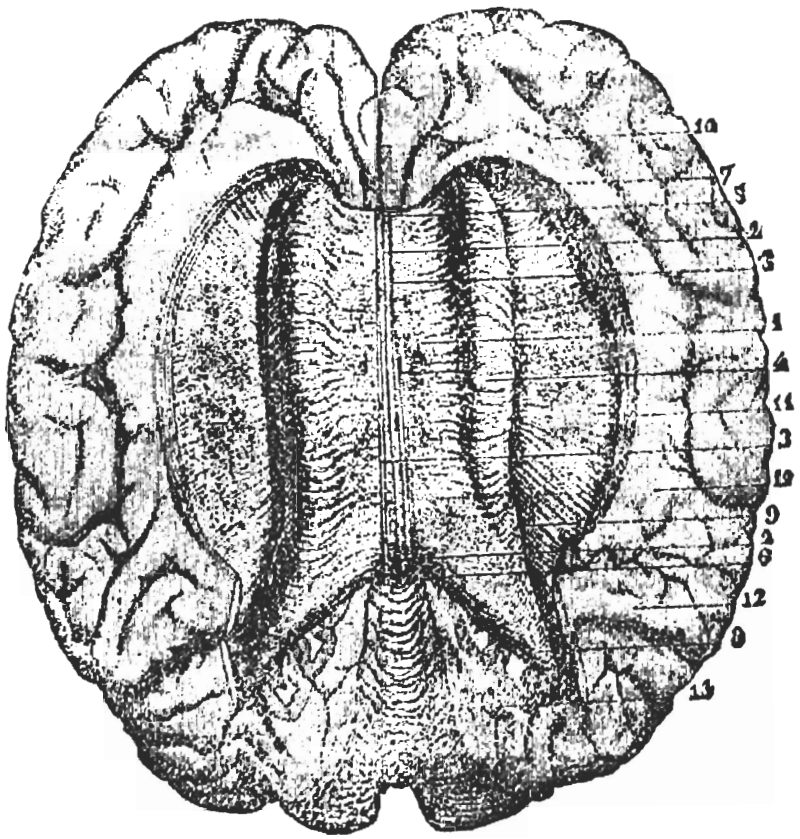
الانسان جميع ظواهر القوة العاقلة . ثانيًا يزداد نموهما بالنسبة الى بقية المجموع الدماغي الشوكي كلما ارتقت القوة العاقلة في الحيوانات ذوات الفقرات وفي الانسان بحسب سنهِ . ثالثًا ليس لنمو القوى العقلية نسبة كالنسبة المذكورة لقسم اخر من المجموع العصبي . رابعًا ان النقائص الخلقية والمرضية في النصفين الكرويين مصحوبة غالبًا بنقص في القوة العاقلة

واما الكيفية التي يتم بها الدماغ وظائفهُ من هذا القبيل فامر مبهم بالكلية . غير انهُ يظهر ان واحدًا من النصفين الكرويين كافٍ لجميع الاعمال العقلية الاَّ الرفيعة منها . لانهُ قد شوهد حوادث كثيرة لم يظهر فيها نقص عقلي مع ان احد النصفين الكرويين كان قد فسد بناؤهُ او ضمر الى درجة لا تمكنهُ من اتمام وظيفتهِ ولذلك كان النصف الآخر كافيًا للقيام بوظيفة الاثنين . غير انهُ لم يتحقق العقل في الحوادث المذكورة في الامور الرفيعة العقلية فلم يكن من المحقق ان النصف الكروي الواحد كافٍ لها . ويركّب العقل غالبًا من الاحساسين اللذين باتيانهِ من النصفين الكرويين صورة واحدة عقلية . وتتقاطع التاثيرات الواردة الى النصفين الكرويين او الصادرة منهما في الخط المتوسط حتى اذا ضُغِط احدهما او هلك كان فقد الحس او الحركة الاختيارية في الشطر المخالف من الجسد

ومن المحتمل ان لكل قوة من القوى العقلية قسمًا خاصًّا بها من الدماغ . واخص الادلة على ذلك اولاً ان انقسام الدماغ الى اقسام تتعلق كلٌّ من القوى بقسم منها مطابق لوظائف الاعضاء المركبة او مجاميع الجسد كالمجموع الهضمي مثلاً الذي لكلٍّ من اقسامهِ كالكبد والمعدة والامعاء عمل خاص بهِ في هضم الطعام . ثانيًا تختلف درجة كلٍّ من القوى العاقلة في افراد البشر حتى ولو في الطفولية قبل تاثير التعليم في العقل لاننا نرى في الاطفال اختلافًا في الاميال الطبيعية والقوى العاقلة ويشاهد ايضًا ان لكلٍّ من افراد الناس البالغين ميلاً او قريحة خاصة بهِ ولا يعلل عن ذلك الاَّ بانفراد مجالس القوى التي تشتد

او تضعف بحسب شدة اوضعف مجالسها الخاصة . ثالثًا في انواع الجنون لانصاب غالبًا جميع القوى العقلية بل يشتد بعضها ويضعف البعض الآخر وقد لا يقع الخلل الاَّ في قوة واحدة فقط ويكون عمل البقية طبيعيًّا . رابعًا تبلغ القوى العاقلة اشدها في ازمنة مختلفة من الحيوة فيكون نشاط بعضها متزايدًا مدة الحداثة وبعضها مدة الكهولة ثم اذا تناقصت في الشيخوخة لا تنقص

شكل ١٥٠



ش ١٥٠ . الجسم الصلب من الاعلى وقد أُظهر وجههُ العلوي بنصل النصفين الكرويين وقلبهما الى جانب . 1 الوجه العلوي للجسم الصلب . 2 القيد المتوسط . 3 خطوط طولية تحدّ الثلم . 4 انتفاخ مكوّن من الالياف العرضية التي تسير الى الخ . 5 طرف الجسم الصلب المقدم وهو ركبتهُ . 6 طرفهُ الخلفي . 7 و 8 القسم المقدم والخلفي من كتلة الالياف السائرة من الجسم الصلب . 9 حافة الانتفاخ . 10 القسم المقدم من تلفيف الجسم الصلب . 11 صلة الاتحاد في التلفيف المذكور . 12 التلافيف الباطنة للفص الجداري . 13 الوجه العلوي المخيخ

جميعها في زمن واحد وفي درجة واحدة بل ينقص بعضها ويدوم البعض الآخر او يشتد . خامسًا يظهر تعدد الوظائف الدماغية من حوادث الاحلام فانهُ تسكن بعض القوى العقلية في النوم ويبقى غيرها متيقظًا عاملاً حسب الظاهر بواسطة الاجزاء الخاصة بهِ من اقسام الدماغ

اوّل من قال بهذا المذهب المعلمان كال وسبرزهيم ويُسمّى الفرينولوجيا وانما غاية ما ترجح منهُ هو ان الدماغ متعدد الاعضاء لكل قوة من القوى العاقلة عضو منها . واما قول الفرينولوجيين بانهم قد قسموا القوى العقلية تقسيمًا صحيحًا وبانهم اصابوا في تعيين مجالسها في اجزاء الدماغ وبانهُ يمكن معرفة ذلك بواسطة النظر الى ظاهر الجمجمة فمن الاوهام الباطلة التي لا يُعوَّل بها

واما وظائف بقية اجزاء الدماغ فاكثرها مجهول . غير انهُ يظهر ان وظيفة الجسم الصلب وهو مجمع الدماغ المستعرض العظيم موافقة العمل بين نصفي المخ الكرويين . وان وظيفة القبوة وغيرها من المجامع انها واسطة الاتصال بين اجزاء الدماغ من حيث العمل . واخرج وسترلن وغيرهُ الغدة الصنوبرية والجسم النخامي من المجموع العصبي بناءً ووظيفةً وقالوا انهما من الغدد اللاقنوات لها

وظائف الاعصاب الدماغية والشوكية

اختلفوا في عدد الاعصاب الدماغية فمنهم من يعدُّها تسعة ازواج وغيره يعدها اثني عشر وهو الاصح لان العصب السابع مؤلَّف من عصبين والثامن من ثلاثة اعصاب . واما الاعصاب الشوكية فاحد وثلاثون زوجًا لها صفات مشتركة بينها وهي ان لها جذورًا مقدمة وجذورًا خلفية وان الجذور المقدمة خاصة بالحركة والجذور الخلفية بالحس وان على الجذور الخلفية عقدًا وان الجذور المقدمة والخلفية تتركب بعد ذلك فتكوّن اعصابًا مزدوجة الوظيفة . وربما كانت هذه الصفات عامة على الاعصاب الدماغية ايضًا غير انهُ لم يمكن

تحقيق ذلك الاّ في العصب الخامس الذي سماهُ السار شارلس بل عصب الراس الشوكي

تُقسَم الاعصاب الدماغية او الجمجمية باعتبار وظيفتها على الكيفية الآتية :

اعصاب الحس الخاص : الشمي والبصري والسمعي وبعض اللساني البلعومي والفرع اللساني من الخامس

اعصاب الحس العام : معظم الخامس وبعض اللساني البلعومي

اعصاب الحركة : الثالث والرابع والقسم الثالث من الخامس والسادس والوجهي والعصب تحت اللسان

الاعصاب الممزوجة : الرئوي المعدي والشوكي الاضافي

وسيأتي الكلام على وظائف اعصاب الحس الخاص عند الوصول الى اعضاء الحواس

وظائف العصب الثالث والرابع والسادس الدماغية او الجمجمية

وظائف هذه الاعصاب متشابهة لانها جميعها تتعلق بعمل عضلات المقلة التي تتوزع هي فيها . والاصح انها جميعها مؤلفة من الياف محركة فقط . غير انهُ اذا تنبه جذع العصب الثالث عند منشاءِهِ يُشعَر بشيء من الالم وربما كان ذلك لان بعض خيوط العصب الخامس تدخل جذع العصب المذكور وترجع الى الدماغ او لان التنبيه يمتد الى الاجزاء المجاورة الحاسة

اما العصب الثالث وهو المحرك للمقلة فيتوزع في العضلة الرافعة للجفن العلوي وفي جميع عضلات المقلة الاّ المنحرفة العليا التي يختص بها العصب الرابع والمستقيمة الوحشية التي يتوزع فيها العصب السادس . ويرسل ايضًا فروعًا محركة الى القزحية بواسطة العقدة العينية او العدسية التي يكوّن جذرها القصير

اذا تنبّه العصب الثالث وهو في باطن الجمجمة تشنجت جميع العضلات التي يتوزع هو فيها . واذا انفلج او قُطع ظهرت هذه النتائج وهي اولاً يسقط الجفن العلوي على المقلة ويغطيها ولا يمكن رفعهُ الى الاعلى لانهُ يبطل عمل العضلة الرافعة للجفن ويدوم عمل المحيطة الجفنية التي عصبها من الوجهي . ثانيًا تحوّل المقلة نحو

الوحشية لانهُ يبطل عمل العضلات التي تقاوم عمل العضلة المستقيمة الوحشية التي عصبها الخاص بها هو السادس . ولسبب عدم انتظام محوري المقلتين كثيرًا ما يحدث من التحويل المذكور بصرًا مزدوجًا اذ يكون الجسم المنظور مفردًا . ثالثًا لايمكن تحريك العين الى الاعلى او الاسفل او الانسية . رابعًا تنبسط الحدقة

والعلاقة التي بين العصب الثالث والقزحية من الامور التي يجب ذكرها. فان انقباض القزحية الاعتيادي عمل منعكس يعلل عنهُ بانهُ اذا اصاب تنبيه النور الشبكية حُمِل التنبيه المذكور الى الاجسام الرباعية بواسطة العصب البصري ثم يعكس من هناك الى القزحية بواسطة العصب الثالث . ولذلك يبطل عمل القزحية اذا قُطِع او اهلك العصب البصري او العصب الثالث او الاجسام الرباعية . غير انهُ اذا قطع العصب البصري قد يتهيج انقباض القزحية بواسطة تنبيه طرفهِ الذي لا يزال متصلاً بالدماغ واذا قطع العصب الثالث يتهيج انقباض القزحية بواسطة تنبيه طرفهِ البعيد الذي تتوزع الياقهُ فيها . وبناء على ذلك يكون انقباض القزحية عملاً منعكسًا يحتاج عادةً الى عمل مشترك بين العصب البصري والاجسام الرباعية والعصب الثالث وربما اضيف اليها عمل العقدة العينية ايضًا . وفضلاً عن ذلك تنقبض القزحيتان اذا اصاب تنبيه النور واحدةً فقط من الشبكتين او اذا تنبه احد العصبين البصريين. ومن ثم اذا كانت العين الواحدة مصابة بالاموروسيس قد تنقبض قزحيتها عند تعريض العين السليمة لنور شديد ويظهران انقباض كلٍّ من الحدقتين بالنسبة لكمية النور التي تنبّه واحدة من الشبكيتين او كلتيهما تبعًا لكون احدى العينين مفتوحة او كلتيهما

وظيفة العصب الرابع وهو البكري او الاشفاقي الحركة فقط وعملهُ محصور في العضلة المنحرفة العليا التي يتوزع فيها

ووظيفة العصب السادس وهو المبعد للمقلة او المحرك الوحشي لها مقصورة

كوظيفة الرابع على الحركة . وهو لا يتوزع الاَّ في العضلة المستقيمة الوحشية ولذلك تشنج هذه العضلة وتحول المقلة الى الوحشية اذا تنبه العصب السادس ويبطل عملها اذا هتك بناء العصب او ضغط او قطع فتتحول المقلة الى الانسية ولا يمكن تحريكها الى الوحشية . وللعصب السادس مدة سيرهِ في الجيب الكهفي اتصالات كثيرة بالعصب السمباتوي فائدتها مجهولة

وظائف العصب الخامس

تقدم ان العصب الخامس وهو التوأمي الثلاثي يشبه الاعصاب الشوكية بان فروعهُ ناشئة من جذرين احدهما كبير حاس تتصل بهِ عقدة كاسير يوس والآخر صغير محرك ليس لهُ عقدة ولكنهُ يسير تحت عقدة الجذر الحاس ويتحد بالقسم الثالث الذي ينفذ منها . فالقسم الاوَّل والثاني اللذان ينشآن من الجذر الكبير حاسان فقط واما القسم الثالث الذي يتحد بهِ الجذر المحرك فوظيفتهُ الحركة والحس معًا

تتوزع فروع الجذر الكبير الحاس في جميع الاجزاء المقدمة والمقدمة الجانبية من الوجه والراس فتكسبها الحس العام الا جلد الجهة النكفية التي فروعها من الاعصاب الشوكية العنقية . ومن جملة الاجزاء المذكورة اعضاء الحس الخاص التي يحل منها الحس العام بواسطة العصب الخامس وحسها الخاص بواسطة اعصابها الخاصة . وكذلك عضلات الوجه والفك السفلي تكتسب الحس العضلي بواسطة خيوط القسم العقدي من العصب الخامس التي تتوزع فيها ما عدا اعصابها المحركة الخاصة بها الناشئة من العصب الوجهي

وتتوزع فروع من الجذر الصغير في عضلات المضغ وهي الصدغية والمضغية والجناحيتان وفي البطن المقدم من ذات البطنين والضرسية اللامية فتكتسب قوة حركتها منها . لانهُ قد شوهد في التجارب انهُ اذا تنبه القسم الثالث اي الفكي السفلي من العصب الخامس انقبضت جميع عضلات المضغ انقباضًا شديدًا واذا قطع او هتك بناؤهُ انفلجت . ومما يثبت ذلك ايضًا انهُ اذا انفلج العصب

الوجهي وبطلت حركة العضلات التي يتوزع هو فيها دامت حركة العضلات المضغية . وفي الفالج المذكور تبطل حركة العضلة المبوقة لان عصبها المحرك من الوجهي وتدوم اذا انفلجت العضلات المضغية. فيظهر من ذلك ان الخيوط التي تتوزع في العضلة المذكورة من الفرع الفمي للعصب الخامس حاسة كبقية خيوط الفرع المذكور على ان المسئلة لا تزال تحت الخلاف

واما الادلة على كون وظيفة فروع الجذر الكبير من العصب الخامس الحس فهي ان الفروع المذكورة تتوزع في الاجزاء الحاسة التي لا تقبل الانقباض العضلي وان حسّ بعض هذه الاجزاء شديد جدًّا وانها تفقدهُ اذا فلج العصب او قطع وانهُ اذا تنبه جذعهُ او فروعهُ في المرض او في التجربة كانت نتيجة ذلك المًا شديدًا بلا تشنجات وانهُ يوجد مشابهة في البناء بين هذا القسم من العصب الخامس والجذر الخلفي من الاعصاب الشوكية

غير ان لفروع الجذر الكبير من العصب الخامس عملاً ظاهرًا في حركة عضلات الوجه والراس والاجزاء الاخر التي تتوزع فيها ولو كانت هي مؤلفة من خيوط حاسة فقط . واما كيفية ذلك فهي : اولاً انها تكسب العضلات حسًّا بدونهِ لا يستطيع العقل ان يعرف وضعها وحالتها فلا يتاتى للارادة ان تعمل فيها . وربما كانت هذه هي الغاية المقصودة من الاستطراق الكثير بين فروع العصب الخامس والعصب الوجهي والعصب تحت اللسان واعصاب عضلات العين ولذلك اذا قطع العصب الخامس كانت حركة عضلات الوجه والراس بطيئة غير متقنة . ثانيًا انها تحمل الحس من حيث حالة ووضع الجلد والاجزاء الاخر لكي يتمكن العقل من المعرفة اللازمة لاجل تنفيذ مآربهِ . فانهُ اذا قطع العصب الخامس او فرعهُ تحت الحجاج بطلت او نقصت حركة الشفتين في تناول الطعام. وبناء على ذلك توهم العلامة السار شارلس بل ان حركة الشفة العليا في تناول الطعام موقوفة راسًا على العصب تحت الحجاج لانهُ شاهد انهُ بعد قطع هذا العصب على الجانبين في حمار لم يمكنهُ بعد ذلك ان يتناول

الطعام بشفتيهِ بل كان يضغطها على الارض ويتناول الطعام بلسانهِ . ثم اعاد التجربة المعلم مايو فشاهد ان الحيوان لم يتناول طعامهُ بعد ذلك بشفتيهِ ولكنهُ كان يستطيع ان يفتحها فظهر من ذلك انهُ فقد الحس لا الحركة كما توهم السار شارلس بل لانهُ لما فقد الحيوان الحس لم يشعر بالطعام الذي كان يمسّ شفتيهِ على انهُ كان قادرًا ان يقبضهُ بهما . ثالثًا للعصب الخامس دخل جوهري في اعمال العضلات المنعكسة الموقوفة على تنبيههِ . ولذلك اذا قطع لم يستطع بعد ذلك ان يحمل التاثيرات الى المراكز العصبية لكي تنعكس من هناك الى العضلات فاذا هُيّج الملتحم لم ينطبق الجفنان واذا هيج الانف لم يحدث عطاس واذا هيج اللسان لم يفض اللعاب خلافًا لما اذا كان العصب سليمًا

وللعصب الخامس عمل ايضًا في حركات القزحية بواسطة فروعهِ الهدبية وبواسطة جذر العقدة العينية الطويل الذي هو فرع منهُ . فانهُ اذا قطع جذع قسمهِ العيني انقبضت الحدقة او انبسطت ودامت على احدى الحالتين بلا حركة ولو تعرّضت للنور . واما السبب في العمل المذكور فمجهول الاّ انهُ لما كانت هذه النتائج تعقب هلاك العقدة العنقية العليا من السمباتوي ربما كانت ناشئة عن اذى خيوط السمباتوي التي تتحد بجذع العصب الخامس عند عقدة كاسير بوس ثم تسير مع فروع قسمهِ العيني الى القزحية

ولهُ عمل ايضًا في اعضاء الحسّ الخاص لانهُ اذا قطع تاخذ القرنية في الظلام الى ان تبيضّ بالكلية ويحدث التهاب دني في الملتحم والصلبة وباطن العين الى ان يفسد بناء جميع المقلة وتفقد او تنقص حاسة الشم وحاسة السمع وتفقد حاسة الذوق من مقدم اللسان وجانبيهِ حيث يتوزع الفرع اللساني وهو الذوقي من فروع القسم الفكي السفلي من العصب الخامس . على انهُ قد شوهد حديثًا مريض قُطع فيهِ العصب الخامس ودامت سلامة اعضاء الحسّ الخاص الا قسم اللسان الذي يتوزع فيهِ فرعهُ الذوقي

ويظهر من فقد حاسة الذوق ان وظيفة الفرع اللساني المذكور تتعلق

بهذه الحاسة ولعل تغذية مقدم اللسان وجانبيهِ لا تتم كما ينبغي الاَّ بواسطة هذا الفرع وسنعود الى هذه المسئلة في الكلام على وظائف العصب اللساني البلعومي. واما من حيث نتائج قطع العصب الخامس او انفلاجهِ فانهُ بعد حدوث ذلك ببرهة قصيرة قد تفقد جميع اعضاء الحواس اولاً حسها العام الموقوف راسًا على العصب الخامس وثانيًا حسها الخاص الموقوف على اعصاب خاصة بهِ غير العصب الخامس . ولا يعلل عن النتائج المذكورة الاَّ بان للعصب الخامس عملاً في تغذية اعضاء الحواس الخاصة فاذا قطع او هتك بناؤُهُ فسدت تغذيتها ودثر بناؤُها وبطلت وظيفتها

وقال ماجندي ولوحبت ان هلاك العين يكون اسرع بعد قطع جذع العصب الخامس عقيب نفوذهِ من عقدة كاسير بوس او بعد قطع القسم العيني مما اذا قطع بين الدماغ والعقدة المذكورة فيظهر من ذلك ان العمل في تغذية العين عائد الى خيوط العصب السمباتوي التي تتحد بفروع العصب الخامس عند عقدة كاسير بوس وما بعدها لا الى خيوط العصب الخامس نفسهِ. ويؤيد هذا القول استئصال العقدة العنقية العليا السمباتوية فانهُ يعقبهُ هلاك العين كما يعقب غالبًا قطع العصب الخامس. غير انهُ يظهر من انصال عقد سمباتوية بجميع اقسام العصب الخامس عند منشأ الفروع التي تتوزع في اعضاء الحواس كاتصال العقدة العينية بالعصب العيني عند منشأ الاعصاب الهدبية واتصال العقدة الوتدية الحنكية (عقدة ميكل) بالفكي العلوي عند منشأ فروعها اللانف واللهاة واتصال العقدة الاذنية بالفكي السفلي عند منشأ الخيوط للاذن الباطنة واتصال العقدة تحت الفك بالفرع اللساني ان للعصب السمباتوي والعصب الخامس عملاً مشتركًا في تغذية اعضاء الحواس. ويؤيد ذلك التجارب وحوادث المرض اذ يقع نقص تغذية هذه الاعضاء عند اذى احد هذين العصبين

وظائف العصب الوجهي

العصب الوجهي ويقال لهُ القسم الصلب من العصب السابع هو المحرك

لجميع عضلات الوجه والعضلة الجلدية الاَّ العضلات المضغية التي اعصابها المحركة من الخامس (صفحة ٢٦٣) . ويتصل بعصب ڤديان فيرسل فروعًا للرافعة للهاة والغلصمية وبالعقدة الاذنية فيتوزع في الشادة للطبلة . وتتوزع فروعهُ الطبلية في الركابية والراخية للطبلة وحبيلهُ الطبلي في اللسانية وفروعهُ التي تنشأُ منهُ قبل وصولهِ الى الوجه في عضلات الاذن الظاهرة والبطن الخلفي لذات البطنين والابرية اللامية . وهو العصب الوحيد المحرك لاكثر العضلات المذكورة وليس لهُ وظيفة غير الحركة لانهُ اذا تهيج بقرب منشائهِ لم يحدث من ذلك الم خلافًا لفروعهِ ويعلل عن ذلك بكثرة اتصالاتهِ مدة سيرهِ باعصاب حاسة ينشأُ الالم من خيوطها المتحدة بفروعهِ . والاتصالات المذكورة بالعصب الخامس بواسطة الاعصاب المحجرية وبالعصب الرئوي المعدي بواسطة فرعهِ الاذني قبل خروج الوجهي من باطن الجمجمة

وما عدا عمل هذا العصب في الحركة على ما تقدم لهُ عمل في الافراز (صفحة ٢١٨) لانهُ يرسل فروعًا للغدة تحت الفك والغدة النكفية يُحمَل بواسطتها التنبيه فيزيد افراز اللعاب . لانهُ اذا كُشِفت الغدة تحت الفك مثلاً وقطع الحبيل الطبلي شوهد ان تنبيه طرف هذا العصب البعيد بسيل كهربائي خفيف يحدث انتفاخ الغدة بالدم وزيادة افراز اللعاب . وعلى هذا تكون زيادة افراز اللعاب من الغدة تحت الفك عند تناول الطعام ناشئة من عمل منعكس مشترك بين فروع العصب الخامس واللساني البلعومي الموردة والحبيل الطبلي الذي يُصدِر التنبيه من المركز العصبي الى الغدة المذكورة

اذا قطع العصب الوجهي او انفلج فقدت العضلات التي يتوزع فيها قوة الحركة وظهر خلل في وظائف جميع اعضاء الحواس التي لا تتم كما ينبغي الاَّ اذا كان هذا العصب صحيحًا . لانهُ في فالج العصب الوجهي تكون العضلة المحيطة الجفنية فاقدة القوة فتبقى العين منتوحة لسبب عمل العضلة الرافعة للجفن بدون ان يقاومها عمل العضلة المذكورة فيتعرض الملتحم للهواء والغبار على الدوام

وقد يمتد الاذى الى القرنية وتتعطل وظيفة البصر. وكذلك قد تسيل الدموع على الوجه لسبب انفلاج الشاذة لغضروفي الجفنين بحيث يتغير وضع النقطتين الدمعيتين فلا تستقبلان الدموع كما في الصحة . — وقد تتعطل ايضًا وظيفة السمع لسبب فقد قوة عضلات الاذن الباطنة. وتنقص ايضًا حاسة الشم لسبب عدم امكان جذب الهواء الى اعلى الحفرتين الانفيتين حيث يتوزع العصب الشمي لان الاستنشاق لا يتم كما ينبغي الاَّ اذا كان عمل عضلات الانف سليمًا . وتنقص حاسة الذوق وقد تبطل بالكلية اذا كان سبب الفالج واقعًا بين منشأ العصب الوجهي وخروج الحبيل الطبلي منهُ ولا يعلل عن ذلك الاَّ بواسطة عمل الحبيل الطبلي في حركة العضلة اللسانية وما يجاورها من الياف اللسان وربما في حركة الابرية اللسانية على شكل ان حركة هذه العضلات التامة تتعلق بحاسة الذوق على ان كيفية العلاقة بين الامرين مجهولة

واذا فقدت عضلات الوجه قوتها بواسطة فالج العصب الوجهي تغيرت السحنة في الجانب المفلوج تغيرًا خاصًا بالفالج المذكور فتنجذب زاوية الفم الى الاسفل ويظهر ان نصف الفم المفلوج اطول من النصف الآخر وتبقى العين مفتوحة متحملقة لا تنطبق لسبب عدم عمل المحيطة الجفنية واذا نفخ الانسان او صفر لم يعمل الاَّ النصف الصحيح من الفم والخد الواحد دون الآخر وهكذا في المص والرضاعة واما في المضغ فيستقر الطعام بين الخد واللثة في الجانب المصاب لسبب عدم عمل العضلة المبوقة التي عصبها المحرك من الوجهي وعصبها الحاس من الخامس

ثم ان العصب الوجهي الذي تتوقف عليهِ حركة العضلات التي تشعر بالانفعالات النفسانية كالحزن والفرح والغضب وغيرها لا يعمل وحدهُ بلا مشاركة العصب الخامس بل تحمل اولاً معرفة حالة كل عضلة ووضعها الى الدماغ بواسطة العصب المذكور ثم ترسل الاندفاعات المحركة الى العضلات بواسطة العصب الوجهي ولذلك كان توزع العصب الخامس في عضلات

الوجه بواسطة اتصالاتهِ الكثيرة بالعصب الوجهي اشد جدًّا من توزع الالياف الحاسة في عضلات غير هذا القسم

وظائف العصب اللساني البلعومي

العصب اللساني البلعومي (شكل ١٥١) قسم من اقسام العصب الثامن الثلاثة والقسمان الاخران هما الرئوي المعدي والشوكي الاضافي . وهذا التقسيم غير موافق بل الاولى ان يُعدّ كلٌّ من هذه الاقسام عصبًا قائمًا بنفسهِ على ان بعض فروع اللساني البلعومي والرئوي المعدي تتركب وتتوزع معًا بحيث يستحيل فصلها بعضها عن بعض بناءً ووظيفةً

الظاهر ان العصب اللساني البلعومي يرسل خيوطًا بواسطة فرعهِ الطبلي الذي هو عصب يعقوب الى الكوة البيضية والكوة المستديرة وبوق اوستاكيوس ويرسل ايضًا خيوطًا الى الضفيرة السباتية وخيوطًا اخرى بواسطة العصب الحجري الى عقدة ميكل وهي الوتدية الحنكية . ويتواصل داخل الجمجمة او خارجها بالرئوي المعدي ثم اذا نفذ منها بالسمباتوي ويفرع ذات البطنين من الوجهي وبالعصب الشوكي الاضافي ثم ينقسم الى قسمين عظيمين اسمهُ ماخوذ منهما يتوزعان في الغشاء المخاطي لموخر وجانبي القسم العلوي من البلعوم وفي بوق اوستاكيوس وقوس اللهاة واللوزتين وغشائها المخاطي وفي الخط المتوسط من اللسان الى الثقب الاعور والى قرب الراس من الجانبين والاسفل

وقد ترجّح من التجارب ان العصب اللساني البلعومي مؤلف من الياف الحسّ العام والياف حاسة الذوق وبعض الياف محركة ناشئة من الرئوي المعدي او الشوكي الاضافي . والنتائج التي ظهرت من التجارب المذكورة هي : اولاً انهُ يحدث الم عند تهييج العصب ولاسيما فرعهِ البلعومي . ثانيًا اذا تنبّه اعلى منشأ القسم البلعومي او تنبّهت الفروع البلعومية حدثت حركات عضلية في البلعوم واسفل الوجه . واذا قطع حدثت الحركات المذكورة عند تنبيه القسم العلوي او الجمجمي ولم تحدث عند تنبيه القسم السفلي المتصل بالعضلات ولذلك

كانت هذه الحركات ناشئة عن تاثير منعكس من المراكز العصبية الى العضلات بواسطة اعصاب اخر . ثالثًا اذا توقفت وظائف الدماغ والنخاع المستطيل بواسطة تسميم الحيوان بالحامض البروسيك ونُبِّه العصب اللساني البلعومي قبل ان تحد بهِ فروع الرئوي المعدي لم تحدث حركة في عضلات البلعوم وغيرها التي تتوزع فروعهُ فيها ولكن اذا نُبِّه الفرع البلعومي من الرئوي المعدي او العصب اللساني البلعومي بعد ان تتصل بهِ الفروع الاستطراقية المذكورة حدثت حركات شديدة في جميع العضلات البلعومية وفي القسم العلوي من المريء

فبناء على ما تقدم يظهر ان الحركة التي تنشأ من العصب اللساني البلعومي عائدة الى خيوط الرئوي المعدي او الشوكي الاضافي المتصلة بهِ او الى التاثيرات التي ينقلها هو الى النخاع المستطيل ثم تنعكس من هناك الى العضلات بواسطة اعصاب محركة من الرئوي المعدي والشوكي الاضافي والوجهي . وعلى الكيفية المذكورة يهيج العصب اللساني البلعومي حركة عضلات الازدراد بواسطة النخاع المستطيل فهو العصب الرئيسي المورد اي الحاس الذي ينبه هذه الاعمال على انهُ تشترك معهُ اعصاب اخر في ذلك لان المعلم زيد قد اثبت من التجارب ان الازدراد يدوم ولو قطع العصبان اللسانيان البلعوميان

وعلى ذلك يظهر ان لهذا العصب وظيفتين وهما انهُ عصب الحس العام للاجزاء التي يتوزع فيها والعصب المورد الذي تحمل التاثيرات بواسطتهِ ثم تنعكس الى العضلات المجاورة . ولهُ وظيفة ثالثة معتبرة وهي انهُ العصب الذوقي في جميع اجزاء اللسان التي يتوزع فيها . لانهُ بعد الجدال الطويل في اي العصبين هو الذوقي اهو الفرع اللساني من الخامس او الفرع اللساني من اللساني البلعومي قد ترجح ان كليهما متعلقان بهذه الوظيفة . فانهُ قد ثبت من التجارب والمشاهدات الكثيرة انهُ اذا قطع او انفلج جذع العصب الخامس او فرعهُ اللساني فقدت حاسة الذوق بالكلية من السطح العلوي لمقدم اللسان وجانبيهِ وبقيت سليمة في موخرهِ وجانبيهِ الموخرين واللهاة التي يتوزع فيها العصب اللساني البلعومي . ومن جملة

ذلك انهُ عند نزع قسم من الفك السفلي في امراة في احد المستشفيات الانكليزية قطع الفرع اللساني الايسر من العصب الخامس ففقدت المراة الحسُّ العام وحاسة الذوق في راس اللسان ومقدم نصفهِ الايسر على انهما داما سليمين في ما بقي من اللسان حيث يتوزع الفرع اللساني من العصب البلعومي

وامتحن قلنتين الذوق في ثلاثين تلميذًا فراى ان اوضح هذه الحاسة كانت في قاعدة اللسان الى الثقب الاعور وفي خطوط منفرجة منهُ الى كل من جانبيهِ وفي القوسين اللهويتين الخلفيتين الى لسان المزمار وفي اللوزتين والقسم العلوي من البلعوم المشرف على جذر اللسان ولا يخفى ان هذه الاجزاء هي المجلس الذي يتوزع فيهِ العصب اللساني البلعومي. ولم تظهر حاسة الذوق في اكثر التلاميذ في مقدم ظهر اللسان وقسمهِ المقدم السفلي اللذين يتوزع فيهما الفرع اللساني من الخامس وحدهُ. على انهُ ولو كان ذلك صحيحًا في عامة البشر يظهر ان الفرع اللساني من الخامس مشارك للساني البلعومي في حاسة الذوق من ان للبعض حاسة الذوق في مقدم اللسان وسطحهِ العلوي

وظائف العصب الرئوي المعدي

يُسمَّى هذا العصب احيانًا بالتائه ويختلف عن بقية الاعصاب الجمجمية والشوكية بكثرة الاجزاء التي يتوزع فيها وكثرة الوظائف المتعلقة بهِ اما بواسطة خيوطهِ الخاصة بهِ او بواسطة الخيوط الممتزجة بهِ الناشئة من اعصاب اخر

اما الاجزاء التي يتوزع فيها فهي اولاً قسم عظيم من غشاء البلعوم المخاطي وجميع عضلات البلعوم التي تتوزع فيها فروعهُ البلعومية التي تدخل في تكوين الضفيرة البلعومية. ثانيًا الغشاء المخاطي الذي يغطي الوجه السفلي من لسان المزمار والمزمار ومعظم الحنجرة والعضلة الحلقية الدرقية التي يتوزع فيها العصب الحنجري العلوي. ثالثًا غشاء القصبة المخاطي واليافها العضلية واسفل البلعوم والحنجرة وجميع عضلات الحنجرة التي يتوزع فيها العصب الحنجري السفلي الا الحلقية الدرقية رابعًا غشاء المرئ المخاطي وطبقتهُ العضلية التي تتوزع فيها فروعهُ المرئية. خامسًا

تتوزع فروعهُ القلبية في القلب والشرايين الكبيرة وصغيرناهُ الرئويتان المقدمة والخلفية في الرئتين وفروعهُ الانتهائية في المعدة وتمتد منهُ فروع الى الكبد والطحال ايضًا

تاليف العصب الرئوي المعدي من الياف محركة وحاسة وعندية[1] خاصة بهِ تختلط بها خيوط من السمباتوي والشوكي الاضافي والاعصاب العنقية وربما ايضًا من اللساني البلعومي والوجهي. وقد ظهر من تجارب المعلم ريد في الكلاب ان وظائفهُ على ما ياتي . اولًا ان الفرع البلعومي هو المحرك الرئيسي او الوحيد للبلعوم واللهاة الّا ان بعض اليافهِ المحركة ناشئة من العصب الشوكي الاضافي . ثانيًا العصب الحنجري السفلي (وهو الراجع) هو المحرك للحنجرة لانهُ اذا نُبِّه حدثت حركات شديدة في الغضروفين الطرجهاليين ولكن اذا نبّه العصب الحنجري العلوي لم يحدث حركة في العضلات المرتبطة بالغضروفين المذكورين وانما تنقبض العضلة الحلقية الدرقية. ثالثًا معظم العصب الحنجري العلوي حاس لانهُ اذا قطع بقيت حركة المزمار سليمة ولكنهُ يفقد الحس ومعظم العصب الحنجري السفلي محرك لانهُ اذا قطع بطلت حركة المزمار من غير ان ينقص حس غشائهِ المخاطي . رابعًا حركات المريء موقوفة على الياف محركة من العصب الرئوي المعدي والمرجح انها تهيج بواسطة التاثيرات الحادثة في الياف العصب المذكور الحاسة لانهُ اذا تنبّه جذعهُ تهيجت حركات في المريء تمتد على القسم القلبي من المعدة واذا قطع الجذع انفلج المريء وتمدّد بالطعام . خامسًا الفروع القلبية من العصب الرئوي المعدي هي من جملة السبل التي تجري فيها تاثيرات الاعضاء المركزية والانفعالات النفسانية الى القلب . سادسًا الفروع الرئوية هي المجاري الرئيسية التي تحمل بواسطتها الى النخاع المستطيل التاثيرات الحادثة في غشاء الرئتين المخاطي التي تهيج التنفس ولم يستطع المعلم ريد ان يحقق هل تتضمن الفروع المذكورة اليافًا محركة او لا

(١) للعصب الرئوي المعدي عقدتان خاصتان بهِ تظهران فيهِ قرب الثقب الوداجي

ومما تقدم يظهر ما للعصب الرئوي المعدي من العمل في وظائف الاعضاء التي يرسل فروعًا اليها وتفصيل ذلك على ما ياتي :

١ . حركات البلعوم في الازدراد من العمل المنعكس فانهُ اذا فعل تنبيه الطعام في خيوط العصب اللساني البلعومي وخيوط الحنجري العلوي التي تتوزع في البلعوم حُمِل التنبيه المذكور الى النخاع المستطيل وانعكس من هناك على الخصوص بواسطة الرئوي المعدي الى عضلات البلعوم

٢ . الخيوط الحاسة التي تنشأ من الرئوي المعدي وتتوزع في المزمار تكسبهُ حسًّا شديدًا فيحافظ على منع دخول اجسام غريبة او غازات غير صالحة للتنفس لانهُ اذا مسَّ شيء من ذلك الغشاء المخاطي حُمِل التنبيه بواسطة خيوط الفرع الحنجري العلوي الى النخاع المستطيل وانعكس من هناك الى خيوط العصب الراجع اي الحنجري السفلي فيحدث من ذلك انقباض العضلات التي تسد المزمار. ولهذين الفرعين المذكورين من الرئوي المعدي مشاركة ايضًا في احداث الصوت ونظمهِ فان الحنجري السفلي يضبط انقباض العضلات الذي تتوقف عليهِ درجة توتر الحبال الصوتية والحنجري العلوي يحمل الى العقل الحسّ من حيث حالة العضلات المذكورة لكي يتمكن من العمل فيها . ولهما مشاركة ايضًا في اتساع المزمار وانقباضهِ في الشهيق والزفير ولاسيما في السعال وغيرهِ من الاعمال الزفيرية العنيفة (صفحة ١٤٦)

٣. للعصبين الرئويين المعديين دخل عظيم في التنفس لسبب ما ذكر من عملها في حسّ الحنجرة وحركتها العضلية ولاسباب اخر ايضًا ولذلك يتسبب الموت غالبًا عن قطعها. لانهُ اذا قُطِع العصبان بطؤ التنفس في الحال وتناقص عدد التنفسات الى نحو نصف الكمية الاعتيادية وربما كان ذلك ناشئًا عن انهما الحاملان الرئيسيان لتاثير ضرورة التنفس الى النخاع المستطيل. ولا ينقطع التنفس لان التاثير المذكور يحمل الى النخاع المستطيل بواسطة الاعصاب الحاسة التي تتوزع في جميع الاجزاء التي يجري فيها الدم الناقص التطهير (انظر صفحة ٣٤٥)

واذا قطع العصبان او فرعاها الراجعان في الحيوانات الحديثة السن كانت النتيجة غالبًا الموت السريع خلافًا للحيوانات المتقدمة في السن التي لاتموت ضرورةً واذا ماتت كان الموت بطيئًا . وربما كان السبب في ذلك انهُ لما كانت غضاريف الحنجرة في صغار الحيوانات لينة انطبق المزمار بواسطة ضغط الهواء في الشهيق واختنقت الحيوانات ما لم تفتح القصبة فتحًا اصطناعيًا. واما في الحيوانات القديمة فلما كان الغضروفان الطرجهاليان صلبين بارزين منعا احكام طبق المزمار بواسطة ضغط الهواء فيبقى قسمهُ الخلفي مفتوحًا ولو انفلجت جميع العضلات فيتمكن الحيوان من التنفس على ان ضيق الفتحة يزيد العسر في المحافظة على الحيوة . ثم بعد الموت البطيء المذكور تشاهد الرئتان محتقنتين بالدم وشعبها مشحونة بسائل دموي مزبد ومخاط حتى انهُ ربما كانت هذه التغيرات سببًا للموت. والحاصل سبب الموت عند قطع العصبين الرئويين المعديين في الحيوانات الحديثة هو انطباق المزمار الميكانيكي الناتج عن انفلاج عضلاتهِ . وسبب الموت البطيء هو احتقان الرئتين الناشي عن نقص كمية الهواء الداخلة وفالج الاوعية الدموية ودخول مواد غريبة الى الشعب . لانهُ اذا نقصت كمية الهواء وزادت كمية الحامض الكربونيك في الخلايا الهوائية والاوعية الشعرية الرئوية تاخر سير الدم في الرئتين فينتج من ذلك احتقانها والتهابها وكذلك اذا انفلجت الاوعية الدموية واحتقن الدم فيها . واذا فقد المزمار حسَّهُ دخلت افرازات الفم والحلق منهُ الى الشعب بدون معارضة

٤ . اما عمل العصبين الرئويين المعديين في حركة المرىء والمعدة وافراز السائل المعدي وحاسة الجوع والامتصاص المعدي وحركة القلب فقد سبق الكلام عليها في الفصول السابقة

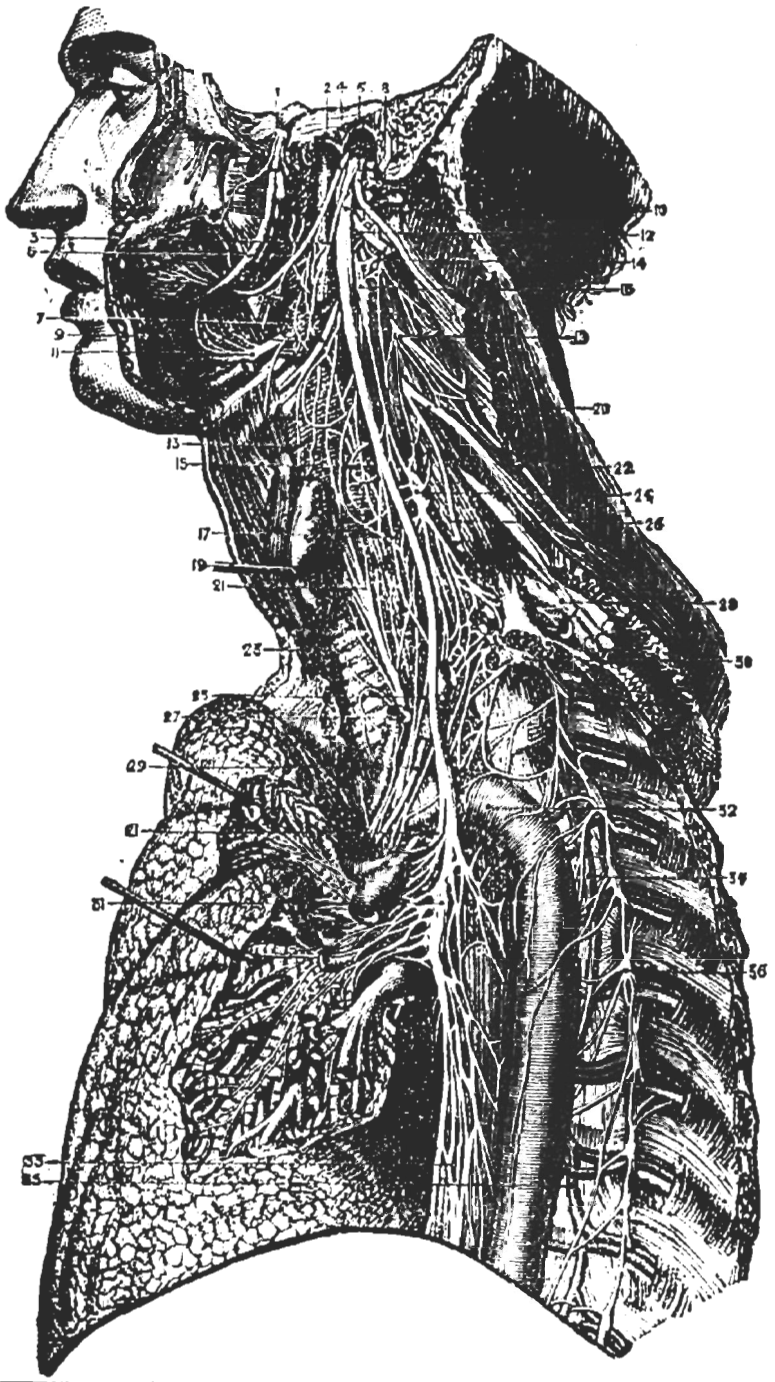
وظائف العصب الشوكي الاضافي

نقدَّم ان للعصب الرئوي المعدي خيوطًا محركة خاصة بهِ من منشئها . وربما كان هذا القول صحيحًا الاَّ انهُ قد ذهب بعض الفيسيولوجيين الى ان

معظم الخيوط المذكورة او جميعها ناشئ لا من العصب الرئوي المعدي راسًا بل من الشوكي الاضافي

العصب الشوكي الاضافي مؤلف من جزءين احدهما اضافي للرئوي المعدي

شكل ١٥١



ش ١٥١ . العصب الثامن وفروعهُ في الجانب الايسر . ١ الفكي السفلي من الخامس .

والاخر شوكي يتوزع في العضلتين القصية الحلمية والمربعة المنحرفة. والجزء الشوكي منهما هو الرئيسي ويظهر ان تاليفه يكاد يكون من الياف محركة فقط على انهُ اذا نُبِّه حدث من ذلك الم. ولذلك يرجح ان الجزء الاضافي الذي يتحد بجذع الرئوي المعدي اعلى منشأ الفرع البلعومي من العصب المذكور هو محرك ايضاً كالجزء الشوكي وان بعض الياف الرئوي المعدي المحركة ناشئة من الجزء الاضافي للعصب الشوكي الاضافي. ثم لما كان للعصب الرئوي المعدي عقدة اعلى نقطة اتحاد الجزء الاضافي بهِ ربما كان في ذلك مشابهة بين هذين العصبين والاعصاب الشوكية التي لكلٍّ منها جذران مقدم وخلفي احدهما محرك والآخر حاس. وبناء على ذلك ذهب ارنولد وغيرهُ من المتاخرين الى ان الجزء الاضافي جذر محرك للرئوي المعدي بمنزلة الجذر المقدم للاعصاب الشوكية خلافاً لقول عامة الفيسيولوجيين على انهُ من المرجح ان بعض الياف الرئوي المعدي المحركة ناشئة من الجزء الاضافي والبعض الآخر اصلي. لانهُ قد ظهر من التجارب انهُ اذا نُبِّه الجزء الاضافي داخل الجمجمة حدثت حركات تشنجية في بعض عضلات الحنجرة التي اعصابها بحسب الظاهر من الرئوي المعدي كما تقدَّم. وقال المعلم فروليك ان الجزء الاضافي في الشمبانزي وهو نوع من طائفة القرود لا يتحد بالرئوي المعدي بل يذهب راساً الى الحنجرة

والحاصل ان جذور الشوكي الاضافي السفلى التي تنشأ من الحبل الشوكي وتتوزع في القصية الحلمية والمربعة المنحرفة مؤلفة من الياف محركة وان الجذور

---

2 الشريان السباتي الباطن. 3 العصب الرئوي المعدي. 4 اللسان البلعومي. 5 الذوقي من الخامس. 6 الشوكي الاضافي. 10 الرئوي المعدي. 11 العصب تحت اللسان. 13 الحنجري الباطن. 14 العنقي الاول. 15 الحنجري الظاهر. 16 العقدة السمباتوية العنقية العليا. 17 الضفيرة الحنجرية. 18 العنقي الثاني. 19 الجسم الدرقي. 20 العنقي الثالث. 21 الحنجري الراجع. 23 القصبة. 24 العقدة العنقية المتوسطة. 25 القلبي المتوسط. 28 الضفيرة العضدية. 31 الضفيرة الرئوية الخلفية. 33 فروع مرئية. 36 عقد سمباتوية ظهرية

العليا التي تنشأ من النخاع المستطيل وتحد بالرئوي المعدي بعضها حاس وبعضها محرك ومن المحقق ان القسم الاضافي لا يرسل جميع الفروع المحركة التي يتضمنها الرئوي المعدي

وظائف العصب تحت اللسان

هو العصب التاسع او الثاني عشر ويقال له المحرك اللسان وتتعلق وظائفه على الخصوص بالعضلات المرتبطة بالعظم اللامي وعضلات اللسان . له فرع نازل هو التاسع النازل يتوزع في العضلة القصية اللامية والقصية الدرقية والكتفية اللامية وفرع خاص يتوزع في الدرقية اللامية وفروع لسانية تتوزع في الذقنية اللامية والابرية اللسانية واللامية اللسانية والذقنية اللامية اللسانية واللسانية . وتذهب منه فروع ايضًا الى الغدة تحت الفك

واما وظيفته فيظهر انها خاصة بالحركة فقط . لانه اذا نُبِّه تشنجت جميع العضلات المذكورة آنفًا واذا انفلجت بطلت حركتها . غير ان نتائج فالج احد العصبين تحت اللسان لا تظهر ظهورًا واضحًا في اللسان لان في الهميبليجيا اي الفالج النصفي اذا تعطّلت وظيفة العصب تحت اللسان في الجانب المصاب كثيرًا ما لا يشاهد ادنى انحراف عند مدّهِ نحو المقدم . وربما السبب في ذلك انه لما كان اللسان مندمجًا كثيرًا وكان اندغام عضلاته في كلٍّ من الجانبين موازيًا للخط المتوسط امكنها ان تدفعه الى المقدم بالاستقامة او تحوّله الى كلٍّ من الجانبين

وظائف الاعصاب الشوكية

قد سبق الكلام على هذه الاعصاب (صفحة ٢٣٠) وخلاصة الامر ان الجذور المقدمة مكوّنة من الياف محركة فقط والجذور الخلفية من الياف حاسة فقط . ثم اذا اتحدت الجذور المذكورة بعد مجاوزتها للعقد صارت اعصابًا ممزوجة تتضمن ايضًا خيوطًا سمباتوية . واما وظائف عقد الاعصاب الشوكية فلا تزال مجهولة وقد تقدم مذهب المعلم كوليكر فيها (صفحة ٢٣١) ولا يظهر

انها مراكز عصبية يتم بواسطتها شيء من الاعمال المنعكسة المعروفة لانهُ اذا قطعت الجذور الخلفية بين العقد والحبل الشوكي بطلت الحركات المنعكسة

وظائف العصب السمباتوي

سُمّي هذا العصب بالسمباتوي بناء على مذهب الفيسيولوجيين المتقدمين انهُ الواسطة التي تتم بها السمباتيات اي الاشتراكات في العمل المرضي بين الاعضاء البعيدة . وسمي ايضًا عصب الحيوة الالية بناء على انهُ العامل العصبي الوحيد في الاعمال الآلية . وسيظهر من الكلام الآتي خطاء التسميتين

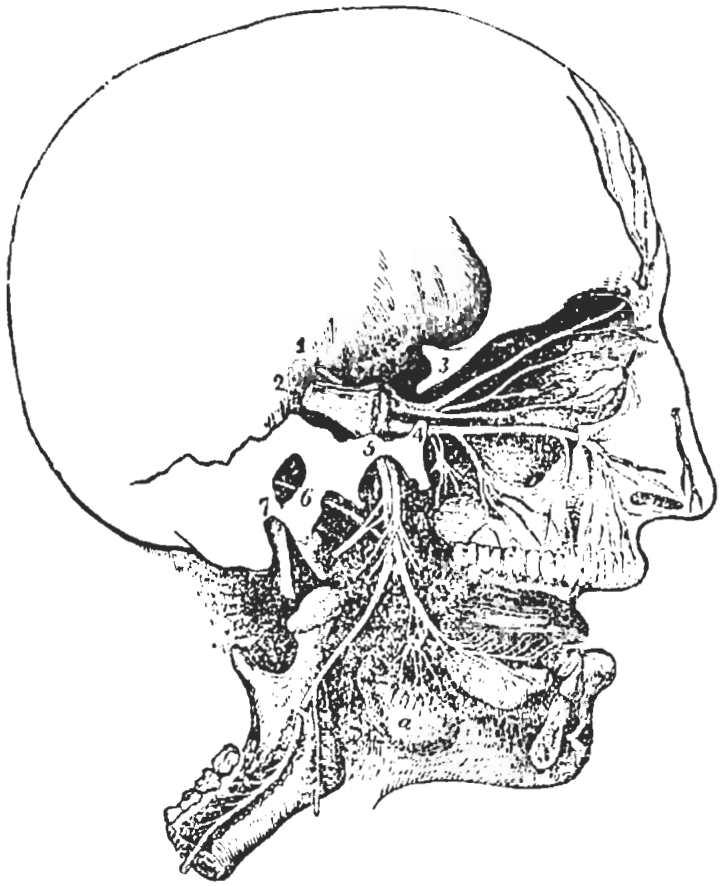
نقدم الكلام على الاختلافات العامة بين الياف الاعصاب الدماغية الشوكية والاعصاب السمباتوية (صفحة ٢١٢) غير ان الاختلاف المذكور في البناء ليس ثابتًا او كبيرًا بحيث يمكن الحكم في اختلاف الوظيفة من اختلاف بناء الالياف . ولذلك يرجح ان وظيفة الالياف في ايصال التاثيرات واحدة في كلا المجموعين وان الاختلاف بينهما في كيفية العمل متعلق بكثرة المراكز العصبية السمباتوية وانفصالها اذ تتصل عقد او مراكز عصبية بالياف السمباتوي مدّة سيرها

يقسم المجموع السمباتوي الى قسمين رئيسيين كلٌّ منهما مؤلف من عقد والياف موصلة . القسم الاوّل يشمل العقد الموضوعة على اجذاع الاعصاب الدماغية والشوكية او فروعها وهي عقدة كاسيريوس الموضوعة على الجذع الحاس للعصب الخامس الدماغي (ش ١٥٢) وعقدتا العصب اللساني البلعومي وعقدتا العصب الرئوي المعدي والعقد الموضوعة على الجذور الخلفية او الحاسة من الاعصاب الشوكية (ش ١٤١)

والقسم الثاني يشمل سلسلة العقد المزدوجة وفروعها (ش ١٥١) الموضوعة الى مقدم العمود الفقري والممتدة من باطن الجمجمة وقاعدتها الى العصعص ويشمل ايضًا الضفائر السمباتوية الحشوية وعقدها كالضفيرة القلبية والشمسية

والكلوية والخثاية . ومن هذا القسم ايضًا العقد الموضوعة بجوار الراس والعنق وهي العينية والاذنية والوتدية الحنكية والعقدة تحت الفك (ش ١٥٢)

شكل ١٥٢



ويظهران بناء جميع هذه العقد متشابه في الصفات الجوهرية لانها جميعها تتضمن اولاً الياقًا عصبية تخترقها ثانيًا الياقًا عصبية تنشأ منها ثالثًا جسيمات

ش ١٥٢ . فروع العصب الخامس . 1 جذرهُ الصغير . 2 جذرهُ الكبير السائر الى عقدة كاسيريوس . 3 هذا الرقم موضوع على العظم فوق العصب العيني المنقسم الى فوق الحجاج والدمعي والانفي الذي يتصل بالعقدة العينية . 4 هذا الرقم موضوع على العظم قرب الثقب المستدير ويدل على العصب الفكي العلوي المتصل بالعقدة الوتدية الحنكية ويسير الى الثقب تحت الحجاج . 5 هذا الرقم موضوع على العظم اعلى الثقب البيضي ويدل على العصب الفكي السفلي الذي يرسل فروعًا للاذن والعضلات ثم السني السفلي للفك السفلي والذوقي للسان . a العقدة تحت الفك والعقدة تحت الفك موضوعة اعلاها ومتصلة بالعصب الذوقي . 6 الحيل الطبلي . 7 العصب الوجهي النافذ من الثقب الابري الحلمي

عصبية تنشأ منها الالياف المذكورة رابعًا جسيمات اخر يظهر انها سائبة . واما في جذع السمباتوي والفروع الناشئة منهُ فتشاهد اولاً الياف ناشئة من عقدهِ الخاصة بهِ ثانيًا الياف ناشئة من عقد الاعصاب الدماغية والشوكية ثالثًا الياف ناشئة من الدماغ والحبل الشوكي وسائرة مع جذور اعصابهما ويظهر ان الحبل الشوكي منشأ عظيم لالياف العصب السمباتوي

واما سير الخيوط السمباتوية فعلى الوجه الآتي . بعض الخيوط التي تنشأ من العقد الموضوعة على الاعصاب الدماغية قد تسير نحو الدماغ لانهُ يشاهد في اجذاع الاعصاب بين العقد والدماغ خيوط دقيقة شبيهة بخيوط السمباتوي على انها قد تكون سائرة من الدماغ الى العقد . ولذلك يرجح ان معظم الخيوط الناشئة من العقد المذكورة تسير الى الانسجة والاعضاء وان بعضها مصدرة وبعضها موردة بحيث تكون كل عقدة مع الخيوط الناشئة منها مجموعًا عصبيًا خاصًا بالجزء الذي تتوزع فيهِ فروعها . كالعقدة العينية واعصابها الهدبية مثلاً فانها متصلة بالدماغ وبقية المجموع السمباتوي بواسطة فروع العصب الثالث والخامس وفروع سمباتوية تكوّن جذورها على ان لها خيوطًا خاصة بها تعمل في العضلة الهدبية والقزحية

والخيوط التي تنشأ في العقد الشوكية يظهر ان بعضها يسير الى الفروع الخلفية من الاعصاب الشوكية ويتوزع معها . والبعض الاخر يسير في الفروع التي تتواصل بواسطتها الاعصاب الشوكية باجذاع السمباتوي ثم تدخل السمباتوي وتتوزع مع فروعهِ في الاحشاء . ويصاحبها بعض الياف عصبية دماغية شوكية تخترق العقد اولاً ثم تسير الى السمباتوي

والخيوط التي تنشأ من عقد السمباتوي نفسهِ بعضها يذهب راسًا الى الاحشاء والبعض الاخر يسير في الفروع الاستطراقية بين السمباتوي والاعصاب الشوكية وتذهب مع الفروع الشوكية وتتوزع في الاجزاء التي تتوزع فيها الفروع المذكورة وعلى ذلك يقع تبادل بين جميع الاعصاب الشوكية والاجذاع السمباتوية

بواسطة الفروع الاستطراقية المذكورة التي تسمى غالبًا جذور العصب السمباتوي اواصولهُ . لجميع العقد ايضًا الموضوعة على الاعصاب الدماغية جذور مولفة من خيوط خاصة بها وخيوط ناشئة من الاعصاب الدماغية . ولذلك يرجح ان جميع الاعصاب السمباتوية تتضمن الياقًا من الاعصاب الدماغية او الشوكية غيرانهُ تتغلب الالياف السمباتوية في الاعصاب الناشئة من العقد السمباتوية وتتغلب الالياف الدماغية الشوكية في الاعصاب الناشئة من الدماغ والحبل الشوكي . هذا ويتعسر جدًّا وربما يستحيل معرفة منشا الالياف من مجرد النظر الى بنائها ولو كانت الالياف الانبوبية البيضاء الكبيرة مميزة للاعصاب الدماغية الشوكية والالياف الدقيقة الباهتة الهلامية مميزة للاعصاب السمباتوية فانهُ كثيرًا ما يقع الاشتباه بينهما ويصعب الحكم في منشاها

واما وظائف العصب السمباتوي فلا تزال في غاية الابهام . غيرانهُ لابد من ذكر ما توصل اليهِ الفيسيولوجيون في هذا البحث وهو :

اولاً ان الالياف العصبية السمباتوية موصلات للتاثيرات كالياف المجموع الدماغي الشوكي وان المراكز العقدية توصل وتنقل التاثيرات كالمراكز الدماغية الشوكية . وهذه الصفة في ايصال التاثيرات ظاهرة في الامراض الاعتيادية كما اذا تالم احد الاحشاء الذي لا يُشعَر بوجودهِ مطلقًا قبل حدوث المرض فيهِ او كما اذا زاد او نقص عمل بعض الاعضاء بواسطة حالة العقل لانهُ في جميع ذلك لابد من حمل التاثيرات بين الاجزاء المذكورة والحبل الشوكي والدماغ . وقد ظهر ايضًا من التجارب ان تنبيه العقد السمباتوية واعصابها يحدث المًا ويهيج حركات في الاعضاء العضلية التي اعصابها من الجزء المنبه . غيرانهُ من المحتمل ان حمل التاثيرات المذكورة يتم بواسطة الالياف الدماغية الشوكية المختلطة بالاعصاب السمباتوية وان العقد تفعل في كيفية الايصال لانهُ لا تُنقَل بواسطة فروع السمباتوي وعقدهِ الاَّ التاثيرات الشديدة من اصلها او التي تشتد بواسطة تهيج مرضي في الاعصاب

او العقد . فيظهر ان قوة التاثيرات الاعتيادية تتبدد وتنتهي في العقد ما لم تكن شديدة فتتجاوزها وتنتقل الى غيرها وما يؤيد هذا القول انهُ اذا اخترقت الالياف الدماغية الشوكية عقدًا سمباتوية كان عملها بطيئًا ومفقودًا خلافًا لما اذا كانت خالية من العلاقة المذكورة . فان الفرحية مثلاً التي فرعها المحرك من العصب الثالث الذي يخترق اولاً العقدة العينية لاتنقبض دائمًا عند تنبيه العصب المذكوراذ تنقبض جميع العضلات الاخر التي يتوزع فيها هذا العصب. وكذلك اذا انقبضت جميع العضلات التي يتوزع فيها العصب الوجهي عند تنبيه جذعهِ لاتنقبض الرافعة للهاة والغلصمية المفردة لان فروعها تسير اولاً في العقدة الوتدية الحنكية. ولا يعلل عن ذلك الاَّ تخمينًا بان التاثيرات العقلية او التاثيرات الحادثة بواسطة التنبيه الاصطناعي لاتوصل حالاً بواسطة الالياف التي تخترق العقد كما يشاهد في الالياف التي لاتتعلق بها بل تتبدد في جسيمات العقد والياقها وتفنى بدون ان تصل الى العضلات اذا كانت الالياف مصدرة او الى الحبل الشوكي والدماغ اذا كانت الالياف موردة

فينتج مما تقدم ان الايصال سواءٌ كان بواسطة الالياف العصبية السمباتوية الخاصة او بواسطة الالياف الدماغية الشوكية المزوجة بها التي تخترق عقدها هو بطيء ويرجح ان بطوءهُ عائد الى العقد لا الى الالياف . ولذلك اذا نبّهت عقدة من العقد الموضوعة على عصب سمباتوي لاتحدث حركات في الجزء الذي تذهب اليهِ الياقها حالاً ولا يشعر بالم الاَّ بعد التنبيه المتكرر او الى ان يصير تنبيه الالياف والعقد مرضيًا . ولا تختلف نواميس ايصال التاثيرات في المجموع السمباتوي عن المجموع الدماغي الشوكي الاَّ في ما ذكر

ولا يختلف عمل العقد السمباتوية عن عمل بقية المراكز العصبية الذي مرَّ ذكرهُ (صفحة ٢٢٢) فان كل عقدة مع الياقها الموردة والمصدرة بمنزلة مجموع عصبي بسيط تحدث فيهِ جميع الاعمال العصبية التي لا تتعلق بالعقل . وسنذكر الآن عمل العقد باعتبار الوظائف التي تحدث في الاعضاء المتعلقة بالمجموع

السمباتوي وحدهُ او بمشاركة المجموع الدماغي الشوكي له

الاعمال التي يؤثر فيها المجموع السمباتوي بحسب الظاهر هي الحركة غير الاختيارية والافراز والتغذية

اما الحركة فكثير منها يحدث على نوع غير اختياري في الاجزاء التي اعصابها من المحور الدماغي الشوكي كالتنفس وغيرهِ من الحركات الشوكية المنعكسة واما الاجزاء التي معظم اعصابها من السمباتوي فلا تقبل غالبًا نوعًا من الحركة الاَّ ما كان غير اختياري واذا عمل العقل فيها فلا يتم ذلك الاَّ بواسطة انفعال نفساني شديد كالغضب والفرح والغم. والقلب والمعدة والامعاء امثلة على ما ذكر لانهُ مع ان اكثر اعصاب القلب والمعدة من العصبين الرئويين المعديين ربما كانت من عقدها ولذلك تُعَدّ من باب الالياف السمباتوية

اذا فُصِلت الاجزاء التي اعصابها المحركة سمباتوية عن بقية المجموع السمباتوي وأُخرِجت من الجسد بقيت تتحرك حركة ضعيفة. فاذا اخرج القلب مثلاً من الجسد دامت نبضاته دقيقةً او دقيقتين في الحيوانات ذوات الثدي وبضع ساعات في الزحافة والحيوانات التي تعيش في الهواء والماء وكذلك حركة الامعاء الدودية. فيظهر من ذلك ان لحركة الاعضاء التي اعصابها من السمباتوي بعض الغنى عن الدماغ والحبل الشوكي

ويظهر ان الحركات غير الاختيارية الناشئة عن المنبهات التي تعمل بواسطة العقد منتظمة كالحركات الطبيعية واما الحركات الناشئة عن تنبيه الاعصاب التي ليس لها عقد فتشنجية غير منتظمة. وربما كانت النتيجة من ذلك انهُ في الحالة الطبيعية تفعل المنبهات الطبيعية في الاعصاب الحاسة فيحمل التاثير بواسطتها الى العقد المذكورة ثم ينعكس من هناك بواسطة الاعصاب المصدرة الى العضلات غير الاختيارية . وكما ان عضلات التنفس تعمل عملها المنتظم المتساوي بواسطة قوة النخاع المستطيل العاكسة والمركبة على الخصوص كذلك ربما كان عمل القلب والمعدة والامعاء عائدًا الى عقدها الخاصة بها. وما يحدث من تنبيه عقد

السمباتوي واعصابها يحدث من تنبيه النخاع المستطيل واعصابهِ التي تتوزع في العضلات التنفسية لانهُ اذا تنبهت راسًا هذه الاعصاب او النخاع نفسهُ كانت الحركات الناشئة عن ذلك تشنجية غير مرتبة ولكن اذا تنبه النخاع بواسطة عصب داخل كما اذا تعرَّض الجلد للبرد فجأةً انعكست التاثيرات واحدثت حركات مركبة كالحركات التنفسية الاعتيادية ولوكانت سريعة وكادت تكون تشنجية

ثم ان العقد السمباتوية التي تسبب هذا التركيب في الحركة لا تنحصر في اجذاع السمباتوي وفروعهِ خارج الاعضاء بل تشمل ما يشاهد منها في باطنها كالعقد التي اكتشفها ريماك في القلب والعقد التي في المساريقا قرب الامعاء وفي النسيج تحت الغشاء المخاطي في المعدة والقناة المعوية وغيرها

واما عمل العصب السمباتوي في التغذية والافراز فقد سبق الكلام عليهِ في الفصول الماضية

تقدم في الكلام على الشرايين انهُ تاتي الى الطبقة العضلية في الاوعية الدموية فروع سمباتوية تُسمَّى الاعصاب المحركة للاوعية لسبب مواضع توزيعها ووظيفتها وانها تضبط حالة الاوعية من حيث الانقباض والانبساط فتضبط ايضًا كمية الدم الجاري فيها في وقت مفروض. فاذا كانت هذه الاعصاب المحركة الاوعية سليمة كان نسيج الشرايين العضلي دائمًا منقبضًا انقباضًا يختلف في الدرجة حسب الزمان . واذا قطعت انفلجت الالياف العضلية التي تتوزع هي فيها وانبسطت الاوعية الدموية . ومن امثلة التجارب التي توضح ذلك كشف القسم العنقي من السمباتوي في الارنب الذي يرسل فروعًا محركة لاوعية الراس والعنق الدموية. فاذا قطع العصب انفلجت الاوعية الدموية في ذلك الجانب ومدَّدها السيل الدموي الذي انقطعت القوة الضابطة لهُ. ويشاهد ذلك على الخصوص في الاذن التي تتسع اوعيتها الدموية اتساعًا ظاهرًا بالنسبة الى الاذن الاخرى وتحمرّ لونها وترتفع حرارتها لسبب زيادة الدم الجاري فيها . واذا أُجري سيل

كالثاني على القسم العلوي من العصب المقطوع عادت الالياف العضلية الى حالة الانقباض وصغر قطر الاوعية فيبهت لون الاذن وتبرد حرارتها وينقص حسها بالنسبة الى حالتها الطبيعية

تنشأ الاعصاب المحركة الاوعية راسًا من السمباتوي فتتوزع فروع عقدتو العنقية العليا في اوعية الراس والعنق وفروع العقد العنقية والظهرية العليا في اوعية الصدر وفروعه الحشوية في اوعية البطن وهكذا في ما بقي . غير ان عامة الفيسيولوجيين قد اتفقوا حديثًا بناء على تجارب لدويك وغيره على ان المركز الرئيسي للاعصاب المحركة الاوعية هو النخاع المستطيل الذي تنشأ منهُ الاعصاب المذكورة ثم تسير الى الاسفل في الحبل الشوكي وتنفذ في الجذور المقدمة للاعصاب الشوكية وتدخل عقد الحبل السمباتوي الموضوع الى مقدم العمود ثم تسير الى مواضع توزيعها وقد نرجح عندهم انهُ تصاحبها الياف من العقد التي هي تخترقها . ويظهر ان للنخاع المستطيل سلطة ضابطة لجميع الاعصاب المحركة الاوعية على انهُ ربما كان في عقد السمباتوي مراكز ثانوية تعمل في ذلك ولا يستبعد ان التغيرات الحادثة من هذا القبيل تتعلق عادةً بعقد الجهة التي تحدث فيها

وما عدا كون المراكز العصبية المحركة الاوعية مصادر تنشأ منها راسًا تاثيرات تُحمَل الى الاوعية الدموية قد تنعكس منها الاندفاعات كما يحدث في بقية المراكز العصبية (صفحة ٣٢٥) فينشأ من ذلك انقباض طبقة الاوعية الدموية العضلية او انبساطها ويكون العمل اما مهيجًا للحركة المذكورة او مانعًا لها (صفحة ٨٤)

غير انهُ لما كانت الالياف السمباتوية والالياف الدماغية الشوكية تتوزع معًا في اكثر الاجزاء بحيث يستحيل فصلها تعسرت جدًا معرفة ما لكلٍّ منها من العمل في انقباض الاوعية الدموية والتغذية والافراز ولا سيما في الحيوانات ذوات الفقرات العالية الرتبة لانهُ يظهر انهُ كلما ارتقت مراكز المجموع الدماغي الشوكي في النمو زادت علاقتها باعمال الحيوة الآلية . فانهُ في الضفادع مثلاً

تدوم جميع الوظائف الآلية اياماً بعد اقتلاع الدماغ والحبل الشوكي بشرط ابقاء النخاع المستطيل لاجل دوام التنفس واما في ذوات الثدي ولاسيما الانسان تتعطل الوظائف المذكورة ولو كان اذى الدماغ او الحبل الشوكي خفيفاً. وقد ظهر من التجارب الكثيرة في الزحافات والحيوانات التي تعيش في الهواء والماء ان حركات المعدة والامعاء والقلب والمثانة تدوم بغاية الانتظام بعد فصل الدماغ والحبل الشوكي خلافاً لذوات الثدي فان الحركة فيها تضعف ثم تتوقف بالكلية

وبناء على ما تقدم غاية ما توصلوا اليهِ في هذه المسئلة هو اولاً ان جميع اعمال الحيوة الآلية في الانسان خاضعة لتاثيرات كلٍّ من المجموعين الدماغي الشوكي والسمباتوي . ثانياً ان التاثيرات المذكورة تتركب معاً على شكل ان القوة العصبية تجري في الوظائف الآلية بواسطة الاعصاب والعقد السمباتوية. ثالثاً ان المراكز الدماغية الشوكية وعقدها متصلة اتصالاً شديداً بالعقد السمباتوية حتى لا يقال ان احدهما منفرد عن الآخر على ان كلاً منهما متسلط عادةً على دائرتهِ الخاصة بهِ ولو كان معرضاً دائماً لتاثير الاخر

الفصل السابع عشر

في اسباب الحركة وظواهرها

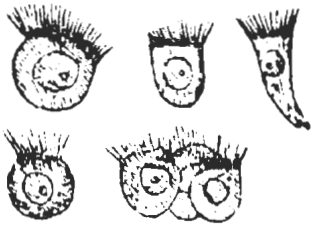
الحركة الحيوية التي تشاهد في اجساد الحيوانات على نوعين الاول يتم بواسطة اهتزاز اهداب مكرسكوبية موضوعة على سطوح بعض الاغشية والثاني بواسطة انقباض الياف اما طولية مثبتة من طرفيها او حلقية اذا انقبضت او

قصرت قرّبت الاجزاء التي هي مرتبطة بها بعضها الى بعض

الحركة الهدبية

تقوم الحركة الهدبية باهتزاز دائم في زوائد دقيقة شفافة يقال لها اهداب طولها نحو $\frac{1}{5000}$ من القيراط موضوعة على الاطراف السائبة للكريات الاپيثيلية التي تغطي بعض سطوح الجسد . وقد سبق الكلام على توزيع الاپيثيليوم الهدبي وبنائهِ وحركتهِ (صفحة ٣٤)

شكل ١٥٣



شكل ١٥٤

الحركة الهدبية غير اختيارية فلا تتعلق بالارادة او بعمل المجموع العصبي راسًا او بالانقباض العضلي لانهُ لا يوجد نسيج عصبي او عضلي بجوار الاهداب ولانهُ يدوم عملها بضع ساعات بعد الموت او بعد اخراجها من الجسد اذا بقيت قطعة النسيج رطبة . ويظهر ايضًا عدم تعلقها بالمجموع العصبي من حدوثها في الحيوانات الدنية عديمة الفقرات التي لا يشاهد فيها مجموع عصبي ومن دوام حركتها في الحيوانات التي تقتل بالحامض البروسيك وغيرهِ من المخدرات على انها تتوقف بواسطة الكلوروفورم والحامض الكربونيك والهواء الذي ينزع منهُ الاكسجين وتبطل بالكلية اذا مسّتها مواد اخر ولعل ذلك ناشئٌ عن هلاك الجوهر اللطيف الذي تتركب منهُ الاهداب

واما كيفية العمل الهدبي فمجهولة وغاية ما يعلم من هذا القبيل هو انهُ نوع من الانقباض الحيوي الذي تتم بهِ الحركة الحيوانية عمومًا اي الهدبية والعضلية واما الواسطة التي تظهر بها القوة المذكورة فمجهولة سواءٌ في كلا الامرين

ش١٥٣ . كريات كروية هدبية من فم ضفدعة . مكبرة ٣٠٠ قطر

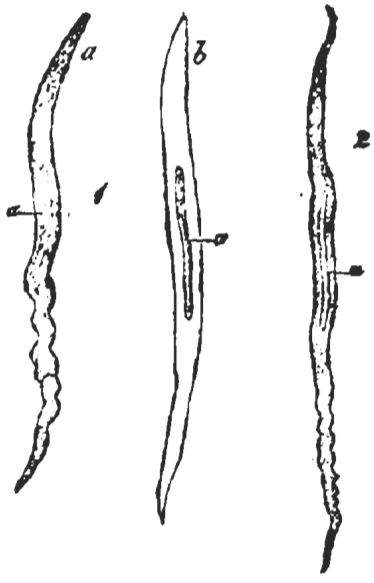
ش١٥٤ . ايپثيليوم عمودي هدبي من الغشاء الانفي البشري . مكبر ٣٠٠ قطر

ولو كان للعضلات اعصاب خلافًا للاهداب . فان ذلك لايخرج الاهداب من دائرة القوة الحيوية الانقباضية كما ان وجود الخطوط العرضية في العضلات الاختيارية وعدم وجودها في العضلات غير الاختيارية لا يخصص بعضها بالعمل الحيوي والبعض الآخر بعدمهِ . وبناء على ذلك لما كانت الاهداب خاصة بالابنية الحيَّة وكانت وسائط لاجل تحويل القوة من الغذاء الى الحركة كانت خصائصها حيوية كخصائص الالياف العضلية

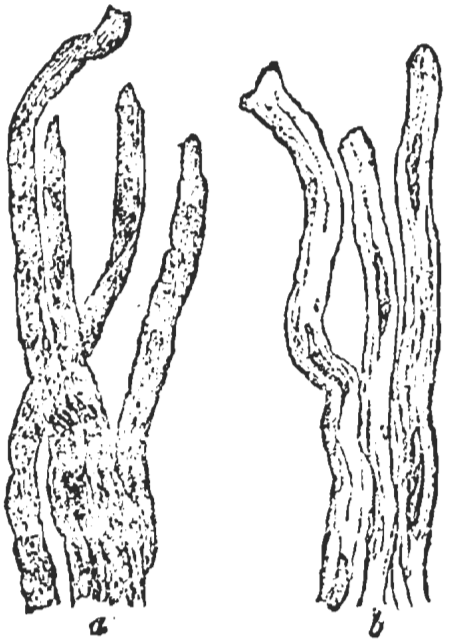
الحركة العضلية

النسيج العضلي على نوعين متميزين في البناء وكيفية العمل وهما المخطط وغير المخطط . ويقال للاوّل احيانًا العضل الاختياري لان كل العضلات الخاضعة للارادة مكوَّنة منهُ . وكثيرًا ما يقال للثاني غير الاختياري لانهُ محصور في اكثر العضلات التي ليس للارادة سلطة عليها

شكل ١٥٥



شكل ١٥٦

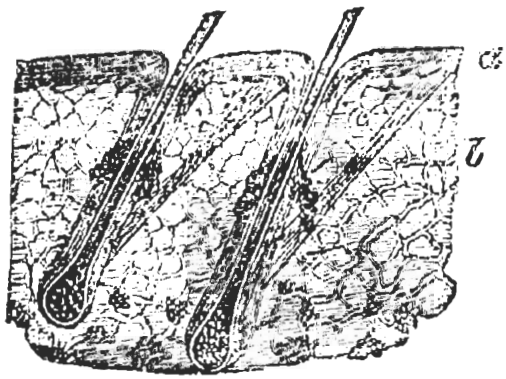


ش ١٥٥ . كريات ليفية عضلية من الشريان البشري مكبرة ٢٥٠ قطرًا . a حالتها الطبيعية . b بعد معاملتها بالحامض الخليك لاجل الشفوف واظهار النواة

ش ١٥٦ . الياف عضلية غير مخططة من المثانة البشرية مكبرة ٢٥٠ قطرًا . a الياف في حالتها الطبيعية . b الياف معاملة بالحامض الخليك لاجل اظهار النوى

اما العضلات غير الاختيارية او غير المخططة فمكونة على مذهب العلامة كوليكر من كريات ليفية مستطيلة مغزلية الشكل نووية مسطحة عرضها نحو $\frac{1}{4000}$ من القيراط وطولها نحو $\frac{1}{450}$ وهي صافية جدًّا حبيبية قصمة اذا انكسرت كانت اطرافها مستديرة او مربعة. ولكل كرية ليفية نواة مستطيلة ثم اذا اتحدت الكريات كونت الياقًا وحزم الياف (شكل ١٥٦) وليس للالياف غمد واضح وتتكون من الالياف المذكورة الطبقات العضلية التي نشاهد في القناة الهضمية من منتصف المرئ الى عاصرة الاست الباطنة وفي الحالبين والمثانة والقصبة والشعب وقنوات الغدد والحوصلة المرارية والحويصلتين المنويتين والرحم مدة الحمل والاوعية الدموية واللمفاوية والنزحية وغيرها. وتدخل ايضًا في تكوين الطبقة المنسلخة في الصفن وهي السبب الرئيسي في تجعده وانتباضه عند تعرضه للبرد. واما الياف العضلة المعلقة فتعين في ذلك الآن اكثر عملها انما هو في جذب الحصية ولفائها نحو الفتحة الاربية. وتدخل ايضًا في تكوين الادمة واكثر وجودها في الخلايا التي عند قواعد الحليمات ولذلك اذا انقبضت عند حدوث البرد او الخوف او الكهربائية او منبه اخر اشتد بروز الحليمات وتجعد الجلد على هيئة جلد الاوزّ. وتشاهد ايضًا في القسم السطحي من الادمة وقرب الاجربة الشعرية والغدد الشحمية حيث تكون موضوعة الى جانبها ثم تسير بانحراف من الظاهر الى الباطن وتحيط بالغدد الشحمية وترتبط بالاجربة الشعرية عند قواعدها

شكل ١٥٧



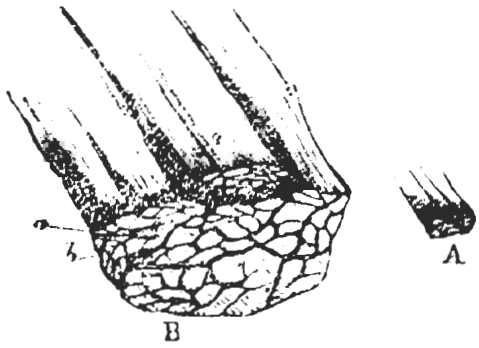
وكثيرًا ما يُسمَّى هذا النوع من الالياف العضلية بالآلي لانهُ يدخل في

ش ١٥٧. قطع عمودي لجلد الراس. يشاهد فيهِ جرابان من الاجربة الشعرية. a البشرة. b الادمة. c عضلات الاجربة الشعرية

تاليف الاجزاء التي تتعلق بالحيوة الآلية

واما عضلات الحيوة الحيوانية ويقال لها المخططة ايضًا فتشمل جميع العضلات الاختيارية والقلب والعضلات التي تشترك بين الاختياري وغير الاختياري كعضلات بعض جدران البلعوم وعضلات الاذن الباطنة والمجرى البولي وغيرها . وهي جميعها مؤلفة من حزم لحمية يقال لها حزيمات تغلفها اغماد من

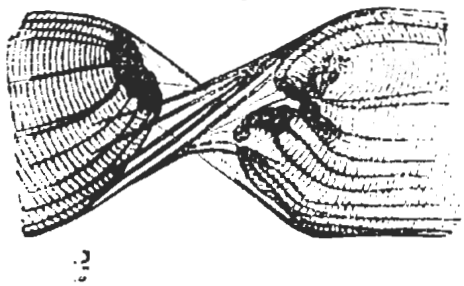
شكل ١٥٨



النسيج الليفي الخلوي وفائدة الاغماد المذكورة انها تضم الحزيمات بعضها الى بعض مع كونها متميزة الواحدة عن الاخرى . وتنقسم الحزيمة الى حزيمات اصغر منها ويدوم هذا الانقسام الى ان يغيب عن العين المجردة ويظهر بالمكرسكوب انهُ قد انتهى الى الحزيمات الاصلية التي يقال لها ايضًا الالياف العضلية

وكلٌّ من الالياف العضلية المذكورة مؤلف من غمد لطيف يقال لهُ ساركولما يتضمن خيوطًا . شكل الالياف اسطواني او منشوري خماسي الجوانب او اكثر تبعًا لكيفية الضغط من الالياف المجاورة ومعدل قطرها نحو $\frac{1}{500}$ من القيراط ولا يتجاوز طولها اكثر من قيراط ونصف . لونها اصفر باهت ويقاطعها عرضًا بحسب الظاهر خطوط دقيقة

شكل ١٥٩

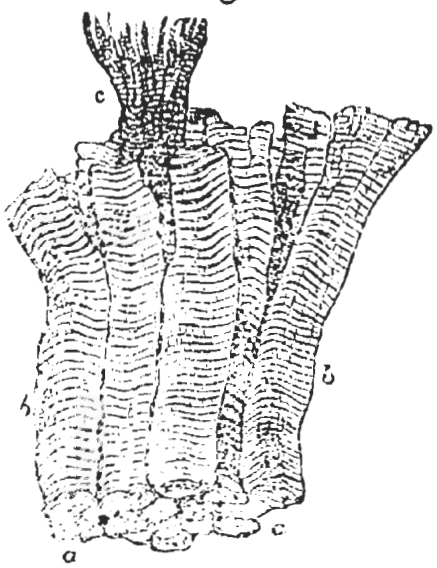


شكل ١٥٨ . قطعة صغيرة من العضل A الحجم الطبيعي . B مكبر خمسة اضعاف . a و b حزيمات كبيرة وصغيرة

شكل ١٥٩ . ليفة عضلية ممزقة عرضًا ولا تزال الساركولما توصل طرفي الليفة

تسير حولها سيرًا متوازيًا . وتقاطعها طولاً خطوط اخرى تدل على الخيوط الاصلية التي تشغل باطن غمد الليفة . وعلى ذلك يكون تاليف الليفة من غمد محيط بحزمة من خيوط طولية الوضع

شكل ١٦٠



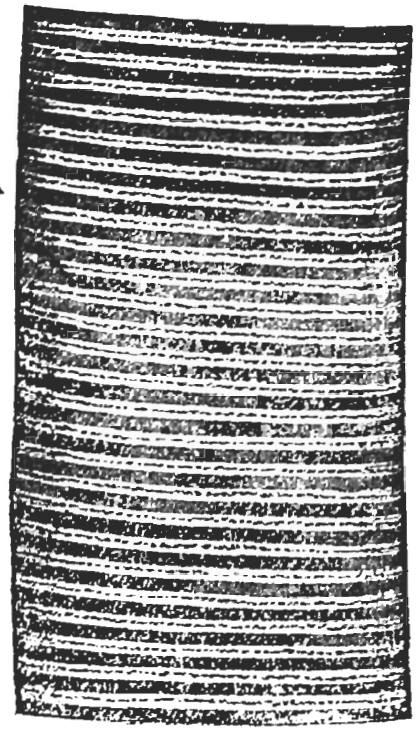
واما بناء الخيوط فيظهر ان الواحد منها مؤلَّف من صف واحد من دقائق قائمة مربعة الزوايا يقال لها الاصول اللحمية وتنفصل الواحدة عن الاخرى بواسطة خلاء زاهٍ مكون من جوهر شفاف متصل بها . وقال الدكتور شاربي ان كل خيط مؤلف من خوبطات منقسمة الى دقائق على ما سبق . ثم ان الخيوط موضوعة ضمن الغمد وضعًا طوليًا متوازيًا والاصول اللحمية ملتصقة من جوانبها بعضها ببعض بحيث يمكن انشقاق الليفة الى خيوط منفردة او الى صفائح او اقراص كل قرص منها مؤلَّف من اصول لحمية ملتصقة بعضها ببعض من جوانبها

واما الياف القلب العضلية فمخططة ويشبه بناؤها العام بناء الياف العضلات الاختيارية الاَّ انها تختلف عنها بانها ادق وخطوطها العرضية قليلة

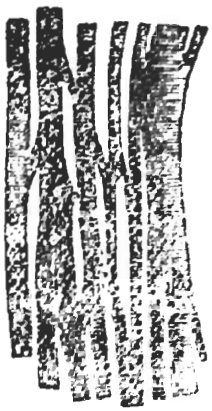
شكل ١٦٠ . الياف عضلية يتكون منها قسم من حزيمة . مكبرة كثيرًا لاجل اظهار الخطوط العرضية . a و a اطراف الالياف . b و b وضعها الطولي . c ليفة خيوطها منفصلة

الوضوح وبانها تتفرع وتنقسم بعضها ببعض ولا يظهر فيها غالبًا ساركولما

شكل ١٦١



شكل ١٦٢



وللعضلات الاختيارية اوعية دموية كثيرة تكوّن شبكة شعرية محيطة بالالياف على ظاهر الساركولما بدون ان ينفذ منها شيء الى باطن اللفة . واعصاب العضلات ايضًا كثيرة ومعظم اعصاب العضلات الاختيارية من المجموع الدماغي الشوكي واعصاب العضلات غير المخططة من المجموع السمباتوي

خصائص النسيج العضلي

الانقباض هو الخاصة المميزة للنسيج العضلي وهو عبارة عن قصر يحدث في العضلات عند تهييج المنبهات لها اما راسًا او بواسطة اعصابها المحركة . وتظهر هذه الخاصة غالبًا بواسطة العمل العصبي الاَّ انها مستقرة طبعًا في النسيج العضلي

شكل ١٦١ . A قطعة من لفة عضلية مكبرة نحو ٨٠٠ قطر . B حزيمات خيوط منفصلة a و b و c حزيمات من الكبرى الى الصغرى . وربما كان d الذي هو اصغرها عبارة عن خيط مفرد مكون من الاصول اللحمية

شكل ١٦٢ . الياف عضلية من القلب مكبرة . ويظهر فيها الخطوط العرضية وتفرعها وتقسمها

بدون ان تكون علاقتها بالمجموع العصبي جوهرية . والدليل على ذلك اولاً انها تظهر في العضلات التي تقطع اعصابها بشرط ان تبقى تغذيتها سليمة وثانياً انها تظهر في قسم من الليفة العضلية لا تستقصى اليهِ بالمكرسكوب لينة عصبية . غير انهُ اذا دام انقطاع التاثير العصبي زمنًا طويلاً كما اذا قطع عصب عضلة او كالفالج القديم قد تفقد العضلة خاصة الانقباض وقال المعلم ريد ان ذلك ناشئٌ عن ضعف في تغذية النسيج العضلي حاصل من عدم عملهِ . وكذلك اذا انقطع ورود الدم الشرياني اليهِ فانهُ اذا رُبِط الشريان العظيم الذي يتوزع في احد الاطراف ضعفت او فقدت قوة تحريك العضلات الى ان تقام الدورة الثانوية . وهذا السبب من جملة اسباب الموت بالاسفكسيا عندما يبطل عمل القلب من نقص كمية الدم الشرياني الوارد اليهِ (صفحة ١٥١)

والعضلات ما عدا خاصة الانقباض قوة الحس التي تكتسبها من الالياف العصبية الحاسة التي تتوزع فيها ولاسيما العضلات المخططة التي تتعلق بالحيوة الحيوانية . غير ان كمية الحس العام فيها ضعيفة لانهُ اذا قُطِعت او رُكِزَت في حالتها الصحية لم يحدث من ذلك الم شديد . وانما لها نوع من الحس العام خاص بها يظهر منهُ ان الاعصاب تخبر العقل بحالاتها واوضاعها مدة العمل وبواسطة الحس المذكور نشعر بالالم والتعب في العضلات ونعرف بعد الاجسام ونسبتها بعضها الى بعض وثقلها ومقاومتها . لاننا بدون معرفة وضع كل عضلة وحالتها لا نستطيع ان نعرف كيف ومتى نحركها لاجل العمل المطلوب ولا ان نحافظ على انقباضها في المجهودات الطويلة

واختلفوا على كيفية انقباض النسيج العضلي المخطط وربما كان القول الاصح في ذلك مذهب المعلم بومان . وهوانهُ عند الانقباض تتقارب الاصول اللحمية بعضها الى بعض وتتسطح وتعرُض بدليل تقارب الخطوط المستعرضة التي تشاهد على ظاهر الحزمة واتساع عرض الحزمة وغلظها . وعلى ذلك يكون انقباض الليفة عبارة عن قصر حادث فيها فيعاض عمَّا يفقد من طولها

بالزيادة في الغلظ فهو تغيير في الشكل لا في الجرم . فاذا قصرت العضلة غلظت وزادت استدارتها وصلابتها واشتد بروزها

وتتولد حرارة عند انقباض العضلات فانهُ قد شوهد من التجارب انهُ اذا انقبضت العضلة ذات الراسين انقباضًا شديدًا ارتفعت الحرارة درجةً واحدة واذا طال الانقباض بلغت درجتين . ولا يعلم سبب ذلك هل هو تغيير كيماوي حادث فيها او احتكاك اليافها بعضها ببعض الاَّ انهُ يعلل عن بعض الحرارة المتولدة مدة الرياضة النشيطة (صفحة ١٥٤) باحد السببين المذكورين

وقيل انهُ يحدث صوت عند انقباض العضلات الشديد كما يظهر من انهُ اذا وُضع راس الخنصر في الاذن ثم قُبِضَت عضلات كرة الابهام حُمِل صوت الانقباض الى اليد ثم الى الخنصر ثم الى الاذن على شكل اهتزاز او دوي

تختلف الالياف المخططة والالياف غير المخططة في كيفية العمل ولو كان المنبه واحدًا وهذا الاختلاف عائد في معظم الامر الى اختلاف البناء وربما ايضًا الى كيفية اتصالها بالمجموع العصبي . فانهُ اذا نُبِّهت راسًا عضلة من العضلات المخططة او نُبِّه العصب الذي يتوزع فيها لا ينقبض الاَّ الجزء المتنبِّه فقط ويحدث الانقباض في الحال ويبطل عند ازالة التنبيه . واما اذا كانت الالياف العضلية غير مخططة كالياف الامعاء او المثانة كان الانقباض بطيئًا يتجاوز الجزء المتنبه ويدوم مدة بعد ازالة التنبيه . وقد ظهر ذلك من ان صدمات التنبيه الكهربائي التي تسبِّب انقباضًا تشنجيًّا في العضلات المخططة يدوم ما دام التنبيه متصلاً وينقطع اذا انقطع خلافًا لانقباض العضلات غير المخططة فانهُ يكون بطيء الحدوث ويتعاقب بالراحة ويدوم مدةً بعد ازالة التنبيه

ثم ان جميع العضلات الاختيارية اي المخططة لا تختلف في كيفية العمل عند التنبيه واما العضلات غير المخططة فبينها اختلافات كثيرة وربما كان ذلك ناشئًا عن كيفية اتصالها بالاعصاب والعقد فضلاً عن بنائها الخاص . وقال

المعلم ڤبران الحاليين والحوصلة المرارية لا تنقبض عند التنبيه الاَّ اذا طالت مدتهُ ولا يكون انقباضها الاَّ ضعيفًا ومقصورًا على مساحة صغيرة . واما انقباض الاعور والمعدة فاسرع واوسع مجالاً وعمل القزحية والمثانة اسرع من ذلك . وكذلك عمل المعي والقناة الناقلة والرحم مدة الحمل . والقلب اشد عضلات الحيوة الآلية سرعةً وقوةً في الانقباض عند التنبيه

وتدوم خاصة الانقباض في جميع العضلات عند تنبيهها او تنبيه اعصابها برهةً بعد الموت ولا سيما في الحيوانات ذوات الدم البارد . ويظهر انهُ كلما كان عمل التنفس نشيطًا في الحيوان الحي كانت مدَّة دوام تنبيه العضلات قصيرة بعد الموت . وتختلف المدة المذكورة في الاشخاص وفي عضلات الشخص الواحد . وقال المعلم نستن ان الانقباض يبطل اولاً في البطين الايسر ثم في الامعاء والمعدة والمثانة والبطين الايمن والمرىء والقزحية ثم في عضلات الجذع والاطراف الاختيارية واخيرًا في اذينتي القلب اليمنى واليسرى

ثم بعد ان تفقد عضلات الجسد الميت خاصة التنبه اي قبول الانقباض عند التنبيه تنتقل من تلقاء نفسها الى حالة انقباضية يقال لها التيبس الموتي . والحالة المذكورة تصيب جميع عضلات الجسد فتتثبَّت الاعضاء في وضعها الطبيعي ويتيبَّس جميع الجسد . ويظهر انها لا تختلف عن الانقباض العضلي الذي يحدث في الحيوة على ان بعض الفيسيولوجيين انكروا ذلك وقالوا انها ناشئة لا عن انقباض عضلي بل عن تجمد العصارات الكائنة بين الالياف العضلية

ولا يصيب التيبس الموتي جميع العضلات دفعة واحدة بل على التوالي فتتيبَّس العنق والفك السفلي اولاً ثم الطرف العلوي من اعلى الى اسفل ثم الطرف السفلي ويندر تيبس الطرفين السفليين قبل العلويين او في زمن واحد معها . ويبطل غالبًا على الترتيب المذكور اي في الراس اولاً ثم الطرفين العلويين ثم السفليين . وقال صمّر انهُ لا يبدأ قبل عشر دقائق ولا بعد سبع ساعات من

زمن الموت وان مدتهُ تطول كلما تأخَّر زمن ظهورهِ. وقال شِفَر وغيرهُ انهُ تتولد حرارة عند انتقال الالياف العضلية الى حالة التيبس الموتي

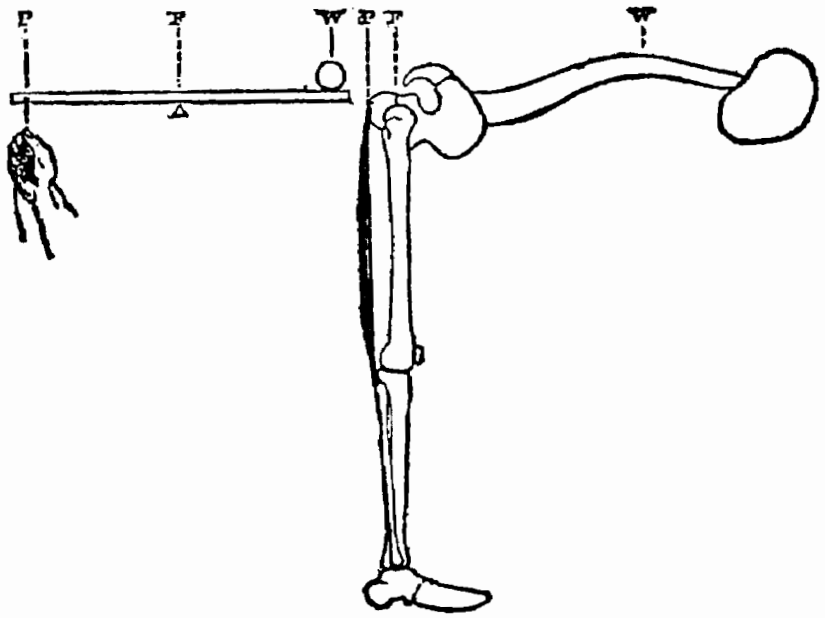
ولما كان التيبس لا يحدث الاَّ بعد ان تفقد العضلات خاصة قبول التنبه بواسطة المنبهات الخارجية نتج من ذلك ان جميع الكيفيات التي يتسبب عنها اعياء التنبه العضلي بسرعة تبكّر حدوث التيبس وان التي يتسبب عنها بطوء زوال التنبه تؤخر حدوثهُ. ولذلك يسرع ظهورهُ وزوالهُ في اجساد الذين ماتوا با لامراض المزمنة ويتأخَّر ظهورهُ وتطول مدتهُ في الموت الفجائي او الحادث من امراض حادة. وقبل ان التيبس لا يحدث مطلقًا بعد الموت اذا كان ناتجًا عن الكهربائية والافات الشديدة والانفعالات النفسانية وفي ذلك نظر. لان المعلم برون سيكار قد اظهر من التجارب بالكهربائية المغناطيسية ان التيبس قد يحدث بعد الموت حالاً ثم يزول بسرعة كلية حتى انهُ يختفي عن الناظر. وكانت تجاربهُ من هذا القبيل انهُ قتل خمسة ارانب باقتلاع قلوبها فحدث التيبس في الاوَّل بعد عشر ساعات ودام ١٩٢ ساعة وفي الثاني الذي تكهرب قليلاً بعد سبع ساعات ودام ١٤٤ ساعة وفي الثالث الذي تكهرب اكثر من الثاني بعد ساعتين ودام ٧٢ ساعة وفي الرابع الذي تكهرب اكثر من الثالث بعد ساعة واحدة ودام ٣٠ ساعة وفي الخامس الذي اجري عليهِ سيل كهربائي كلواني قوي جدًّا حدث التيبس بعد الموت بسبع دقائق ودام ٢٥ دقيقة. فيظهر من ذلك انهُ كلما كان السيل الكهربائي قويًّا اسرع حدوث التيبس وقصرت مدتهُ حتى انهُ ربما ظهر التيبس بعد الموت من الصاعقة وزال بسرعة عظيمة فلم يدرك. وظهر ايضًا من تجارب المعلم المذكور ان العضلات التي تتكهرب حالاً قبل الموت يظهر فيها التيبس بسرعة ويدوم مدة قصيرة بالنسبة الى بقية العضلات وهذا يؤيد القول ان التيبس الذي يعقب الاسباب المنهكة لتنبه العضلات سريع الظهور وقصير المدة. والفالج لا يمنع حدوث التيبس بعد الموت في الجزء الذي كان مفلوجًا بشرط ان لا يكون قد تعرض لتغذية النسيج العضلي

ويصيب التيبس العضلات غير الاختيارية كما يصيب العضلات الاختيارية سواء كان بناؤها من الالياف المخططة او غير المخططة. ويظهر تيبس العضلات غير الاختيارية التي اليافها مخططة في انقباض القلب بعد الموت. ويظهر تيبس العضلات التي اليافها غير مخططة في انقباض الشرايين التي لها طبقة عضلية فانها تستدير وتشتد كالحبال بعد الموت في اوّل الامر ثم ترتخي كبقية العضلات وتهبط جدرانها ويتسطح شكلها

اعمال العضلات الاختيارية

إكثر العضلات الاختيارية تحرك العظام المرتبطة هي بها كما تفعل القوة في المخل. ويقسم المخل في الفلسفة الطبيعية الى ثلاثة انواع بحسب الوضع النسبي للقوة والثقل والدارك

شكل ١٦٣

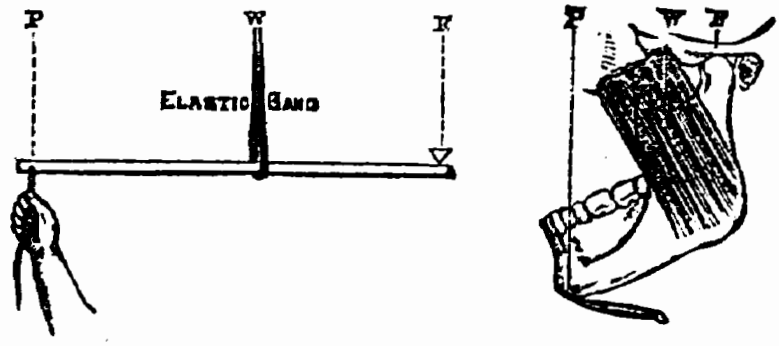


النوع الاوّل ما كانت فيهِ القوة عند الطرف الواحد من المخل والثقل عند الطرف الآخر والدارك بينهما. ومن امثلة ذلك في الجسد البشري نصب الجذع عقيب الانحناء بواسطة عضلات مؤخر الفخذ المرتبطة بالحدبة الوركية

ش ١٦٣ . P القوة . F الدارك . W الثقل . الرسم الايسر يدل على المخل من النوع الاول والايمن يدل على انحناء الجذع ونصبهِ بواسطة عضلات مؤخر الفخذ

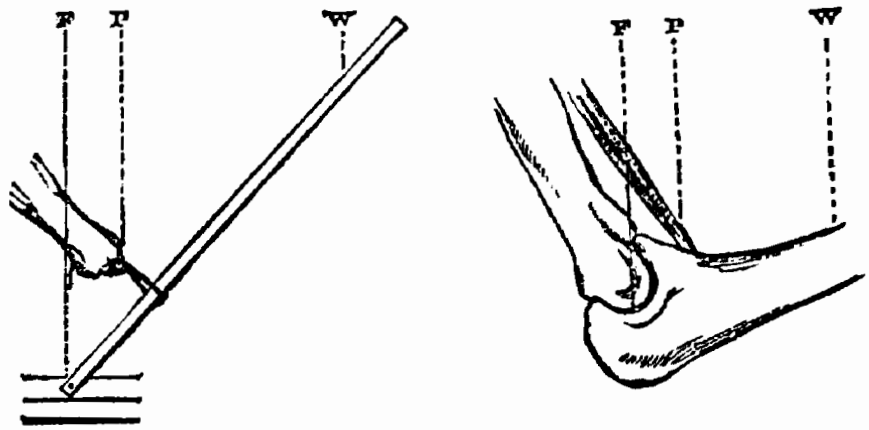
من الاعلى وبالساق من الاسفل فيكون الجذع الثقل والعضلات القوة وراس الفخذ الدارك

شكل ١٦٤



والثاني ما كان وضع الثقل بين القوة والدارك. ومن امثلته فتح الفم بواسطة خفض الفك السفلي فان القوة هي العضلات الخافضة والثقل هو عمل العضلات التي تطبق الفم والدارك هو المفصل الصدغي الفكي

شكل ١٦٥



والثالث ما كانت القوة متوسطة بين الدارك والثقل. وامثلة ذلك كثيرة في الجسد منها قبض الساعد على العضد حيث يكون الدارك المفصل المرفقي والقوة العضلة ذات الراسين والعضدية المقدمة والثقل الساعد(١)

ش ١٦٤ . P القوة . W الثقل . F الدارك . الرسم الايسر يدل على النوع الثاني من المخل والايمن على فتح الفك السفلي بواسطة العضلات . Elastic Band رباطة لدنة

ش ١٦٥ . F الدارك . P القوة . W الثقل . الرسم الايسر يدل على المخل من النوع الثالث والايمن على قبض الساعد بواسطة ذات الراسين

(١) يتسهل للتلميذ ذكر انواع المخل الثلاثة من التامل بلفظة دقق والنظر الى ترتيب

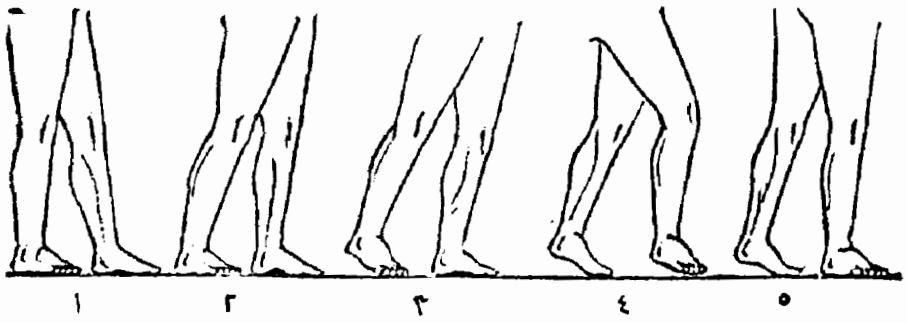
واكثر استعمال الامخال في الجسد البشري يحتاج الى قوة عظيمة الاَّ انهُ يمكّن من مجال واسع في الحركة كما يظهر من النظر الى رسوم النوع الاوَّل والثالث المذكورين آنفًا . فانهُ لما كانت القوة موضوعة بقرب الدارك لزم ان تكون شديدة لاجل احداث الحركة غير انهُ يتضح من تلك الرسوم ايضًا انهُ اذا كانت القوة قريبة من الدارك اتسع مجال الحركة بواسطة تقصير خفيف في الالياف العضلية

نقدّم الكلام على عمل العضلات التنفسية المركب في فصل التنفس وعمل القلب والاوعية الدموية في فصل الدورة وحركات المعدة والامعاء في فصل الهضم . واما المشي والوثب والركض فلا بد من الكلام عليها الآن بالتفصيل

المشي . تكاد تستعمل جميع العضلات الاختيارية في المشي اما راسًا لاجل الحركة الانتقالية او لاجل موازنة الراس والجذع . واقل العضلات مشاركةً في ذلك عضلات الطرفين العلويين على انها تستعمل ايضًا بالسليقة

من اخص العضلات التي تستعمل في المشي عضلات بطن الساق التي ترفع العقب واذا رفعتهُ رفعت الكعب ايضًا ورفعت معهُ جميع الجسد لانهُ مستقر

شكل ١٦٦



عليهِ بواسطة القصبة . وعند الشروع في المشي بالطرف الايسر مثلاً لا يرفع

حروفها . فانهُ اذا كان الدارك متوسطًا بين القوة والثقل كان من النوع الاول (د) واذا كان الثقل متوسطًا كان من النوع الثاني (ث) واذا كانت القوة متوسطة كان من النوع الثالث (ق)

الجسد بواسطة عضلات بطن الساق اليسرى فقط بل يندفع الجذع نحو المقدم بحيث كان يسقط لولا عمل الرجل اليمنى التي تُدفَع الى المقدم وتستقر على الارض لتسنده . ولذلك تعين عمل عضلات الساق اليسرى عضلات مقدم الجذع والساقين التي اذا انقبضت دفعت الجسد نحو المقدم . واذا كان الجذع على هيئة خط مائل نحو المقدم نتج من ذلك بالضرورة انهُ عند رفع العقب بواسطة عضلات بطن الساق يرفع جميع الجسد ويندفع بانحراف نحو المقدم والاعلى . تظهر اعمال المشي الابتدائية في الرسوم ١ و ٢ و ٣ من شكل ١٦٦

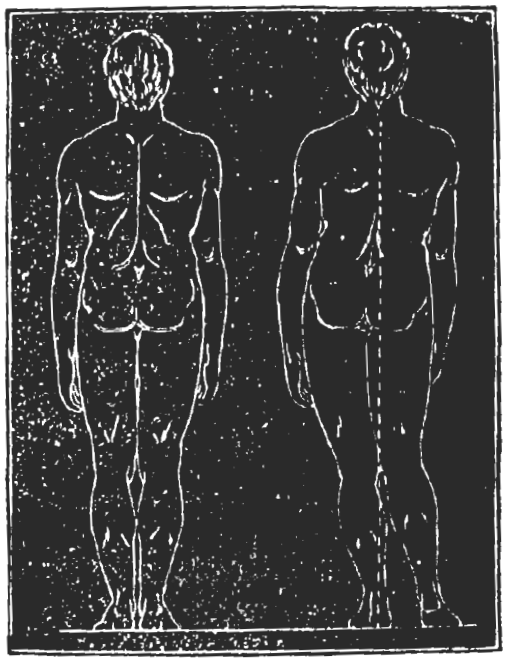
ثم اذا بلغ الجسد الوضع المشار اليهِ في رسم ٣ وجب دفع الساق اليمنى الى المقدم حتى تستقر على الارض وتمنعهُ من السقوط . ويتم ذلك على طريقتين احداها انها تتذبذب بنوع ميكانيكي نحو المقدم كتذبذب البندول والثانية بواسطة العمل العضلي . واما العضلات التي تستعمل لاجل ذلك فهي : اولاً عضلات مقدم الفخذ التي تثني الفخذ نحو المقدم على الحوض ولاسيما المستقيمة الفخذية مع الصلبية والحرقفية . ثانيًا عضلات مؤخر الفخذ التي تثني الساق على الفخذ ثنيًا خفيفًا . ثالثًا عضلات مقدم الساق التي ترفع مقدم القدم والاصابع حتى لا تتعلق بالارض عند تذبذب الساق خلافًا لما اذا كانت مفلوجة فالجًا جزئيًا فان الساق والقدم تُجرّان جرًّا . هذا هو الدور الثاني من عمل المشي ويظهر في رسم ٤ من الشكل السابق

ثم اذا وصلت القدم اليمنى الى الارض لم يبطل عمل الساق اليسرى بل يدوم عمل عضلات بطنها فانها ترفع العقب وتزيد الجسد اندفاعًا نحو المقدم على الساق اليمنى التي تكاد تحمل حينئذٍ كل ثقل الجسد الى ان ياتي دور تذبذب الساق اليسرى نحو المقدم واستقرار القدم اليسرى على الارض لاجل منع الجسد من السقوط . ويعاد العمل في الساق اليسرى (رسم ٥ شكل ١٦٦) كما حدث في اليمنى على شكل انهُ بينما تجهز عضلات بطن الساق الواحدة وعضلات قدمها لدفع الجسد نحو المقدم والاعلى من الوراء بواسطة رفع العقب تعين هذا

العمل عضلات مقدم الجذع وعضلات الساق المذكورة والساق الاخرى ايضاً الاّ اذا كانت متذبذبة نحو المقدم بان تجذب الساقين والجذع فتميل الى المقدم بواسطة عمل المفصل الرسغي . وبناء على ذلك يستخدم في المشي نوعان من القوة المخلية احدهما النوع الثالث حيث تكون القوة متوسطة بين الثقل والدارك وذلك عبارة عن مندغم وتراكيللس بين القدم والمفصل الرسغي . والآخر النوع الثاني حيث يكون الثقل متوسطاً بين القوة والدارك . وذلك عبارة عن دفع الجذع نحو المقدم بواسطة عضلات مقدم الجسد

وما عدا ارتفاع الجسد في المشي على ما سبق يتمايل من الجانب الواحد الى الاخر بحسب ما يؤتى بمركز الثقل من الساق الواحدة الى الاخرى على التعاقب لانهُ لابد من استقرار الجسد على الساق الواحدة بعد الاخرى . وتختلف درجة

شكل ١٦٧



ارتفاع الجسد وتمايله بحسب افراد البشر ولذلك كثيراً ما يتميز الواحد عن الاخر بكيفية مشيهِ . وكيفية ذلك انهُ عند اندفاع الجسد نحو المقدم والاعلى برفع العقب الايمن مثلاً كما في رسم ٢ من شكل ١٦٦ يدار الحوض على راس عظم

الفخذ الايسر عند الحق الخرقفي الى جهة اليسار بحيث يقع الثقل على الساق اليسرى اذ تكون اليمنى متذبذبة نحو المقدم وثقل الجسد على رفيقتها

ثم انهُ لابد من كون احدى القدمين مستقرة على الارض في المشي . واما الوثب او القمص فيقوم برفع العقبين فجأةً بواسطة انقباض سريع شديد في عضلات بطن الساق بحيث يندفع الجسد عن الارض اندفاعًا فجائيًا . ومما يعين في احداث الوثب ثني الفخذين على الحوض والساقين على الفخذين اولاً ثم تقويم الزوايا المكونة من الثني المذكور تقويمًا سريعًا . وتعلم هذه المشاركة من ان يجرب الانسان في نفسهِ الوثب وهو منتصب والساقان مستقيمتان

والركض يتم بوثبات متوالية سريعة منخفضة على التعاقب الساق الواحدة بعد الاخرى فترتفع القدمان لحظةً عن الارض عند كمال كلٍّ من الاعمال العضلية . غير انهُ في ما ذكر من المشي والوثب والركض وغيرها من الحركة يقصر الوصف عن استيفاء جميع ما يحدث من التركيب العجيب المتناسب في الاعمال العضلية لاجل الحركة الانتقالية ولو مهما كانت بسيطة بل يعجز العقل عن ادراكها كما ينبغي

عمل العضلات غير الاختيارية . معظم هذه العضلات لاترتبط بعظام مرتبة على هيئة امخال بل تدخل في تكوين اجزاء مجوفة تحتاج الى تصغير قطرها في بعض الاحوال بواسطة العمل العضلي . ومن امثلة هذا العمل ما يشاهد في الامعاء والمثانة والقلب والاوعية الدموية والحوصلة المرارية والقنوات الغدية وغيرها . وقد سبق الكلام على اختلاف كيفية الانقباض بين الالياف المخططة والالياف غير المخططة (صفحة ٣٩٣) وعلى العمل الدودي الخاص بالالياف غير المخططة في بعض جهات الجسد (صفحة ٣٣٣)

في مصدر العمل العضلي

ذهبوا سابقًا الى انهُ كلما انقبضت عضلة مرةً صاحب ذلك ما يقابلهُ من الدثور والهلاك في نسيجها وان كمية المبرزات النيتروجينية ولاسيما اليوريا عبارة

عن كمية الدثور ودليل على مقدار العمل العضلي . وقد ظهر حديثًا فساد هذا المذهب. لانهُ مع ان عمل العضلات وجميع الانسجة مصحوب بدثور النسيج العامل وزيادة خفيفة في كمية اليوريا المبرزة لايدل ذلك على كمية العمل ولا يُعدّ الدثور مصدرًا وحيدًا للقوة الظاهرة في الانقباض . فان زيادة كمية اليوريا بعد المجهود العضلي جزئية غير كافية وحدها للتعليل عن العمل المذكور فلا بد من وجود مصدر اخر لهُ . لانهُ من المقرّر ان جميع القوات الظاهرة في الجسد الحي عبارة عن نسبة متبادلة بينها وبين القوة الكامنة اي المودوعة في الطعام اولاً ثم في النسيج فلا بد اذًا من ان دلائل القوة الحادثة في الجسد تظهر في المبرزات . ولذلك اذا لم تكن كمية المبرزات النيتروجينية التي اليوريا اخصها كافية للتعليل عن العمل العضلي نضطر الى طلب ذلك في المبرزات غير النيتروجينية كالحامض الكربونيك والماء. ولا يخفى ان كمية هذه المبرزات غير النيتروجينية تزداد كثيرًا بواسطة المجهودات العضلية النشيطة ولا بد من كون الحامض الكربونيك نتيجة عمل كيماوي في الجسد ولاسيما احتراق كربون الطعام غير النيتروجيني على انهُ يدخل في ذلك كربون الطعام النيتروجيني ايضًا. وربما كان الماء ايضًا نتيجة الاحتراق المذكور

فينتج مما تقدم ان النسيج العضلي لا يدثر على نسبة تامة لعملهِ وان مصدر العمل العضلي ليس هو احتراق الطعام النيتروجيني فقط بل الطعام غير النيتروجيني ايضًا . واما الضرورة الشديدة للطعام النيتروجيني بعد الرياضة فناشئة عن احتياج العضلات والانسجة المنتهكة الى الغذاء الذي النيتروجين جوهري فيهِ لا عن كون الطعام غير النيتروجيني دونهُ في توليد القوة العضلية

الفصل الثامن عشر

في الصوت والتكلم

لجميع الحيوانات ذوات الفقرات التي تتنفس الهواء الأما ندر آلات لاجل احداث الصوت موضوعة في بعض الجهاز التنفسي. ويحتمل الصوت في حيوانات كثيرة التغيير والتنويع مدة حدوثهِ وبعدهُ ومن التنويعات المذكورة التكلم الخاص بالانسان

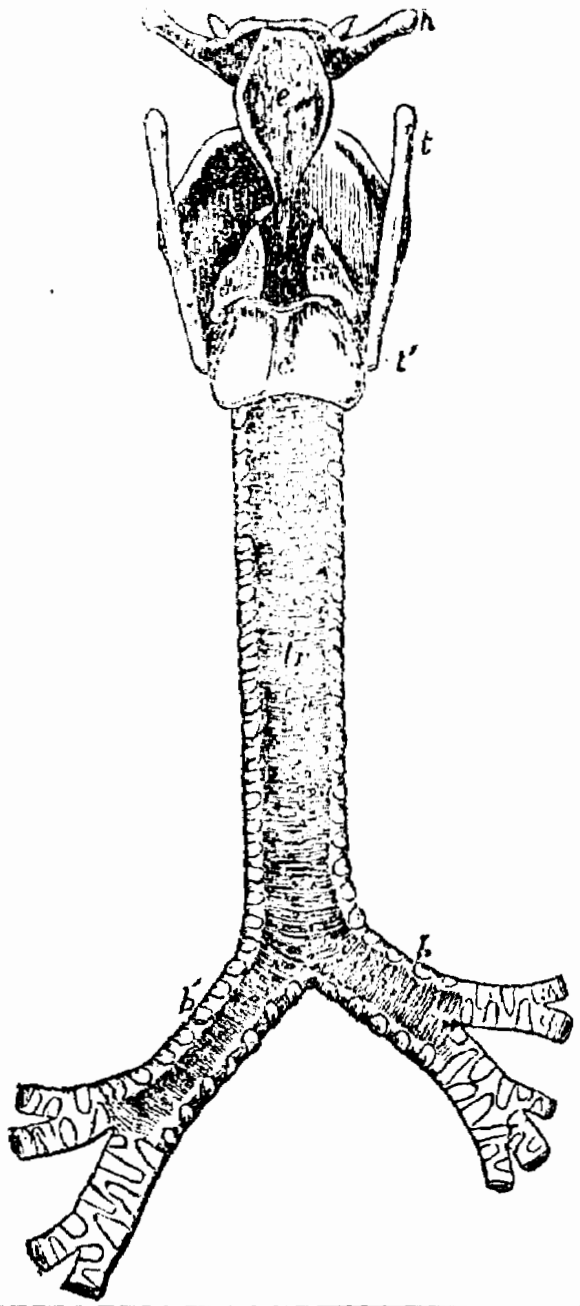
كيفية احداث الصوت الانساني

قد ثبت من المشاهدات في الجسد الحي بواسطة المنظار الحنجري وبواسطة التجارب في الحنجرة المقطوعة من الجسد الميت ان الصوت البشري ناتج عن الرباطين الحنجريين السفليين اي الحبلين الصوتيين الصحيحين (*cA* شكل ١٧٢) اللذين يحدان المزمار وذلك بواسطة الاهتزاز الحادث فيهما من مجاري الهواء التي تندفع على حافتيهما عند الزفير. ولذلك اذا فُتحت القصبة بطل الصوت ثم يعود اذا سدت الفتحة واما اذا كانت الفتحة اعلى المزمار لم يمنع ذلك احداثهُ. واذا عرضت افة للاعصاب الحنجرية التي تتوزع في العضلات المحركة للحبلين الصوتيين انقطع احداث الصوت. واذا دُفع سيل من الهواء في الحنجرة من الاسفل في الجسد الميت حدثت اصوات واضحة ولو قطع لسان المزمار والحبلان الصوتيان الكاذبان والبطينان الحنجريان بشرط ابقاء الحبلين الصوتيين الصحيحين سليمين متوترين متقاربين بحيث تكون فتحة المزمار ضيقة

وبناء على ذلك يُعدّ الحبلان الصوتيان الصحيحان آلة الصوت الخاصة غير ان تنوعات الصوت تتم بواسطتهما وبواسطة اعضاء اخر سيأتي الكلام عليها.

بناء الحبلين المذكورين من النسيج اللدن فهما في غاية المناسبة للاهتزاز كالاغشية المتوترة. وهما مرتبطان بالاجزاء الغضروفية من الحنجرة على شكل انهُ يمكن تغيير وضعهما وتوترهما بواسطة انقباض العضلات التي تعمل في الاجزاء المذكورة

شكل ١٦٨



ش ١٦٨. رسم يدل على مؤخر الحنجرة والقصبة والشعب. مصغَّر $\frac{1}{2}$. h القرن العظيم للعظم اللامي. e لسان المزمار. t القرن العلوي للغضروف الدرقي. $\bar{t}$ قرنهُ السفلي. c منتصف الغضروف الحلقي. tr القصبة. يشاهد فيها ست عشرة حلقة غضروفية. b الشعبة اليمنى. $\bar{b}$ الشعبة اليسرى. a الغضروفان الطرجهاليان

في الحنجرة

الحنجرة آلة الصوت واجزاؤها الجوهرية شفتان لدنتان يقال لها الحبلان الصوتيان . وهذان الحبلان مرتبطان بغضاريف الحنجرة وخاضعان لعمل عضلاتها فقد يسدّانها ويمنعان عبور الهواء الى الرئتين او منهما وقد يتوتران او يرتخيان اي يطولان او يقصران لاجل احداث اصوات مختلفة عند اهتزازها بواسطة الهواء المارّ عليها . وقد سبق الكلام على عملها مدّة التنفس الاعتيادي (صفحة ١٢١) وبقية الاعمال التنفسية (صفحة ١٤٤) وفي هذا الفصل نقتصر على عملها في احداث الصوت

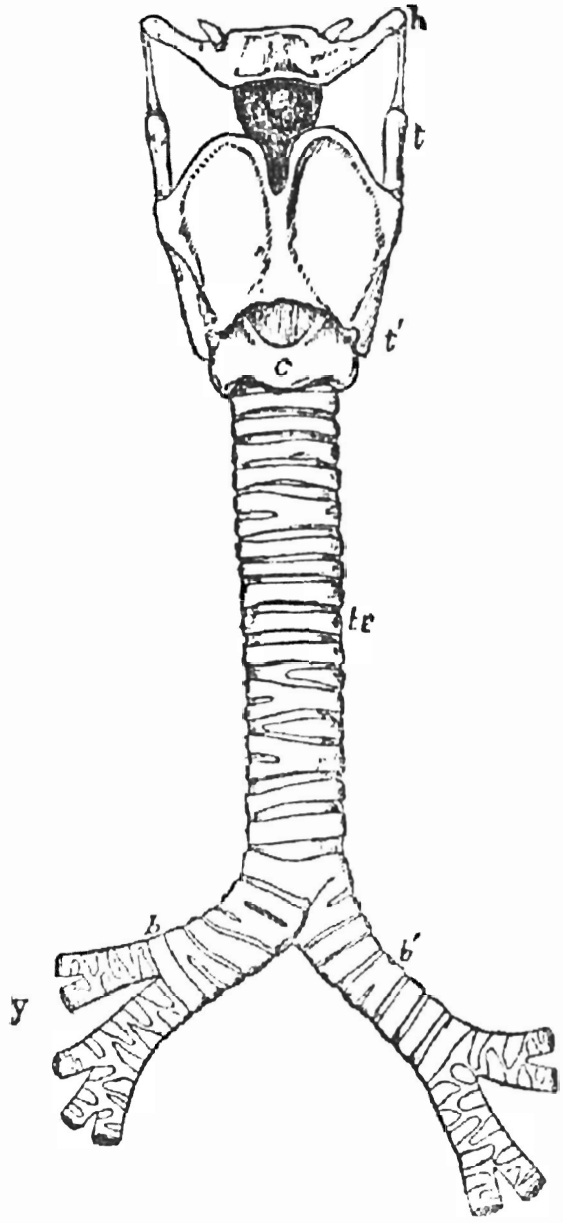
واما الاجزاء الرئيسية الاخر التي تدخل في تكوين الحنجرة (شكل ١٦٩ و١٧٠) فهي الغضروف الدرقي (*t*) والغضروف الحلقي (*c*) والغضروفان الطرجهاليان (*a*) ولسان المزمار (*e*) . غير ان عمل لسان المزمار قليل جدًّا في الصوت ومعظم فائدته انهُ يحدر على الجزء العلوي من الحنجرة فيمنع الطعام والشراب من السقوط فيها عند الازدراد . واما الحبلان الصوتيان الكاذبان (*cvsA* شكل ١٧٣) والبطينان الحنجريان الواقعان بينها وبين الحبلين الصحيحين فليس لها دخل عظيم في امر الصوت

الغضروف الدرقي (١—٤ شكل ١٧٠) على هيئة حلقة غير كاملة لا تحيط بالحنجرة الاَّ من المقدم . واما الغضروف الحلقي فحلقة كاملة جزءها الخلفي اعرض من جزئها المقدم . والغضروفان الطرجهاليان موضوعان على الحافة العليا للقسم العريض اي المؤخر من الغضروف الحلقي (*a* شكل ١٦٨) ولها حركتان احداها خاصة بها تتم بواسطة المفصل الذي يوصلها بالغضروف الحلقي والثانية تابعة لحركة الغضروف المذكور الذي يستقران عليهِ وذلك كحركة الراس وحدهُ على العمود ثم حركتهِ التابعة لحركة العمود

ويتصل الغضروف الدرقي بالحلقي بواسطة قرنيهِ السفليين فيتكوّن من

ذلك مفصلان لهما اربطة وغشاء زلالي ($\bar{t}$ شكل ١٦٨ و١٦٩) تمكّنهُ من الحركة وبرتبط الحبلان الصوتيان من الخلف بمقدم قاعدة الغضروفين الطرجهاليين

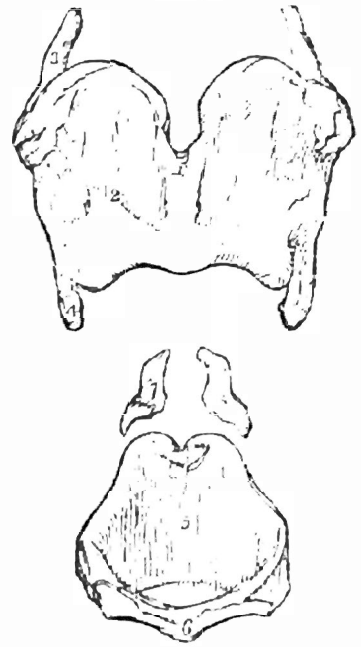
شكل ١٦٩



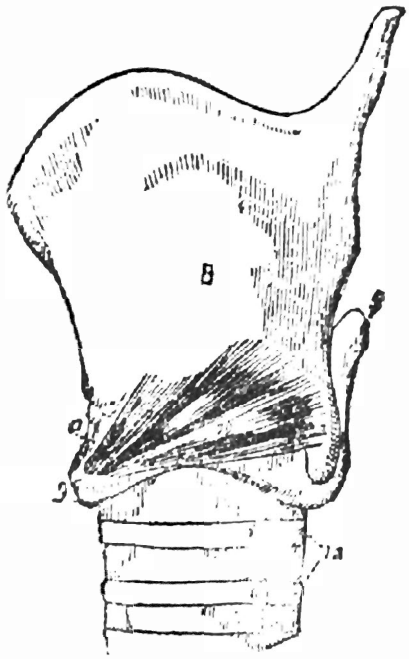
ش ١٦٨ . رسم يدل على مقدّم الحنجرة والقصبة والشعب . مصغّر $\frac{1}{2}$. h القرن العظيم للعظم اللامي . c لسان المزمار . t القرن العلوي للغضروف الدرقي . $\bar{t}$ قرنهُ السفلي . c منتصف الغضروف الحلقي . tr القصبة . يشاهد فيها ست عشرة حلقة غضروفية . b الشعبة اليمنى . $\bar{b}$ الشعبة اليسرى . a الغضروفان الطرجهاليان . y تشعب القصبة

ومن المقدم بالزاوية الموضوعة عند مقدم الغضروف الدرقي . وعلى ذلك كلما تحرك احد هذه الغضاريف احدثت الحركة تاثيرًا في الحبلين . ولما كان الغضروفان الطرجهاليان مستقرين على مؤخر الغضروف الحلقي (*a* شكل ١٦٨) ومتصلين به بواسطة اربطة كان لابد من حركتهما وتأثرالحبلين الصوتيين عند حركة الغضروف الحلقي

شكل ١٧٠



شكل ١٧١



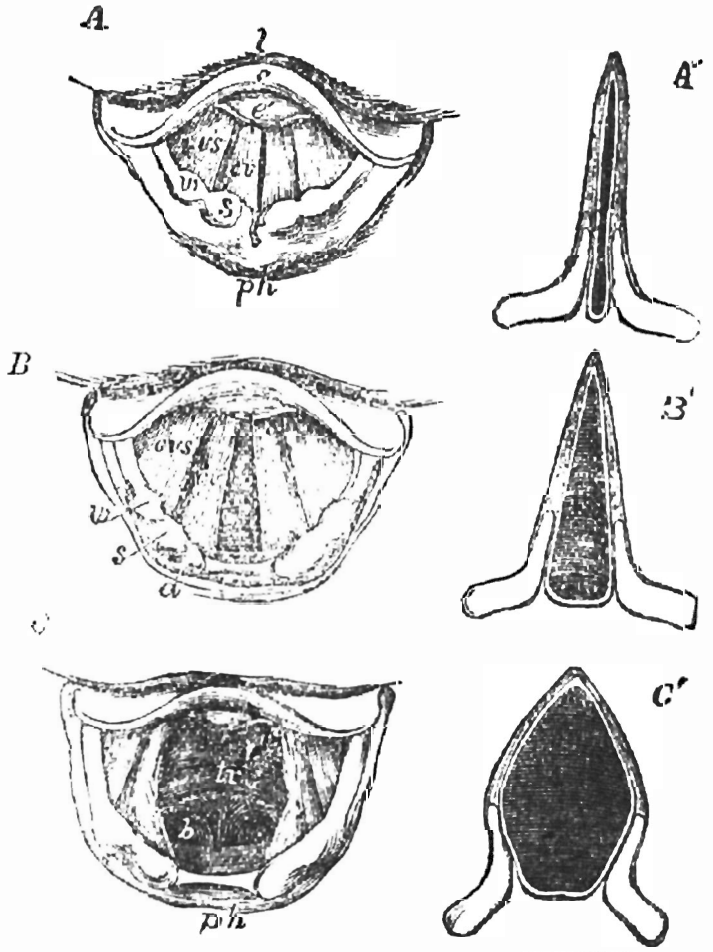
واما العضلات الخاصة بالحنجرة اي التي لها عمل راسًا في الحبلين الصوتيين فتسع اربع منها ازواج وواحدة مفردة وهي الحلقيتان الدرقيتان والدرقيتان الطرجهاليتان والحلقيتان الطرجهاليتان الخلفيتان والحلقيتان الطرجهاليتان الجانبيتان والعضلة الطرجهالية . واما عملها فالحلقيتان الدرقيتان (10 شكل

ش ١٧٠ . غضاريف الحنجرة من المقدم . 1 — 4 الغضروف الدرقي . 1 خط عمودي هو تفاحة آدم . 2 الجناح الايمن . 3 القرن العلوي من الجانب الايمن . 4 القرن السفلي . 5 و 6 الغضروف الحلقي . 5 باطن القسم الحلقي . 6 قسمة المقدم الضيق . 7 الغضروفان الطرجهاليان

ش ١٧١ . ظاهر الحنجرة من الجانب . 8 الغضروف الدرقي . 9 الغضروف الحلقي . 10 العضلة الحلقية الدرقية . 11 الرباط الحلقي الدرقي . 12 حلقات القصبة العليا

١٧١) اذا انقبضنا ادارتا الغضروف الحلقي على الدرقي فينجذب الى الخلف القسم العلوي والمؤخر من الغضروف الحلقي والغضروفان الطرجهاليان المستقران عليهِ ويميل الغضروف الدرقي الى الامام ولذلك يتوتر الحبلان الصوتيان لانهما مرتبطان من المقدم بالدرقي ومن الخلف بالطرجهاليين المستقرين على الحلقي . وعمل الدرقيتين الطرجهاليتين (ر شكل ١٧٤) عكس عمل سابقتيهما فانهما تجذبان الدرقي الى الخلف والطرجهاليين واعلى الحلقي ومؤخره الى الامام فترخيان الحبلين

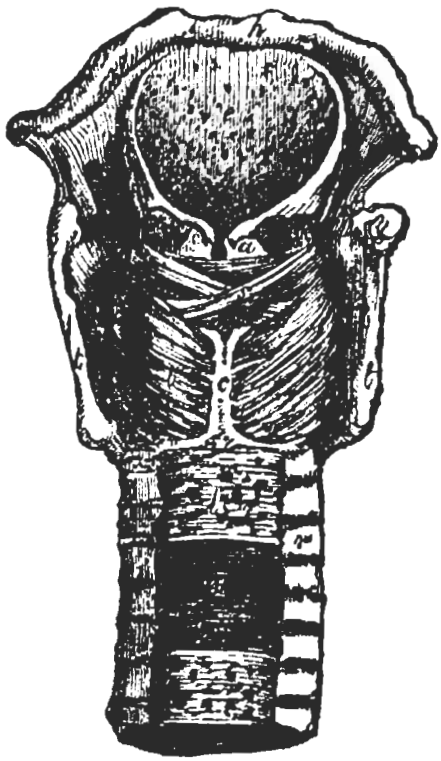
شكل ١٧٢



ش ١٧٢ . اختلاف حالة المزمار على ما يشاهد بالمنظار الحنجري . A حالة الحنجرة عند احداث برج عال في الغناء . B عند الشهيق الهادي . C توسيعها غاية ما يمكن في الشهيق الغائر . $\bar{A}$ و $\bar{B}$ و $\bar{C}$ وضع الحبلين الصوتيين والغضروفين الطرجهاليين باعتبار حالات المزمار السابقة . l قاعدة اللسان . e القسم العلوي السائب من لسان المزمار . $\bar{e}$ مقر لسان

والحلقيتان الطرجهاليتان الخلفيتان (b شكل ١٧٣) توسعان فتحة المزمار وتبعدان الحبل الواحد عن الآخر. وذلك لانهما اذا انقبضتا جذبتا زاويتي الطرجهاليين الوحشيتين نحو الخلف بحيث تتباعد زاويتاهما المقدمتان اللتان يرتبط بهما الحبلان كما يظهر عند التامل برسم B و C (شكل ١٧٣). وعمل الحلقيتين الطرجهاليتين الجانبيتين عكس عمل سابقتيهما فانهما تجذبان الغضروفين الطرجهاليين الى الجهة المخالفة فتسدان المزمار (c شكل ١٧٤). والعضلة

شكل ١٧٣



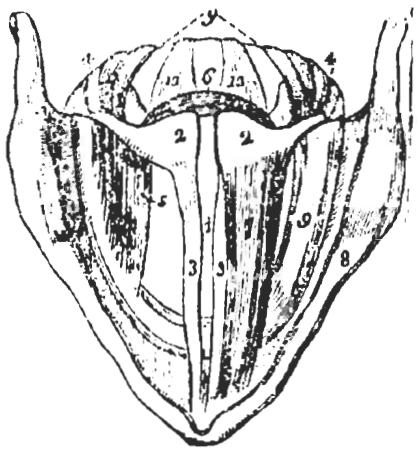
المزمار. ph قسم من الجدار المقدم للبلعوم وراء الحنجرة. r و s الغضروف الاسفيني الموضوع في باطن ثنية مخاطية ممتدة من راس الغضروف الطرجهالي (a) الى لسان المزمار. co الحبلان الصوتيان الصحيحان وهما شفتا فتحة المزمار. cus الحبلان الصوتيان الكاذبان وبينهما والصحيحين بطين الحنجرة

ش ١٧٣. مؤخر الحنجرة وبعض القصبة. h جسم العظم اللامي. e لسان المزمار. i الحافتان الخلفيتان للغضروف الدرقي. c الخط المتوسط للغضروف الحلقي. a القسم العلوي من الغضروف الطرجهالي. b العضلة الطرجهالية. d الحلقية الطرجهالية الخلفية اليسرى. l الغشاء الليفي الواقع في مؤخر القصبة وقد كُشِفت بعض الياقو العضلية عند n

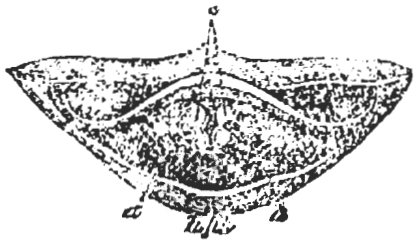
الطرجهالية تضيّق فتحة المزمار فانها اذا انقبضت قرّبت القسم العلوي من الطرجهالي الواحد الى الاخر لانها ممتدة بينهما (a شكل ١٧٣ و6 شكل ١٧٤)

ويتم وضع الحبلين الصوتيين على شكل ان الواحد منهما يكون موازيًا للآخر بواسطة عمل العضلات المذكورة وليس للدرقيتين الطرجهاليتين عمل في ذلك اكثر من غيرها كما زعم البعض . غير ان وضع الحبلين يختلف بحسب اختلاف الكيفيات فتكون فتحة المزمار واسعة مثلثة الشكل مدة التنفس الاعتيادي

شكل ١٧٤



شكل ١٧٥



الهادي الاّ انها تتسع قليلاً مدة الشهيق وتضيق قليلاً عند الزفير . وتتسع كثيرًا اذا كان الشهيق سريعًا غائرًا (C شكل ١٧٣) . وتضيق عند احداث الصوت اذ تتماسّ حافتا الغضروفين الطرجهاليين وتتقارب وتتوازى حافتا الحبلين ويشتد جدًا توترهما . وكلما كان عاليًا اشتد توتر الحبلين (A شكل ١٧٣) ولذلك

ش ١٧٤ . باطن الحنجرة من اعلى . 1 فتحة المزمار . 2 الغضروفان الطرجهاليان . 3 الحبلان الصوتيان . 4 العضلتان الحلفيتان الطرجهاليتان الخلفيتان . 5 الحلقية الطرجهالية الجانبية اليمنى واما اليسرى فممتزوعة . 6 الطرجهالية . 7 الدرقية الطرجهالية اليسرى واما اليمنى فممتزوعة . 8 الغضروف الدرقي . 9 الغضروف الحلقي . 13 الرباط الحلقي الطرجهالي الخلفي

ش ١٧٥ . اعلى الحنجرة على ما يشاهد بالمنظار مدة احداث برج واطي . e لسان المزمار . a الغضروف الاسفيني . a الغضروفان الطرجهاليان . 2 قاعدة اللسان . ph الجدار الخلفي للبلعوم

يتوقف مجال الصوت على درجة امكان التوتر. ويظهر التوتر المذكور بواسطة المنظار الحنجري مدة احدات الابراج العالية خلافًا للابراج الواطئة اذ ينخفض لسان المزمار ويحجبها عن النظر. ويعين انخفاض لسان المزمار في جعل الابراج غائرة اي واطئة النَّغَم مع شيء من الصمم ولا يظهر ان له فائدة اخرى في تنويع الاصوات

درجة تقارب الحبلين الصوتيين متقابلة غالبًا لارتفاع البرج غير ان ليس لاتساع الفتحة تاثير عظيم في ارتفاع البرج بل العمل في ذلك لدرجة توتر الحبلين. وقد ظهر من تجارب المعلم مولر انهُ لا يحصل صوت حقيقي عند مؤخر فتحة المزمار اي بين الغضروفين الطرجهاليين وانهُ لا فرق في درجة البرج بين ان يكون مؤخر فتحة المزمار مسدودًا او مفتوحًا بل ذلك موقوف على درجة توتر الحبلين

في الصوت باعتبار الغناء والتكلم

تتبع ابراج الصوت بعضها بعضًا على ثلاث طرق. الاولى اذا كادت جميع الابراج تكون على نَغَم واحد بلا تغيير كما في التكلم الاعتيادي على انهُ يرتفع برج بعض اقسام الكلمات لاجل الاطناب. والثانية الانتقال المتعاقب من الابراج العالية الى الواطئة او من الواطئة الى العالية بدون فترات كالبكاء في البشر والنبح في الكلاب. والثالثة هي الموسيقية التي فيها لكل صوتٍ عدد معين من الاهتزازات. وعدد اهتزازات الاصوات المتتابعة كعدد اهتزازات ابراج السلَّم الموسيقي

ويختلف مجال الصوت في افراد البشر من ديوان واحد الى ثلاثة ويمتد في الذين يحسنون الغناء الى ديوانين او ثلاثة. غير ان اصوات الذكور والاناث تبتدئ وتنتهي على ابراج مختلفة من السلم الموسيقي وعبارة هذا الاختلاف ديوان واحد فان برج صوت الانثى الاوطى اعلى من برج صوت الذكر الاوطى بديوان واحد وهكذا في العلو. ولذلك يكون معظم الاختلاف بين صوت الذكر وصوت الانثى من حيث النَغَم ويختلفان ايضًا في الصفة فان صوت الانثى الين

من صوت الذكر. واذا نظرا الى مجال الصوت في الذكور والاناث معًا كان نحو اربعة سلالم

ويتوقف الاختلاف المذكور بين صوت الذكور والاناث من حيث النغمة على اختلاف طول الحبلين الصوتيين في الجنسين فان طولها النسبي في الرجال والنساء كنسبة ثلاثة الى اثنين. واما اختلافهما في الصفة فلسبب اختلاف بناء جدران الحنجرة وشكلها في الجنسين فانها اوسع في الذكور وزاويتها المقدمة احدّ. وللذكور نوعان من الصوت يُميَّزان في صناعة الغناء ويعرفان بالقرار والجواب. وللاناث ايضًا نوعان من الصوت هما الثاني والثالث والفرق الجوهري فيها جميعًا هو في الصفة التي تميّزها ولو كان البرج واحدًا. وربما كان الاختلاف المذكور عائدًا الى نوع الاربطة واجزاء الحنجرة الغشائية والغضروفية كما ان الآلات الموسيقية المصطنعة من مواد مختلفة تختلف في صفة الصوت ولو كان البرج التي تُعزَف به واحدًا

تشبه حنجرة الصبيان حنجرة الانثى لان الحبلين الصوتيين فيهم قبل الادراك لا يبلغان ثلثي طول ما يبلغانه بعد المدة المذكورة وزاوية الغضروف الدرقي قليلة البروز فيهم كما في النساء. ولذلك كانت اصواتهم كاصوات النساء في النغم والديوان الاّ انها اقوى وتختلف عنها قليلاً في الصفة. ثم اذا حصل في الحنجرة التغيير الذي يحدث مدة النمو عند البلوغ صار صوت الصبي كصوت الرجل. غير انهُ بينما يكون التغيير في الشكل آخذًا في الحدوث يتعطل الصوت وقد يصير ابحّ فلا يصلح للغناء الى ان يتمكن من الصفة الجديدة بواسطة التمرين ولا يحدث التغيير المذكور في الخصيان اللذين سُلّت منهم الخصيتان قبل البلوغ. وصوت اكثر المتقدمين في السن ضعيف الصفة لسبب تعظم غضاريف الحنجرة وتغير حالة الحبل الصوتي ومرتجف لسبب فقد القوة العصبية والتسلط على العضلات

واما قوة الصوت فعائدة اولاً الى درجة الاهتزاز التي يقبلها الحبلان

الصوتيان وثانيًا الى صلاحية اغشية الحنجرة وغضاريفها وجدران الصدر وتجاويف الفم والانف للصَدَى اي رجع الصوت حتى انهُ كل ما يعارض خاصة الاهتزاز يضعف قوة الصوت

وتنقبض اقواس اللهاة والغلصمة من احداث الابراج العالية وربما كان ذلك ناشئًا فقط عن عمل عصبي غير اختياري ينبهُ انقباض عضلات الحنجرة المفرط الاختياري وليس لهُ فائدة من هذا القبيل الاَّ اذا كان توترها عند الانقباض معينًا في الصدى . واما وظيفة بطيني الحنجرة فتوسيع الخلاء لاجل اهتزاز شفتي المزمار الموضوع فيهما الحبلان الصوتيان

التكلم

ما عدا الالحان الموسيقية تتكوَّن في الحنجرة اصوات اخرى كثيرة في البوق الصوتي بين المزمار وفتحات المسالك الهوائية الظاهرة فيتالف من الاصوات المذكورة الكلمات التي تدل على الاجسام وصفاتها واعمالها وتتركب اللغة من الكلمات. وتقسم اصوات التكلم اي الاصوات الملفوظة الى حروف علة وحروف صحة والفرق بينهما ان حروف العلة تتولد في الحنجرة وحروف الصحة تتكون بواسطة تقطع مجرى الهواء في بعض مسير المسالك الهوائية اعلى الحنجرة . ولا يمكن لفظ اكثر حروف الصحة الاَّ اذا صاحبها حروف علة كالباء والتاء والثاء. واما لفظ حروف العلة فيكون قائمًا بنفسهِ وقد يمتدُّ طويلاً . وما هو خاص بكل منها دون الاخر عائد الى درجة فتحة الفم وقد حسب المعلم كمبلين هذه الدرجة في لفظ حروف العلة بنسبة بعضها الى بعض فكانت ٥ للالف و٣ للياء و٢ للواو

وكثيرًا ما يُنسَب التكلم للسان . وكذلك تُسمَّى اللغة لسانًا على ان عملهُ ثانوي ولو كان معتبرًا . لانهُ شوهد في بعض المرضى الذين قُطِعت السنتهم لمرضٍ خبيث انهم يستطيعون التكلم على نوع غير تام ويتغير صوتهم وانما ما يفقدون لفظهُ من الحروف فهو ما للسان مشاركة فيهِ

واما نوع التكلم المعروف بالفنتريلوكزم اي التكلم البطني فالظاهر انهُ تنويع الاصوات الحادثة في الحنجرة بحيث انها تشابه ما يعرض للصوت من التنويع بسبب البعد وغيرهِ . وقد ظهر من مشاهدات موللر وكولومبات ان الامر الجوهري في ذلك هو ان يشهق الانسان شهقة تامة ثم يثبت عضلات الصدر والعنق ويتكلم اذ يكاد يكون الفم مطبوقًا والشفتان والفك السفلي بلا حركة ما امكن والهواء مزفورًا من الفم لا من الانف بكل بطوء مع تضييق المزمار غير ان معظم مماثلة الاصوات الآتية من جهات مختلفة انما يتم بخداع حواس اخر ما عدا حاسة السمع وكيفية ذلك اننا لا نستطيع ان نميز بسهولة جهة الاصوات التي تصل الينا فاذا وُجّه الذهن الى ناحيةٍ ما توهمنا الصوت آتٍ منها خلافًا للحقيقة

اخص فوائد الصوت في الحيوانات الدنية دوام الجنس لانهُ تتم بهِ المواصلة بين الذكور والاناث وبين الامهات والصغار . واما في الانسان فالتكلم هو الاساس العظيم الذي تبنى عليهِ جميع المعاملات البشرية وترقيتهم في سلم العقل واتساع المعارف . واختراع صناعة الكتابة كانَ الفاعل الاعظم بين جميع الوسائط التي رقت الجنس البشري في العلوم والصنائع والتمدن والديانة . فان الكتابة اشارات طبيعية تامة للكلام فتجمع

ما توصل اليهِ جيل من المعارف والخبرة

وتسلمهُ للجيل التابع لكي يضيف اليهِ

ما يحصلهُ وهكذا على تعاقب

الازمان

الفصل التاسع عشر

في الحواس الظاهرة

الحس عبارة عن قبول العقل معرفة صفات او كيفيات اعصاب الحس نفسها لا الاجسام الخارجة ويتم ذلك بواسطة المجموع العصبي ويكون عادةً نتيجة عمل سبب خارجي . وتختلف صفات اعصاب الحس بعضها عن بعض على شكل ان لكل عصب منها صفةً خاصة به

يقسم الحس الى نوعين رئيسيين العام والخاص . فالحس العام حادث عن الحس الاعتيادي الذي تشترك فيه اكثر اجزاء الجسد ويظهر عند اللمس وعند التنبيه فيشعر العقل بالحرارة او البرد او الالم او كون الجسم صلبًا او لينًا او املس او خشنًا او غير ذلك بحسب نوع المنبه . ومن هذا الباب ايضًا شعور العقل في الاحوال المرضية بالحكّ واللذع والالم وغير ذلك من الاحساسات . واذا كان الحس العام على اعلى درجة من الكمال فهو اللمس على ان اللمس يُعَدّ غالبًا من الحواس الخمس الخاصة مع انهُ يختلف عنها بانهُ صفة مشتركة بين اعصاب كثيرة وهي جميع الاعصاب الحاسة الشوكية والرئوي المعدي واللساني البلعومي والهجيي الخامس

ويقسم الحس الخاص الى خمس حواس وهي حاسة البصر والسمع والشم والذوق واللمس . وظهور الثلاث الاول موقوف على عصب خاص بكلٍ منها وهو البصري لحاسة البصر والسمعي للسمع والشمي للشم . واما حاسة الذوق فمشتركة بين فرعين احدهما من العصب الخامس والآخر من اللساني البلعومي

تُعلِمنا الحواس بواسطة خصائص اعصابها بحالات اجسادنا وعلى هذه الكيفية تعلمنا بصفات الاجسام وتغيراتها التي تحدث تغيرات في حالة الاعصاب. فان الذي يدركهُ العقل بواسطة الحواس انما هو صفة او تغيير في حالة الاعصاب على ان العقل قد تعوَّد ان ينسب تنوع حالة الاعصاب الناشئ عن تاثيرات خارجية الى الاجسام الخارجة نفسها . واعتبار المحسوسات على الوجه المذكور عادي في الحواس التي يندر تاثير الاسباب الباطنة فيها بحيث لا نشعر بالخطاء الاَّ عند التأمُّل . خلافًا لحاسة الشعور حيث تنبه كثير من احساسات الاعصاب بواسطة الاسباب الباطنة والظاهرة فان ادراك الصواب سهل . لاننا نتصور بسهولة ان الشعور بالالم او اللذة مثلاً عائد الى حالة الاعصاب وانهُ ليس صفة الاشياء التي تنبههُ . ويصدق هذا الامر على بقية الاحساسات فان العقل يدرك حالات العصب البصري والشمي وغيرهما التي تختلف اختلافًا جوهريًّا عن حالتها مدة السكون سواء كانت ناشئة عن ملامسة اجسام خارجة او عن تغيرات باطنة فان كانت ناشئة عن السبب الاوَّل عرفها العقل بداهةً او تعلمًا بواسطة التغيرات التي تحدثها في حالة الاعصاب

قبول اعصاب الحس الخاص لتاثيرات معلومة كالعصب البصري للنور والعصب السمعي لاهتزازات الهواء لا ينفي امكان تنبهها بواسطة تاثيرات اخر. لانهُ ولأن كان العصب البصري يتنبه عادةً بواسطة النور والسمعي بواسطة اهتزاز الهواء والشمي بواسطة دقائق ذات رائحة فقد تنبه صفة كلٍّ من هذه الاعصاب بواسطة اسباب اخرى. غير انهُ كيفما تنبه عصب الحس الخاص ومهما كانت درجة التنبيه كان الحس الحادث واحدًا في الجوهر بحيث اذا تنبه العصب البصري مثلاً لم يحدث من ذلك الاَّ حسّ النور. ولذلك يُنسَب هذا الحدوث لصفة متميزة في كلٍّ من اعصاب الحس الخاص . وقد اثبتت تجارب ماجندي ان ليس لاحد هذه الاعصاب حس عام لانهُ كشف العصبين الشمين في كلب ووكزهما فلم يظهر شيء من الدلالة على حدوث الالم وكذلك

في العصب البصري والشبكية

كل ما يحدث من الحس بواسطة التاثيرات الظاهرة في عصب معلوم قد يحدث ايضًا بواسطة اسباب باطنة تفعل في حالة ذلك العصب . فان احساسات اعصاب اللمس او الحس العام مثلاً المتنبهة بواسطة اسباب من الخارج كالبرد والحرارة والالم واللذة تحدث بواسطة اسباب باطنة على الدوام في جميع اجزاء الجسد التي لها اعصاب حاسة . فينتج من ذلك ان احساسات اعصاب اللمس كيفيات اوصفات خاصة بها تظهر عند وجود الاسباب المنبهة لها سواء كانت هذه الاسباب ظاهرة او باطنة . وكذلك حاسة الشم قد تحدث بواسطة كيفية عصب الشم الباطنة بدون وجود جوهر ذي رائحة في الخارج . وهكذا قد تتنبه حاسة البصر من حيث النور والظلمة واللون بلا وجود اسباب منبهة ظاهرة وقد يتهيج العصب السمعي بواسطة اسباب باطنة فيشعر الانسان بطنين ودوي لا وجود لها في الخارج

ويهيج السبب الواحد باطنًا كان او ظاهرًا الصفات المميزة لكلٍّ من اعصاب الحس الخاص . ومن جملة الاسباب الباطنة التي تفعل في جميع اعصاب الحس الخاص على كيفية واحدة اجتماع الدم في الاوعية الشعرية كما يحدث في الاحتقان والالتهاب . فهذا السبب الواحد يهيج في الشبكية بينما تكون العينان مطبوقتين بصر النور وشهبًا ضيائية وفي العصب السمعي اصوات دوي وطنين وفي العصب الشمي حسًّا بالروائح وفي اعصاب الحس العام حاسة الالم . واذا دخل جوهر مخدّر في الدم تهيجت في اعصاب كلٍّ من الحواس الصفات المميزة لها كالشهب الضيائية وطنين الاذنين وحاسة الدبدبة على سطح الجسد . واما الاسباب الظاهرة كتنبيه الكهربائية واللطمات واهتزاز الدماغ والضغط فتحدث في العين حاسة النور والالوان وفي الاذن اصواتًا قوية وفي اللسان طعمًا حامضًا او ملحًا وفي غير اجزاء من الجسد صدمة ارتجاجية

ومع ان الاحساسات المذكورة تنشأ عادةً عن كيفيات خصوصية في

اعصاب الحس سواء كان السبب ظاهرًا او باطنًا قد يشعر العقل بها بدون تغيير في حالة الاعصاب ولو بعد الانفصال بين الاعصاب واعضاء الحواس الظاهرة. وذلك لان مجلس اسباب هذه الاحساسات في اجزاء الدماغ التي تنتهي فيها اعصاب الحس. فانهُ قد شوهد ان ضغط الدماغ مثلاً يحدث الحس بالنور كالاشباح المنيرة التي تنهيج بواسطة اسباب باطنة بعد فالج الشبكية التام. ويُعلَّل عن اكثر الاحساسات المرضية التي ترافق امراض الدماغ كرؤية الاشباح وغيرها على الوجه المذكور

تقدَّم ان المدركات التي نشعر بها بواسطة الحواس ليست الاَّ كيفيات خصوصية محدثة في الاعصاب ويشعر بها على هيئة احساسات غير انهُ لما كانت اعصاب الحواس اجسامًا هيولية مشاركة للهيولى في صفاتهِ العامة كاشغال الخلاء وقبول الحركة الاهتزازية وقبول التغيرات الحادثة من العمل الكيماوي وعمل الحرارة والكهربائية اعلمت العقل بواسطة التغيرات المذكورة الناشئة عن اسباب خارجة بحالتها الخصوصية وبصفات الاجسام الخارجة وانتقال كيفيتها كالحركة الانتقالية والاهتزازية والتغيير الكيماوي الى غير ذلك. ويختلف الخبر الحاصل بواسطة الحواس بحال الطبيعة الخارجة في كل حسٍّ بمفردهِ بحسب الصفات المميزة للعصب

اما الاحساس بالحركة فعلى نوعين كالحركة نفسها اي سارٍ واهتزازي. ومعظم قوة ادراك الحركة السارية خاص بحاسة البصر والذوق واللمس. فانهُ يُشعَر مثلاً بتاثير ينتقل من جزء واحد من الشبكية الى جزء اخر فيفهم العقل من حركة الصورة حركة الجسم. وكذلك في امر اللمس والذوق اذ ينتقل الاحساس من جزء الى اخر على سطح العضو ويُشعَر بالحركة الاهتزازية بواسطة جملة من الحواس ولاسيما السمع واللمس. فان الاهتزاز هو المنبّه الاعتيادي لحاسة السمع بحيث يدرك الصوت. ويُدرَك الاهتزاز بواسطة حاسة اللمس على هيئة ارتجافات قد يرافقها تاثير دغدغي

واما الاعمال الكيماوية فتُدرَك خصوصًا بواسطة الذوق والشم واللمس على الكيفية المميزة لكلٍ منها . واعظم تاثير الاجسام الطيارة التي تغير كيفية الاعصاب بواسطة العمل الكيماوي يحدث في عضو الشم وبعض المواد تعمل في هذا الحس ولا تعمل في الذوق واللمس كبخار الرصاص وبعض المعادن الاخرى. وتدرك بعض المواد الطيارة بواسطة حاسة الشم وحاستي اللمس والذوق ايضًا كبخار الخردل والغازات الحرّيفة التي تنبه حاسة الشم والذوق وتهيج في ملتحم العين وغشاء الرئتين المخاطي نوعًا من الحس العام

وتُنسَب الاحساسات لا الى مجلسها الحقيقي الباطني بل الى الظاهر والسبب في ذلك لا كيفية الاعصاب نفسها بل الصورة العقلية المرافقة للاحساس والناشئة من الاختبار. لانهُ في ادراك الاحساسات عمل مركب مشترك بين العقل واعصاب الحس فيتعوّد العقل بواسطة التعلُّم او الاختبار ان ينسب الاحساسات التي يقبلها الى الاجسام الخارجة عن الجسد ولو كانت اسبابها باطنة . وعلى ذلك يظهر للانسان ان النور الذي يشعر بهِ مدة احتقان الشبكية آتٍ من الخارج وان طنين الاذنين في المرض كانهُ صوت آتٍ من مكان بعيد فان العقل ينسبها الى العالم الخارجي من حيث قد تعود قبول الاحساسات المشابهة لها

وفضلاً عن ان العقل يدرك الاحساسات وينسبها الى المصادر التي قد تعود ان ينسبها اليها يؤثر فيها راسًا فيزيدها قوة بواسطة انتباهو . فان ادراك المحسوسات يكون ضعيفًا او مفقودًا اذا لم يرافقهُ الانتباه لانهُ اذا كان العقل عديم العمل من الكسل او كان الانتباه مشغولاً عن اعصاب الحس بواسطة التامل العقلي غائصًا في لجة الافكار او ملتهيًا بالانفعالات النفسانية الشديدة لم تُحدِث احساسات الاعصاب تاثيرًا في العقل فلا تُدرَك اي لا يوصل بها الى الذات الشاعرة او اذا وصلت كان عملها ضعيفًا ينساها العقل بسرعة واذا ذكرها فلا يكون ذلك الاَّ بعد زوال ما اشغلهُ عنها مدة حدوثها

وقد تكون قوة الانتباه الى الاحساسات الناشئة من احد اعضاء الحواس محصورة في قسم واحد منهُ فيتمكّن العقل من التمييز بين اجزاء الحس الواحد . فاذا وجّه الانسان ذهنهُ مثلاً الى كل فسحة البصر في آنٍ واحد لم يرَ شيئًا واضحًا خلافًا لما اذا وجّههُ الى جزء بعد جزء على حدتهِ فانهُ يراهُ جليًّا لسبب تحليل الاجزاء التي يتالف منها الحس الواحد . وهكذا في التمييز بين اصوات الآلات الكثيرة في دائرة الموسيقى

في حاسة الشم

ينبغي لاجل تنبيه حاسة الشم عادةً عمل مواد خارجة يحدث تغيرات خصوصية في العصب الشمي . وهذا العصب يقبل تغيرات كثيرة جدًّا تابعة لانواع المنبهات الخارجة

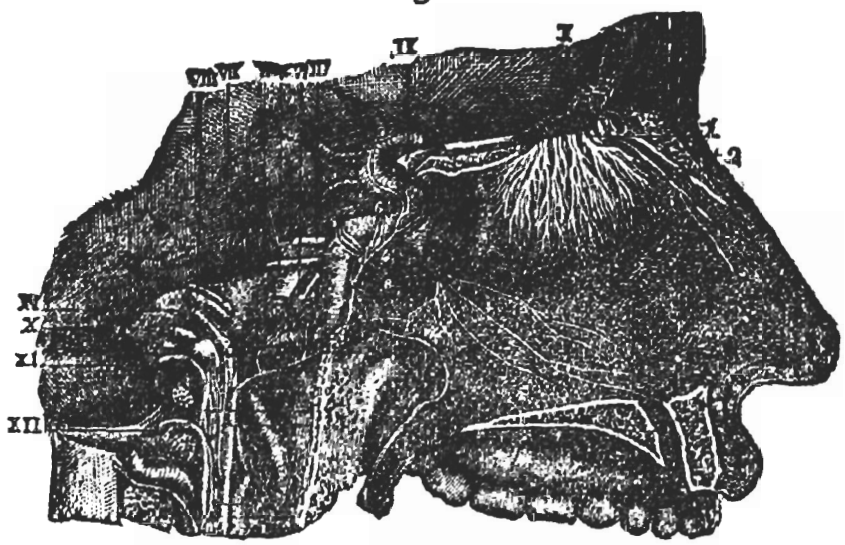
الشرط الاوّل في حاسة الشم وجود عصب خاص اذا حصلت تغيرات في كيفيتهِ وادركها العقل كانت الاحساس بالروائح ولا يوجد عصب اخر غير العصب الشمي متهيّئ لهذا الانفعال ولو كانت الاسباب الفاعلة فيها واحدة . والجوهر الواحد الذي ينبّه حاسة الشم في العصبين الشمين قد ينبّه حاسة الذوق بواسطة عصبي الذوق وحاسة اللذع والاحتراق في اعصاب اللمس غير ان حاسة الشم منفردة ومتميزة عنهما مع انها تُدرَك في الزمن الواحد. والشرط الثاني حالة خصوصية في عصبهِ او تغيير خصوصي يحدثهُ المنبّه اي الجوهر ذو الرائحة

الاسباب المادّية في الروائح هي غالبًا في الحيوانات التي تعيش في الهواء اما جوامد محمولة في الهواء الكروي بحالة التجزئة الدقيقة جدًّا او ابخرة غازية كثيرًا ما تكون خفية الكيفية لا يكشفها عامل الاّ حاسة الشم . ولابد من كون جميع المواد المشمومة على الاطلاق محلولةً في مخاط الغشاء المبطن للانف قبل امكان وصولها الى العصب الشمي وعملها فيهِ . ولذلك يضاف الى الشرطين

السابقين في الشعور بالروائح شرط آخر وهو ان يكون غشاء الحفرة الانفية المخاطي رطبًا . فاذا كان جافًا تعطلت حاسة الشم او بطلت بالكلية كما يشاهد في الدور الاوّل من الزكام اذ تتعطل او تبطل قوة الشعور بالروائح لسبب نقص الافراز المخاطي الانفي

ويشترط ايضًا في الحيوانات التي تعيش في الهواء ان تُنقَل المادة المشمومة على هيئة سيل بواسطة المنخرين. ويتم ذلك بحركة شهيقية بينما يكون الفم مطبوقًا ولذلك لنا سلطة اختيارية على حاسة الشم لاننا اذا وقّفنا التنفس منعنا الشعور بالروائح واذا شهقنا شهقات سريعة متكررة واعان في ذلك عمل المنخرين كان التاثير اشدّ (انظر صفحة ٤٦٧)

شكل ١٧٦

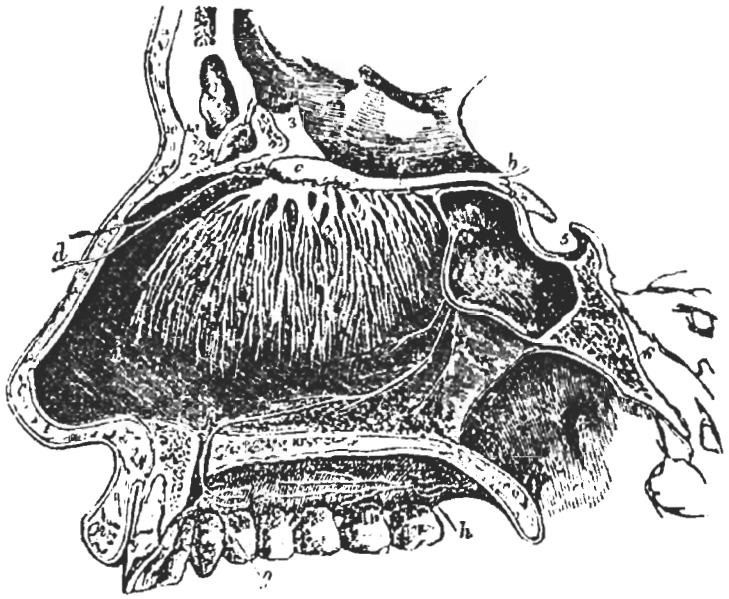


الاجزاء الجوهرية التي يتكوّن منها عضو الشم هي خيوط العصبين الشمبين التي تتوزع في الغشاء المخاطي الذي يغطي الثلث العلوي للفاصل الانفي والقريني العلوي والقسم العلوي من القريني المتوسط وسقف الحفرتين الانفيتين اسفل

شكل ١٧٦ . اعصاب الفاصل الانفي على الجانب الايمن . 1 البصلة الشمّية . 7 الاعصاب الشمية نازلة من ثقوب الصفيحة الغربالية ومتوزعة على الفاصل . 2 الفرع الانفي من العصب الخامس من العصب الانفي الحنكي وفروعه . الارقام الرومانية تشير الى الاعصاب الجمجمية الاثني عشر بحسب ترتيبها

الصفيحة الغربالية من العظم المصفوي . وهذه الجهة الشمية مغطاة بابيثيليوم عمودي غير هدبي تخالطهُ كريات مغزلية الشكل لها زوائد دقيقة يقال لها الكريات الشمية ويظن انها متصلة بخيوط العصب الشمي الانتهائية . واما القسم السفلي من الحفرتين الانفيتين ويقال لهُ التنفسي فمبطن بابيثيليوم عمودي هدبي الاَّ عند المخرين فانهُ هناك قشري

شكل ١٧٧



وقلما تتغير فروع العصبين الشمين عن الصفات المميزة للجذعين الاصليين وهما في باطن الجمجمة اي ان نسيجها لين ولونها يميل الى السنجابي وهي اكثر مشابهة للعصب السمباتوي من مشابهة بقية الاعصاب الجمجمية لهُ لانها خالية من جوهر شوان الابيض الظاهر ولانها حبيبية البناء نووية . وتتوزع الفروع على هيئة ضفائر حشكة غير ان كيفية انتهاء الخيوط لا تزال مبهمة

حاسة الشم محصورة في اجزاء الحفرتين الانفيتين التي يتوزع فيها العصبان

شكل ١٧٧ . a العصب الشمي . b اصولهُ المنشائية . c بصلتهُ . d العصب الانفي من العيني . e العصب الانفي الحنكي من عقدة ميكل . f الثقب الحنكي المقدم الذي ينفذ منهُ العصب السابق . g فروع حنكية من العصب المذكور . h العصب الحنكي الخلفي . واما الارقام فتشير الى اجزاء عظمية (انظر شكل ٢١١ من التوضيح في اصول التشريح)

الشمّيان . واما الحفر او الجيوب المستطرقة الى المنخرين فلا يظهر انها تتعلق بها لان المعلم ديشان حقن الهواء المشبع ببخار الكافور في الجيب الجبهي بواسطة فتحة ناسورية وحقن ريشيران مواد ذات رائحة في كهف هيمور وهو الجيب الفكي فلم تحدث حاسة الشم في احدى الحالتين. ويظهر ان فائدة الجيوب المذكورة تخفيف ثقل عظام الوجه وتوسيع المساحة لاجل صَدَى الهواء عند التصويت . فانهُ عوض اشغال تجاويفها بالدهن كبقية العظام قد أُشغِلت بالهواء كما يشاهد في كثير من عظام الطيور

ولجميع اجزاء التجاويف الانفية سواء كانت مجلس حاسة الشم اولا الحس العام الذي تكتسبهُ من الفروع الانفية للقسم الاوّل من العصب الخامس ومن فروع عقدة ميكل المتصلة بالقسم الثاني من العصب المذكور ولذلك يُشعَر في باطن الانف بالبرد والحرارة والحِكاك والدغدغة والالم . غير ان هذه الاعصاب لا تعمل العمل الخاص بالعصبين الشميين بدليل حوادث المرض التي تبطل فيها حاسة الشم وتدوم انواع الحس العام او اللمس في الغشاء المخاطي الانفي . على انهُ كثيرًا ما يتعسّر التمييز بين حاسة الشم والحس العام ومعرفة ما هو خاص بكلٍّ منهما على حدتهِ ولا سيما اذا كان المنبه بخارًا حرّيفًا كالامونيا والخردل وغيرهما فان الحس الناشي عنها لا يختلف كثيرًا عن حس اعصاب اللمس ويكاد يكون عملها في الانف كعملها في غشاء الجفنين المخاطي . وتوهم ماجندي الفيسيولوجي الشهير انهُ ربما كان للعصب الخامس حاسة الشم من دوام الاحساس العام بالمواد الحرّيفة المذكورة في الانف بعد اهلاك العصبين الشميين

تختلف الحيوانات في درجة ادراك الروائح الواحدة فان للحيوانات التي تاكل اللحوم قوة عظيمة في شم الروائح الخاصة بالمواد الحيوانية وفي تتبّع حيوانات اخر بواسطة رائحتها ويظهر انهُ قلّما لها من الاحساس بروائح النباتات والزهور خلافًا للحيوانات التي تاكل النبات فان قوة شمها تتعلق خاصةً بالنبات وقلّما تفعل في الروائح الحيوانية ولا سيما اذا كانت ناشئة عن حيوانات من غير نوعها .

والانسان اضعف شمًّا من حيوانات كثيرة من الرتبتين المذكورتين غير انهُ يفوقها في كثرة انواع الروائح التي يستطيع ان يدركها ويميز بينها . وربما كان سبب هذا الاختلاف عائدًا الى اختلاف في صفات اقسام الدماغ التي تتعلق بالجهاز الشمّي

ثم ان الروائح اما طيبة او كريهة فاذا كانت كريهة كانت مقابلة للالم وبهر الالوان وعدم اتفاق الاصوات في الحواس الاخر . ولا يعلم سبب هذا الاختلاف في النتائج الحادثة من اختلاف الروائح غير انهُ من المحقق ان طيب الروائح وكراهتها امر نسبي لان حيوانات كثيرة تعيش في وسط الروائح التي لا يطيقها الانسان. ويشاهد اختلاف عظيم من هذا القبيل بين البشر فان الرائحة الطيبة للبعض قد تكون كريهة لغيرهم . ومن الناس من لا يشم بعض الروائح كما ان بعضهم لا يدرك بعض الالوان . ويختلف افراد البشر في قوة هذه الحاسة كما يختلفون في قوة البصر وربما عُلِّل عن ذلك بانهُ يوجد اتفاق بين بعض الروائح وعدم اتفاق في غيرها كما هو المعلوم في امر الالوان والاصوات والطعام فانهُ كما لا يجد البعض لذة في الموسيقى كذلك لا يدرك غيرهم نسبة الروائح فلا يجدون لذة عظيمةً فيها

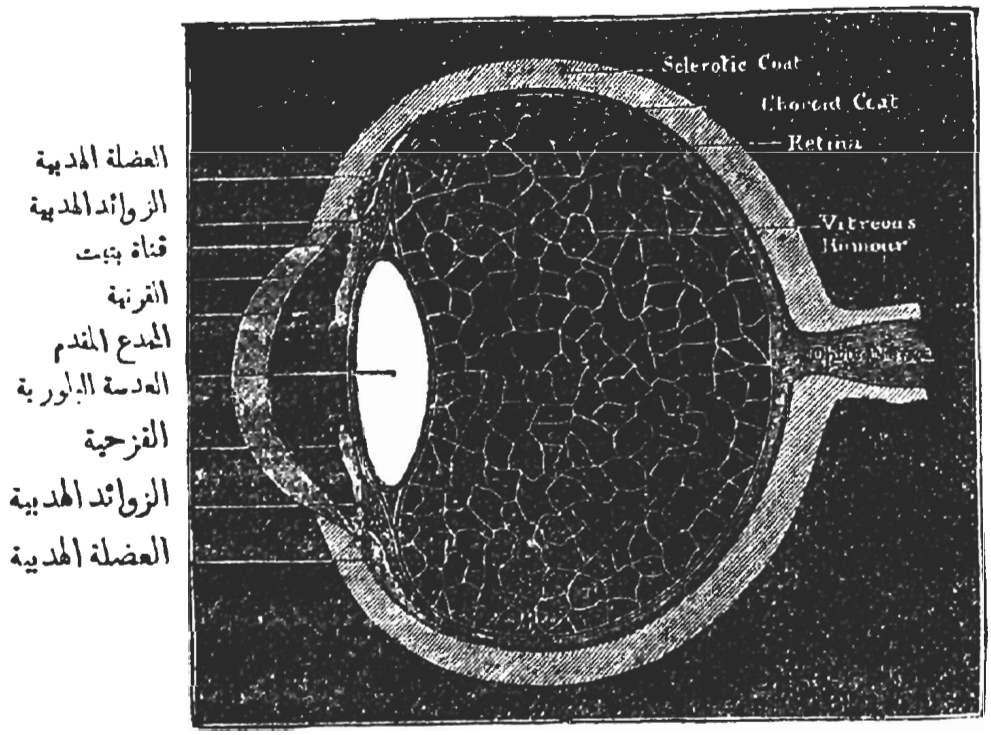
ولم تُستقصَ الى الآن دراسة عمل العصب الشمي في الجواهر عديمة الرائحة غير انهُ شوهد بالامتحان انهُ اذا حقنت مادة لا رائحة لها كالاملاح الى باطن الانف لم تحدث حاسة الشم ولكن احتكاك الآلة الكهربائية يسبّب رائحةً شبيهة برائحة الفصفور. وقال رِتّر انهُ اذا أُطلِق سيل كلواني على عضو الشم حدثت دغدغة في خيوط العصب الخامس ربما ادّت الى العطاس وتنبّهت رائحة كرائحة الامونيا من القطب السلبي ورائحة حامضة من القطب الايجابي . وقد يشم الانسان رائحة ليس لها وجود ولا يشمها الغير وهذا كثيرًا ما يحدث في الذين مزاجهم عصبي ويصيب كل واحد احيانًا . وشوهد بعد الموت في انسان كان يشم دائمًا رائحة ردية ان العنكبوتية مشحونة برواسب عظمية وكان في منتصف النصفين الكرويين المخيين اكياس متقيحة . وشاهد دوبوا رجلاً وقع عن فرسهِ

فكان يشم رائحة ردية الى زمن موته بعد وقوعه بسنين كثيرة

في حاسة البصر

المقلة عضو البصر واما الابنية التي تتالف منها فهي : الصلبة التي تكوّن الطبقة الظاهرة من طبقات المقلة وتحيط بنحو خمسة اسداسها . والقرنية الممتدة

شكل ١٧٨

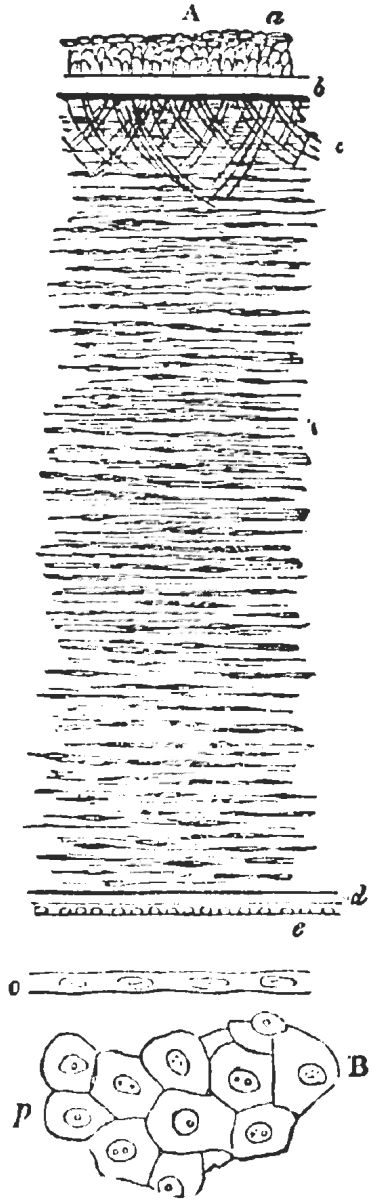


من الصلبة الى المقدم فتشغل السدس الباقي . والملتحم وهو غشاء مخاطي مغطٍّ للقرنية ومقدم الصلبة وما يغطي منهُ مقدم القرنية مؤلف من ابيثيليوم قشري فقط . والمشيمية طبقة موضوعة الى باطن الصلبة . والشبكية طبقة اخرى موضوعة الى باطن المشيمية . واما باطن المقلة فمشغول بثلاث رطوبات تعد من المقدم الى المؤخر وهي المائية والعدسة البلورية والزجاجية . والقزحية شقة ممتدة من المشيمية مدلاة عمودياً في القسم المقدم من باطن المقلة مثقوبة في مركزها يقال للثقب المذكور الحدقة . والعضلة الهدبية موضوعة وراء اتصال الصلبة بالقرنية

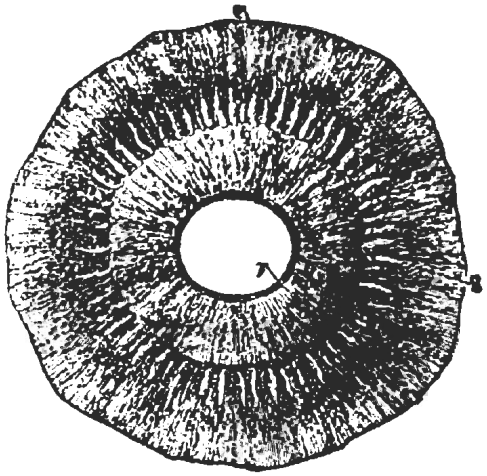
شكل ١٧٨ . Sclerotic Coat الطبقة الصلبة . Choroid Coat الطبقة المشيمية . Retina الشبكية . Vitreous Humour الجسم الزجاجي . Optic Nerve العصب البصري

وظيفتها تحكيم العين للبصر على مسافات مختلفة من البعد

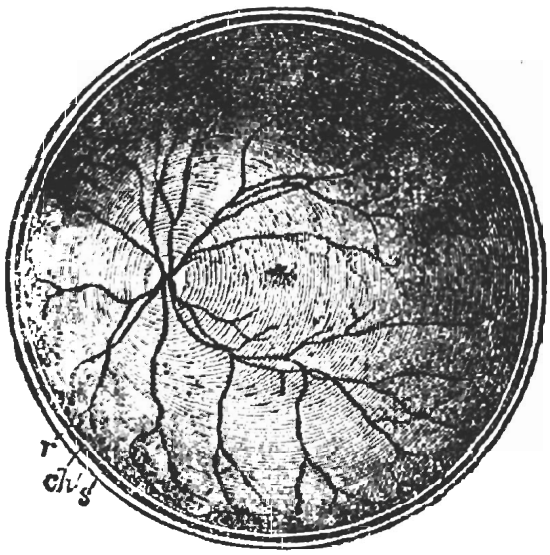
شكل ١٧٩



شكل ١٨٠



شكل ١٨١



شكل ١٧٩ . بناء القرنية المكرسكوبي . A قطعة عمودية من القرنية . a ابيثيليوم ممتد من الملتحم . b الصفيحة اللدنة المقدمة . c الياف ممتدة من الصفيحة المذكورة في بعض القسم المركزي من القرنية . d الصفيحة الخلفية ويقال لها غشاء ديور . e الابيثيليوم الباطن الذي يغطي الصفيحة المذكورة . B الابيثيليوم المذكور مكبراً $\frac{٢٠٠}{١}$. o مقطوع عرضاً

شكل ١٨٠ . مؤخر الزوائد الهدبية مكبرة $\frac{٢}{١}$. 1 مؤخر القزحية والعضلة العاصرة للحدقة . 2 مقدم المشيمية . 3 احد الزوائد الهدبية

شكل ١٨١ . النصف الخلفي من الشبكية اليسرى على ما يشاهد من المقدم . s الصلبة .

اما الصلبة فطبقة متينة مظلمة قليلة المرونة مكونة من نسيج ليفي موصل على هيئة طبقات متواصلة بعضها ببعض

والقرنية مكونة من بناء ليفي كالصلبة الممتدة هي منها غير ان الالياف مرتبة على شكل انهُ يتكون منها غشاء شفاف لاجل نفوذ مرور النور . والى مقدمها ومؤخرها غشاء مرن متجانس البناء مغطى باپيثيليوم

والمشيمية هي الطبقة الثانية من طبقات المقلة وضعها متوسط بين الصلبة الى الظاهر والشبكية الى الباطن . وهي مولفة من غشاء رقيق كثير الاوعية على سطحهِ الباطن طبقة من الكريات الملونة سوداء اللون . معظم فائدة المشيمة انها تمتص بواسطة صباغها الاسود اشعة النور التي تمر من القرنية الشفافة فتمنع انعكاسها على الشبكية والتشويش الذي يحدث من ذلك لوضوح الصور المرسومة هناك . ولذلك تُجهَر الحيوانات التي مشيميتها خالية من الصباغ المذكور والجهر في البشر من نور النهار . وتنتهي المشيمية من المقدم بالزوائد الهدبية (شكل ١٨٠)

والشبكية غشاء لطيف متعر تقعيرهُ متجه نحو المقدم تنتهي من الامام بقرب الجزء الظاهر من الزوائد الهدبية بحافة مفلجة فلوجًا دقيقة يقال لها الحافة المسننة . الشبكية نصف شفافة اذا كانت حديثة العهد تميل الى الحمرة ثم تظلم ويميل لونها الى السنجابي . وهي مكونة من انبساط العصب البصري وبناؤُها الجوهري من اليافهِ الانتهائية التي تفقد المادة البيضاء الظاهرة ومن كريات عصبية

ويشاهد في مركز الشبكية اي عند نقطة محوُر العين حيث تتناهى حاسة البصر في الكمال بقعة مرتفعة مستديرة مصفرة اللون قطرها نحو ٢٤/١ من القيراط

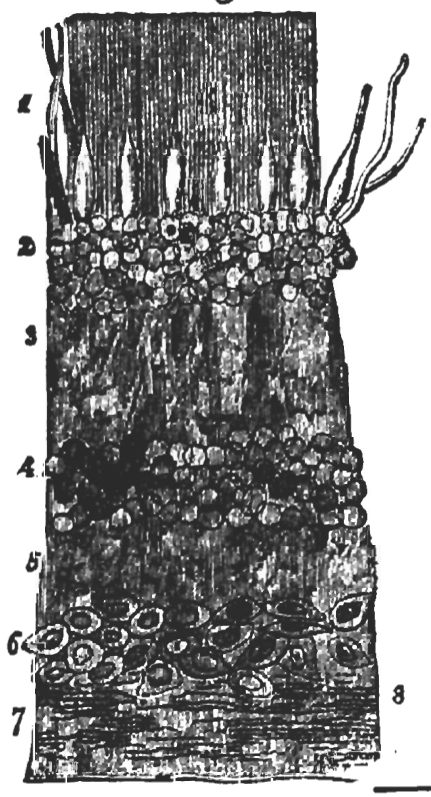
---

ch المشيمية . *r* الشبكية . تشاهد البقعة الصفراء في مركز الرسم . والى اليسار منها مدخل العصب البصري الذي ينفذ منهُ الشريان المركزي ويتفرَّع في الشبكية وقلما تذهب فروعهُ نحو البقعة الصفراء

عند قمتها ثقب دقيق يقال لها بقعة سوبمرين الصفراء . والى الانسية بنحو ١/١٠ قيراط من البقعة المذكورة اي من محور العين نقطة انبساط الياف العصب البصري لتكوين الشبكية . والنقطة المذكورة وحدها عديمة قوة البصر دون جميع اجزاء الشبكية

اذا قُطِعت الشبكية قطعًا عموديًا شوهد بالمكرسكوب انها مولفة من ثلاث طبقات رئيسية مختلفة البناء تخترقها الياف يقال لها الياف موللر . الطبقة الاولى الظاهرة هي غشاء يعقوب ويقال لها الطبقة العمودية . والثانية المتوسطة هي الطبقة الحبيبية . والثالثة الباطنة هي الطبقة العصبية . ويحدّ الطبقات المذكورة من الظاهر المشيمية ومن الباطن الغشاء الحاد

شكل ١٨٢



اما الطبقة العمودية (غشاء يعقوب) فمولفة من اجسام اسطوانية او عصوية

شكل ١٨٢ . قطع الشبكية قطعًا عموديًا . 1 الطبقة العمودية اي غشاء يعقوب . 2 و 3 و 4 الطبقة الحبيبية . 5 طبقة سنجابية متوسطة بين السابقة والطبقة العصبية . 6 طبقة من الجسيمات العصبية . 7 و 8 طبقة من الالياف العصبية . 9 الغشاء الحاد

الشكل شفافة شديدة القوة في كسر الاشعة موضوعة وضعًا عموديًا بالنسبة الى سطح الشبكية واطرافها الظاهرة غائصة في صباغ المشيمية . ويظهران هذه الاجسام العصوية متصلة بواسطة الياف دقيقة خارجة منها بالحويصلات العصبية التي تدخل في تكوين الطبقة الباطنة من الشبكية وهذا يؤيد قول كوليكر وموللر بان وظيفتها الخاصة قبول تاثيرات النور وحملها الى القسم الحاس من الشبكية

والطبقة الحبيبية مولفة من طبقتين من النوى ظاهرة وباطنة تتوسط بينهما طبقة ثالثة يقال لها الطبقة بين النوى

والطبقة العصبية مكونة من جسيمات او حويصلات عصبية والياف عصبية . فالجسيمات العصبية موضوعة الى الظاهر وهي كثيرة العدد على البقعة الصفراء ومفقودة بالكلية عند نقطة مدخل العصب البصري . والالياف العصبية متشععة من نقطة مدخل العصب البصري وممتدة منهُ على هيئة شبكة غشائية دقيقة وتنتهي على الارجح في الجسيمات العصبية وهي مفقودة في البقعة الصفراء . معظم توزع الاوعية الدموية في الطبقة العصبية

تتمكن الياف العصب البصري الانتهائية بواسطة الشبكية والاجزاء الاخرى المذكورة آنفًا من قبول تاثير اشعة النور وايصالهِ الى الدماغ حيث ينبه حاسة البصر . غير ان النور لا يحدث في الشبكية صور الاجسام الآتي هو منها الاَّ اذا كان عند اندفاعهِ من اجزاء معلومة من الجسم الظاهر ينبّه اجزاء تقابلها في الشبكية . لانهُ لما كان النور يتشعع من جسم منير الى جميع الجهات كانت النقطة المنيرة تضيء كل سطح الشبكية لا نقطة واحدة فقط منها ما لم يكن هناك اوساط تعارض مرورهُ . ولذلك كان لابد من ان الشبكية تحتاج الى جهاز بصري موضوع الى مقدمها ليفصل نور الاجسام المختلفة بعضها عن بعض والاَّ لما ابصرت شيئًا واضحًا غير التمييز بين نور النهار وظلام الليل . فبناء على ما تقدم نجد في الانسان وفي جميع الحيوانات ذوات الفقرات اوساطًا شفافة كاسرة

موضوعة الى مقدم الشبكية لكي تجمع في نقطة واحدة الاشعة الكثيرة المنفرجة من كل نقطة في الجسم الظاهر وتوجهها بحيث تسقط على نقط تقابل النقط المذكورة في الشبكية فتحدث صورة تامة للجسم الذي صدرت منهُ . والاوساط الكاسرة المذكورة هي بحسب وضعها من المقدم الى الخلف القرنية والرطوبة المائية والعدسة البلورية والجسم الزجاجي (شكل ١٧٨)

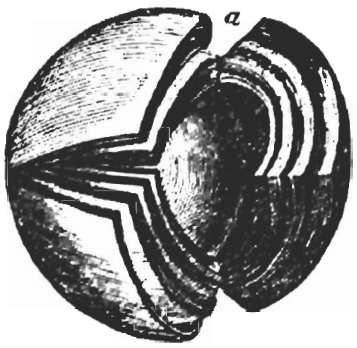
اما القرنية التي سبقت الاشارة الى بنائها (صفحة ٤٢٧) فتكسر اشعة النور التي تسقط عليها وتخترقها وتسبب اجتماعها على طريقتين . الاولى بواسطة كثافتها لانهُ من جملة نواميس البصريات انهُ اذا مرّت اشعة النور من وسط الطف الى وسط اكثف ووقعت على السطح على خطوط مائلة عن الخط العمودي لذلك السطح عدلت عن سيرها المستقيم ومالت نحو الخط العمودي . والطريقة الثانية بواسطة تحدبها لانهُ من جملة نواميس البصريات ايضًا انهُ اذا وقعت اشعة النور على سطح محدب شفاف انكسرت نحو المركز واكثر الاشعة انكسارًا هي ما كانت ابعد عن مركز السطح المحدب

ووراء القرنية خلاء تشغلهُ الرطوبة المائية مقسوم الى مخدعين مقدم وخلفي نفصلها القزحية وهي شقة غشائية سياتي الكلام عليها . ولم يعرف بعد بالتحقيق عمل الرطوبة المائية في اشعة النور التي تخترقها وانما يُرجَّح ان معظم فائدتها انها تعين في املاء المقلة بحيث تكون على الدرجة الواجبة من التحدب وانها وسط مناسب لاجل حركات القزحية فيهِ

ووراء الرطوبة المائية والقزحية جسم محدب الوجهين هو العدسة البلورية الغائصة في مقدم الرطوبة الزجاجية التي سياتي الكلام عليها . والعدسة اهمّ الابنية الكاسرة في العين . وبناؤها كثير التشوش غير انهُ يقال على الجملة انها مكونة من الياف متحدة من جوانبها بعضها ببعض وموضوعة معًا على هيئة طبقات عديدة الواحدة فوق الاخرى فاذا تصلّبت في الكحول انشقت الى ثلاثة اقسام كل قسم منها مكون من طبقات متراكزة موضوعة بعضها فوق بعض . وتشتد

العدسة كثافةً وقوةً في كسر الاشعة من الظاهر الى الباطن بحيث يكون قسمها المركزي الذي يقال لهُ النواة اشدها كثافةً. وتزداد العدسة كثافة مع تقدم السن فهي لينة في الطفولية صلبة في الشيخوخة وهي اكثر استدارة في اوائل الحيوة منها في الشيخوخة

شكل ١٨٣



والرطوبة الزجاجية تكوّن نحو اربعة اخماس كرة العين وتشغل كل الخلاء الواقع بين الشبكية والعدسة. وهي لينة هلامية القوام ومعظم تاليفها من طبقات عديدة مكونة من غشاء لطيف بسيط يشغل الخلايا الواقعة بينها سائل مائي صافٍ. ويرجح ان لها مشاركة في كسر الاشعة الذاهبة الى الشبكية غير انهُ يظهر ان اخصّ فائدتها املاء باطن المقلة وحفظ الشبكية على بعدٍ مناسب من العدسة

والقزحية حجاب غشائي عمودي الوضع فاصل الخلاء المشغول بالرطوبة المائية الى مخدعين كما تقدم. والحدقة ثقب مركزي في القزحية لاجل مرور النور منهُ. بناء القزحية من الياف عضلية آلية غائصة في نسيج ليفي خلوي. واكثر الالياف المذكورة منشععة من المحيط نحو الحدقة وبعضها حلقي الشكل موضوع بقرب حافة الحدقة بحيث يكوّن عند الحافة نفسها حلقة تامة. فاذا انقبضت الالياف المنشععة اتسع حجم الحدقة واذا انقبضت الحلقية التي هي بمنزلة عضلة عاصرة ضاقت الحدقة. والفائدة الحاصلة من حركات القزحية تعيين كمية النور النافذة الى الشبكية والعائدة الى حجم الثقب الحدقي. ووجه القزحية الخلفي مغطى بصباغ اسود فلا يمرّ شيءٌ من اشعة النور الى الشبكية الاَّ ما نفذ من ثقب الحدقة

والعضلة الهدبية مكونة من الياف عضلية آلية على هيئة منطقة ضيقة حول

شكل ١٨٣ . بناء العدسة البلورية . مكبرة $\frac{4}{1}$. انشقاق طبقاتها بعد التصليب بالكحول . ويشاهد في الباطن قسمها المركزي وهو النواة

باطن المقلة قرب خط اتصال القرنية بالصلبة وراء حافة القزحية الوحشية (شكل ١٧٨) . اليافها التي نحو الظاهر مرتبطة من المقدم بالوجه الباطن لخط اتصال الصلبة بالقرنية ثم تنفرج قليلاً نحو الخلف وترتبط بالزوائد الهدبية وبقسم صغير من المشيمية الى الوراء من الزوائد . واليافها الباطنة واقعة الى باطن سابقتها وهي على هيئة منطقة حلقية حول باطن المقلة الى الظاهر من الزوائد الهدبية . وكان يقال سابقًا للحلقة المذكورة الرباط الهدبي . وظيفة هذه العضلة تحكيم العين لاجل رؤية الاجسام على مسافات مختلفة من البعد كما سياتي

القرنية والصلبة بمنزلة محفظة للاجزاء الواقعة في باطن المقلة . وقد سبق الكلام على العضلات المرتبطة بالصلبة لاجل تحريك المقلة وعلى اعصابها (صفحة ٢٦٠)

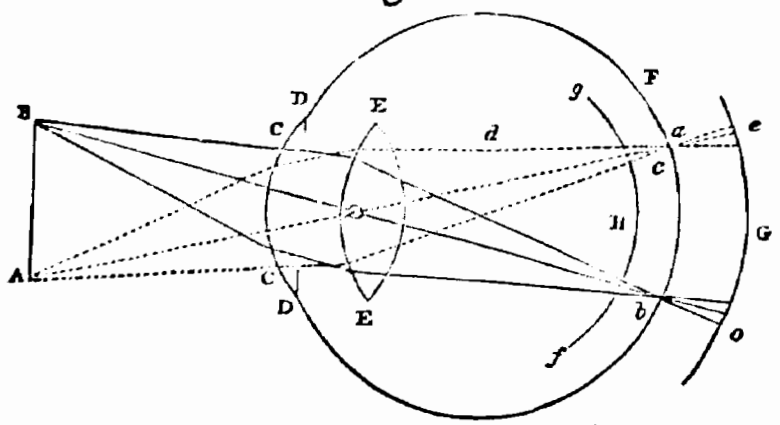
في وظيفة البصر واحكامه

الاجزاء الجوهرية التي يتالف منها جهاز العين البصري اولاً بناء عصبي يقبل تاثيرات النور وينقلها الى الدماغ . ثانيًا اوساط كاسرة توجّه اشعة النور التي تخترقها على شكل انهُ يحدث منها صورة الجسم الخارج اي الشبح مرسومًا رسمًا تامًّا على الشبكية . ثالثًا حجاب فيهِ ثقب مركزي قابل الانقباض لاجل تعيين كمية النور التي تدخل العين . رابعًا بناء انقباضي متسلط على اخص الاوساط الكاسرة لكي تتمكن العين من بصر الاجسام على مسافات مختلفة

ونتضح كيفية العمل في ذلك من الرسم التابع (شكل ١٨٤) وهو عبارة عن قطع عمودي للعين من الامام الى الخلف . فان اشعة مخاريط النور الصادرة من نقطتي B A ومن جميع نقط جسم موضوع امام العين تنكسر اولاً اي تتحول نحو محور المخروط بواسطة القرنية C C والرطوبة المائية الواقعة بينها وبين العدسة ثم تنكسر مرةً اخرى عند نفوذها في العدسة E E الى الرطوبة الزجاجية لان للعدسة المحدبة الوجهين خاصة كسر اشعة النور وجمعها عند نفوذها من وسط الطف في وجهها المقدم المحدب اولاً ثم عند خروجها من وجهها الخلفي المحدب

الى وسط الطف . ولذلك تجتمع اشعة مخروط A ومخروط B مرة اخرى عند نقطتَي a و b واذا كانت الشبكية F موضوعة عند a و b ارتسمت عليها نقطتا

شكل ١٨٤



صورة الشبح B A ارتساماً واضحًا ولكن مقلوبتين لان نقطة A تكون عند a ونقطة B عند b . فاذا لم تكن الشبكية عند a و b بل الى الامام او الى الخلف كما اذا كانت عند H و G فلا تشاهد نقط عند g و f او e و o بل بقع مستديرة منيرة لان عند H لاتكون الاشعة قد اجتمعت وعند G تكون قد اجتمعت وتقاطعت وانفرجت . فلا بد اذًا من كون الشبكية على بعدٍ معلوم من العدسة موافق لوقوع نقطة الاحتراق عليها والاَّ فلا ترسم عليها صورة واضحة اي لاتجتمع الاشعة الصادرة من نقطة مفروضة في نقطة الاحتراق على نفس الشبكية

اما الوسائط التي تؤدي الى وضوح ودقة الصور المرسومة على الشبكية باعتبار نسبة كيفيات العين الى الاجسام الخارجة فتنقسم الى ثلاثة اقسام وهي اولاً الوسائط التي تمنع عدم وضوح الصورة لسبب خطاء الاشعة . ثانيًا الوسائط التي تمنع ذلك عند بصر الاجسام على مسافات مختلفة . ثالثًا الوسائط التي بها يدرك العقل استقامة الاجسام التي صورها في الشبكية مقلوبة

١ . لما كانت الشبكية مقعرة وكانت تتقارب شيئًا فشيئًا من مركزها الى حافتها نحو العدسة لزم ان لاتكون صور الاجسام المرسومة على الجوانب واضحة بقدر وضوح الاجسام المرسومة بقرب مركز فسحة البصر التي تتكوَّن صورها على

بعدٍ وراء العدسة مطابق لوضع الشبكية . وفضلاً عن ذلك لاتجتمع جميع اشعة مخروط النور الوارد من جسم موضوع الى جانب فسحة البصر في نقطة واحدة لسبب عدم مساواة انكسارها لان انكسار الاشعة التي تنفذ من محيط العدسة اعظم من انكسار الاشعة التي تنفذ من قسمها المركزي . فبناء على السببين المذكورين كان يحدث عدم وضوح في البصر لو لم تكن هناك وسيلة لاجل اصلاح الخلل . وهذا الاصلاح يتم في كلا الامرين بواسطة القزحية التي تكوّن حجاباً حلقياً يغطي محيط العدسة ويمنع نفوذ النور الا من الحدقة

معظم انضاح صورة الجسم يحصل متى كانت الحدقة ضيقة والجسم على بعد مناسب للبصر والنور كثيراً بحيث اذا دخل عدد كافٍ من الاشعة منع تضيق الحدقة تشويش الصورة لسبب الخطاء الكروي اي عدم مساواة الانكسار المذكور آنفاً

غير ان الصورة المكوّنة من الاشعة النافذة من محيط العدسة قد تكون واضحة اذا كانت الحدقة كثيرة الانساع كما يحدث في الظلام او اذا كان النور ضعيفاً واما الصورة المكوّنة من الاشعة المركزية فتكون حينئذٍ غير واضحة او غير منظورة لسبب ان مخترق هذه الاشعة لا يصيب الشبكية

ومما يعين ايضاً في وضوح البصر وجه المشيمية الباطن الموضوع الى ظاهر الشبكية ووجه القزحية الخلفي والزوائد الهدبية فانها جميعها مغطاة بصباغ اسود يمتص الاشعة التي قد تنعكس في باطن العين ويمنعها من الوقوع مرة اخرى على الشبكية ومعارضة الصور المرسومة هناك . وتتم هذه الفائدة بواسطة صباغ المشيمية خصوصاً فان الشبكية شفافة جداً واذا لم يكن لون السطح الذي ورائها قاتماً يمتص الاشعة كانت الاشعة التي عملت في الشبكية تنعكس وتخترقها وتقع مرة ثانية على اجزاء اخرى من هذا الغشاء فتسبب الجهر من زيادة النور وعدم وضوح الصور

عند نفوذ النور من عدسة محدبة يخل غالباً كلٌّ من الاشعة الى الوانه

الاصلية فتظهر حافة ماونة حول الصورة لسبب عدم مساواة الانكسار في الالوان الاصلية . ويقال لهذا الخلل الخطاء اللوني ويُصلَح في الآلات البصرية بواسطة استعمال عدستين او اكثر تختلفان في الشكل والكثافة فان الثانية منهما تديم او تزيد انكسار الاشعة الحادث عن الاولى غير انها تركّب الالوان الاصلية الخاصة بكلٍّ من الاشعة مرة ثانية وتعيدها الى نورها الابيض الاصلي فتصلح الخطاء اللوني الحاصل من العدسة الاولى . وربما كانت فائدة اختلاف القوة الكاسرة في الاوساط الشفافة الموضوعة الى مقدم الشبكية اصلاح الخلل المذكور. غير ان الاصلاح لا يتم في العين البشرية الاَّ اذا كان محترق الصورة واقعًا على الشبكية او اذا تحكّمت العين لبصر الاجسام على مسافاتها المختلفة . فاذا بطل احد هذين الشرطين ظهرت الالوان كثيرًا او قليلاً

٢ . وضوح الصورة المرسومة على الشبكية موقوف خصوصًا على اجتماع الاشعة الصادرة من جميع نقط الجسم المنيرة في المحترق على نفس الشبكية. فاذا كان المحترق الى مقدم الشبكية او الى ورائها لم يكن البصر واضحًا. والبعد الاحتراقي اي بعد النقطة التي تجتمع فيها الاشعة النافذة من عدسة عائد الى درجة تحدب العدسة وكثافتها والى بعد الجسم عن العدسة فاذا كان قليلاً كان البعد الاحتراقي كثيرًا وبالعكس. وبناء على ذلك لما كانت الاجسام الموضوعة على مسافات مختلفة تشاهد بوضوح يكاد يكون متساويًا اذا كان المجال محصورًا على انهُ يختلف في الافراد كان لابد من جهاز في العين يمكّنها من تحكيم نفسها لبعد الشبح حتى انهُ كيفما كان البعد الاحتراقي يكون المحترق واقعًا دائمًا على نفس الشبكية

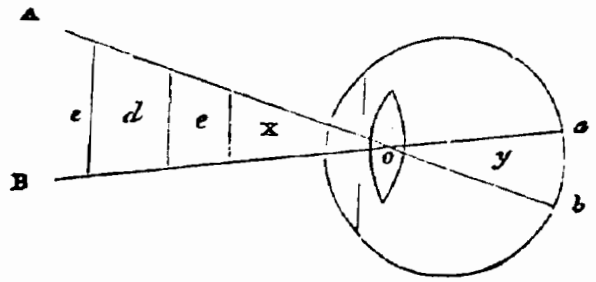
واختلفوا في التعليل عن القوة المذكورة اي تحكيم العين للبصر على مسافات مختلفة . غير انهُ من الظاهر انهُ ينتج ولا بد من احد سببين الاوَّل تغيير درجة تحدب القرنية او العدسة او كثافتها بحيث تتغير قوتها الكاسرة . والثاني تغيير وضع الشبكية او العدسة حتى تكون نقطة الاحتراق التي تجتمع فيها الاشعة

بواسطة العدسة واقعة دائمًا في الموضع الذي تشغلهُ الشبكية سواءٌ كان الجسم قريبًا او بعيدًا وزاد البعد الاحتراقي او نقص . وقد وافق عامة الفيسيولوجيين هلمهلتز على مذهبهِ في هذا الشان وهو ان السبب الرئيسي في تحكيم العين لبصر الاشباح على مسافات مختلفة هو تغيير في شكل العدسة يزيد او ينقّص تحدب وجهها المقدم تبعًا لبعد الشيء فانهُ كلما كان قريبًا زاد تحدب وجهها المقدم وكلما كان بعيدًا نقص . ولما كانت العدسة خالية من قوة الانقباض كان العامل في تغيير شكلها العضلة الهدبية على ان كيفية عملها مجهولة . وربما كان الصواب في ذلك انهُ عند توجيه البصر الى الاجسام القريبة تنقبض العضلة المذكورة فتنقّص عمل الرباط المعلق المرن في تسطيح العدسة وذلك ان العدسة مائلة دائمًا الى التسطيح من عمل الرباط المعلق فيها فاذا انقبضت العضلة الهدبية نقّصت شد الرباط وتسطيح العدسة الناشي عن الشد المذكور فيزيد تحدبها . وعند النظر الى الاجسام القريبة تنقبض القزحية فتتجه حافتها الحدقية قليلاً جدًّا نحو المقدم وتضيق الحدقة وهذا العمل عكس ما يحدث في النظر الى الاجسام البعيدة

وتختلف في الاشخاص قوة تحكيم البصر لمجال المسافات ويكاد بعضهم يكون فاقدًا هذه القوة بالكلية . ويشاهد من هذا الخلل في البصر نوعان . الاول وضوح البصر اذا كانت الاشباح قريبة للعين وعكس ذلك اذا كانت بعيدة ويقال لهذا النوع ميوبيا اي قصر البصر وهو مسبب عن كل ما يزيد قوة العين الكاسرة كزيادة تحدب العدسة بحيث تتكوّن صور الاشباح الى مقدم الشبكية . ويصلح الخلل المذكور بواسطة زجاجات مقعّرة . والنوع الثاني وضوح البصر اذا كانت الاجسام بعيدة بحيث لا يشاهد الجسم الصغير الاّ اذا كان مبعدًا عن العين ويقال لهذا النوع پرسبيوبيا اي بصر الشيوخ وهو مسبب عن احوال معاكسة لاحوال قصر البصر ويُصلَح بواسطة الزجاجات المحدبة التي تنقّص البعد الاحتراقي للصورة المرسومة في العين

٣. اتجاه سير الاشعة المكسورة تابع لسير الشعاع المركزي اي محور المخروط الذي تنكسر الاشعة نحوهُ . ولذلك ترتسم دائمًا صورة كل نقطة من الجسم على خط هو نفس محور المخروط كما يشاهد في خط aB او bA من شكل ١٨٥ فان

شكل ١٨٥



bA محور مخروط النور الصادر من A اي هو شعاعهُ المركزي و aB محور مخروط النور الصادر من B فترتسم صورة A عند b وصورة B عند a . ولذلك ما كان في الجسم الى الاعلى يصير في الصورة الى الاسفل وبالعكس وكذلك ما كان في يمين الجسم يصير في يسار الصورة وما كان في يسارهِ يصير في يمينها. وقد يمتحن ذلك بعمل فتحة في اعلى العين بحيث تشاهد الشبكية من الرطوبة الزجاجية فترى صور الاجسام المنيرة كنوافذ البيت مقلوبةً عند قاع العين. ويتم المطلوب ايضًا اذا سُلخت طبقات العين عند مؤخرها مع ابقاء الشبكية سليمة

ولم يمكن الى الآن التعليل الكافي عن ان العقل يدرك الاجسام مستقيمةً مع ان صورها على الشبكية مقلوبة. فذهب موللر وفولكمان الى ان العقل يشعر بالجسم مقلوبًا حقيقةً وان ذلك لا يحتاج الى اصلاح لان جميع ما يرى انما يرى مقلوبًا فلا تتغير اوضاع الاجسام من حيث نسبتها بعضها الى بعض ولذلك لا يمكن البرهان على انقلاب الصور الاَّ بواسطة التجربة ودرس نواميس البصريات. ومثال ذلك انقلاب الاجسام اليومي الحادث من دوران الارض الذي لا نعلمهُ الاَّ بمراقبة النجوم على انهُ من المحقق ان في اربع وعشرين ساعة ما يكون اسفل بالنسبة الى النجوم يصير اعلى. ولهذا السبب لا تقع مخالفة بين الاحساس بالبصر المقلوب وبين حاسة اللمس التي تشعر بالاجسام على وضعها المستقيم لان

صور جميع الاجسام ومن الجملة صور اعضائنا منلوبة في الشبكية على حدٍ سوى ولذلك يبقى وضعها النسبي واحدًا . حتى ان صورة اليد عند استعمال اللمس تشاهد منلوبة ولذلك نسي الوضع الذي نشاهد الاجسام فيهِ الوضع المستقيم على اننا عند النظر في المرآة قلمًا نغلط بان يمين الجسد يكون في يسار الصورة وقلمًا نقع مخالفة بين احساس اللمس في توجيه الحركة وبين حاسة البصر كربط منديل العنق مثلاً امام المرآة

وبناء على ما تقدم يظهر ان ادراك استقامة وضع الاجسام ناتج عن عمل عقلي ومكتسب من الخبرة . وللعقل ايضًا مشاركة في غير ذلك من عمل البصر كحاسة البصر نفسها وادراك التغيرات الحادثة في الشبكية من حيث النور والالوان وايضًا كتحويل الصور المرسومة على الشبكية الى صورة عقلية من حيث اتساع فسحة البصر وكالقرب والبعد وشكل الاجسام وحجمها والتاثير المتبادل بين اجزاء الشبكية وعمل كلتا العينين في زمن واحد وغير ذلك مما يشترك فيهِ عمل العقل وحاسة البصر

اما الصورة العقلية من حيث حجم فسحة البصر فان المجسم المرسوم عائد الى سعَة الشبكية اذ لا يشاهد من الصور الاَّ ما امكن رسمهُ عليها في زمن واحد . فتكون من هذا القبيل الشبكية نفسها التي يدرك العقل التاثيرات الحادثة فيها هي فُسْحَة البصر . ولكن بالنسبة الى العقل ليس لها حدود معلومة لاننا اذا نظرنا الى باطن جسم اجوف صغير المجسم موضوع امام العينين كانت فسحة البصر صغيرةً جدًّا واذا نظرنا الى الفلاة من ثقب صغير كانت كبيرةً واذا نظرنا اليهِ من نافذة كانت اوسع ونتناهى في الانساع اذا كان النظر مطلقًا غير محصور بجسم قريب . فان الصورة العقلية من حيث فسحة البصر في جميع ما ذكر تختلف كثيرًا مع ان المجسم المطلق المرسوم في الشبكية يكاد يكون واحدًا فيها جميعًا . فينتج من ذلك ان العقل مشارك لاعمال البصر دائمًا حتى انهُ يتعسر اخيرًا تعيين ما لمجرد الاحساس وما لتاثير العقل في البصر

ومن هذا القبيل ايضًا ادراك حجم الاجسام ادراكًا صحيحًا كما يظهر من مراجعة الشكل السابق (١٨٥) فان زاوية x الواقعة عند تقاطع الشعاعين المركزيين الصادرين من نقطتين مختلفتين من جسم واحد يقال لها الزاوية البصرية . وهذه الزاوية تتسع كلما اتسعت المسافة الواقعة بين نقطتي A و B وبما ان زاويتي x و y متساويتين اتسعت المسافة الواقعة بين a و b في الصورة المرسومة على الشبكية تبعًا لاتساع زاوية x . والاجسام الموضوعة على مسافات مختلفة من العين مثل c و d و e اذا كانت زاويتها البصرية x واحدة لابد من ان يكون حجم صورها المرسومة في الشبكية واحدًا ايضًا واذا كانت شاغلة لزاوية واحدة من فسحة البصر كانت صورها ايضًا شاغلة للموضع الواحد في الشبكية

غير ان العقل يرى اختلافًا عظيمًا بين حجم هذه الصور لسبب تصوره امر البعد والقرب لانهُ يدرك من صورة a و b مسافة بصرية ممتدة الى e او e او d بحيث ربما تصور قطعة ارض مرسومة على الشبكية مثل a و b ومنظورة على زاوية x ميلين في المساحة بشرط ان يكون قد عرف ان مساحتها كذلك واستنتج هذه المساحة من عدد الاجسام المعروفة التي يشاهدها في ذلك الوقت . وكما يظهر للعقل اختلاف حجم الاجسام في فسحة البصر التي زاويتها البصرية واحدة وحجم صورتها في الشبكية واحدٌ كذلك يظهر لهُ كل فسحة البصر مختلفةً في الحجم ولو كان حجمها المطلق في الشبكية واحدًا

ولذلك تختلف حاسة البصر من هذا القبيل عن حاسة اللمس التي تدرك حجم الاجسام بواسطة المسّ . لان ما تمسّهُ اليد من الجسم يظهر عظيمًا بقدر اليد التي تمسهُ والجزء الماس من الجسد هو القياس لحجم الجسم الممسوس خلافًا لحاسة البصر التي تكون فيها صور الاجسام المطبوعة على الشبكية جزءًا صغيرًا جدًّا من حجمها الحقيقي الذي تدركهُ المخيلة كما هو اذ تحل احساسات البصر وتميز بين حجم الاجسام وكل فسحة البصر على ان حجم الصور بالنسبة الى كل فسحة البصر

وقسم الشبكية المتاثر بالنسبة الى كل الشبكية لا يتغيران

يقال لخط الاتجاه الذي يشاهد فيهِ الجسم الاتجاه البصري وهو موقوف على قسم الشبكية الذي ترتسم عليهِ الصورة وعلى بعد ذلك القسم من نقطة الشبكية المركزية ونسبتهِ اليها. وبناء على ذلك تكون الاشباح التي تصيب القسم الواحد من الشبكية واقعة في الاتجاه البصري الواحد واذ ينسب العقل الصور المرسومة على الشبكية الى العالم الخارج لم تتغير نسبة الصور بعضها الى بعض

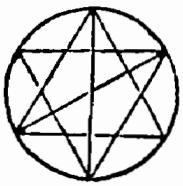
واما معرفة شكل الاجسام من البصر فينتج بعضها من مجرد الحس والبعض الاخر من ائتلاف المعقولات. فانهُ يتميز بين الاشكال السطحية للاجسام بواسطة الحس فقط كالتميز بين الدائرة والمربع واما تميز الاشباح المجسَّمة كالكرة والمكعب فلا يتم الاَّ بواسطة عمل العقل الذي يركب الشكل الخاص بالشبح المجسَّم من الصور السطحية التي تراها العين عند تغيير وضعها بالنسبة الى ذلك الجسم. ولذلك كان الذين ولدوا عميًا واسترجعوا قوة البصر بعد البلوغ يشاهدون جميع الاجسام مسطحة ولا يميزون المجسَّمة منها الاَّ بعد تمرين حاسة البصر وتركيبها مع حاسة اللمس

وتُعرَف حركة الشبح من حركة الصورة على سطح الشبكية ومن حركة العين التابعة لحركتهِ. فاذا تحركت الصورة على الشبكية مدة سكون العينين والجسد حكمنا بان حركة الشبح هي تغيير وضعهِ بالنسبة الينا. وقد تكون حركتهُ في ما فرضناهُ بحسب الظاهر فقط كما اذا كنا واقفين على جسم متحرك كالسفينة ونرى البحر والارض متحركة. ولكن اذا كانت الصورة لا تتحرك بالنسبة الى الشبكية بل بقيت ثابتة على موضع واحد فيها وكانت عيوننا تابعة للجسم المتحرك حكمنا على حركتهِ من الحس بالعضلات العاملة في تحريك العين. واذا تحركت الصورة على سطح الشبكية وكانت عضلات العين عاملة حينئذٍ على نوع يقابل الحركة المذكورة كما في القراءة نحكم بان الشبح ثابت ونعلم اننا نغير وضع العينين بالنسبة اليهِ. ويظهر احيانًا ان الشبح متحرك مع انهُ والعين ثابتان كما يحدث في

دوار الراس

قد يتجه نشاط الذهن بواسطة قوة الانتباه الى احدى الحواس دون الاخرى بحيث اذا كان مشغولاً بواحدة منها لم يشعر بالاخرى . واذا كان مشتغلاً بامور عقلية اشتغالاً تامًّا لم يشعر بحاسة البصر او غيرها فقد لا يبصر الانسان شيئًا او يسمع او يلمس وهو في لجة الافكار . ولذلك ما هو ضروري من الانتباه لحاسة البصر ضروري لتحليل ما يشاهد في فسحة البصر لان الذهن لا يدركها جميعًا دفعة واحدة بل يحتاج الى الانتباه اليها شيئًا بعد شيء . ومن جملة الادلة على ذلك انهُ اذا نُظِر الى شكل هندسي مركب احدث ذلك تاثيرًا مختلفًا بحسب اتجاه الانتباه الى بعضهِ دون البعض الاخر كما اذا نظر الى شكل ١٨٦ فقد يُدرَك الجميع او بعضهُ فقط ادراكًا واضحًا كالمثلثات الستة التي عند الدائرة او الشكل المسدس الذي في الوسط او المثلثين الكبيرين . وكلما كانت اجزاء الشكل كثيرة ومختلفة دعى ذلك الى قوة الانتباه . وبناء على ذلك يحدث انشراح لحاسة البصر عند النظر الى زخرفة البناء لان العقل يرى فيها اشكالاً جديدة على الدوام يتسلى بها

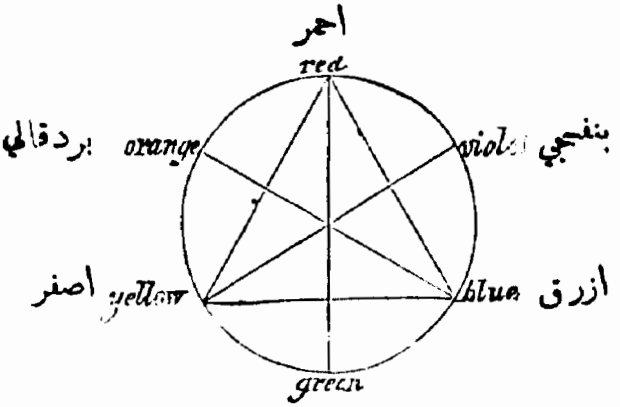
شكل ١٨٦



مدة دوام الحس الحادث من تاثير جسم منير في الشبكية تكون دائمًا اطول من التاثير الذي احدثهُ لانهُ مهما كان التاثير قصير المدة تدوم النتيجة الحادثة منهُ لا محالة نحو ثمن ثانية . فانهُ اذا ظهر شبح متحرك كالفرس في ليلة مظلمة بواسطة لمعة برق شوهد مدة ثمن ثانية ولكنهُ غير متحرك لانهُ مع ان الصورة تبقى على الشبكية المدة المذكورة لم تظهر بالحقيقة الاَّ مدة لمعة البرق اي لمحة قصيرة جدًّا بحيث لم يمكن الشعور بحركة الفرس مدة الاضاءة وظهور الشبح في شبكية الناظر . ويبرهن ايضًا على ذلك على سبيل العكس فان عوارض الدولاب السريع الدوران لا تشاهد كانها اجسام متميزة لانهُ قبل ان يزول تاثير الواحدة منها يعقبها تاثير عارضة اخرى ولذلك يظهر ان جميع باطن الدولاب مشغولاً

ويقال للصورة الباقية في الشبكية بعد زوال الشبح الخيال وتطول مدته كلما طال التاثير الذي احدثهُ. ولذلك يطول ادراك صورة شبح منير كالنافذة التي يجتاز النور فيها اذا كانت قد تمكنت العين من النظر اليهِ مدة طويلة. ويختلف لون الخيال بحسب لون الشبح فيكون غالبًا ابيض او منيرًا اذا كانت صورة الشبح بيضاء او منيرة ومظلمًا اذا كانت مظلمة. وقد تنعكس النسبة في بعض الكيفيات فما كان نيرًا يصير مظلمًا وما كان مظلمًا يصير نيرًا وذلك حينما لا تنطبق العين بل تتحوّل من جسم منير الى جسم اخر ابيض او نيّر كالحائط الابيض او القرطاس. ولذلك يظهر الخيال الشمسي منيرًا اذا انطبقت العين ومظلمًا اذا تحوّلت منهُ الى سطح ابيض. ويُعلَّل عن ذلك بان قسم الشبكية الذي يقبل الصورة المنيرة يبقى مدةً معينًا قليل الحس خلافًا لما اذا كانت الصورة مظلمة. والخيالات العينية التي تبقى على الشبكية بعد غيبوبة الاشباح الملوّنة تكون دائمًا ملونة غيران لونها لا يكون كلون الشبح بل اللون المخالف لهُ. فيكون خيال الشبح الاحمر اخضر والشبح الاخضر احمر والبنفسجي اصفر والاصفر بنفسجيًا كما يرى في شكل ١٨٧. والسبب في ذلك ظاهر وهو ان قسم الشبكية

شكل ١٨٧



الذي يقبل صورة حمراء مثلاً يُعيا من ذلك اللون ولكنهُ يبقى حاسًّا ببقية الاشعة التي اذا اشتركت مع الشعاع الاحمر كوّنت النور الابيض ولذلك اذا انفصلت الاشعة المذكورة عن الاحمر وانعكست من شبح ابيض احدثت اللون

الاخضر. وبالعكس اذا كان الشبح المنظور اولاً اخضر اعيأت الشبكية من الاشعة الخضراء وقبلت صورة حمراء عند توجيه العين الى شبح ابيض. وقس على ذلك بقية الالوان التي تخالف على ما ترى في الشكل السابق

ثم ان الشبكية عند نقطة مدخل العصب البصري فاقدة الحس بتاثيرات النور فقدًا تامًّا. ويتحن ذلك بطبق العين اليسرى مثلاً وتوجيه محور العين اليمنى بثبات نحو البقعة المستديرة المرسومة هنا ثم اذا كانت الصفحة على بعد

نحو ستة قراريط من العين كانت البقعة والصليب ظاهرين ولكن اذا زدنا المسافة بين العين والشبح بواسطة تبعيد الكتاب شيئًا فشيئًا عن الوجه مع ابقاء العين اليمنى متجهة بثبات الى البقعة غاب الصليب عن النظر فجأةً. ثم اذا ابعدنا الكتاب الى اكثر من ذلك رجع ظهورهُ فجأةً ايضًا. والسبب في ذلك ان قسم الشبكية المشغول بمدخل العصب البصري فاقد البصر ولذلك متى كان وحدهُ شاغلاً فسحة البصر ووقعت صورة الشبح عليهِ لم يُشعَر بها

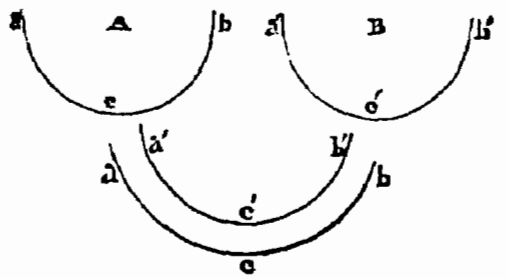
في عمل كلتا العينين في زمن واحد

تاثير الشبح المحمول الى العقل واحد مع ان حاسة البصر تتم بواسطة عضوين. وقد اختلفوا على التعليل عن ذلك. فذهب المعلم كال الى ان الانسان لا يستعمل العينين في زمن واحد في البصر بل عينًا واحدة فقط وهذا القول صحيح في الذين عيناهم تختلفان في البعد الاحتراقي واما في اكثر البشر فيُدرَك الشبح بواسطة عمل كلتا العينين في زمن واحد. لانهُ اذا وضع اصبعان الواحد الى مقدم الاخر امام العينين ثم اتجه البصر الى ابعدهما بحيث يشاهد مفردًا ظهر الاقرب مزدوجًا واذا نُظِر الى اقربهما ظهر الابعد مزدوجًا وفي كلا الحالين يكون فرد الصورة المزدوجة خاصًّا بعين واحدة والاخر بالاخرى

ولا يتم البصر المفرد الاَّ اذا تاثرت اجزاء معلومة من الشبكيتين في زمن واحد فاذا كانت اجزاء الشبكيتين في قبول صورة الشبح مختلفة كان البصر

مزدوجًا . والاجزاء المتقابلة في الشبكيتين التي ينشأ منها تاثير واحد من صورتين هي الاجزاء التي تتماسّ عند وضع الشبكية الواحدة الى مقدم الاخرى (c شكل ١٨٨) وعلى ذلك يكون القسم الجانبي الوحشي من العين الواحدة

شكل ١٨٨

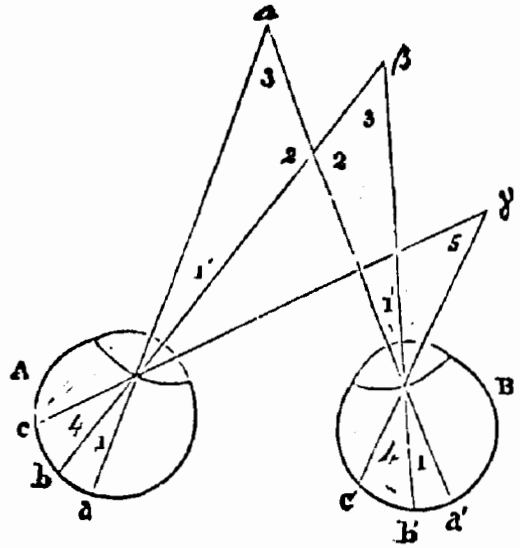


مطابقًا للقسم الانسي من العين الاخرى اى a من العين A تطابق a من العين B والقسم العلوي من الشبكية الواحدة مطابقًا ايضًا للقسم العلوي من الشبكية الاخرى وكذلك القسمان السفليان متطابقان . وقد يمتحن ذلك بهذه التجربة وهي انهُ اذا ضغط اي جزء كان من المقلة بحيث تتاثر الشبكية شوهدت حلقة منيرة الى الجانب المخالف من فسحة البصر للجانب الذي ضُغِط . واذا ضُغِط اعلى المقلة الواحدة واسفل الاخرى با لاصبع في غرفة مظلمة شوهدت حلقتان منيرتان الواحدة فوق الاخرى . وكذلك يشاهد شبحان اذا ضُغِط وحشي المقلتين او انسيهما في زمن واحد . ولذلك يكون من المحقق ان اعلى المقلة الواحدة واسفل الاخرى غير متطابقين وكذلك قسما الشبكيتين الجانبيان الوحشيان وقسماها الجانبيان الانسيان . ولكن اذا كان الضغط على اعلاها او اسفلها في زمن واحد شوهدت حلقة واحدة منيرة . وكذلك لو كان الضغط على a وحشي المقلة A وعلى a انسي المقلة B شوهد خيال واحد الى يمين فسحة البصر واذا كان الضغط عند b و b من المقلتين كان الشبح واحدًا الى اليسار ولذلك يصح ان نعتبر كرتي الشبكيتين موضوعتين الواحدة فوق الاخرى (كما في c شكل ١٨٨) بحيث يكون القسم الايسر من العين الواحدة موضوعًا على القسم الايسر الذي يقابلهُ في العين الاخرى وكذلك الايمن على الايمن و a على a

و b على b́ و c على ć وما كان متوسطًا بين a و c في الشبكية الواحدة مطابق لما يتوسط بين á و ć في الشبكية الاخرى وما بين b و c لما بين b́ و ć . واما ما بقي من الاجزاء فغير متطابق بحيث يكون البصر مزدوجًا عند رؤية الشبح الواحد خلافًا لما اذا كانت الصورتان مرسومتين على اجزاء متقابلة في الشبكيتين

وبناء على ما تقدم اذا كان وضع كلتا العينين بالنسبة الى شبح منير على كيفية ان صورتي الشبح ترتسمان على اجزاء متقابلة او متطابقة في الشبكيتين كما يحدث اذا التقى محور العينين في نقطة واحدة شوهد الشبح مفردًا والاّ كان مزدوجًا كما في الحوَل . لانهُ اذا كان محورا العينين A و B (شكل ١٨٩) متجهين بحيث يلتقيان عند *a* شوهد الشبح الموضوع عند a مفردًا لان نقطة a في الشبكية الواحدة و á في الاخرى متقابلتان . وكذلك اذا كان الشبح عند β موضوعًا بحيث تقع صورتهُ في كلتا العينين على بعدٍ متساوٍ من نقطة الشبكية المركزية اي عند b في العين الواحدة و b́ في الاخرى شوهد مفردًا لانهُ يصيب قسمين متقابلين في كلتا الشبكيتين . وكذلك اذا كان الشبح عند γ

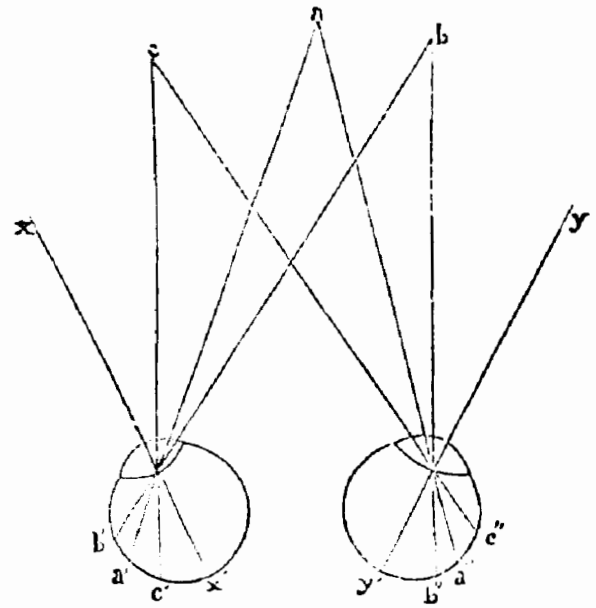
شكل ١٨٩



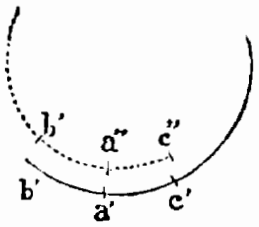
واما في ذوات الاربع فتختلف الاقسام المتقابلة في الشبكيتين عمّا هي في الانسان لان محور عيونها منفرج غالبًا فلا يمكن التقاء المحورين في نقطة واحدة من الشبح . فاذا نظر الحيوان الى شبح موضوع امامهُ راسًا اصابت صورتهُ في كلتا

العينين القسم الوحشي من الشبكيتين وعلى ذلك تقع صورة a (شكل ١٩٠) عند a في الشبكية الواحدة وعند a في الثانية فيكون a و a نقطتين متقابلتين. وقس على ذلك b و c . وربما كانت نسبة الشبكيتين فيها حسب الرسم في شكل ١٩١

شكل ١٩٠



شكل ١٩١

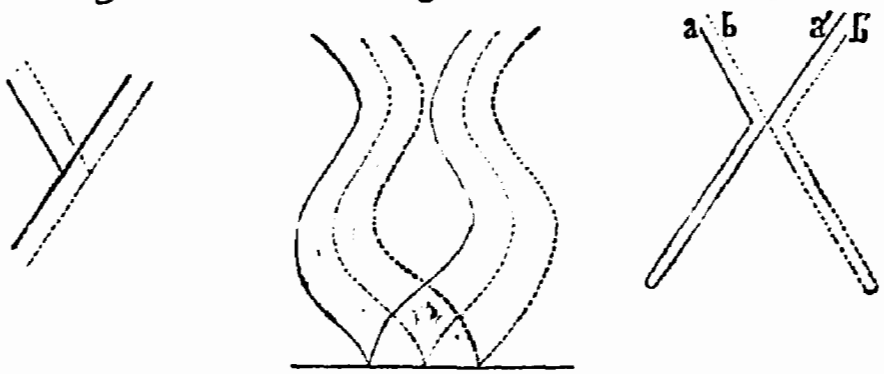


واما السبب في ان الصورتين المرتسمتين على اجزاء متطابقة في الشبكيتين لا يحدث منهما الاَّ حس واحد وادراك صورة واحدة فلا بد من انهُ يكون ناتجًا من كيفية بناء القسم الدماغي للجهاز البصري او عن عمل عقلي لانهُ ليس من خصائص اعصاب شطري الجسد المتقابلة ان يكون حسها واحدًا منسوبًا الى موضع واحد الاَّ في العصبين البصريين

وقد حاول كثيرون التعليل عن ذلك بناءً على النسبة التشريحية الكائنة بين العصبين البصريين وقالوا ان تقاطع بعض الياقهما في المجمع البصري وسيرها الى عين الجهة المخالفة وسير الالياف الاخرى الى العين التي الى جهتها بحيث يتكوَّن جانب الشبكيتين الايسر من جذر واحد من العصب وجانبهما الايمن من الجذر الاخر يحمل الى هذا التعليل . وقال موالمران هذا المذهب لا يصح الاَّ اذا فرضنا ان كل ليفة في القسم الدماغي من العصبين البصريين

تنقسم في المجمع الى فرعين يذهبان الى نقطتين متقابلتين في الشبكيتين كما يشاهد في شكل ١٩٣ وليس لهذا الزعم برهان

شكل ١٩٣ شكل ١٩٣ شكل ١٩٤



وذهب اخرون الى ان كلاً من العصبين البصريين يتضمن نفس ما يتضمنهُ العصب الاخر من عدد الالياف وان الالياف المتقابلة في العصبين تتحد في العقد الحسية كما يشاهد في شكل ١٩٣ . غير انهُ لم يُعلَّل في هذا المذهب عن تقاطع بعض الياف العصبين في المجمع

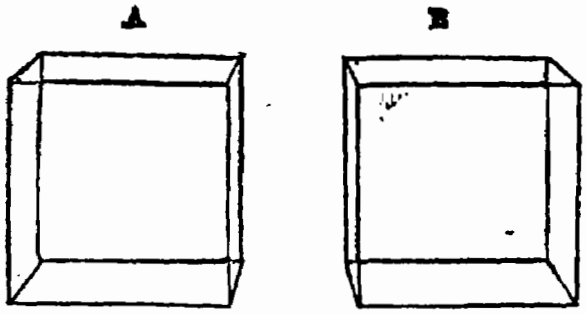
وقال غيرهم ان الالياف الآتية من نقط متقابلة في الشبكيتين (a وa شكل ١٩٤) تجتمع في المجمع البصري في عصب واحد من العصبين البصريين ثم اذا صارت الى الدماغ اتحدت بعروة او نشأت من نقطة واحدة . وكذلك b وb . وعلى هذا المذهب يكون مقرّ الياف النصف الايسر من كلٍّ من الشبكيتين في النصف الكروي الايسر من الدماغ والنصف الايمن من الشبكيتين في النصف الكروي الايمن

ومن جملة هذه الاقوال انهُ عند مقدم المجمع البصري تتقاطع الالياف العصبية من الشبكية الواحدة الى الاخرى فكأنها الياف مجمعية بين الشبكيتين توصل الاجزاء المتقابلة منهما وتعلّل عن اتحاد عملها كما يعلل عن اتحاد عمل النصفين الكرويين بواسطة مجمعهما المستعرض اي الجسم الصلب

غير ان القول المرجح على الجملة هو ان الصورة العقلية المفردة الناشئة عن التاثيرين الحادثين في الشبكيتين من عمل العقل . وما يسند ذلك ما ذكرهُ

العلّامة هويتستون من ان القوة العاقلة عاملة في ادراك الاشباح المجسمة او البارزة . فانهُ اذا وُضع شبح بقرب العينين بحيث لا يمكن بصرهُ الّا اذا اجتمع المحوران البصريان اختلفت كيفية بروزه النظري في كلٍّ من العينين واشتد الاختلاف كلما اشتد اجتماع المحورين البصريين . فاذا وضع شكل ذو ثلاثة ابعاد كرسم المكعب مثلاً على مسافة معتدلة امام العينين ثم نظر اليهِ بكلٍّ من العينين على التعاقب بينما يكون الراس مثبتًا شوهدت صورتهُ في العين اليمنى على هيئة A (شكل ١٩٥) وفي العين اليسرى على هيئة B . وقد اثبت المعلم

شكل ١٩٥



المذكوران معرفتنا بتجسم الاشباح او بروزها موقوفة على هذا الامر . واذا وُضعت امام الاجزاء المتقابلة من الشبكيتين صورتا شبحٍ مجسم احداها الصورة التي تشاهدها العين اليمنى والاخرى ما تشاهدها العين اليسرى (مثلاً A و B شكل ١٩٥) ادرك العقل صورة مفردة بارزة مجسمة هي نفس صورة الشبح الذي رُسمت منهُ الصورتان . وقد اخترع آلة لاجل توضيح ذلك شهيرة عند العامة معروفة بالستيريوسكوب

في حاسة السمع

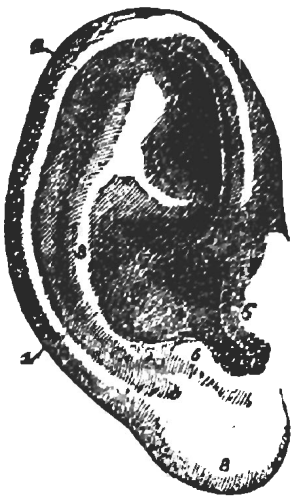
تشريح عضو السمع

الاذن عضو السمع وهي مقسومة الى اذن ظاهرة ومتوسطة وباطنة . والقسمان الاولان اضافيان للاذن الباطنة التي تتضمن اجزاء عضو السمع الجوهرية

اما الاذن الظاهرة فمؤلفة من الصيوان والصماخ السمعي الظاهر . الصيوان

مؤلف من حافتين بارزتين الواحدة منهما محيطة بالاخرى هما الهيلكس والانتيهيلكس المحيطان بانخفاض مركزي يقال له الصدفة . والى مقدم الصدفة بروز متجه نحو الخلف هو التراكوس مقابلهُ بروز اخر متجه نحو المقدم هو الانتيتراكوس . والصماخ السمعي قناة ممتدة من الصدفة ومتقوسة قليلاً نحو الاعلى تسير نحو الباطن وقليلاً نحو المقدم الى الغشاء الطبلي فتحمل الاهتزازات الهوائية اليهِ . قسمهُ الظاهر مكوّن من جوهر غضروفي ليفي ممتد من الصدفة وقسمهُ الباطن من عظم وكلاهما مبطنان بجلد ممتد من الصيوان يغطي الوجه الظاهر للغشاء الطبلي . وعند القسم الظاهر من القناة شعر دقيق وغدد شحمية وفي القسم الغائر منها غدد صغيرة تشبه الغدد العرقية في البناء تفرز مادة شمعية صفراء

شكل ١٩٦

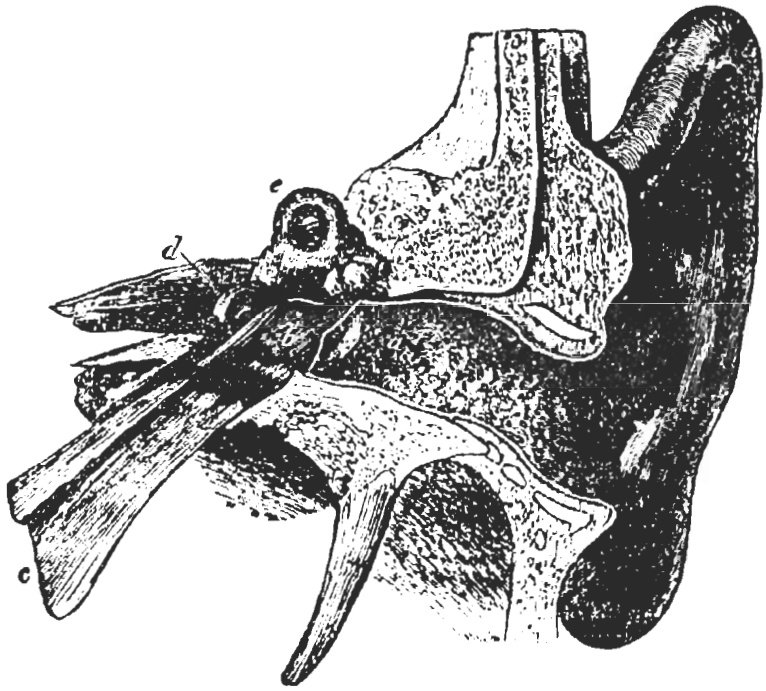


والاذن المتوسطة ويقال لها الطبلة منفصلة عن الصماخ السمعي الظاهر بواسطة الغشاء الطبلي . وهي تجويف في العظم الصدغي مستطرق من الجدار المقدم والانسي الى بوق اوستاكيوس . والبوق المذكور قناة اسطوانية مسطحة متمددة عند طرفيها بعضها مكوّن من عظم وبعضها من غضروف وهي مبطنة بغشاء مخاطي وتستطرق بين الطبلة والبلعوم حيث تكون فتحتها فيهِ وراء الفتحة الانفية الخلفية . ويستطرق تجويف الطبلة من الخلف الى تجاويف هوائية هي الخلايا الحلمية الواقعة في النتو الحلمي من العظم الصدغي غير ان استطراقهُ الوحيد الى الهواء الظاهر انما هو بواسطة بوق اوستاكيوس . واما جدران الطبلة فعظمية الاَّ فتحاتها المسدودة بغشاء كالكوة المستديرة والكوة البيضية وفتحتها الظاهرة المسدودة بالغشاء الطبلي . والتجويف الطبلي مبطن بغشاء مخاطي عليهِ ابيثيليوم

شكل ١٩٦ . الوجه الظاهر لصيوان الاذن اليمنى . 1 الهيلكس . 2 حفرة الهيلكس . 3 الانتيهيلكس . 4 حفرتهُ . 5 الانتيتراكوس . 6 التراكوس . 7 الصدفة . 8 الفصيص

هدبي ممتد من البلعوم ويتضمن سلسلة عظيمات ممتدة من الغشاء الطبلي الى الكوة البيضية

شكل ١٩٧



والغشاء الطبلي موضوع وضعًا منحرفًا عند قاع الصماخ السمعي الظاهر بحيث يكوّن سطحهُ المائل مع جدار القناة السفلي زاوية تقرب من ٤٥°. تكوينهُ من غشاء متين منوتر ليفي محيطهُ مرتكز في ميزاب عظمي ووجههُ الظاهر مغطى ببطانة جلدية ممتدة من الصماخ السمعي ووجههُ الباطن ببعض الغشاء المخاطي الهدبي المبطن للتجويف الطبلي

والعظيمات الاذنية ثلاث وهي المطرقي والسنداني والركابي. اما المطرقي فمرتبط بالغشاء الطبلي بواسطة نتو طويل منحنٍ انحناء خفيفًا يقال لهُ قبضة المطرقي وخط الارتباط عمودي ممتد من حافة الغشاء العليا الى مركزهِ. وراس المطرقي مستدير استدارة غير منتظمة. وعنقهُ وهو الحد الفاصل بين الراس والقبضة عليهِ نتوان احدهما قصير مخروطي الشكل تندغم بهِ العضلة الشادة للطبلة

شكل ١٩٧. الاذن اليسرى. a الصماخ السمعي الظاهر. b الاذن المتوسطة. c بوق اوستاكيوس. d الفوقعة. e القنوات الهلالية

والاخر دقيق يمتد نحو المقدم وترتبط بهِ الراخية للطبلة . والسنداني على هيئة ضرس ذي حدبتين ويتصل من قسمهِ الواسع الذي يقابل تاج الضرس بالمطرقي . ولهُ نتوان يقابلان جذري الضرس احدهما متجه نحو الخلف لهُ طرف سائب والاخر منحنٍ نحو الاسفل مستدق يتصل بالركابي بواسطة حديبة مستديرة كان يقال لها سابقًا العظم العدسي . والركابي عظم صغير على هيئة الركاب الافرنجي قاعدتهُ موضوعة في الكوة البيضية . وعنق الركابي نتو دقيق يقابل عروة الركاب وترتبط بهِ العضلة الركابية

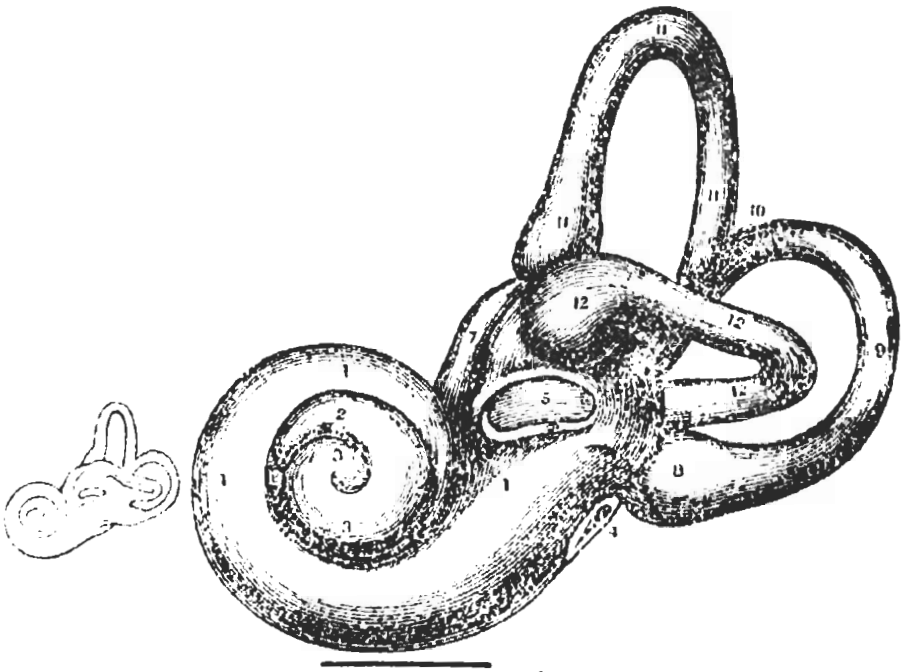
عظيمات الاذن مغطاة بغشاء مخاطي منعكس عليها من جدار الطبلة ولها حركتان حركة مشتركة بينها جميعًا وحركة خاصة بكلٍ منها على الاخر . ويتحرك ويهتزّ المطرقي كلما تحرك واهتزّ الغشاء الطبلي فتمتد حركاتهُ اولاً الى السنداني ثم الى الركابي ثم الى الغشاء السادّ للكوة البيضية . وللمطرقي ايضًا حركة ناشئة عن اتصالهِ بالسنداني واذا تحرك الغشاء الطبلي معهُ تغيرت درجة توترهِ بواسطة عمل الشادة والراخية للطبلة . وللركابي حركة على نتو السنداني عند جذب العضلة الركابية لهُ نحو الخلف

والاذن الباطنة ويقال لها التيه تجاويف واقعة في باطن القسم الحجري من العظم الصدغي يتوزع فيها العصب السمعي فهي العضو الخاص بالسمع . والعظم الذي تتكوّن منهُ جدران التجاويف المذكورة اكثف من بقية العظم الذي حولهُ ويقال لهُ التيه العظمي . ويقال للغشاء الذي في باطن التجاويف التيه الغشائي . ويتضمن التيه الغشائي سائلاً هو اللمفا الباطنة والى الظاهر منهُ اي بينهُ وبين التيه العظمي سائل اخر هو اللمفا الظاهرة

التيه العظمي مؤلف من ثلاثة اقسام رئيسية وهي الدهليز والقوقعة والقنوات الهلالية . اما الدهليز فهو التجويف المتوسط من تجاويف التيه والعضو المركزي في الجهاز السمعي . على جدارهِ الباطن جملة فتحات تدخل منها فروع العصب السمعي . وفي جدارهِ الظاهر الكوة البيضية (٥ شكل ١٩٨) وهي فتحة مسدودة

بقاعدة الركابي . وفي جداريهِ العلوي والخلفي خمس فتحات مستطرقة بينهُ وبين القنوات الهلالية . وفي جداره المقدم فتحة مستطرقة الى القوقعة . وفي القسم

شكل ١٩٨



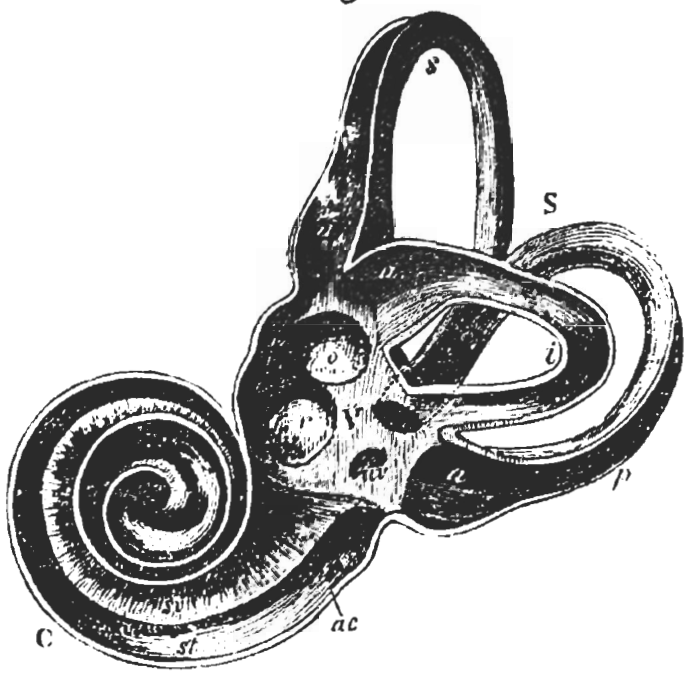
الخلفي من جدار الدهليز الباطن فتحة قناة الدهليز وهي قناة سائرة الى الحافة الخلفية من العظم الحجري وما في باطنها غير معلوم ومجهول الفائدة

والقنوات الهلالية ثلاث قنوات متقوسة اسطوانية الشكل عظمية البناء موضوعة في جوهر العظم الحجري وهي جميعها مستطرقة عند اطرافها الى الدهليز. وطرفا كلٍّ منها متمددان عند اتصالها بالدهليز الاَّ ان الطرف الواحد متمدد اكثر من الاخر فيقال لهُ الانتفاخ . ومن القنوات المذكورة ثنتان موضوعتان وضعًا بقرب من العمودي العليا منهما الى المقدم والسفلى الى الخلف . والقناة الثالثة افقية الوضع وهي اقصر واكثر انخفاضًا من الاخريين

شكل ١٩٨ . النيه العظمي الايسر على ما يشاهد من الوجه الظاهر . مكبَّر ضعفين ونصف. 1 الدور الاول من القوقعة. 2 الثاني. 3 راسها. 4 الكوة المستديرة. 5 الكوة البيضية 6 قاعدة الركابي. 7 الدهليز. 9 القناة الهلالية الخلفية. 8 انتفاخها. 10 اتصالها بالقناة العليا. 11 القناة الهلالية العليا. 12 القناة الافقية الظاهرة . الرسم الصغير يدل على الحجم الطبيعي

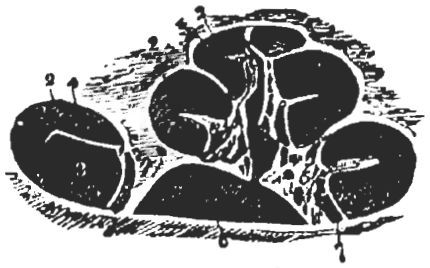
والقوقعة عضو صغير يشبه الحلزون موضوعة الى مقدم الدهليز وقاعدتها مستقرة على قعر الصماخ الباطن من حيث تنفذ اليها الخيوط القوقعية من

شكل ١٩٩



العصب السمعي بواسطة ثقوب في العظم . ويخترق القوقعة على مسير محورها عمود مخروطي الشكل تدور حولهُ قناة لولبية نحو دورين ونصف من القاعدة الى الراس . والقناة المذكورة مسدودة عند راس القوقعة واما عند القاعدة ففيها ثلاث فتحات الاولى مستطرقة الى الدهليز وقد سبقت الاشارة اليها والثانية منفصلة عن التجويف الطبلي بواسطة

شكل ٢٠٠



شكل ١٩٩ . باطن التيه الايسر وقد نُزع جدارهُ العظمي من الاعلى والظاهر . s القناة الهلالية العليا . p الخلفية . i الظاهرة . a و a و a انتفاخاتها . v الدهليز وقرب الحرف الفتحة المشتركة بين القناة العليا والخلفية . av فتحة قناة الدهليز . o الحفرة الاهليلجية النصف . r الحفرة الكروية النصف . c القوقعة . st السلم الطبلي . sv السلم الدهليزي . ac فتحة قناة القوقعة

شكل ٢٠٠ . القوقعة مقطوعة المنتصف . مكبرة $\frac{5}{1}$. 1 القناة المركزية للعمود . 2 الصفيحة اللولبية . 3 السلم الطبلي . 4 السلم الدهليزي . 5 الجوهر الاسفنجي للعمود

غشاء يقال لها الكوة المستديرة . والثالثة فتحة القناة القوقعية الممتدة الى الحفرة الوداجية في العظم الحجري وهي مجهولة الاصل والفائدة كقناة الدهليز . والقناة اللولبية مقسومة الى مسلكين او سلّمين بواسطة حاجز بعضهُ عظمي وبعضهُ غشائي هو الصفيحة اللولبية . ويتصل القسم العظمي وهو منطقة الصفيحة بالعمود ويتصل القسم الغشائي بجدار القناة الوحشي . وتبدأ الصفيحة اللولبية المؤلفة من القسمين المذكورين عند قاعدة القوقعة بين فتحتيها الدهليزية والطبلية فتكوّن حاجزًا بينهما ولذلك يقال للمسلكين السلم الدهليزي والسلم الطبلي . ويستطرق السلّمان احدهما الى الاخر عند راس القوقعة بواسطة ثقب صغير بينهما عند منتهى الصفيحة اللولبية وليس لهما استطراق اخر في جميع سيرهما

وما عدا خلاء السلمين المذكورين يوجد خلاء ثالث بينهما موضوع في جوهر الصفيحة اللولبية يقال لهُ السلم المتوسط ويشاهد فيهِ جسيمات نبوتية الشكل يقال لها عصيّ كورتي رؤوسها المدملكة نحو الاعلى . والى ظاهر العصي خلايا كثيرة مختلفة الشكل تنفذ اليها والى العصي خيوط من العصب السمعي

والتيه الغشائي على هيئة التيه العظمي من حيث الدهليز والقنوات الهلالية ولكنهُ منفصل عن جدرانها بواسطة اللمفا الظاهرة الاّ عند نفوذ الاعصاب الى باطنهِ . واما في القوقعة فيكمّل التيه الغشائي الحاجز بين السلمين ويتضمن قناة لولبية قائمة بنفسها يقال لها القناة الغشائية . وقد تقدم ان التيه الغشائي يتضمن اللمفا الباطنة وان اللمفا الظاهرة شاغلة الخلاء الذي بين سطحهِ الظاهر وسطح جدران الدهليز والقنوات الهلالية الباطن بحيث تُحمَل جميع الاهتزازات الصوتية التي تؤثر في الاعصاب السمعية الواقعة في الاجزاء المذكورة من الاذن الباطنة بواسطة سائل الى غشاء سابح فيهِ يتضمن سائلاً . والسائل الكائن في سلمي القوقعة مختلط باللمفا الظاهرة الموجودة في الدهليز والقنوات الهلالية ولا يوجد سائل الى ظاهر غشائها المبطن

والقسم الدهليزي من التيه الغشائي يتضمن تجويفين يستطرق احدهما الى

الاخر يقال للعلوي منهما وهو الاكبر الجراب وللسفلي الكيس . وتستطرق الى الاول فتحات القنوات الهلالية والى الثاني القناة الغشائية من القوقعة . والتيه الغشائي شفاف كثير الاوعية ومبطن بكريات نووية ما كان منها في انتفاخات القنوات الهلالية مستطيلة شعرية الشكل . وفي تجويفي الجراب والكيس كتل ترابية يقال لها الحصى الاذنية منها كميات دقيقة في ما بقي من التيه الغشائي

والعصب السمعي الذي تتوزع خيوطه في جميع الاعضاء المذكورة لاجل قبول الاهتزازات الصوتية ليّن القوام ولذلك يقال له الجزء اللين من الزوج السابع دقيق الالياف المكوّن هو منها . يدخل تيه الاذن على هيئة قسمين احدهما للدهليز والقنوات الهلالية والآخر للقوقعة . اما الفروع الدهليزية فتنتشر وتشعع على وجه التيه الغشائي الباطن غير ان كيفية انتهائها مجهولة . والفروع التي تدخل القنوات الهلالية تسير الى الانتفاخات وتكوّن في باطن كلٍّ منها بروزًا مفروضًا على الحاجز الذي في باطن الانتفاخ . وفروع القوقعة تدخلها من الثقوب الكائنة عند قاعدة العمود ثم تصعد فيهِ ثم تسير الى قنوات في القسم العظمي من الصفيحة اللولبية وتتقاطع هناك على هيئة ضفيرة تتضمن كريات عقدية . ولا يُعلَم كيفية انتهائها بالتحقيق الاّ ان بعضها ينتهي بلا ريب في عصي كورتي وربما انتهت في الكريات

وظيفة السمع

جميع اجزاء الجهاز السمعي وسائط لاجل ايصال الصوت كما ان الجهاز البصري مؤلف من اوساط لاجل ايصال النور . غير انهُ في العين يقتضي الامر جهازًا لاجل توجيه اشعة النور اي تموجاتهِ حتى تقع على العصب البصري بحسب الوضع النسبي الذي صدرت فيهِ من الشبح . واما في حاسة السمع فذلك غير ضروري لانهُ لما كانت جميع انواع الهيولى توزع الاهتزازات الصوتية كانت الاهتزازات المذكورة سببًا لاحداث حاسة السمع كيفما اصابت عضو السمع

والاعصاب السمعية . ولذلك كانت فائدة جميع اجزاء العضو السمعي ترقية توزيع الاهتزازات الصوتية الى درجة اتمّ ومضاعفتها بواسطة الإصداء . وقد يبرهن ان فائدة كل الجهاز السمعي عائد الى الامرين المذكورين

وظائف الاذن الظاهرة

عمل الصماخ السمعي الظاهر في ايصال الصوت الى الطبلة على ثلاث طرق. الاولى انهُ يجمع التموجات الصوتية الداخلة فيهِ من الهواء الجوي ويوصلها راسًا بواسطة الهواء الذي في مسلكهِ الى الغشاء الطبلي ويمنع تبددها . الثانية انهُ يحمل التموجات الصوتية التي تصيب الاذن الظاهرة بواسطة جدرانهِ الى موضع ارتباط الغشاء الطبلي ثم الى الغشاء نفسهِ . الثالثة اصداء عمود الهواء الكائن في باطن مسلكهِ

اما عملهُ الاول فهو ايصال تموجات الهواء الكروي الى الغشاء الطبلي . فما دخلهُ منها على خط موازٍ لمحورهِ كان اشد تاثيرًا واما التموجات التي تدخلهُ بانحراف فتنعكس من جدرانهِ وتصل الى الغشاء الطبلي. وعلى هذه الكيفية ايضًا اي بالانعكاس يقبل الصماخ الظاهر التموجات التي تقع على الصدفة اذا كانت زاوية انعكاسها نحو التراكوس . واما التموجات التي لا تدخل الصماخ راسًا او انعكاسًا كالتي سيرها مثلاً على خط موازٍ لمحور الراس الطويل وتسير على سطح الاذن فتنعكس نحو الباطن بواسطة حافاتها . غير ان التموجات التي تدخل الصماخ راسًا اشدها عملاً كما يظهر من الحكم على الناحية التي ياتي منها الصوت بواسطة تحويل الاذن او الراس اليها حتى تدخل التموجات الصماخ راسًا وتعمل اشد عملها

وعملهُ الثاني هو ايصال التموجات بواسطة جدرانهِ الجامدة. فان التموجات التي تصيب غضروف الاذن الظاهرة ولا تنعكس منهُ تصل الى الغشاء الطبلي بواسطة جدران المسلك الصماخي . ولذلك عند سدّ الاذنين يُسمَع صوت الصافورة اذا تغطى طرفها السفلي بغشاء ووضع على الاذن الظاهرة على نوع

اوضح مما لو وضع على جزء اخر من سطح الراس

وعملهُ الثالث ان الهواء الذي يتضمنهُ الصماخ كجميع الاهوية المحصورة يزيد شدة الاصوات بواسطة الصَدَى كما هو المشهور في الحمامات والكهف. وقد يمتحن ذلك بوضع انبوبة في الصماخ بحيث تطول مسافة المسلك السمعي فيشعر حينئذٍ بزيادة واضحة في قوة الاصوات

واما عمل غضروف الاذن الظاهرة في التموجات الصوتية فانهُ يعكس بعضها ويوصل البعض الآخر الى جدران الصماخ. والصدفة هي العامل الرئيسي في توجيه التموجات المنعكسة نحو التراكوس من حيث تنعكس مرةً ثانيةً الى باطن المسلك السمعي. واما عمل ما بقي من اجزاء الاذن الظاهرة كالارتفاعات والانخفاضات التي على سطحها المتسع فانها تحمل التموجات وتوصلها الى نقطة اتصالها حول فتحة الصماخ. ولما كان اتصال جدران المسلك السمعي بعظام الراس كان يخشى من تبدد بعض التموجات لولا ان نقطة اتصال الغشاء الطبلي بالمسلك هي اقصر مسافة من غيرها فتقبلها وتوصلها الى الغشاء المذكور كما ان جوانب الطبل الجامدة توصل التموجات الصوتية الى الغشاء الممتد عليهِ

ولذلك ما كان غير مفيد من ارتفاعات وانخفاضات الاذن الظاهرة في عكس التموجات الصوتية هو في غاية الفائدة من وجه اخر وهو ان جميع التي تسقط عليها التموجات عموديًا تتاثر تاثرًا شديدًا ولما كانت هي على اشكال واوضاع مختلفة كان لابد من سقوط التموجات على بعضها عموديًا. وعلى ذلك يعال عن شكل الاذن الظاهرة من حيث فائدة عدم استواء سطحها

وظائف الاذن المتوسطة

الاوساط التي تحمل التموجات الصوتية الى العصب السمعي في الحيوانات التي تعيش في الهواء ثلاثة وهي اولًا الهواء ثم الاجزاء الجامدة من جسد الحيوان وجهازهِ السمعي ثم سائل القيه

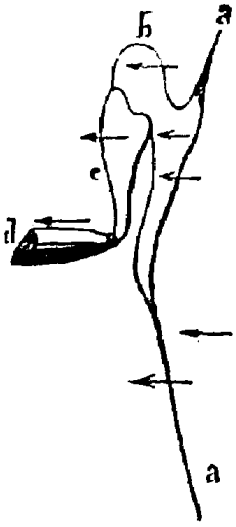
اذا جازت الاهتزازات الصوتية من الهواء الى الاجسام الجامدة لم يكن ذلك كافيًا لاجل احداث الصوت في الاذن الباطنة كما ينبغي على انهُ قد سبق مثال على ما يحصل من الفائدة على الوجه المذكور في الكلام على وظائف الاذن الظاهرة . واذا جازت الاهتزازات من الهواء الى الماء راسًا نقص جانب عظيم من قوتها ولكن اذا توسط غشاء متوتر بين الهواء والماء اشتدت جدًّا كما ظهر من تجارب موللر فيعلَّل بذلك عن فائدة الكوة المستديرة والغشاء الساد لها الذي ينقل اهتزازات الهواء من باطن الطبلة الى سائل التيه بقوة عظيمة . وتُنقَل ايضًا بلا نقص عظيم في قوتها من الهواء الى الماء اذا ارتبط بالغشاء الموصل بينهما جسم جامد قصير يشغل معظم مساحة الغشاء وكان الجسم المذكور وحدهُ ملامسًا للماء . فيتضح من ذلك عمل الكوة البيضية وقاعدة الركابي التي تشغلها واذا اضفنا اليهِ عمل الكوة المستديرة المسدودة بغشاء فقط عرفنا كيف تنقل الاهتزازات الصوتية من الهواء الى سائل التيه بقوة عظيمة

اذا ثبّت جسم صغير صلب في فتحة بواسطة حافة غشاء وكان متحركًا اوصل الاهتزازات الصوتية من الهواء على الجانب الواحد الى الماء اي سائل التيه على الجانب الآخر على نوع افضل مما لو كان وضعهُ على خلاف الكيفية المذكورة . ويكون ايصال الصوت على نوع اتم اذا كان الموصل الصلب الشاغل للفتحة اي الكوة البيضية مثبتًا من طرفهِ الآخر بمنتصف غشاء متوتر الى كلٍّ من جانبيهِ هواء كروي . والغشاء المتوتر افضل الاجسام الصلبة في ايصال الصوت وينتشر الصوت منهُ الى الاجسام الصلبة الملامسة لهُ بكل سهولة . وبناء على ذلك كان الغشاء الطبلي في غاية الموافقة لنقل الصوت من الهواء الى سلسلة العظيمات الاذنية فانهُ لما كان مرتبطًا بحلقتهِ العظمية وشديد التوتر اهتز عند اهتزاز الهواء الذي في باطن المسلك السمعي وامتد اهتزازهُ الى العظيمات ومنها الى الكوة البيضية ومنها الى سائل التيه . ومما يعين في كون السلسلة العظمية موصلاً جيدًا انها منفصلة عن عظام الراس بواسطة الهواء الجوي

فلا تتبدد الاهتزازات فيها لان كل جسم صلب محاط بوسط مختلف عنهُ في الجوهر يرسل الاهتزازات في جوهرهِ باشد مما يرسلها في الوسط المحيط

ووجود الهواء الى الباطن من الغشاء الطبلي ضروري لاجل اتمام وظيفتهِ ووظيفة السلسلة العظمية على ما ذكر آنفاً. لانهُ لولا هذه الوسيلة لما امكن اهتزاز الغشاء ولما انفصلت اهتزازات العظيمات السمعية عن عظام الراس بحيث يمكن ايصالها بكل قوتها الى الاذن الباطنة من غير ان تتبدد قبل وصولها الى الكوة البيضية. وكذلك استطراق الهواء الذي في باطن الطبلة بالهواء الظاهر بواسطة بوق اوستاكيوس ضروري ايضاً لاجل حفظ الموازنة في كمية الضغط ودرجة الحرارة بينهما اي بين الهواء الذي داخل الطبلة وخارجها

شكل ٢٠١



ويتمُّ انتشار الصوت الى التيه بواسطة عظيمات الطبلة اما بتذبذب العظيمات او باهتزاز الدقائق المؤلفة هي منها والاصح انهُ يتم بواسطة النوعين المذكورين من الحركة[1]. وكيفية ذلك ان نتو المطرقي الطويل يقبل تموجات الغشاء الطبلي (a وa شكل ٢٠١) والهواء على خطوط عمودية بالنسبة الى وضعهِ. ثم تنتشر من النتو المذكور الى راس المطرقي (b) ثم منهُ الى السنداني (c) الذي نتوهُ الطويل موازٍ لنتو المطرقي الطويل ثم منهُ الى الركابي (d) الذي يتصل بالسنداني على زاوية قائمة. وعلى ذلك لا يتغير اتجاه التموجات العمودي في سيرها في العظيمات الى الكوة البيضية عمَّا كانت عليهِ وهي في الصماخ السمعي الظاهر ونتو المطرقي الطويل كما يظهر من السهام في شكل ٢٠١

اذا اشتد توتر الغشاء الطبلي ضعف انتقال التموجات الصوتية من الهواء

(١) قد اظهر ادوارد فبران الغشاء الذي يغطي الكوة المستديرة سبب لتقريب الركابي من التيه وتبعيدهِ عنهُ. وذلك انهُ اذا دفع الركابي غشاء الكوة البيضية فقد يندفع غشاء الكوة المستديرة بواسطة سائل التيه نحو التجويف الطبلي

اليهِ ونقص السمع . وقد امتحن ذلك سافارت في الاغشية الطبلية الجافة وقال انهُ اذا وُضع على سطحها حبيبات رملية وقُرّب اليها جسم ذو صوت عظيم كان اندفاع الحبيبات اشدّ اذا كانت الاغشية مرتخية مما لو كانت متوترة . واعاد موللر التجارب في اغشية صغيرة شبيهة بغشاء الاذن فكانت النتيجة كما ذكر. وقد يمتحن الانسان ذلك في نفسهِ اذا زفر اوشهق زفيرًا اوشهيقًا غائرًا طويلاً وكان الانف والفم مسدودين فانهُ يتوتر الغشاء الطبلي في كلا الحالين . لانهُ عند الزفير يندفع الهواء المحصور الى التجويف الطبلي من بوق اوستاكيوس فيتوتّر الغشاء الطبلي ويتحدب نحو الظاهر ويتشوش السمع في الحال . وتحصل هذه النتيجة ايضًا عند المجهود الشهيقي اذ يتوتر الغشاء الطبلي ويتحدب نحو الباطن

اذا هبطت جدران بوق اوستاكيوس لعلةٍ ما وكان ضغط الهواء الظاهر اي الجوي عظيمًا جدًّا لم يكن ضغط الهواء الذي في باطن الطبلة مساويًا لهُ فيندفع الغشاء الطبلي نحو الباطن وينتقص السمع . وقد اثبت الدكتور واستون انهُ اذا اشتد توتر الغشاء الطبلي من نقص الهواء في التجويف الطبلي حدث الصمم من حيث الابراج الواطئة فقط . وقال المعلم موللر ان معظم فائدة بوق اوستاكيوس هو منع زيادة توتر الغشاء الطبلي لانهُ اذا كان مفتوحًا حوفظ على الموازنة بين الهواء الذي في باطن الطبلة والهواء الظاهر بحيث يمتنع زيادة توتر الغشاء خلافًا لما اذا كان الضغط كثيرًا او قليلاً على احد الجانبين . وقال هنلي ان من فوائدهِ ايضًا انهُ يوضّح الاصوات كما توضحها ثقوب انواع الرباب والكمنجا وانهُ منفذ للبخاط الذي يفرز في باطن الطبلة فاذا عورضت هذه الوظائف وقع خلل في حاسة السمع

ويظهر ان عمل العضلة الشادة للطبلة متعلق بتنويع السمع بواسطة تغيير درجة توتر الغشاء الطبلي. لانهُ اذا امكن تهييج انقباضها من الاصوات الشديدة جدًّا بواسطة العمل العصبي المنعكس كما تنقبض القزحية والعضلة المحيطة الجفنية من النور الشديد حدث من ذلك ضرورةً صمم في السمع ناشئ عن شدة توتر

الغشاء من شدة عمل العضلة المذكورة . وما يثبت هذا القول ان الاصوات القوية تحدث عملاً عصبيًا منعكسًا يسبب طبق الجفنين وقد يسبب في الذين مزاجهم عصبي انقباضًا فجائيًا في عضلات كثيرة

واما عمل العضلة الركابية في السمع فمجهول وغاية ما يعلم من هذا القبيل هو انها تعمل في العظم الركابي اذ تخفض جانبهُ الواحد فترفع الآخر بحيث يصير وضعهُ منحرفًا في الكوة البيضية

فبناء على ما تقدم من وجود الكوة البيضية والكوة المستديرة والطبلة يكون انتقال الصوت الى سائل الاذن الباطنة على طريقتين اي بواسطة اجسام صلبة وبواسطة غشاء وفي الحالين يكون انتقال الاهتزازات الصوتية منها الى السائل بقوة عظيمة . ولما كان الانتقال الصوتي الى التيه على طريقتين كان شديد التاثير لان التموجات في سائلهِ تحدث من نقطتين مختلفتين . وقد ظهر من تجارب موللر ان الاهتزازات الهوائية العاملة في سائل التيه بواسطة سلسلة العظيمات السمعية والكوة البيضية اشد من الاهتزازات العاملة بواسطة هواء التجويف الطبلي والغشاء السادّ للكوة المستديرة غير انهُ قد شوهد ان فقد العظيمات من المرض لا يوجب فقد السمع فينتج من ذلك ان الصوت يُحمَل بواسطة هواء الطبلة وغشاء الكوة المستديرة كما يحمل بواسطة السلسلة العظيمية وغشاء الكوة البيضية

وظائف التيه

وجود سائل التيه في جميع انواع اعضاء السمع من الحيوانات دليل واضح على كونهِ الوسط الذي يحمل الاهتزازات الصوتية الى العصب السمعي

قيل ان وظيفة القنوات الهلالية جمع التموجات الصوتية من عظام الخوذة في السائل الذي في باطنها . وربما وجّهت سير الاصوات بحسب اتجاه تجاويفها المنحنية وما نعت تبددها في الاجزاء الصلبة المحيطة بها اذا كان سيرها الاصلي متجهًا الى الاجزاء المذكورة . واذا كان الامر كما ذكر كانت مفيدة في ايصال

الاهتزازات الصوتية الى العصب السمعي الذي ينتشر انتشاراً متسعاً في انتفاخات القنوات وفي الجراب ولا بد من كون العمل المذكور اشدّ حيث تلامس القنوات الغشائية جدران القنوات الصلبة الموضوعة هي في باطنها

ووظيفة الكتل الترابية البلورية الموضوعة في باطن التيه (انظر صفحة ٤٥٥) انها تزيد الاهتزازات الصوتية قوةً بواسطة صداها. ولما كانت ملامسة للاجزاء الغشائية من التيه وكانت الياف الاعصاب الدهليزية غائصة فيها ادّت الى زيادة الاندفاعات الاهتزازية في الاغشية والاعصاب

ووظيفة القوقعة انها بناء لاجل انتشار الالياف العصبية على مساحة متسعة ووضعها على صفيحة صلبة متصلة بجدران التيه والخوذة وملامسة لسائل التيه. وعلى ذلك تكون الصفيحة اللولبية وسيلة لتعريض الالياف العصبية لتاثير التموجات الصوتية الآتية بواسطة جدران التيه الصلبة وبواسطة سائلهِ. لانهُ لما كانت الصفيحة المذكورة متصلة بجدرانهِ الصلبة كانت القوقعة في غاية الموافقة لقبول التموجات الصوتية الآتية من جدرانهِ وعظام الراس. وبما ان التيه الغشائي الواقع في باطن الدهليز والقنوات الهلالية سائب سابح في اللمفا الظاهرة كانت معظم فائدتهِ قبول الاصوات بواسطة السائل المذكور سواء كانت التموجات الواصلة الى اللمفا من الكوتين او من عظام الراس. واما الصفيحة اللولبية التي تنتشر عليها الالياف العصبية في القوقعة فتصلة بجدران التيه الصلبة وتقبل الاندفاعات منها راساً ثم توصلها الى الاعصاب ولا يخفى ما في ذلك من زيادة الفائدة لان الاندفاعات التي تُرسَل بواسطة الاجسام الصلبة اشد من التي ترسل بواسطة الماء. فهذه هي الفائدة الاولى العظيمة للقوقعة. والفائدة الثانية ان الصفيحة اللولبية تقبل الاندفاعات الصوتية من تجويف الدهليز ومن الكوة المستديرة بواسطة سائل التيه كما يقبلها التيه الغشائي بل الصفيحة اللولبية افعل من التيه الغشائي في ايصال الاندفاعات الصوتية الى العصب السمعي لانها لما كانت جسماً صلباً يحيط بها وسطٌ جوهرهُ مختلف عن جوهرها كانت قابلة

للصدى اي رجع الصوت

ووظيفة عصي كورتي انها تتعلق على ما يظن بايصال الانغام الموسيقية الى الدماغ وذلك على شكل ان كل واحد منها يهتز بحسب البرج المسموع فيوصل التاثير الى الخيط العصبي المتصل هو بهِ . وربما كانت وظيفة بقية اجزاء العضو السمعي التمييز بين الاصوات المختلفة من حيث القوة لا من حيث الكيفية

عمل العصب السمعي

تحدث تاثيرات الصوت غالبًا من اندفاعات او تموجات كثيرة واصلة الى العصب السمعي . فاذا كانت الاندفاعات سريعة متوالية والفترات التي بينها غير متساوية كان الصوت الحادث منها على هيئة طقطقة واذا كانت الفترات متساوية كان موسيقيًّا وعلوهُ موقوفًا على عدد الاندفاعات في وقت مفروض بحيث كلما كانت كثيرة كان الصوت عاليًا او حادًّا وبالعكس

وتُدرَك الناحية التي تاتي منها الاصوات لا بواسطة قوى حاسة السمع نفسها بل بواسطة عمل عقلي مبني على اختبار سابق . فان العقل يحكم على موضع الجسم المصوّت من تنوعات الاحساس بالصوت حسب الناحية التي ياتي منها . والدليل الوحيد لهذا الحكم هو زيادة عمل الصوت في الاذن الواحدة اكثر من عملهِ في الاخرى . غير انهُ كثيرًا ما يقع الخطاء في الحكم من هذا القبيل لسبب انعكاس الصوت او الصَدَى او لسبب انتشار الصوت من بعدٍ بلا نقص في القوة بواسطة انابيب منحنية مشغولة بالهواء فانهُ يظهر حينئذٍ ان الصوت آتٍ من غير موضعهِ الحقيقي

وقد يحكَم على ناحية الصوت بواسطة الاذن الواحدة دون الاخرى وذلك بان يتغير وضع الاذن والراس لكي تقع التموجات الصوتية على الاذن تارةً وقوعًا عموديًّا واخرى منحرفًا . فاذا لم يكن احد هذين الشرطين لم يمكن معرفة

الناحية الآتي الصوت منها كما اذا وقعت التموجات على كلتا الاذنين على حدٍ سوى وكان مصدرها مثلاً الى المقدم او الى الخلف على خط مستقيم

واما الفنتريلوكيزم فمن باب الشعبذة المبنية على ايهام السامع من حيث الناحية التي ياتي الصوت منها لان اهل هذه الصناعة يوجّهون اصواتهم الى ناحية معلومة ويدّعون انهم يسمعونها من تلك الناحية فيوقعون السامع في الغلط

ويُدرَك بعد مصدر الاصوات لا بواسطة الحاسة نفسها بل بالاستدلال من قوة الاصوات . فان مجلس الصوت نفسهُ لابد من ان يكون دائمًا محصورًا في موضع واحد وهو الاذن غير ان العقل يفهم انهُ آتٍ من جسم مصوّت في الخارج . فاذا تنوّعت قوة الصوت بحيث تشبه صوت جسم بعيد اوهمت بعد مصدرهِ وهو مما يحتال بهِ جماعة الفنتريلكويزم

وقد ظهر من تجارب سافارت ان عمل التموجات الصوتية في العصب السمعي يدوم برهةً اطول من مدة سيرها في الاذن . واذا طالت جدًّا مدة تاثير الصوت الواحد دام الحس بهِ زمنًا طويلاً وربما امتد الى اربع وعشرين ساعة بعد زوال سبب الصوت الاصلي كما هو المشهور في الذين سافروا اياماً في السفن البخارية والسكك الحديدية وغيرها . ولنا في ذلك برهان على ان ادراك الصوت من حيث هو لا يتعلق ضرورةً بوجود اندفاعات تموجية وان حاسة السمع حالة خاصة بالعصب السمعي تحدث عادةً من تموجات في الخارج وقد تحدث من اسباب اخرى

وكما تشاهد احيانًا صورة مزدوجة للشيح الواحد بالعينين كذلك قد يسمع صوت مزدوج بالاذنين . وكما يشاهد بالعين الواحدة صورة مزدوجة لسبب عدم مساواة انكسار الاشعة كذلك يُسمَع صوت مزدوج بالاذن الواحدة لسبب سير الصوت في اوساط قوتها الموصلة غير متساوية . فالنوع الاوّل نادر جدًّا وقد ذكر بعض الفيسيولوجيين امثلة لهُ . ويظهر النوع الثاني الموقوف

على اختلاف قوة وسطين موصلين بهذه التجربة وهي انهُ اذا سُدَّت الاذنان وقُرِع جرس صغير في الماء وتوسط موصل صلب بين الماء والاذن سُمِع صوتان مختلفان يصل احدهما الى الاذن بواسطة الهواء والآخر بواسطة الموصل الصلب

وتختلف درجة كمال الحاسة البصرية من حيث تحكيمها لمسافات مختلفة البعد وادراك انواع الالوان وغير ذلك خلافًا لحاسة السمع الخالية من القوة المذكورة . غير انهُ كما تختلف الافراد في قوة البصر بحسب كمية النور اذ يبصر الواحد جليًّا اذا كان النور ساطعًا والآخر اذا كان النور خفيفًا كذلك يختلفون في كمال السمع من حيث درجة ارتفاع الصوت وانخفاضهِ . وكما ان بصر البعض حاد من حيث شكل الاجسام ضعيف من حيث الالوان كذلك سمع البعض حاد من حيث الاصوات الخفيفة ضعيف من حيث التمييز بين الاصوات الموسيقية . والعلة في كل ذلك مجهولة

الطنين اصوات يسمعها الانسان في الداخل لا وجود لها في الخارج وهي ناشئة عن تهيج العصب السمعي الحادث من اسباب غير الاندفاعات الصوتية . ومن ذلك طنين الاذنين ودويهما في الذين مزاجهم عصبي وفي امراض الدماغ والعصب السمعي وبعد السفر الطويل . وقال رتّر ان الطنين يحدث من الكهربائية ايضًا . غير انهُ يجب التمييز بين ما سبق من الصوت الداخلي حقيقةً والصوت الناشئ لا عن حالة العصب نفسهِ بل عن الاسباب الداخلية المهيجة لهُ كالاحتقان الدموي في الراس والاذن وتمدُّد الاوعية الانفرزمي . ومن هذا القبيل ايضًا الدويّ الذي يسمع عند انقباض العضلات اللهوية مدَّة التثاؤب وعند غصب الهواء الى باطن الطبلة اذ يتوتر الغشاء الطبلي وعند تخيط الانف وغير ذلك

قد يحدث من تهيج العصب السمعي حركات في الجسد واحساسات في غيرهِ من اعضاء الحس وربما كان ذلك ناشئًا عن العمل المنعكس في الدماغ . فان الصوت الشديد الفجائي يسبب طبق الجفنين او انتفاضًا في جميع الجسد .

وبعض الاصوات تحدث في بعض الناس حاسة كريهة في الاسنان او حاسة برد تدبّ في الجسد. وقد تتاثر حاسة السمع نفسها ايضًا من التاثيرات الحاصلة في اجزاء اخر من الجسد ولا سيما في امراض الاحشاء البطنية والحميات وربما كان ذلك ناشئًا ايضًا عن العمل المنعكس بواسطة الدماغ

في حاسة الذوق

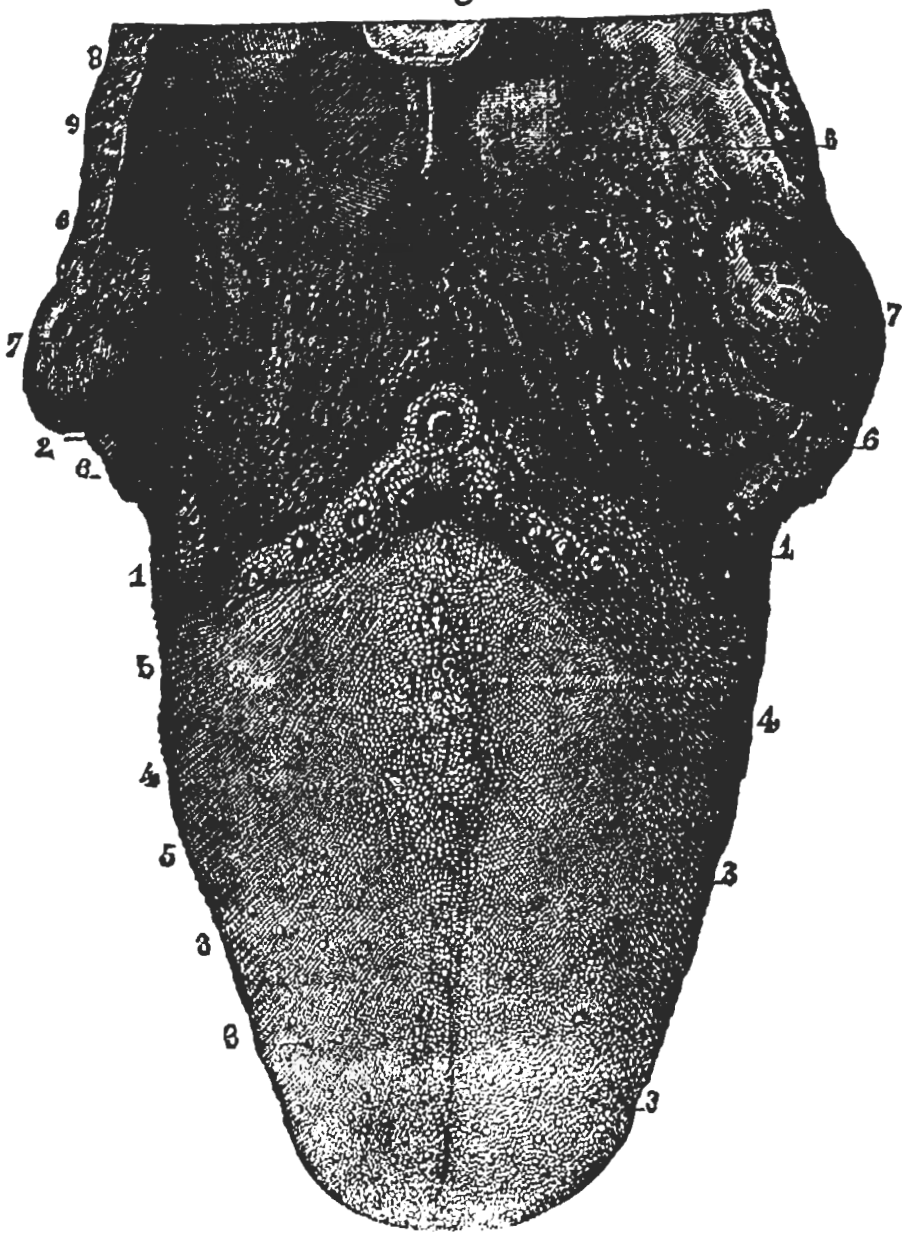
لحاسة الذوق ثلاثة شروط الاوّل وجود عصب له وظيفة خاصة به الثاني تهييج العصب المذكور بواسطة مواد ذات طعم الثالث ذوبان المواد المذكورة في افرازات عضو الذوق. وقد تقدم الكلام على العصبين اللذين يتعلقان بحاسة الذوق (صفحة ٣٦٤ و٣٦٩)

يظهر ان عمل المواد التي تنبّه حاسة الذوق قائم باحداث تغيير في حالة العصبين الذوقيين فينشأ من ذلك انواع كثيرة من الطعم حسب انواع المواد التي تدخل الفم. غير انهُ قد تتنبّه هذه الحاسة في العصبين الخاصين بها بواسطة منبهات اخرى غير المواد ذات الطعم كالكهربائية والتاثيرات الميكانيكية وذلك كما تتنبه بقية اعصاب الحس الخاص بمواد غريبة عن جوهرها. لانهُ اذا دخل مجرى صغير من الهواء على اللسان احدث طعمًا باردًا ملحًا كطعم ملح البارود وقال بالي اذا قُرِعت حليمات اللسان شُعِر بطعم واضح كالطعم الحاصل من الكهربائية. واذا نُبّهت اللهاة او اعلى البلعوم تنبيهًا ميكانيكيًا حدث غثيان وهو ربما نوع من حاسة الذوق

ولا بد من كون المواد المذوقة محلولةً في الرطوبة التي تغطي اللسان او قابلةً للانحلال فيها فاذا لم تكن كذلك كانت فاقدة الطعم ولم يحدث منها الاّ الاحساس باللمس. وكذلك لا بد من كون سطح العضو الذي هو مجلس الذوق رطبًا وهو من شروط الشم ايضًا فاذا كان اللسان والحلق جافين لم يحدث ذوق من المواد ذات الطعم ولو كانت مذابة كما هو المشهور في الزُكام

مجلس الذوق الرئيسي هو الحنك واللسان. اما اللسان فعضو عضلي مغطى بغشاء مخاطي لا يختلف عن بقية الاغشية المخاطية الاّ من حيث وجود حليمات فيهِ متميّزة عن غيرها في تفاصيل البناء وهو مشحون باجربة وغدد مخاطية كثيرة

شكل ٢٠٢

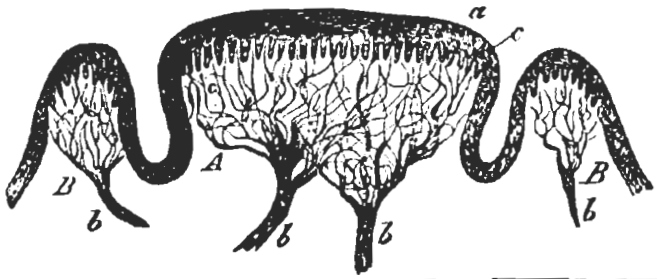


شكل ٢٠٢. سطح اللسان الحليمي مع الحلق واللوزتين. 1 و 1 الحليمات المخندقة الموضوعة الى مقدم الثغب الاعور (2). 3 الحليمات الفطرية. 4 الحليمات الخيطية. 5 جعدات مستعرضة ومنحرفة. 6 غدد مخاطية عند قاعدة اللسان وفي الحلق. 7 اللوزتان. 8 قسم من لسان المزمار. 9 الثنية اللسانية المزمارية المتوسعة وهي قيد لسان المزمار

وقد سبق الكلام على عملهِ في المضغ والازدراد (صفحة ١٧٩). ومن جملة وظائف غشائهِ المخاطي انهُ مجلس الاوعية الدموية والاعصاب الكثيرة التي تتوزع فيهِ وانهُ تندغم فيهِ اطراف الالياف العضلية التي يتكوَّن منها معظم جوهر اللسان

اعظم الحليمات اللسانية موضوع وضعًا حشكًا على الثلثين المقدمين من سطح اللسان اي ظهرهِ. وهي على ثلاثة انواع المخندقة او الكاسية والفطرية والخيطية غير ان بناءها الجوهري واحد. تاليفها من بروز الغشاء المخاطي على هيئة زوائد تتضمن فروعًا خاصة من الاوعية الدموية والاعصاب. وقد اظهر بومان وطود ان سطح الحليمات مغطى بحليمات ثانوية وهي زوائد مخروطية دقيقة من الغشاء المخاطي شاغلة معظم اجزاء اللسان التي لا توجد فيها الحليمات المركبة وتمتد مسافةً وراء الحليمات المخندقة

شكل ٢٠٣



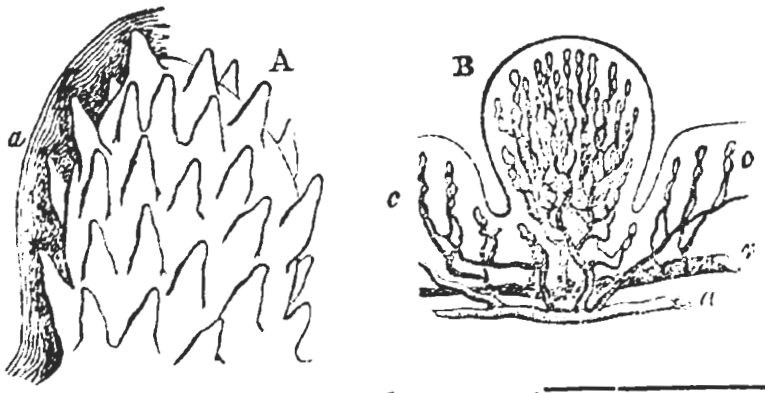
اما الحليمات المخندقة او الكاسية (شكل ٢٠٣) فعددها من ثمان الى عشر موضوعة عند قاعدة اللسان على شكل خطين يلتقيان من الخلف كرقم ٨. وهي ارتفاعات مستديرة عرضها من $\frac{1}{20}$ الى $\frac{1}{12}$ من القيراط على كلٍ منها انخفاض مركزي ويحيط بها فرجة مستديرة. والى ظاهر الفرجة حلقة خفيفة الارتفاع وكلٌ من الارتفاع المركزي والحلقة مكوَّن من حليمات بسيطة حشكة الوضع

والحليمات الفطرية (شكل ٢٠٤) متفرقة على جانبي اللسان وقليلاً على

شكل ٢٠٣. قطع حليمة مخندقة قطعًا عموديًا. مكبَّر $\frac{1}{1}$. A الحليمة. B الجدار المحيط. a الطبقة الايثيلية. b اعصاب الحليمة. c الحليمات الثانوية

منتصف ظهرهِ . سُمّيت بهذا الاسم لانها ضيقة عند قواعدها منفرجة قليلاً عند قممها . وهي مؤلفة كسابقتها من حليمات بسيطة في باطن كلٍّ منها عروة من الاوعية الدموية وليفة عصبية

شكل ٢٠٤



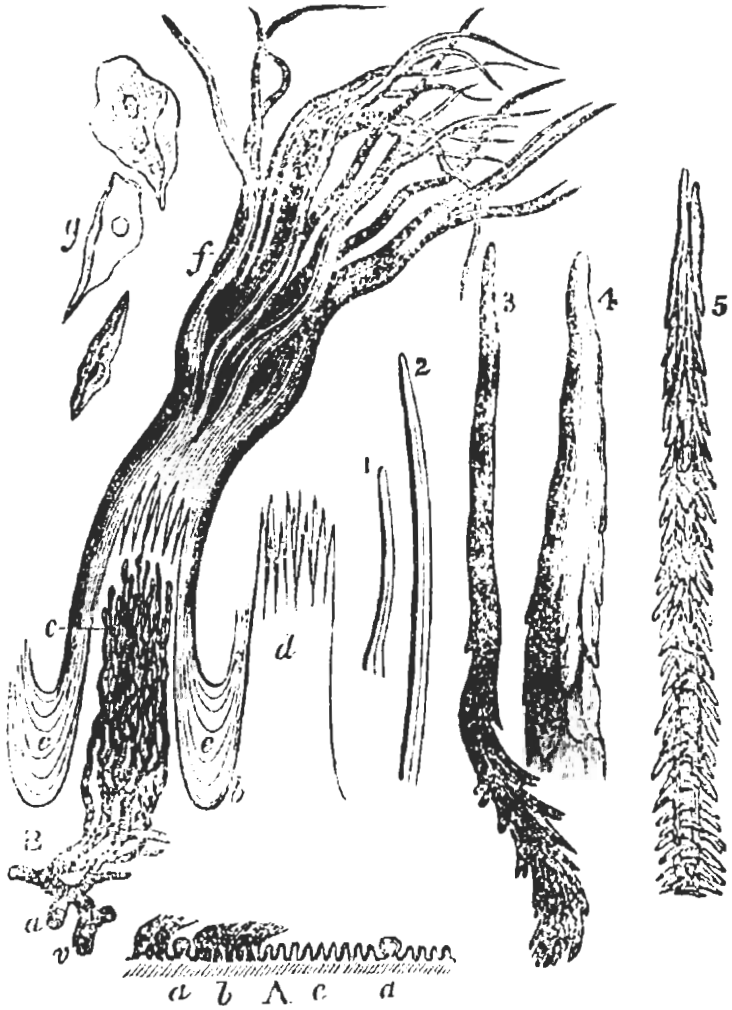
والحليمات الخيطية اكثرها عددًا وهي متفرقة على كل سطح اللسان ولا سيما على منتصف الظهر . وتختلف قليلاً في الشكل الاّ ان اكثرها مخروطي او خيطي مغطًّى بطبقة سميكة من البشرة قد تمتدّ منها زوائد دقيقة طويلة كالشعر ويظهر من بنائها الخاص ان وظيفتها ميكانيكية تتعلق بحاسة اللمس لا بحاسة الذوق التي ربما كان مجلسها على الخصوص في النوعين الاخرين اي الحليمات المخندقة والفطرية

والايبثيليوم اللسان من النوع القشري او الرصيفي كالبشرة (صفحة ٣٢) ويغطي كل سطحهِ الاّ انهُ رقيق على الحليمات الفطرية حشك سميك على الخيطية وبارز من جوانبها وقممها على هيئة زوائد طويلة منتصبة شعرية الشكل . والاوعية الدموية والاعصاب كثيرة في الحليمات وتكوّن الاعصاب في الحليمات الفطرية والمخندقة ضفائر منتشرة (شكل ٢٠٣) غير ان كيفية انتهاء الخيوط العصبية مجهولة

شكل ٢٠٤ . حليمة فطرية . A سطحها وقد عُرّي بعضهُ من الايثيليوم . مكبّر ٢٥ . تشاهد عليهِ الحليمات الثانوية . a الايثيليوم . B قطع حليمة فطرية بعد حفن الاوعية الدموية . a شريان . v وريد . c ضفائر شعرية

لا ينحصر مجلس حاسة الذوق في اللسان بل يمتد الى اللهاة واقواسها والغلصمة واللوزتين واعلى البلعوم . وقد سبق ان هذه حاسة في الاجزاء

شكل ٢٠٥



المذكورة مع قاعدة اللسان ومؤخره موقوفة على فروع من العصب اللساني البلعومي (صفحة ٣٦٩) . وتمتد في اكثر البشر الى مقدم اللسان ولا سيما حافتيه وراسه وهي ضعيفة في منتصف ظهره لسبب سماكة الابيثيليوم الذي يغطي الحليمات الخيطية هناك فان السماكة المذكورة تمنع نفوذ المواد ذات

شكل ٢٠٥. A قطعة من غشاء اللسان المخاطي. a حليمات فطرية. b حليمات خيطية. c حليمات بسيطة . B حليمة خيطية . a شريان . v وريد . c ضفائر شعرية . d انقسام الحليمة الى حليمات ثانوية . e ابيثيليوم يمتد على هيئة زوائد شعرية (f). g كريات قشرية. 1 — 5 انواع الزوائد الشعرية الشكل

الطعم الى الاجزاء الحاسة . وقد تقدم ان حاسة الذوق في مقدم اللسان عائدة الى الفرع اللساني من العصب الخامس (صفحة ٤٧٠)

وللسان ايضًا حاسة اللمس بواسطة حليماتهِ ولا سيما عند جانبيهِ وراسهِ وذلك على غاية ما يكون من الدقة واللطف فيحس بتاثيرات الحرارة والبرد والالم والضغط الميكانيكي . وقد يفقد الحس العام وتدوم فيهِ حاسة الذوق او يفقد الذوق ويدوم فيهِ الحس العام فيظهر من ذلك ان الاعصاب الموصلة لهذين الحسين متميزة كما تتميز اعصاب الشم عن اعصاب الحس العام في الانف ولو كانت جميعها في الحليمات فان الاعصاب الواحدة قد تتضمن الياقًا مختلفة الوظيفة فيكون بعضها للحس العام والبعض الآخر للذوق . وقد ظهر من التجارب ان لكلا العصبين الذوقيين اي فرع الخامس وفرع اللساني البلعومي وظيفتي الذوق والحس العام . ومن اجتماع الحسين المذكورين قد يتعسّر احيانًا التمييز بين التاثير الناشئ عن حاسة الذوق والتاثير الناشيء عن الحس العام كما يتفق في المواد الحرّيفة

العقل يدرك حاسة الذوق من التغييرات الحادثة في الكيفية الباطنة للاعصاب عند ملامسة المواد ذوات الطعم لفروعها المنتشرة في الحليمات . واما اختلاف الذوق الناشيء عن اختلاف المادة ذات الطعم فامر مجهول التعليل . فانهُ قد عُلِم في حاسة السمع ان بعض الاصوات يختلف عن البعض الآخر بحسب اختلاف عدد التموجات التي تسببها وان اختلاف الالوان في حاسة البصر عائد الى اختلاف عدد تموجات النور او الى سرعة سيرهِ وقد عُجِز عن التعليل في حاستي الذوق والشم . غير انهُ قد ظهر من تجارب هورن ان طعم بعض المواد واحد في جميع جهات سطح اللسان وان طعم البعض الآخر يختلف بحسب الحليمات التي يمسها فاذا ثبت ذلك ظهر منهُ ان الالياف المختلفة تقبل تاثيرات مختلفة من المادة الواحدة اي ان بعض الالياف خاص بنوع واحد من الذوق وغيرها بغيرهِ

وكثيرًا ما يتوقف كمال حاسة الذوق على كون المادة ذات رائحة ايضًا فتنبّه الحاستين في زمن واحد كما يظهر من عدم كمال الذوق عند مناولة المواد المذكورة اذا بطل عملها في العصبين الشمّيين بواسطة سدّ المنخرين . وكثيرًا ما تدوم حاسة الذوق مدّةً بعد زوال المادة العاملة في اعصابها وقد تنوّع طعم المواد الواصلة الى اللسان بعد ذلك لان طعم المواد الحلوة يفسد طعم الخمر وطعم الجبن يصلحهُ . فيظهر من ذلك ان النسبة بين انواع الطعم كالنسبة بين الالوان التي يزيد بعضها بعضا بهاء اذا كانت متخالفة . وبناء على ذلك يُنتبَه في صناعة الطبخ الى اتفاق انواع الطعم ومعاقبة بعضها لبعض كما ينتبه في التصوير والموسيقى الى مبادئ الاتفاق بين الالوان والاصوات . واذا تكرر ذوق الشيء الواحد مرارًا كثيرة ضعف ادراكهُ شيئًا فشيئًا كما يبهت اللون كلما طال تحديق النظر اليهِ . فانهُ اذا امتُحِن طعم نوع من الخمر ثم طعم نوع اخر منهُ مرارًا متوالية لم يمكن التمييز اخيرًا بينهما . ويندر حدوث الذوق من مجرد ملامسة المادة ذات الطعم لسطح اللسان بل لابدَّ من ضغطها وتحريكها بين اللسان والحنك الى ان تنتشر على كل سطح الاجزاء الحاسة

وقد تنبّه حاسة الذوق بواسطة اسباب باطنة كالتغيرات الحاصلة في الاعصاب او المراكز العصبية من الاحتقان الدموي او اسباب اخر . غير ان احكام الاحساسات الداخلة من حيث الذوق مجهولة لانهُ يعسر التمييز بينها وبين ما يحدث من اسباب خارجة كتغير كيفية الافرازات الفمية

في حاسة اللمس

لا تنحصر حاسة اللمس في اجزاء خصوصية من الجسد كبقية الحواس بل تمتد على جانب عظيم الى جميع الاجزاء التي لها خاصة الحس العام . وبناء على ذلك تكون اعصاب حاسة اللمس نفس اعصاب الحس العام وهي الاعصاب الناشئة من الجذور الخلفية من الحبل الشوكي والاعصاب الدماغية الحاسة . غير

ان حاسة اللمس لا تصل الى درجة الكمال الاَّ في الاجزاء التي حسها العام على غاية ما يكون من الدقة واللطف وهي الجلد واللسان والشفتان التي حليماتها كثيرة كما تقدم في الكلام على الجلد والذوق

للاحساسات الحاصلة من اعصاب الحس العام صفات مميّزة لها كما تتميز صفات باقي الحواس . فانهُ يعرف بواسطة حاسة اللمس وجود المنبهات التي يختلف عملها من ادنى الى اعلى درجة بحسب اتساع الجزء المتنبه . فالوكز مثلاً عبارة عن تنبيه شديد حاصل في الدقائق الحاسة على مساحة صغيرة والضغط تنبيه اخف في مساحة اوسع الاَّ انهُ يمتد الى مسافة اكثر غورًا فيتميّز بذلك عن مجرد المسّ . وذهب شِفّ وبرون سيكار الى ان الياف الحس العام العصبية هي غير الياف حاسة اللمس وتابعهما في ذلك سيفكين بناء على ما شاهدهُ في الكيفيات المرضية

ويتوصل العقل بواسطة حاسة اللمس الى معرفة حجم الاجسام وشكلها وبقية صفاتها الظاهرة ولذلك يشاهد انها تبلغ اشدّ الكمال في الاجزاء التي يمكن تحريكها بسهولة على سطوح الاجسام. فان اللمس بحصر المعنى اي استعلام الجسم باللمس عبارة عن استعمال هذه الحاسة بالارادة مع استعمال الحركة فهو كطلب الروائح وتتبعها وامتحانها في حاسة الشم . وبناء على ذلك جميع اجزاء الجسد الحاسة التي يمكن تحريكها بحيث تتغير نسبة ملامستها للاجسام الخارجة هي اعضاء اللمس غير ان اليد اكثرها موافقة لذلك لسبب البناء الخاص بها الذي يمكّنها من حركتي الكب والبطح فتتحرك حركة رحوية لاجل استعلام جميع محيط الجسم ولسبب خاصتها في مقاومة الابهام لبقية اليد والحركة النسبية في الاصابع . وفضلاً عن ذلك الحليمات والجسيمات اللمسية (صفحة ٢٨٣) كثيرة الوجود في اليد ولاسيما في الاصابع وهي في غاية الضرورة لاجل كمال وظيفة اللمس . فاذا اراد العقل ان يتصور شكل السطح ومساحتهُ ضرب حجم اليد او الاصابع التي يستعملها في الاستعلام في عدد المرات التي تسير فيها اليد على السطح وعرف كمية المساحة

واذا كرّر العمل بالنظر الى ابعاد جسم مجسم عرف ما فيهِ من المساحة المكعبة

يختلف كمال حاسة اللمس على سطح الجسد بحسب استطاعة الجزء في التمييز والفصل بين احساسين حادثين من نقطتين متقاربتي الوضع. وهذا الاختلاف عائد الى عدد الالياف العصبية الاصلية التي تتوزع في الجزء لانها اذا كانت قليلة ربما انحصر في ليفة واحدة عمل التاثيرات في نقط مختلفة فينشوّش التأثير ويحدث حسًّا واحدًا فقط . وقد امتحن ڤبر خاصة اللمس في اقسام مختلفة من الجلد بواسطة بركار على راسيهِ قطعتان من الفلين فكان يمس الجلد بهِ والعينان مغمضتان ليستعلم درجة قرب نقطتي البركار مع الحس المتميز بانهما جسمان منفصلان وامتحن كل سطح الجسد على الكيفية المذكورة . واعاد ڤلنتين هذه التجارب فظهر منها ان طرف البنصر وراس اللسان اشد الاجزاء حسًّا لانهُ يتميّز بين نقطتي البركار على بعد نصف خط فقط . ويعقبها في شدة الحس غشاء الشفتين المخاطي الذي يميز بين نقطتي البركار اذا تباعدتا خطًّا ونصفًا ثم ظهر اللسان اذا تباعدتا خطين . واضعف الاجزاء حسًّا العنق ومنتصف الظهر ومنتصف العضد ومنتصف الفخذ حيث لا يُشعَر بالنقطتين على حدتهما الاَّ على بعد ثلاثين خطًّا . وما بقي من سطح الجسد متوسط في درجة الحس بين ما ذكر من الشدة والضعف

ويظهر الحس للعقل اشد كلما انسعت مساحة السطح المعرض . فان ڤبر غمس يدهُ في ماء حارّ فشعر بحرارة اكثر من حرارة ماء اخر لم يغمس فيهِ الاَّ اصبعهُ فقط على ان الماء الثاني كان اشد حرارةً في الحقيقة من الماء الاول . وكل الذين يستحمون في الماء الحار او البارد يعرفون هذا الامر من الخبرة

نتوصل الى معرفة كمية القوة في مقاومة الضغط ورفع الاثقال من الحس الخاص بالعضلات اي الحس الذي تُكتسَب منهُ معرفة وضعها ودرجة انقباضها. وقال ڤبر ان تقدير الثقل بواسطة المجهود العضلي اصح من تقديرهِ بواسطة الضغط على الجلد وانهُ يمكن بالواسطة الاولى التمييز بين ثقلين لا يختلف احدهما

عن الاخر باكثر من جزء من عشرين او خمسة عشر جزءاً . ولذلك ينحصر الادراك في معرفة كمية اختلاف الثقل النسبي لا المطلق . وفضلاً عن المعرفة المذكورة يمكننا تعيين كمية القوة العصبية المطلوبة في احداث حركة معلومة بواسطة حساب عقلي سابق. فاننا اذا رفعنا وعاء ما في باطنهِ مجهول لنا انما نستعمل قوةً تابعة لما قد تصورناهُ من ثقلهِ بحيث اذا كان متضمنًا مادة ثقيلة كالزئبق ربما سقط من ايدينا لان كمية العمل العضلي او القوة العصبية لم تكن كافية . وكذلك قد يتفق في نزول الدرج في الظلام اختلاف بين المجهود العضلي وعلو الدرجة

ولا بد من عمل متبادل بين العقل وحاسة اللمس في ادراك التاثير الحادث على سطح حاس لانهُ اذا لم يكن للعقل مشاركة في ذلك قد تكون الشروط المادية للاحساس تامة بدون ان يقع الشعور بهِ. وكذلك تتوقف معظم درجة الاحساس في اعصاب اللمس على درجة مشاركة العقل في الادراك فان الحس المؤلم يشتد المًا اذا كان العقل منتبهًا اليهِ خلافًا لما اذا كان مشغولاً بامر اخر

كل احساس مصحوب بصورة عقلية تبقى في العقل بعد زوال المحسوس حتى انهُ يمكن مقابلتها باحساس اخر حاضر كما نقابل ثقل جسم بثقل جسم اخر اطلعنا عليهِ في زمن سابق وبقيت صورتهُ في العقل . وامتحن ڤبر ذلك في الماء الحارّ وقال انهُ استطاع ان يميز بين اختلاف درجات الحرارة اذا غمس يدهُ في ماءين في الواحد بعد الاخر بسهولة اكثر مما لو غمس اليدين في الماءين في زمن واحد . غير ان قوة مقابلة الاحساسات الحاضرة بالماضية تتناقص كلما طالت المدة بينهما

الاحساسات التي تبقى بعد التاثيرات الحادثة في اعصاب الحس العام او اللمس شديدة وطويلة المدة . لانهُ ما دامت حالة الاعصاب باقية من جرى تاثير المنبه دام الاحساس ايضًا على ان السبب المنبه قد زال . ومن امثلة ذلك الاحساسات اللذيذة والمولمة

واما ناموس المخالفة الذي نقدم انهُ ينوّع احساسات البصر فينوع احساسات اللمس ايضًا . لانهُ اذا تعرض الجسد لهواء حار ثم لهواء اقل حرارةً منهُ قليلاً جدًّا شعر بالبرد على ان الاختلاف بينهما كان جزئيًّا جدًّا . وكذلك الانتقال الفجائي من البرد الى ما هو ادنى منهُ بدرجات قليلة يحدث الشعور بالحرارة. ولذلك كان الحرارة والبرد اصطلاحين نسبيين لان البرد الذي يُشعَر بهِ في حالة خصوصية من الاعضاء الحاسة يصير حارًّا في غيرها . وهكذا اذا نقص الم شديد طويل المدة شعر المريض براحة ولذة على ان درجة الالم الباقية تكون غير محتملة في حال الصحة

والاحساسات الداخلية ويقال لها العقلية الناشئة عن اسباب باطنة كثيرة الوجود في حاسة اللمس لان جميع انواع الحس من لذة والم وحرارة وبرد وخفة وثقل وتعب الى غير ذلك قد تكون حادثة عن اسباب باطنة ومن امثلة ذلك الآلام العصبية والقشعريرة واللذع النملي المعروف عند العامة بالتعفيص وحالات اعضاء التناسل مدة النوم. وللعقل ايضًا قوة غريبة في تنبيه الاحساس في اعصاب الحس العام فانهُ كما ان الغثيان قد يحدث عن مجرد التفكر بالمواد التي تسببهُ كذلك قد يحدث الالم في الجزء المستعد لهُ من مجرد التصور العقلي وقد يقشعرّ الانسان من مجرد التفكر بامر كريه او مخيف ويحس بالدغدغة اذا كان شديد القابلية لها عندما يتهددهُ احد بها . وهذه الاحساسات الناشئة من اسباب باطنة كثيرة في الاشخاص الذين مزاجهم عصبي كاصحاب الماليخوليا والاستيريا الذين يقال ان اكثر اوجاعهم وهمية والمراد بذلك ان اسبابها باطنة لا ظاهرة تفعل فيها المخيلة وتزيدها قدرًا وشأنًا على انها حقيقية ولو كانت المخيلة تزيد الالم الموجود وتنبهُ اذا وُجِد الاستعداد

لهُ

الفصل العشرون

في وظيفة التناسل وتكوين الجنين

تتعلق اعضاء الجسد البشري ووظائفها التي مرَّ الكلام عليها في الفصول السابقة بالفرد . وسنتقدم الآن الى وصف الاعضاء والوظائف التي تتعلق بتوليد النسل ودوام النوع وهي تشتمل على التجهيزات المعدة لاجل تكوين البيضة وتلقيحها ونموها شيئًا فشيئًا الى ان تصير جنينًا ثم فردًا من افراد البشر كامل التركيب . ويقال للاعضاء التي يتم بها ذلك اعضاء التناسل او التوليد ويقال لها ايضًا الجهاز الجنسي لان بعضها خاص بالذكر وبعضها بالانثى

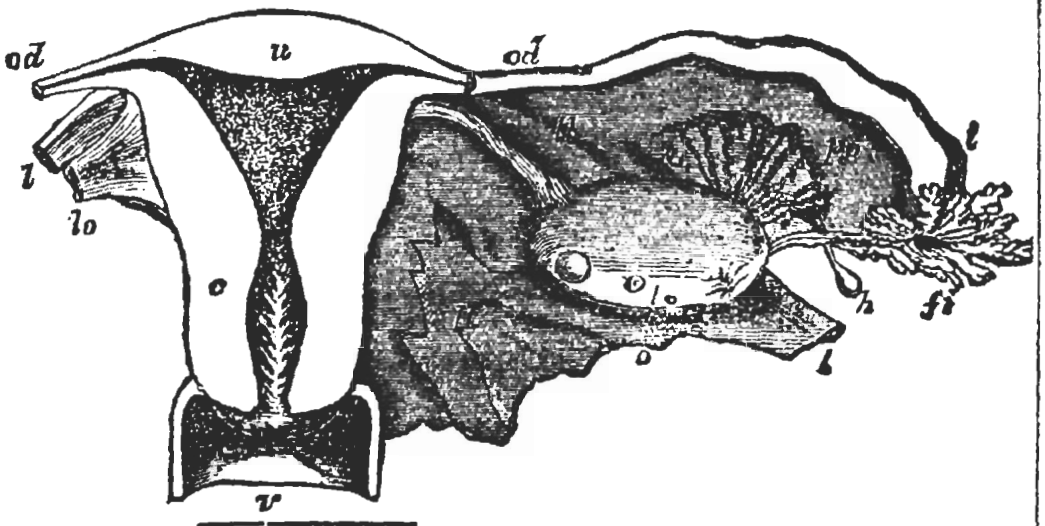
اعضاء التناسل في الانثى

اعضاء التوليد الانثوية مؤلفة من مبيضين وظيفتها تكوين البيض وقناة بيضية هي بوق فلوبيوس المتصل بكلٍّ من المبيضين لاجل نقل البيضة من المبيض الى الرحم اي التجويف الذي تستمر فيهِ اذا كانت قد علقت الى ان يتكوَّن منها الجنين تكوُّنًا كاملاً لكي يستطيع الحيوة المستقلة عند انقطاعهِ من الاتصال الباطني بالام ومن قناةٍ هي المهبل ومتعلقاتهِ لاجل قبول عضو الذكر التناسلي مدة الجماع ولاجل دفع الجنين الى الخارج بعد ذلك

اما المبيضان فجسمان منضغطان شكلهما اهليلجي موضوعان في تجويف الحوض واحد الى كلٍّ من الجانبين مضمنان في ثنيتي الرباط العريض . وكلٌّ منهما متصل بالرحم بواسطة حبل ليفي هو الرباط المبيضي وببوق فلوبيوس بواسطة احدى شرشراتهِ التي تكوِّن الطرف المنتشر من البوق . وتحيط بالمبيض

محفظة من النسيج الليفي الخلوي مغطاة بالبريتون . واما بناؤهُ الباطني فمؤلف من نسيج خاص لبّن ليفي كثير الاوعية الدموية فيهِ اجربة او حويصلات على

شكل ٢٠٦



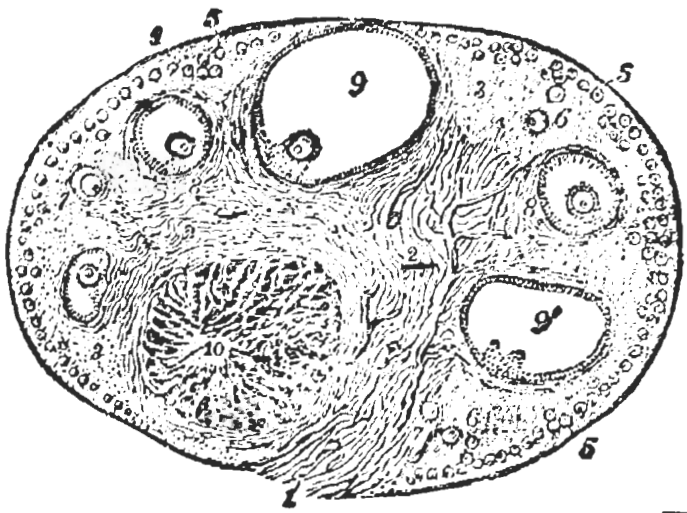
درجات مختلفة من النموّ تتضمن البيض يقال لها حويصلات كراف وسيأتي الكلام عليها وعلى البيض الذي تتضمنهُ

وبوقا فلوبيوس ممتدّان بين المبيضين وزاويتي الرحم العلويتين . طول الواحد منهما نحو اربعة قراريط وهو ضيق جدًّا عند اتصالهِ بالرحم ثم يتسع قليلاً في سيرهِ الى المبيض فاذا وصل اليهِ صار طرفهُ سائبًا عليهِ زوائد مشرشرة واحدة منها اطول من البقية متصلة بالمبيض . والقناة التي تخترق البوق ضيقة ولا سيما عند مدخلها الى الرحم حيث يكون قطرها كشعرة الخنزير واما طرفها الآخر

شكل ٢٠٦ . رسم الرحم ومتعلقاتهِ كما يشاهد من الخلف . مصغَّر $\frac{1}{2}$. وقد فُتح الرحم والقسم العلوي من المهبل بنزع جدارهما الخلفي ونُزع الرباط العريض في الجانب الايسر . u القسم العلوي من الرحم . c العنق حذاء الفم الباطن ويشاهد الشكل المثلث للتجويف الرحمي وجعدات التجويف العنقي الذي يقال لهُ الشجرة الرحمية . v القسم العلوي من المهبل . od بوق فلوبيوس ويشاهد ضيق قناتهِ المستطرقة الى زاوية الرحم الى كلٍّ من الجانبين . l الرباط المستدير . lo الرباط المبيضي . o المبيض . i القسم الوحشي المنتشر من بوق فلوبيوس الايمن . fi طرفهُ المشرشر . h كيس من الاكياس المائية التي كثيرًا ما تشاهد متصلة بالرباط العريض

فاكثر انساعًا وهو مستطرق الى التجويف البطني ومحاط بمنطقة من الزوائد المشرشرة . والبوق مغلف بالبريتون من الظاهر وقناتهُ مبطنة بغشاء مخاطي يغطيهِ ابيثيليوم هدبي وبين الطبقة البريتونية والطبقة المخاطية طبقة متوسطة مكوَّنة من نسيج ليفي والياف عضلية آلية كالطبقة المتوسطة في الرحم

شكل ٢٠٧



والرحم عضو كمثري الشكل ليفي البناء فيهِ تجويف مركزي مبطن بغشاء مخاطي . طولهُ في غير مدة الحمل نحو ثلاثة قراريط وعرضهُ قيراطان عند قسمهِ العلوي وهو القاع ونصف قيراط عند قسمهِ السفلي وهو العنق . ويقال للقسم المتوسط بين القاع والعنق الجسم غلظهُ نحو قيراط . وجدرانهُ مكوَّنة من نسيج كثيف خلوي ليفي تتخللهُ الياف من العضل الآلي وهذه الالياف تزداد نموًّا

شكل ٢٠٧ . قطع من مبيض القط . مكبَّر $\frac{6}{1}$. 1 طبقة المبيض الظاهرة . 2 حافتهُ المتصلة بالنسيج الخاص . 3 نسيج المبيض الخاص المكون من بناء ليفي ووعائي . 3 جوهر حبيبي موضوع الى ظاهر النسيج الخاص . 4 اوعية دموية . 5 جراثيم البيض في ادوارها الاولى من التكوين وهي موضوعة في الطبقة الحبيبية قرب السطح . 6 جراثيم البيض آخذة في النموّ والسير نحو باطن المبيض . 7 جراثيم البيض وقد تكونت حولها حويصلة كراف والطبقة الحبيبية وغاصت في جوهر المبيض واحاط بها نسيجهُ الخاص الليفي . 8 تقدم حويصلة كراف في النموّ وتشاهد البيضة غائصة فيها محاطة بطبقة من الكريات . 9 بلوغ الحويصلة وضمنها البيضة . 9 الحويصلة بعد خروج البيضة منها . 10 الجسم الاصفر

وعدداً مدة الحمل . وشكل التجويف مطابق لشكل الرحم وهو صغير جداً في غير مدة الحمل وتكاد تكون جوانب سطحه المخاطي متلاصقة غير منفصلة الاَّ بواسطة الافراز المخاطي . والتجويف المذكور مستطرق من الاعلى الى بوقي فلوبيوس ومن الاسفل الى المهبل بواسطة شق في العنق يقال له فم الرحم له شفتان مقدمة وخلفية . ويشاهد في غشاء العنق المخاطي اجربة مخاطية هي غدد نابوثيوس ربما كانت وظيفتها افراز المادة الهلامية التي تسد فم الرحم عادةً

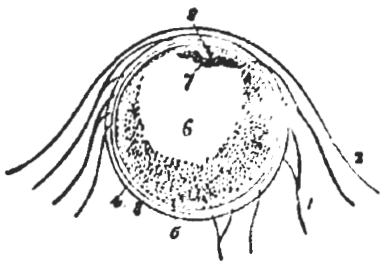
والمهبل قناة غشائية طوله من ستة الى ثمانية قراريط يعانق عنق الرحم ثم يمتد منه بانحراف نحو الاسفل والمقدم الى اعضاء التناسل الظاهرة . وهو مبطن بغشاء مخاطي مجعد جعدات مستعرضة اذا كانت القناة منقبضة . جدرانه الى ظاهر الغشاء المخاطي مبنية من النسيج الخلوي الليفي الذي يتضمن طبقة من النسيج الانتصابي ولاسيما حول القسم السفلي من القناة . ويحيط بطرف المهبل السفلي عضلة هي العضلة العاصرة للمهبل واما فتحته الظاهرة فبعضها مسدود في البكر بواسطة ثنية اوحلقة من الغشاء المخاطي يقال لها غشاء البكارة

واما اعضاء التناسل الظاهرة فهي البظر وهو جسم صغير مستطيل موضوع الى الاعلى في الخط المتوسط ومؤلف كقضيب الذكر من جسمين اجوفين انتصابيين ولكنه خال من الجسم الاسفنجي ولا يثقبه المجرى البولي . وثنيتان من الغشاء المخاطي يقال لهما الشفران الصغيران او الباطنان والى مقدمها ثنيتان اخريان هما الشفران الكبيران او الظاهران المكونان من الجلد الظاهر غير انهما مبطنان من الداخل بغشاء مخاطي . وبين الشفرين الصغيرين الى اسفل البظر خلاء مثلث الشكل يقال له الدهليز الذي يشاهد في مركز قاعدته فتحة الصماخ البولي . وتحت الغشاء المخاطي الذي تتالف منه هذه الاجزاء الظاهرة اجربة مخاطية كثيرة متفرقة منها غدتان كبيرتان شبيهتان بغدتي كوبر في الذكر يقال لهما غدتا دوفرني موضوعتان الى جانبي مقدم المهبل

في البيضة غير العالقة

اذا نُظِر الى بناء المبيض في جميع ادوار العمر ولا سيما في المدة التي يمكن وقوع الحمل فيها شوهد انهُ يتضمن من خمس عشرة الى عشرين حويصلة صغيرة وهي اكياس غشائية على درجات مختلفة من الحجم يقال لها حويصلات كراف نسبةً للمشرح الذي وصفها اولاً بالتدقيق . وقال شرون ان الحويصلات تكون مدة اول تكوينها قرب سطح الغشاء الخاص المبيضي ثم يغور وضعها ثم اذا زاد نموها تقاربت مرةً ثانية نحو السطح . وعند بلوغها كوّنت بروزات صغيرة على ظاهر المبيض لا يغطيها الاَّ البريتون . لكل حويصلة منها غلاف ظاهر غشائي مؤلف من نسيج لطيف خلوي ليفي متصل بالغشاء الخاص المبيضي المحيط به بواسطة ضفائر اوعية دموية (شكل ٢٠٨) . والغلاف المذكور مبطن بطبقة من الكريات النووية فتكوّن نوعًا من الابيثيليوم او غلافًا باطنًا يقال لهُ الغشاء الحبيبي . وباطن الحويصلة مشغول بسائل البوضي تسبح فيهِ حبيبات مكرسكوبية والبيضة

شكل ٢٠٨



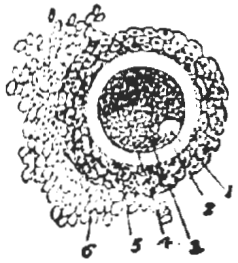
البيضة جسم دقيق كروي موضوع قرب المركز في الحويصلات غير البالغة واما في البالغة فيكون ملاصقًا للغشاء الحبيبي في قسم الحويصلة الذي يكوّن بروزًا على سطح المبيض . وكريات الغشاء الحبيبي كثيرة العدد عند النقطة المذكورة محيطة بالبيضة على هيئة منطقة حبيبية . اذا اريد النظر الى البيضة توكز حويصلة من حويصلات كراف صغيرةً كانت او بالغة ويُقبَل السائل على قطعة زجاج ثم تطلب البيضة بواسطة عدسة بسيطة وينظر اليها بواسطة المكرسكوب غير انهُ لما كانت كروية الشكل لم يظهر بناؤها

شكل ٢٠٨ . قطع حويصلة كراف من ذوات الثدي . 1 الجوهر الخاص بالمبيض مع الاوعية الدموية . 2 البريتون . 3 و 4 الطبقة الظاهرة من حويصلة كراف . 5 الغشاء الحبيبي . 6 سائل حويصلة كراف . 7 المنطقة الحبيبية التي تتضمن البيضة (8)

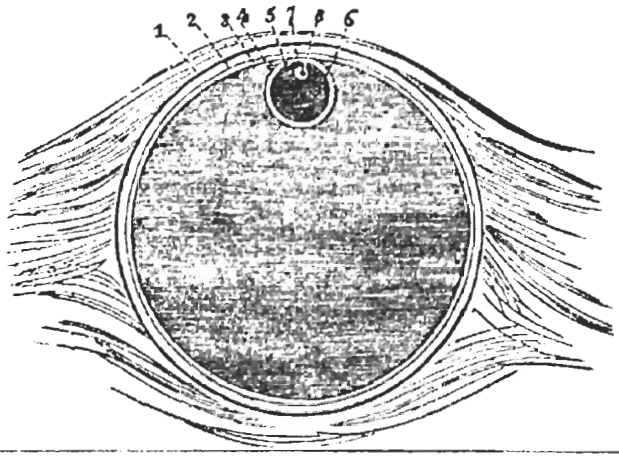
الّا اذا ضُغِطت ضغطًا خفيفًا

البيضة البشرية صغيرة جدًّا قطرها من $\frac{1}{240}$ الى $\frac{1}{120}$ من القيراط. غلافها الظاهر شفاف يظهر تحت المكرسكوب على هيئة حلقة منيرة يحدها خطان مظلمان احدهما الى الظاهر والآخر الى الباطن ويقال لها المنطقة الشفافة او الغشاء المحي وهي ملتصقة من الظاهر بالكريات المجتمعة حولها. وضمن المنطقة الشفافة المح المؤلف من حبيبات مختلفة الحجم سابحة في جوهر سائل يشاهد اكبرها عند محيط المح. وضمن المحّ الحويصلة الجرثومية التي تتقارب نحو السطح عند نموّ البيضة. قطرها نحو $\frac{1}{700}$ من القيراط في البشر وهي مؤلفة من غشاء لطيف شفاف يتضمن سائلاً مائيًّا صافيًا قد يكون فيهِ بعض حبيبات. وفي الجزء الاقرب من محيط الحويصلة الجرثومية الى محيط المح النقطة الجرثومية المؤلفة من جوهر حبيبي لونها مائل الى الصفرة وقطرها نحو $\frac{1}{3000}$ من القيراط

شكل ٢٠٩



شكل ٢١٠



شكل ٢٠٩ . بيضة الخنزيرة . 1 النقطة الجرثومية . 2 الحويصلة الجرثومية . 3 المحّ . 4 المنطقة الشفافة . 5 المنطقة الحبيبية . 6 حبيبات او كريات ملتصقة

شكل ٢١٠ . رسم احدى حويصلات كراف وفيها بيضة . 1 نسيج المبيض الخاصّ . 2 و 3 الطبقة الظاهرة والباطنة لحويصلة كراف . 4 تجويف الحويصلة . 5 الغشاء المحي . 6 المحّ . 7 الحويصلة الجرثومية . 8 النقطة الجرثومية

واما كيفية تكوين ونظام هذه الاجزاء التي تتالف منها حويصلة كراف والبيضة فامر مجهول . غير ان الاقرب هو ان البيضة تتكوّن قبل حويصلة كراف والحويصلة الجرثومية قبل المح والمنطقة الشفافة ويظهر ايضاً من مشاهدات كوللبكر وباك ان النقطة الجرثومية تتكوّن قبل الحويصلة الجرثومية

اخصّ التغيرات التي تحدث في البيضة بعد تكوين اجزائها الجوهرية ما يتعلق بحجم هذه الاجزاء ووضعها باعتبار نسبة بعضها الى بعض ونسبة البيضة الى حويصلة كراف وارتقاء بناء المحّ . وذلك انهُ كلما كان دور التكوين ابتدائيًا كان حجم الحويصلة الجرثومية كبيرًا بالنسبة الى كل البيضة وكانت البيضة نفسها كبيرة بالنسبة الى حويصلة كراف . لانهُ كلما تقدم نموّ البيضة وزاد حجم اجزائها سبقتها حويصلة كراف في النموّ وكان اقل اجزاء البيضة نموًّا الحويصلة الجرثومية . وتتغير ايضًا اوضاع هذه الاجزاء لان البيضة تكون موضوعة اولاً في مركز حويصلة كراف ثم تنتقل الى محيطها وتكون الحويصلة الجرثومية ايضًا اولاً في مركز المحّ ثم تصير في محيطهِ

واما تغيير وضع البيضة من مركز حويصلة كراف الى محيطها فمن المحتمل انهُ مسبَّب عن تكوين الغشاء الحبيبي الذي يبطن الحويصلة المذكورة . لانهُ على قول ڤلنتين ما في باطن الحويصلة بين جدارها والبيضة مكوَّن في اول الامر من حبيبات فاذا تقدم النموّ اجتمع سائل صافٍ في مركز الحويصلة واندفعت الحبيبات نحو الظاهر فيتكوّن منها الغشاء الحبيبي . ثم لما كان وضع البيضة البالغة غائصًا في قسم سميك من الغشاء الحبيبي فلا يُستبعَد انهُ عند اندفاع الحبيبات نحو الظاهر كما سبق حُملت البيضة معها من مركز الحويصلة الى محيطها.

وبينما تحدث هذه التغيرات يزداد الغشاء المحي اي المنطقة الشفافة غلاظةً

ويظهر ان تكوين حويصلات كراف والبيض الذي تتضمنهُ يمتد الى جميع ادوار الحيوة غير ان بلوغها درجة صالحة للعلوق خاص بمدة الخصب في حيوة الانثى . واما قبل ذلك فيكون المبيضان صغيرين لونهما باهت وحويصلات

كراف صغيرة الحجم قليلة العدد لا تصل الى درجة البلوغ التام ولا تنفجر كما تنفجر الحويصلات البالغة بل تجف وتختفي والبيض الذي تتضمنهُ لا يقبل التلقيح. ثم عند حدوث التغيرات التي تحصل مدة بلوغ الانثى يتعاظم المبيضان ويتوارد الدم ويتكاثر تكوين حويصلات كراف ويتزايد حجمها ويصير البيض قابلاً للعلوق

خروج البيضة

قد سبقت الاشارة الى انهُ عند نمو حويصلات كراف الواحدة بعد الاخرى تتقارب شيئًا فشيئًا الى سطح المبيض واذا بلغت بلوغًا تامًا كوّنت بروزًا صغيرًا على ظاهرهِ. وهذا النموّ في الحجم ناشئٌ عن زيادة السائل الذي في باطنها فيحدث من ذلك تمدد ورقة في غلاف الحويصلة الظاهر فينفجر اخيرًا وتخرج البيضة مع السائل من باطنها الى ظاهر المبيض ثم يسيران الى الطرف المشرشر من بوق فلوبيوس ويكون الطرف المذكور حينئذٍ معانقًا المبيض على ما يظن وثقب البوق موضوعًا مقابل الحويصلة المنفجرة

ويظهر ان بلوغ الحويصلات وانفجارها وخروج البيض يحدث في بعض الحيوانات كالبشر واكثر ذوات الثدي في مدات معلومة يمكن وقوع التلقيح فيها. واما في الحيوانات الاخر كالدجاج مثلاً فيظهر ان تكوين البيض وبلوغهُ وخروجهُ يكاد يكون غير منقطع. فانهُ قد شوهد من الزمن القديم في الحيوانات التي تبيض ان انفصال البيض من المبيض قد يحدث بدون تلقيح بواسطة الذكر او اجتماع تناسلي . وقد ثبت الآن ان في الحيوانات ذوات الثدي ايضًا يبلغ البيض ويخرج من المبيض بدون اجتماع الانثى بالذكر وذلك مدة الحيض في انثى البشر والحيول في ذوات الثدي الدنية الرتبة . وفي المدة المذكورة يشتد طلب الانثى البشرية التناسلي ويقتصر طلب انثى بقية الحيوانات الثديية عليها فاذا اجتمع الذكر بالانثى حينئذٍ قد تعلق البيضة والاَّ فتهلك

والاسباب التي تحمل الى القول بان بلوغ البيض وخروجهُ امر يحدث في

ادوار معلومة ويقتصر في الحيوانات الثديية الدنية على مدة الحيول هي انهُ لم يشاهد انفجار حديث في حويصلة كراف الاَّ وكانت الانثى حائل في ذلك الاثناء او قبيلهُ وانهُ لم يشاهد ابدًا انفجارها في الفترات بين ادوار الحيول وان الانثى من الحيوانات لا تقبل الفحل ولا تعلق منهُ الاَّ مدة الحيول

ويظهر ان هذه القاعدة عامة على انثى البشر ايضًا اي ان البيض يبلغ ويخرج من المبيض في ادوار معلومة هي ادوار الحيض بلا اشتراط الاجتماع الجنسي. لانهُ كثيرًا ما شوهد انفجار حويصلات كراف في الابكار والنساء اللواتي لم يمكن علوقهنَّ في مدة قريبة العهد ومع انهُ قد ندر مشاهدة البيض في بوق فلوبيوس لسبب صغر حجمها وعدم الانتباه الكافي في البحث عنها يجملنا قياس التمثيل بين انثى الحيوانات وانثى البشر الى القول بان نتيجة انفجار الحويصلة والغرض منهُ انما هو خروج البيضة منها

واما الادلة على خروج البيض في ادوار الحيض فهي : اولاً اتفاق عامة الفيسيولوجيين على انهُ لم يشاهد ابدًا انفجار الحويصلات في المبيضين قبل سن البلوغ او قبل الحيض الاوَّل . ثانيًا انهُ في جميع الحوادث التي شوهد فيها انفجار الحويصلات كانت الانثى في مدة الحيض او بعدهُ بزمن قليل . ثالثًا انهُ مع ان العلوق لا ينحصر في مدة الحيض اكثر حدوثهُ يكون في الايام الاول التي تعقبها. رابعًا توارد الدم الى المبيضين في انثى البشر مدة دور الحيض هو كما يحدث في الحيوانات الاخر مدة الحيول

فينتج مما تقدم ان حالتي الحيول والحيض متشابهتان وان الامر الجوهري الذي يرافقهما هو بلوغ البيض واندفاعهُ الى الخارج. فانهُ في الحالتين المذكورتين يحدث احتقان حاد في اعضاء التناسل مرافق لاشد بلوغ حويصلات كراف ويصاحب الاحتقان اندفاع دموي او مخاطي او دموي ومخاطي معًا من اعضاء التناسل الظاهرة

الحيض من الدلائل الرئيسيَّة على بداءة البلوغ في الانثى غير انهُ اذا تاخر

ظهورهُ سنين عديدة لم يصحب ذلك ضرورةً توقف الصفات الاخر الخاصة بهذا الدور من الحيوة او عدم الاهلية للاجتماع الجنسي او عدم امكان العلوق. ويظهر اولاً في البلاد الباردة غالبًا نحو السنة الرابعة عشرة او الخامسة عشرة وفي البلاد الحارة قبل ذلك بسنة او سنتين وقد يظهر قبل المدة المذكورة بواسطة العيشة المترفهة والكسل والزيجة المعجّلة التي تسبّب التهيج التناسلي قبل المدة الخاصة بالحيض . وتدوم وظائف الحيض جميع مدة الخصب في حيوة الانثى وتنتهي غالبًا بين السنة الخامسة والاربعين والسنة الخمسين من العمر

المدة المتوسطة بين ادوار الحيض نحو شهر قمري غالبًا ويدوم الحيض من ثلاثة الى ستة ايام . وقد تكون الفترة ثلاثة اسابيع فقط او اقل وقد تمتد الى اكثر من شهر . ويصاحبهُ عادةً الم في الحقوين وتعب في الطرفين السفليين واعراض اخر تختلف بحسب اختلاف الشخص . وينقطع غالبًا مدة الحمل والارضاع على انهُ قد يدوم احيانًا فيهما

واما الافراز الحيضي فمؤلف من دم مرتشح من سطح الرحم الباطن ومزوج بمخاط من الرحم والمهبل واعضاء التناسل الظاهرة . ولسبب هذا الامتزاج لا يتجمد الدم الحيضي تجمدًا تامًّا كما يتجمد الدم الاعتيادي ولما كان المخاط المهبلي حامض العمل غالبًا كان السبب الحقيقي في ذلك لا قلة كمية الفبرين فيهِ كما توهم البعض . وتشاهد فيهِ الكريات الدموية على حالتها الطبيعية وقد تكون ممزوجة بقشور ابيثيلية ناشئة من المسالك المخاطية التي يجري فيها السيل الحيضي

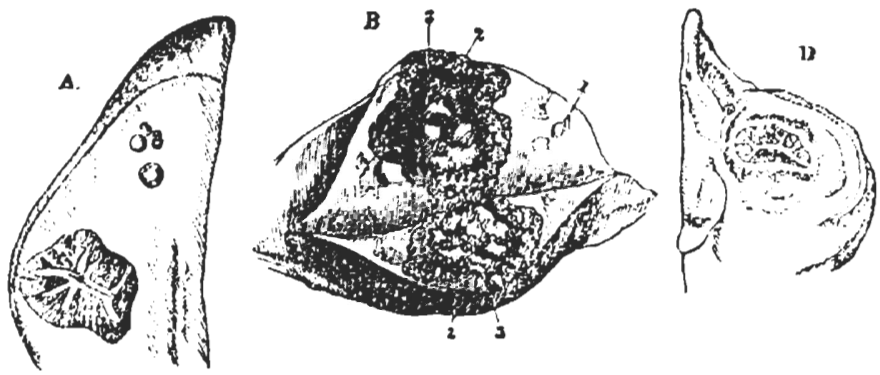
الجسم الاصفر

قبل انفجار حويصلة من حويصلات كراف بزمن قليل وبعدهُ يحدث تغيير في باطن الحويصلة يؤدي الى تكوين كتلة مصفرّة اللون يقال لها الجسم الاصفر . والجسم المذكور في الحيوانات ذوات الثدي مستدير صلب اصفر اللون او برتقالي مؤلف من فصيصات محيطة بتجويف صغير او بكتلة بيضاء

نجمية الشكل تمتد منها زوائد دقيقة فاصلة بين الفصيصات

اذا قاربت الحويصلة مدة الانفجار واخراج البيضة كثرت اوعيتها الدموية واظلمت وعند خروج البيضة تتجعد الحويصلة بواسطة انقباض جدارها الظاهر ثم يظهر بعد ذلك زوائد لحمية حمراء حلمية الشكل تنمو رويدًا رويدًا وتكاد تملأ الحويصلة بل تبرز من فتحة لفافة المبيض السطحية . ثم تنسد الفتحة ولكن النموّ اللحمي يدوم آخذًا في الزيادة مدة اوائل الحمل وينتقل اللون شيئًا فشيئًا من الاحمر الى الاصفر ويشتد قوام الكتلة . وينسكب غالبًا دم في باطن الحويصلة عند زمن انفجارها وليس للدم المذكور دخل في تكوين الجسم الاصفر بل يفقد مادتهُ الملونة شيئًا فشيئًا ويصير اخيرًا كتلة فبرينية

شكل ٢١١



ويتولد الجوهر الاصفر الذي يتكون منهُ الجسم الاصفر من سطح الحويصلة الباطن وذلك من زيادة توليد الكريات التي يتالف منها الغشاء الحبيبي المبطن لغلاف الحويصلة الباطن . ويظهران التغيرات الاول التي تحدث في الغلاف المذكور لاجل تكوين الجسم الاصفر تتم دائمًا عند خروج البيضة . فاذا كانت البيضة عالقة كاد يدوم نموّ الجوهر الاصفر جميع مدة الحمل فيتكوّن

شكل ٢١١ . اجسام صفراء في مدات مختلفة . B الجسم الاصفر نحو الاسبوع السادس بعد العلوق ويظهر تجعّدها في تلك المدة . 1 جوهر المبيض . 2 جوهر الجسم الاصفر . 3 خثرة سنجابية في تجويفها . A الجسم الاصفر يومين بعد الولادة . D في الاسبوع الثاني عشر بعد الولادة

منهُ الجسم الاصفر الكبير الذي يعدّهُ عامة الفيسيولوجيين علامةً مميزة للحمل . واما اذا كانت البيضة غير عالقة توقف نمو الجوهر الاصفر في المبيض البشري عند صيرورة طبقة رقيقة منهُ على سطح الحويصلة الباطن تختفي بعد زمن قصير خلافًا للحيوانات الاهلية فانهُ يكوّن جسمًا اصفر كبير الحجم بعد هلاك البيضة . وذهب البعض الى ان الاختلاف بين الجسم الاصفر الناشىء عن الحيض البسيط والجسم الاصفر الناشىء عن الحمل كافٍ للحكم على حمل سابق اولا وليس الامر كما ذكر . وقد اوضح المعلم دالتن الفرق بينهما على ما يرى في الجدول التابع

	الجسم الاصفر الحيضي	الجسم الاصفر الحملي
عند نهاية ثلاثة اسابيع	قطرهما $\frac{3}{4}$ الفيراط . جلطتها المركزية محمرة	محمرة . جدارها مجعد باهت اللون
شهر	القطر اصغر . الجدار مجعد اصفر زاهٍ . الجلطة المركزية محمرة	القطر اكبر . الجدار مجعد اصفر زاهٍ . الجلطة المركزية محمرّة
شهرين	الحجم اثر خفيف	القطر $\frac{7}{8}$ الفيراط . الجدار مجعد اصفر زاهٍ . الجلطة المركزية زال لونها
ستة اشهر	زال	القطر كما كان عند نهاية الشهر الثاني . الجلطة فبرينية . الجدار مجعد ولونهُ ابهت
تسعة اشهر	زال	القطر $\frac{1}{2}$ فيراط . الجلطة تحولت الى ندبة مشععة . الجدار الظاهر سميك مجعد وقد فقد اللون الاصفر الزاهي

تلقيح البيضة

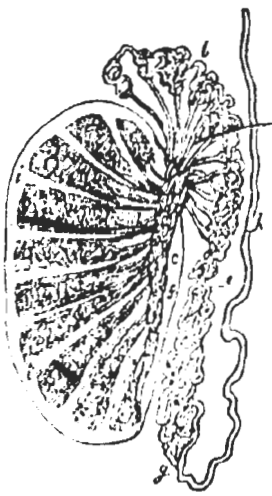
وظائف الذكر الجنسية

سائل الذكر الذي تعلق بهِ البيضة مؤلف على الخصوص من المني الذي تفرزهُ الخصيتان وهو الجزء الجوهري في التلقيح ويضاف اليهِ مواد منفرزة من الحويصلتين المنويتين اللتين هما بمنزلة حاصلين لاجل اجتماع المني قبل اندفاعهِ

الى الخارج ومن الغدة البروستاتا وغدتي كوپر

جهاز الخصية الافرازي مكوّن من قسمين . الاوّل جسم الخصية المضمّن في باطن غشاء ليفي متين هو الطبقة البيضاء والى الظاهر منها طبقة مصلية هي الطبقة الغمدية . والثاني هو البربخ الذي معظم تاليفهِ من تلافيف القناة الناقلة الممتدة من باطن الحوض الى باطن الصفن حيث تكوّن اولاً ذنب البربخ ثم جسمهُ ثم راسهُ . وعند الراس وهو القسم المنتفخ من البربخ تنقسم القناة الى عشرة او اثني عشر فرعًا تتكوّن من تلافيفها كتل مخروطية الشكل يقال لها المخاريط الوعائية . وتمتد من المخاريط المذكورة اوعية هي الاوعية الخارجة التي تنضم اولاً بعضها ببعض في الشبكة الخصوية ثم تنشأ منها الاوعية المستقيمة المتصلة بالقنيات المنوية التي يتكوّن منها بناء جوهر الخصية الخاص . والقنيات المذكورة مرتبة على هيئة فصيصات حشكة متصلة عند مؤخر الخصية بالنسيج الليفي

شكل ٢١٢



القنيات المنوية التي يتكون منها الجوهر الخاص بالخصية دقيقة خيطية الشكل قطرها من $\frac{1}{100}$ الى $\frac{1}{200}$ من القيراط ومبطنة بكريات غدية . وهي طويلة جدًّا متلفة يندر انها تتفرع وتنتهي باطراف مسدودة او عروات . وتحيط بجدرانها اوعية دقيقة دموية ينتهي فيها الشريان المنوي ولما كان الشريان المذكور كبير الحجم وهي كثيرة الانتشار كانت الدورة فيها بطيئة جدًّا

السائل المنوي الذي تفرزهُ الخصية هو من جملة السوائل التي يدوم فيها

شكل ٢١٢ . رسم خصية مقطوعة قطعًا عموديًّا لاجل اظهار ترتيب القنيات المنوية ولم يُنظَر الى طولها الحقيقي وقطرها . a و a القنيات المنوية ملتفة في فصيصات الخصية . b الاوعية المستقيمة . c الشبكة الخصوية . d الاوعية الخارجة التي تنتهي في المخاريط . e و e البربخ . f القناة الناقلة . g الطبقة البيضاء للخصية . h و h زوائد ليفية ممتدة بين فصيصات الخصية . i المنصف الخصوي

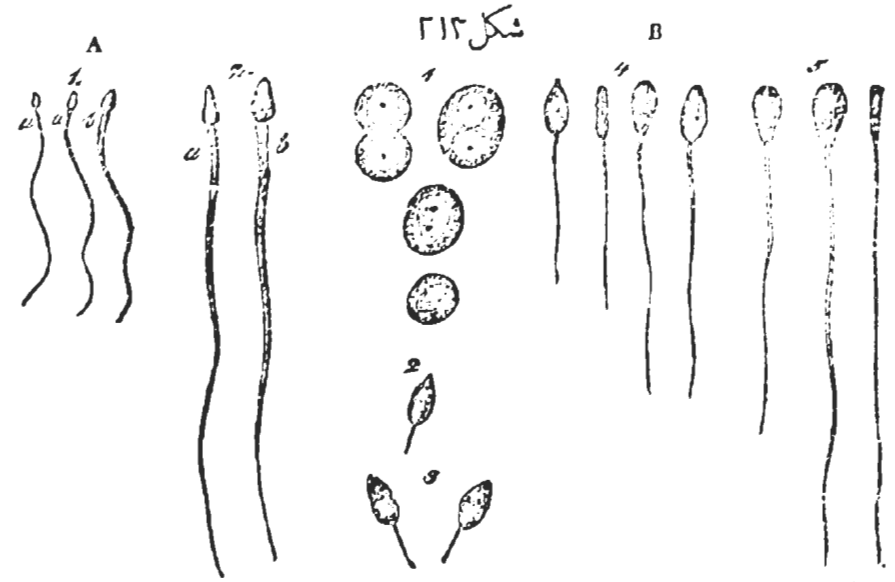
ارتقاء البناء بعد تكوينها بواسطة الكريات المفرزة واندفاع السائل منها الى القنوات. ومعظم الارتقاء المذكور قائم بتكوين اجسام خصوصية يقال لها الخيوط او الحيوانات المنوية (شكل ٢١٢) التي لا يبلغ كل عددها النمو التام الاَّ في الحويصلتين المنويتين. فانهُ عند افراز السائل من الخصية في اوَّل الامر لا يتضمن شيئًا من هذه الاجسام بل يتضمن حبيبات او جسيمات مستديرة تحيط بها كريات منوية. ثم يتولد في باطن كلٍّ من الجسيمات المذكورة خيط منوي بواسطة تحويل المادة الحبيبية الى حيوان منوي يكون في اول الامر ملتفًا على نفسهِ ملاصقًا السطح الباطن لجدار الجسيم (شكل ٢١٢ c)

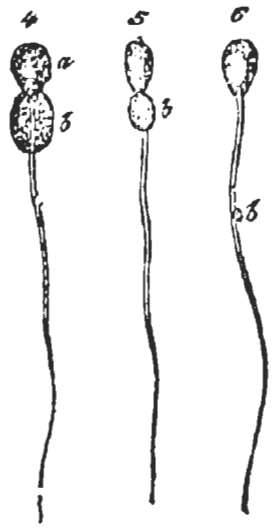
والخيوط المنوية مؤلفة من قسم طويل دقيق مستدق يقال لهُ الجسم او الذنب وقسم بيضي او مخروطي الشكل مسطح وقد يكون مستدقًا قطرهُ اعظم من قطر الذنب يقال لهُ الراس. طول الخيوط المنوية من $\frac{1}{500}$ الى $\frac{1}{600}$ وطول الراس وحدهُ من $\frac{1}{500}$ الى $\frac{1}{4000}$ من القيراط وعرضهُ نحو نصف ذلك. ولا يظهر فيها اثر من البناء او الاعضاء واما النقطة القاتمة التي تشاهد في الراس فربما كانت مسببة عن كونهِ مقعرًا كالكرية الدموية. ولها حركة في السائل المنوي كحركة الكريات الهدبية بواسطة تحريك اذنابها بحيث تندفع رؤوسها الى جهات مختلفة. ويظهر ان حركتها مستقلة لا تتعلق بالكيفيات الخارجة بشرط ان لا تتغير كثافة السائل الطبيعية وقد تدوم الحركة داخل جسد الانثى سبعة او ثمانية ايام وخارجهُ نحو اربع وعشرين ساعة. اتجاه سيرها غير معلوم وقال المعلم فلنتين انها تقطع قيراطًا في ثلاث عشرة دقيقة. وغاية ما يعلم من فائدتها هو انها تكاد توجد في مني جميع الحيوانات وان ملامستها للبيضة ضروري لاجل التلقيح

يُفرَز المَنِيّ في القنيات الخصوية افرازًا دائمًا بعد البلوغ غير انهُ بطيء الاَّ مدة التهيج التناسلي. ثم يسير من القنيات المذكورة في القناتين الناقلتين الى الحويصلتين المنويتين ومن هناك اذا لم ينقذف دفعة واحدة يخرج شيئًا فشيئًا مع البول ممزوجًا بخاط المثانة وافراز البروستتا او يندفع من المجرى مدة التغوط

والحويصلتان المنويتان يظهر انهما امتدادان من القناتين الناقلتين. وكيفية ذلك ان القناة منهما قبل دخولها الغدة البروستتا التي تسير فيها قبل مصبها في المجرى ترسل فرعًا جانبيًا ينعكف منها على زاوية حادة ثم يتمدد ويتفرع ويتعرج فيكوّن احدى الحويصلتين المنويتين. ولذلك قد تُحلّ الحويصلة من

شكل ٢١٢





شكل ٢١٢ . A خيوط منوية من القناة الناقلة البشرية . 1 مكبَّرة ٢٥٠ قطرًا . 2 مكبَّرة ٨٠٠ قطر. a من الجانب . b من اعلى . B كريات وخيوط منوية من الثوراخذة في التكوّن مكبرة $\frac{1}{450}$. 1 كريات منوية فيها نوى . 2 و 3 نوى سائبة بدأت تتكوّن فيها الخيوط المنوية . 4 استطالة الخيوط واتساع الجسم . 5 بلوغ الخيوط . C خروج الخيوط المنوية من كرياتها . 1 كرية منوية وفي باطنها الحيوان المنوي المتلفف . 2 استطالة الكرية بسبب انحلال الخيوط . 3 خروج الخيط من الكرية . 4 خروج الراس من الكرية . 5 لا تزال الكرية متصلة بالراس . 6 خيط منوي من القناة الناقلة وعليهِ انتفاخ صغير (b)

رباطاتها فتصير انبوبة واحدة منفرعة وجوانبها متمددة على هيئة اكياس وقد كانت في الاصل متلففة منثنية . وغشاؤها المخاطي كغشاء الحوصلة المرارية مجعّد تجعدًا دقيقًا متقاطعًا شبكي المنظر. ومعظم ما بقي من جدرانها مكوّن من طبقة من الالياف العضلية الآلية فتكتسب الحويصلة منها قوة انقباضية لاجل قذف ما في باطنها

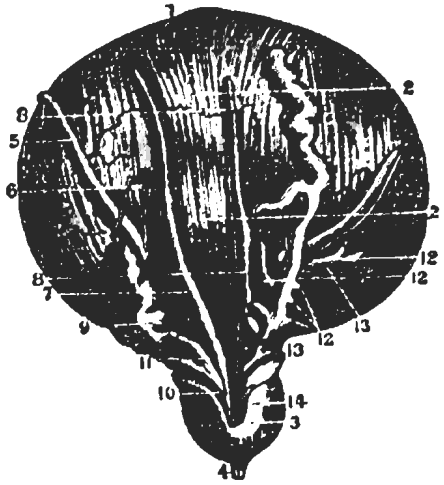
للحويصلتين المنويتين وظيفتان الاولى انهما تفرزان سائلاً يضاف الى الافراز الخصوي والثانية انهما حاصلان يجتمع فيهما المني . والوظيفة الاولى اثبت وربما كانت اهم من الثانية لان الحويصلتين المنويتين في الفرس والدب وغيرهما من الحيوانات كبيرتان ولا تستطرق اليهما القناتان الناقلتان فيدفعان افرازهما راسًا الى المجرى بلا اختلاط بالمني ولو كان زمن القذف واحدًا . واذا فقدت احدى الخصيتين في الانسان لم يقع ضمور في الحويصلة التي تقابلها مع انهُ تبطل وظيفتها المتعلقة بخزن المني . ويظهر ان فائدة افرازها اصلاح التركيب المنوي لانهما تتعاظمان مع تعاظم الخصيتين مدة فصل التهيج التناسلي في الحيوانات التي لا تجري وظائفها التناسلية الاَّ في فصل واحد من فصول السنة وذلك سواء كان استطراق بينهما وبين القناتين اولا

واما الوظيفة الثانية اي انهما حاصلان يجتمع فيهما المني مدةً قبل انقذافهِ فظاهرة من انهما يتضمنان عادةً خيوطًا منوية اكثر مما يشاهد في القنوات المنوية ومن ان السائل المخاطي الذي كثيرًا ما يندفع من الحويصلتين مدة النغوط يتضمن غالبًا خيوطًا منوية . غير ان سبب عدم وجودها في بعض الحيوانات التي بناء خصيها كخصي الانسان امر مبهم

ويظهر ايضًا ان افراز الغدة البروستتا وغدتي كوبر معين في تركيب السائل الملقح وذلك لسبب وضعها ولانها تتعاظم مع تعاظم الخصيتين في الحيوانات التي زمن توليدها مقصور على فصل واحد . غير ان عملها ثانوي فقط لانهُ اذا سُلَّت الخصيتان زالت قوة التوليد ولو بقيت الاعضاء المذكورة في غاية السلامة

المني مؤلف من افرازات جميع الاعضاء التي سبق ذكرها وقد تقدم وصف جسيماتهِ اي الخيوط المنوية . ولم يعلم كما ينبغي الى الآن تركيب قسمهِ السائل وانما قال هنلي انهُ يتضمن فبرينًا لانهُ بعد خروجهِ بزمن قصير يخثر بعضهُ على هيئة ندف وبرقُ السائل الباقي فتشتدّ فيهِ حركة الخيوط

شكل ٢١٤



ومن الامور المجهولة بالكلية السبب الفاعل في تلقيح المني البيضة وفي انهُ يكسب الذرية جميع الصفات الخاصة بالاب في الهيئة والحجم والميل العقلي وقبول المرض . والامر الاعجب من ذلك هو ان المني لا يوثر في البيضة التي يلقحها فقط بل يعمل بواسطة الام في البيضة التي يلقحها مني فحل اخر بعد ذلك . ومن الحوادث الكثيرة الشاهدة على ذلك ان الامير نورتن الانكليزي في بلاد الهند كان لهُ فرس علاها حمار الوحش فجاء الفِلْو كابيهِ من حيث شكل الراس والخطوط السود على القوائم والكتفين الى غير ذلك من الصفات المميزة للحيوان المذكور . ثم علاها ثلاث سنين متوالية فحول الخيل وكانت الافلاء لا تزال

شكل ٢١٤ . قاعدة المثانة والغدة البروستتا والحوبصلتان المنويتان والقناتان الناقلتان . 1 قمة المثانة . 2 و 2 قاعدتها . 3 البروستتا . 4 المجرى البولي . 5 الحالب الايسر . 6 فروع شريانية . 7 القناة الناقلة اليسرى . 8 اليمنى . 9 الحوبصلة المنوية اليسرى . 10 القناة القاذفة اليسرى . 11 اليمنى . 12 و 13 الحوبصلة المنوية اليمنى محلولة من تلفيفها . 14 الفص الايمن للبروستتا

تشابه حمار الوحش على ان الصفات المميزة لهُ كانت تتناقص كلما تباعدت المدة عن الفلو الاول . وقد شوهد ذلك ايضًا في المخالفة الجنسية بين انواع الكلاب . ومن المشهور ان العرب يأبون ان يعلو الفرس الكريمة حمارًا وفحل من الخيل لا يكون كريم الاصل . فيظهر من ذلك انهُ تتغير بنية الانثى الحبلى من الجنين بواسطة الذكر الذي تعلق منهُ بحيث تظهر هذه الصفات الخاصة في الذرية التي تلدها بعد ذلك من ذكور اخر . والعلة في كل ذلك مجهولة الى الغاية

تكوين الجنين

التغيرات الحادثة في البيضة قبل تكوين الجنين

بعض التغيرات الحادثة في البيضة قبل تكوين الجنين يتم اذ لا تزال البيضة في المبيض قبل وقوع التلقيح وبعضها يتم بعد وصولها الى بوق فلوبيوس . وجميع ما يعلم من هذا القبيل يكاد يكون محصورًا في مشاهدة بيض الحيوانات ذوات الثدي ولاسيما انثى الكلب والارنب غير انهُ يصح الاستدلال منها على تغيرات تشابهها في البيضة البشرية

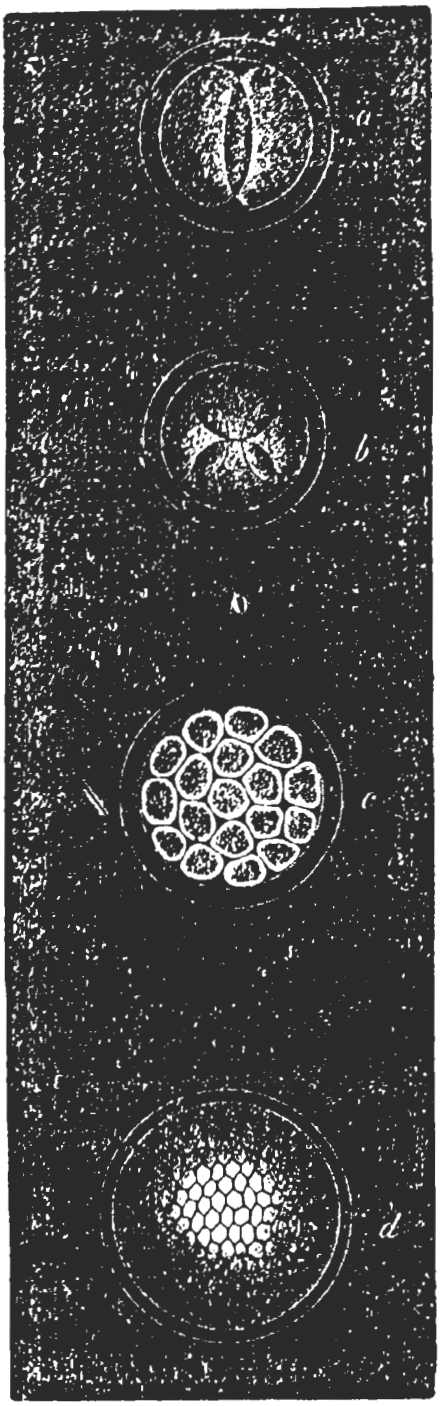
قال بيشوف انهُ لا تتغير صفات مح البيضة وهي في المبيض بعد الجماع الاَّ من حيث زيادة كثافتها فتدوم صفتهُ الحبيبية كما كانت ولا يشاهد فيها شيء من الكريات التي تتولد فيها بعد وصولها الى بوق فلوبيوس . وتختفي الحويصلة الجرثومية تارةً قبل خروج البيضة من المبيض وتارةً بعد دخولها بوق فلوبيوس الاَّ انهُ لابد من اختفائها قبل بداءة انتقال المح الى حالة جديدة

اذا قاربت البيضة منتصف البوق بدأت ان تنال غلافًا جديدًا وهو طبقة من جوهر البومني شفاف تتكون على ظاهر المنطقة الصافية اي الغشاء المحي . والغلاف المذكور في اول الامر على غاية ما يكون من الدقة والشفوف فيعسر تمييزهُ ثم يصير سميكًا عند الطرف الرحمي للبوق

وفي هذه الاثناء اي مدة سير البيضة في بوق فلوبيوس يحدث في باطنها

تغير معتبر. وهو انهُ يختنق المحُّ عند منتصفهِ بواسطة ثلم يحيط بهِ ويدوم العمل في ذلك الى ان ينقسم المح الى نصفين ثم ينقسم كلٌّ من النصفين الى قسمين ويدوم الانقسام على الكيفية المذكورة الى ان يتحول كل المح الى كتلة توتية الشكل مكونة من اجسام صغيرة مستديرة وجميعها محاط بالمنطقة الصافية اي الغشاء المحي (ش ٢١٥). وكلٌّ من الاجسام المذكورة يتضمن حويصلة شفافة شبيهة بكرية زيتية تعسر مشاهدتها لسبب احتياطها بالحبيبات المحية التي تلتصق بسطحها التصاقًا شديدًا

شكل ٢١٥



وربما كان السبب العامل في التقسيم المذكور هو الحويصلة المركزية الكائنة في كل قسم من اقسام المح. فانهُ يظن انهُ يوجد في الاصل حويصلة واحدة شاغلة لمركز جميع المح وناشئة من الحويصلة الجرثومية وان الانقسام الثنائي المذكور انفا يقع فيها على نوع مجهول ثم يصير كل من الاقسام مركزًا يجذب اليهِ بعض الجوهر المحي

ويظهر انهُ عند وصول البيضة الى

شكل ٢١٥. رسم انقسام المح. a و b و c و d ادوار الانقسام المذكور على التعاقب كما ترى في المتن

الرحم يكون قد تناهى تقسيم المح الى الغاية فيصير منظر سطحهِ اخيرًا حبيبيًا دقيقًا بعد ان كان توتي الشكل . ويعود منظر البيضة حينئذٍ الى ما كانت عليهِ وهي في المبيض اي انها تفقد اثار التقسيم بالكلية ويظهر حينئذٍ ان المح مؤلف من جوهر حبيبي دقيق الاَّ ان لون البيضة يصير ابهت وشفوفها اشد . غير انهُ اذا أُمعن النظر الى الحبيبات شوهد انها منضمة على هيئة كتل دقيقة كروية في مركز كل كتلة منها حويصلة صافية خالية حينئذٍ من الغشاء المحيط وبقية صفات الكريات

واما مدة سير البيضة من المبيض الى الرحم فربما كانت ثمانية او عشرة ايام في انثى البشر

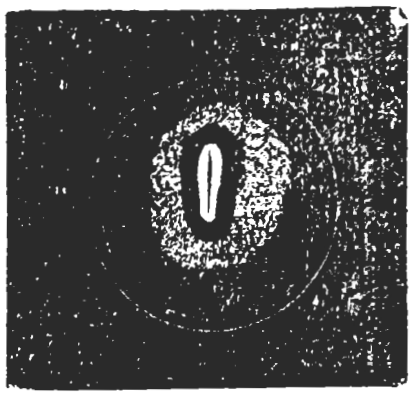
ثم يحدث بعد ذلك ببرهة قصيرة تغيرات كلية . وهي ان كلاً من اقسام المح الكروية يحاط بغشاء فيتحول الى كرية تتكون نواتها من الحويصلة المركزية والسائل الذي في باطنها من المادة الحبيبية التي كانت الكرة مولفة منها في الاصل وتجتمع الحبيبات المذكورة غالبًا على شكل متراكز حول النواة . ويتم تكوين الكريات المحيطة اولاً ثم ينضم بعضها الى بعض على ظاهر المح على هيئة غشاء ويصير شكلها خماسي الجوانب اوسداسيًا من الضغط المتبادل بينها فتشابه الابيثيليوم الرصيفي . ثم كلما تحولت الكتل الكروية الباطنة الى كريات شيئًا فشيئًا سارت نحو الظاهر واجتمعت هناك فتزيد غلظ الغشاء الذي كان قد تكوَّن من الكريات السطحية ويبقى القسم المركزي من المح مشغولاً بسائل صافٍ وعلى الكيفة المذكورة يتحول المح في برهة قصيرة الى حويصلة ثانوية جدارها الظاهر هو الغشاء المحي الاصلي وجدارها الباطن الطبقة الحديثة العهد المكونة من الكريات ويقال لهذه الطبقة الجديدة الغشاء الجرثومي (البلاستودرما) . ثم يعقب ذلك زيادة في غلظ الغشاء المذكور من تكوين الكريات الجديدة وينفصل الى طبقتين ظاهرة وباطنة فيكون حينئذٍ للبيضة ثلاث طبقات وهي الغشاء المحي الى الظاهر وطبقتا الغشاء الجرثومي الى الباطن

ويقال للطبقة الظاهرة من طبقتي الغشاء الجرثومي المجاورة للغشاء المحي الطبقة المصلية وهي التي يتولد منها اعضاء المجموع الحيواني من الجسد كالعظام والعضلات والجلد. والطبقة الباطنة وهي السفلى المجاورة للح هي الطبقة المخاطية التي يتكون منها المجموع الباطن اي الحشوي من الاعضاء

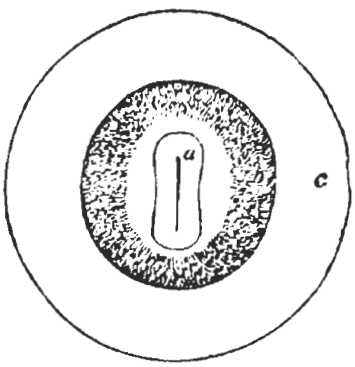
التغيرات الحادثة في البيضة وهي في باطن الرحم

بعد تكوين الغشاء الجرثومي وانقسامه الى طبقتين ببرهة قصيرة يظهر على سطحهِ بقعة مظلمة مستديرة مكونة من اجتماع كريات ونوى يقال لها البقعة الجرثومية التي يظهر الجنين فيها اولاً. وتكون في اول الامر مستديرة ثم تستطيل ثم تصير كمثرية الشكل وبينما يتغير شكلها على الوجه المذكور يظهر في مركزها خلاء صافٍ يقال لهُ البقعة الصافية (شكل ٢١٦) التي يحدُّها الى الظاهر حلقة مظلمة مكونة من اجتماع كريات ونوى

شكل ٢١٦



شكل ٢١٧



الاثر الاوّل من الجنين يظهر في مركز البقعة الصافية على شكل ميزاب قليل الغور يقال لهُ الميزاب الاصلي (شكل ٢١٦) وهو مكوّن من الطبقة الظاهرة اي المصلية للغشاء الجرثومي. والميزاب المذكور واسع قليلاً عند طرفهِ

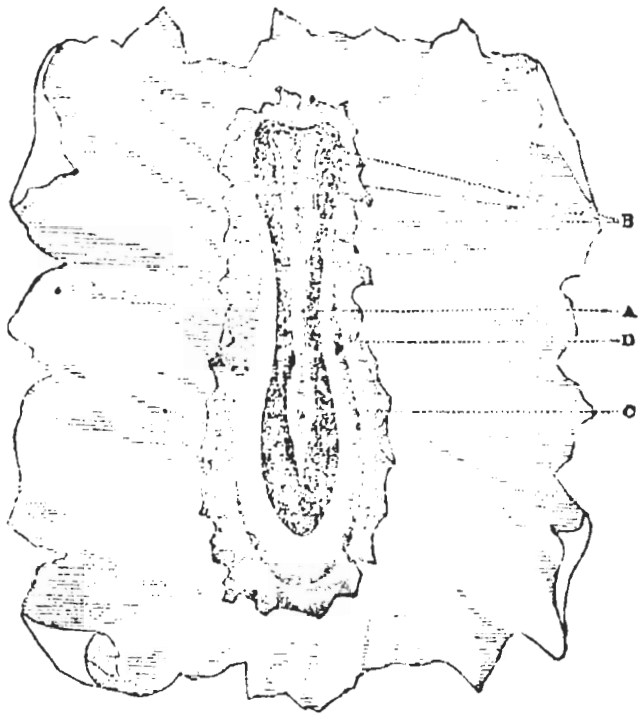
شكل ٢١٦. بيضة عالقة بدأ فيها تكوين الجنين ويظهر فيها البقعة الجرثومية والبقعة الصافية والميزاب الاصلي

شكل ٢١٧. رسم البقعة الجرثومية في فرخ الدجاج. a البقعة الصافية. b البقعة الوعائية. c البقعة المحية

المقدم اي الراسي مستدق عند طرفهِ الآخر

وعند تكوين الميزاب تظهر كتلتان بيضيتان من الكريات ينال لها الصفيحتان الظهريتان واحدة الى كلٍّ من جانبي الميزاب . وفي اوّل الامر يكاد يكون سطحها مساوٍ لمساحة الغشاء الجرثومي ثم ترتفعان على هيئة كتلتين بارزتين وتقارب حافتاهما رويدًا رويدًا الواحدة الى الاخرى ثم تنعطفان نحو الباطن على الميزاب الاصلي وتتحدان فتحولان الميزاب الاصلي الى انبوبة واسعة من المقدم ضيقة من الخلف وهذه الانبوبة هي القناة المركزية للمحور الدماغي الشوكي وتتضمن جرثومة الحبل الشوكي والدماغ اللذين يتكونان في باطنها (شكل ٢١٨)

شكل ٢١٨



ونحو هذه الاثناء يظهر في قاع الميزاب الاصلي كتلة ضيقة من الكريات

شكل ٢١٨ . قسم من الغشاء الجرثومي مع بداءة الجنين من انثى الكلب . A الميزاب الاصلي وهو لم يغلق بعد . B ثلاثة انتفاخات تتكون منها اقسام الدماغ الثلاثة . C انتفاخ على شكل حربة في الطرف السفلي من الميزاب . حافتاهُ مكونتان من جوهر صافٍ عصبي . ويشاهد في قاع الميزاب خط قليل الوضوح ربما هو الحبل الظهري . D الصفائح الفقرية

على هيئة خط يقال لها الحبل الظهري وهو قاعدة تتكوّن حولهُ اجسام الفقرات. ويظهر حينئذٍ اثر العمود الفقري على هيئة صفائح مربعة قليلة الوضوح في اوّل الامر هي جراثيم الفقرات (شكل ٢١٨ D) ويبدأ ظهور الصفائح المذكورة عند نحو منتصف كلٍّ من الصفيحين الظهريتين

وبينما تنطبق الصفيحتان الظهريتان على الميزاب الاصلي تمتد زائدتان سميكتان من الحافتين السفليتين للطبقة المصلية ايضًا يقال لها الصفيحتان الحشويتان او البطنيتان . وهاتان الصفيحتان تنعطفان شيئًا فشيئًا نحو الاسفل والباطن الى انهما تحيطان ببعض المح وتتحدان وتكوّنان جدران الجذع المقدمة فتحيطانِ من الاسفل بالتجويف البطني كما تحيط من الاعلى الصفيحتان الظهريتان بالقناة الدماغية الشوكية

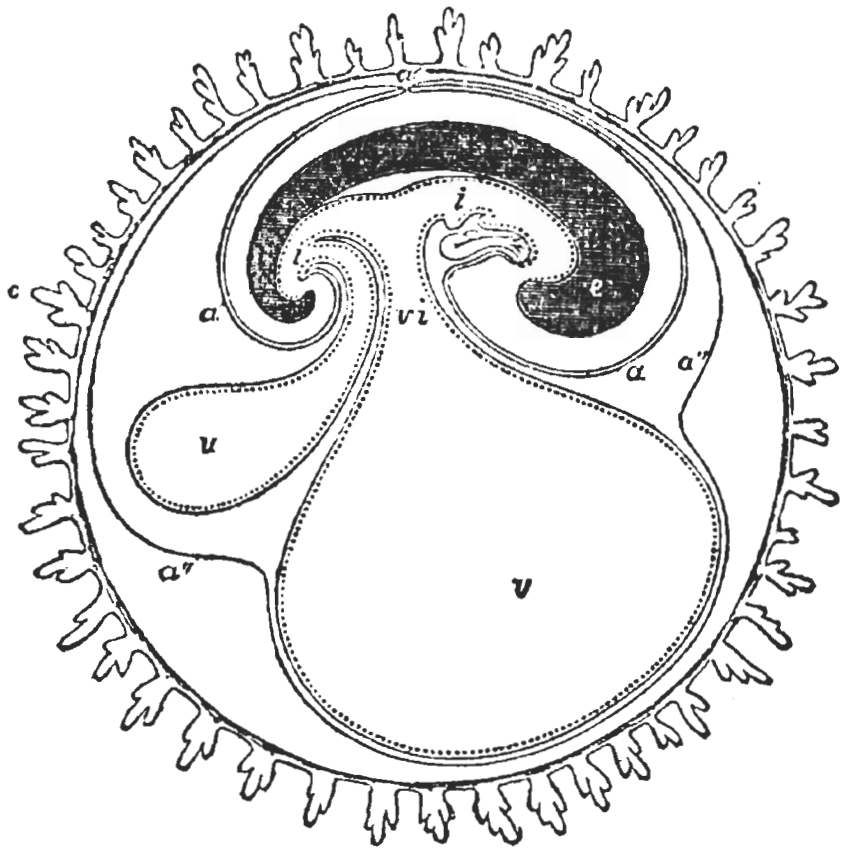
الحويصلة السرّية

عند ما تمتد الصفيحتان البطنيتان اللتان سبقت الاشارة اليهما آنفًا نحو الاسفل والباطن تكونان في اول الامر على مساحة واحدة مع الطبقة الباطنة من الغشاء الجرثومي الذي يبطنها . ثم تنعطفان نحو الباطن فتكوّنان اخدودًا في المح وتضمّان بعضهُ فقط وبعد ذلك ببرهة قصيرة ينفصل المح والطبقة الباطنة من الغشاء الجرثومي التي تتضمنهُ الى قسمين احدهما في باطن جسم الجنين والثاني الى الظاهر منهُ يقال لهُ الحويصلة السرية (v شكل ٢١٩) . غير انهُ يبقى استطراق بين الحويصلة المذكورة والبطن الجنيني بواسطة الفتحة السرية ويقال للقناة المستطرقة بينهما القناة المحية . والتجويفان المذكوران مبطنان بالطبقة الباطنة وهي المخاطية من الغشاء الجرثومي ويحيط بهما من الظاهر امتداد من طبقتهِ الظاهرة اي المصلية (شكل ٢١٩) . وتتكوّن القناة المعوية من قسم الطبقة المخاطية المضمّن في جسم الجنين

وعلى الوجه المذكور ينفصل جسم الجنين عن الكيس المحي اي الحويصلة

السرية على ان التجويف المعوي يبقى مستطرقًا اليها بواسطة الفتحة السرية ويتضمن بعض الجوهر المحي الذي يملأ الحويصلة غير ان الكيس المحي يتضمن

شكل ٢١٩

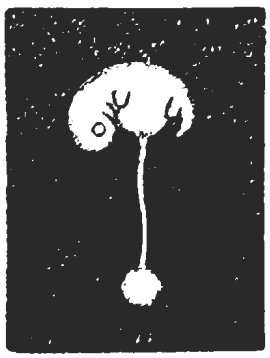


اكثر المح الذي يغتذي منهُ الجنين . وتدوم تغذية الجنين في الطيور الى نهاية مدة الحضانة واما في ذوات الثدي فلا تدوم وظيفة الحويصلة السرية زمنًا طويلاً لان كمية المح قليلة ويصير الجنين غنيًّا عنها بواسطة العلاقات الجديدة التي تتكوَّن بينهُ وبين الام . ثم انهُ كلما فرغت الحويصلة انجذبت في الطيور الى البطن من الفتحة السرّية وانسدت الفتحة المذكورة واما في ذوات الثدي فتبقى

شكل ٢١٩ . رسم قطعي لاجل اظهار نسبة القناة الهضمية الاصلية واغشية البيضة . وهذا الدور من تكوين الجنين يكون نحو اليوم الخامس عشر او السابع عشر قبل انبساط الالنتويس . c الخوريون الحملي . a الامنيون . $\bar{a}$ مكان اجتماع الامنيون وانعكاس الامنيون الكاذب وهو الطبقة الظاهرة ($\bar{a}$ و $\bar{a}$) . e راس الجنين . i و i القناة الهضمية البسيطة في قسمها العلوي والسفلي . v الحويصلة السرية او المحية . vi الفتحة السرية . u الالنتويس متصلاً بواسطة عنيق بالطرف الاستي من القناة الهضمية

دائمًا الى الظاهر وعند فروغها تنقبض وتجفُّ وتنفصل وتختفي مع ما يكون من قنانبها الى خارج البطن اما قبل او عند نهاية حيوة الجنين في الرحم. وعند شروع الاوعية الدموية في التكوُّن تنتشر بكثرة على جدران الحويصلة السرية فتمتص ما في باطنها وتنقلها الى الجنين لاجل تغذيته

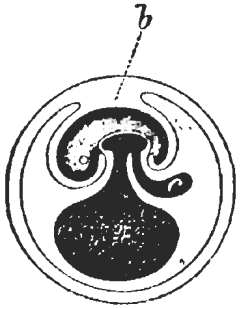
شكل ٢٢٠



الأمنيون والألنتويس

الأمنيون والألنتويس بناءآن معتبران يبدآن يتكوَّنان في دور من الادوار الاولى للجنين قبل انتهاء التغيرات التي سبق وصفها آنفًا. يتكون الامنيون من طبقة الغشاء الجرثومي الظاهرة اي المصلية والالنتويس من طبقته الباطنة اي المخاطية

شكل ٢٢١



اما الامنيون فيتكون على الكيفية الآتية. وهي ان طبقة الغشاء الجرثومي الظاهرة ترتفع على هيئة ثنية حول جسم الجنين فيظهر الجنين كانهُ غائص في انخفاض والطبقة الظاهرة المذكورة مرتفعة حولهُ كالجدار (شكل ٢٢١). ثم ترتفع حافتا الثنية شيئًا فشيئًا على الجنين وحولهُ الى ان تتحدا فوقهُ. ثم تمتص طبقة الغشاء المزدوجة عند نقطة اتصال الحافتين وتنفصل الطبقتان التي تكونت منهما الثنية في الاصل (شكل ٢٢٢ و٢٢٣) بحيث تصير الباطنة منهما الامنيون وتبقى متصلة بجلد الجنين عند السرة. واما الظاهرة منهما فتتباعد شيئًا فشيئًا عن رفيقتها الباطنة وعن الجنين الى ان تختلط بالوجه الباطن للغشاء المحي الاصلي الذي تعرض عليهِ في اثناء

شكل ٢٢٠. جنين بشري متصلة بهِ الحويصلة السرّية — نحو الاسبوع الخامس

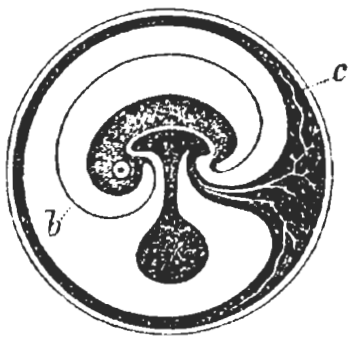
شكل ٢٢١. رسم البيضة العالقة. a الحويصلة السرية. b التجويف الامنيوني. c الألنتويس

ذلك تغيرات مختلفة سيأتي الكلام عليها

وكلما تقدمت مدة الحمل اشتد تباعد الامنيون عن جسم الجنين بواسطة سائل كثير الكمية يقال لهُ السائل الامنيوني (١)

والالنتويس (c شكل ٢٢٢) يبدأ في التكون مدة تكون الامنيون وينشأ من الطرف الخلفي من القناة المعوية ويستطرق اليها . وهو في اول الامر كتلة كمثرية الشكل مؤلفة من كريات ثم يصير غشائيًا وعائيًا ويتداخل بين ثنيتي الامنيون اللتين سبق ذكرهما آنفًا ويلتصق بالظاهرة منهما المختلطة بغلاف البيضة الظاهر . وبينما ينمو تكثر اوعيتهُ جدًا ويحيط بجميع الجنين في الطيور ويحمل الدم الى غلاف البيضة الظاهر فينتشر على الوجه الباطن من القشرة على شكل غشاء وعائي لاجل تطهير الدم . واما في البشر وبقية الحيوانات ذوات الثدي لا تتوزع الاوعية الدموية التي يحملها الالنتويس الاَّ في قسم خاص من الغشاء الظاهر حيث يتكون بناء يقال لهُ المشيمة

شكل ٢٢٢



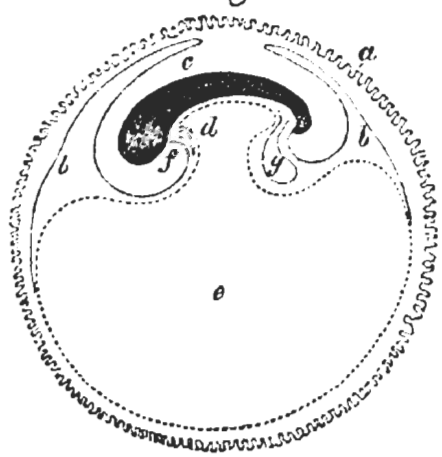
وعند ما تسدُّ الصفيحتان الحشويتان التجويف البطني في ذوات الثدي ينقسم الالنتويس بواسطة ذلك عند السرة الى قسمين ظاهر وباطن . فالظاهر وهو الممتد من السرة الى الخوريون يجف سريعًا والباطن الذي يبقى في التجويف البطني يتحول بعضهُ الى المثانة والبعض الآخر يمتد من المثانة الى السرة ويقال لهُ الاوراكوس . وعند الولادة ينفصل القسم الظاهر الجاف من الالنتويس مع

(١) السائل الامنيوني محيط بالجنين ويجري في بلعومهِ وقصبتهِ وهو مائل الى الصفرة حامض الطعم ويتضمن كلوريد الصوديوم واملاحًا اخرى وقوالب من القنيات البولية فيظهر من ذلك ان بول الجنين يصب فيهِ

شكل ٢٢٢ . البيضة العالقة وكاد الالنتويس يكون كاملاً . b الطبقة الباطنة من ثنية الامنيون . c الالنتويس ويشاهد انهُ ممتد بين الطبقة الظاهرة والباطنة من الامنيون . قابل هذا الشكل بشكل ٢٢٣ و٢٢٤

الحبل السري واما الاوراكوس فيبقى على هيئة حبل مسدود ممتد من قمة المثانة الى السرة في الخط المتوسط تحت الطبقة الجدارية من البريتون ويُعَدُّ احيانًا من اربطة المثانة

شكل ٢٢٣



شكل ٢٢٤

ثم ان تكوُّن الاجزاء التي وُصِفت في ما سبق لا يتم على سبيل التعاقب بل يكون نموها معًا في زمن واحد

تكوين الاوعية الدموية

بينما تحدث التغيرات المذكورة في اوائل مدة التكوين يتم اجتماع كريات في قسم من الغشاء الجرثومي بين الطبقة المخاطية والطبقة المصلية يقال لهُ البقعة الوعائية (شكل ٢١٧ b) فهي طبقة ثالثة او متوسطة في الغشاء المذكور يتكوَّن منها المجموع الوعائي فتظهر عند محيط البقعة الوعائية نقط وخطوط حمراء منفردة اولًا ثم مجتمعة يتكون منها شبكة اوعية مملوءة دمًا . وتكون حافة الطبقة الوعائية اولًا محدودة مستديرة تحيط بها اوعية متحدة على هيئة دائرة يقال لها الدائرة الوريدية او الجيب الانتهائي ثم تمتد وتنتشر على كل سطح الغشاء الجرثومي

شكل ٢٢٣ و٢٢٤. a الخوريون وحملهُ . ويشاهد ان اكثر نمو الحمل في قسم الخوريون الذي يمتد اليهِ الالنتويس . والقسم المذكور يصير اخيرًا المشيمة . b خلاء بين طبقتي الامنيون . c التجويف الامنيوني . d وضع المعى واتصالهُ بالحويصلة السرية . e الحويصلة السرية . f موضع القلب والاوعية . g الالنتويس

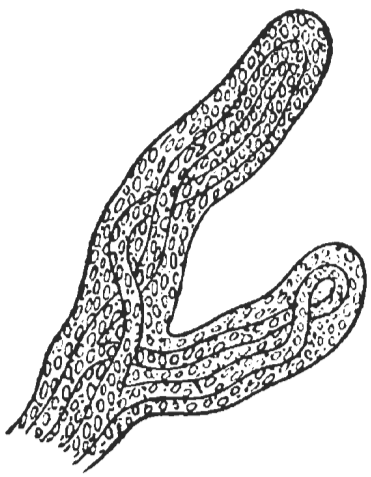
ونحو تلك الاثناء تظهر رسوم القلب الاولى في الطبقة الوعائية من الغشاء الجرثومي . وقد ثبت من مشاهدة شوان ان الاوعية الدموية تتكون اولاً من كريات نووية ترسل زوائد ثم تتحد الزوائد وتكوّن شبكة وعائية . وتذهب فروع من الشبكة المذكورة تنتشر في البقعة الوعائية ثم في البقعة الصافية ثم تتصل بالقلب المرسوم حديثاً كما سياتي

الخوريون

تقدم ان الالنتويس بناء ممتد من جسم الجنين الى غلاف البيضة الظاهر وانهُ يتداخل بين طبقتي ثنية الامنيون ويختلط بالطبقة الظاهرة منهما التي كانت قد اختلطت بالغشاء المحي . وبناء على ذلك يصير غلاف البيضة الظاهر مؤلفًا من ثلاث طبقات مختلطة بعضها ببعض وهي الغشاء المحي الاصلي والطبقة الظاهرة من ثنية الامنيون والالنتويس ويقال لها جميعًا الخوريون (١)

بعد دخول البيضة الرحم في البشر ببرهة قصيرة جدًّا يُشحَن سطح الخوريون الظاهر بزوائد دقيقة يقال لها خمل الخوريون فيصير منظرهُ خشنًا موبرًا (a شكل ٢٢٣ و٢٢٤) . والزوائد المذكورة تكون مؤلفة في اول الامر من كريات ثم تصير وعائية فتتولّد فيها عروات اوعية شعرية (شكل ٢٢٥) وتكوّن اخيرًا اطراف الاوعية الممتدّة في الالنتويس من الجنين الى الخوريون . وظيفة خمل الخوريون امتصاص المادة الغذائية لاجل الجنين وربما تناولتها اولاً من السائل المفرز من اجربة الرحم الغدّية الذي يبتلّ بهِ الخمل . ثم تتصل بعد ذلك اوعية الخمل الجنينية باوعية الرحم غيران

شكل ٢٢٥



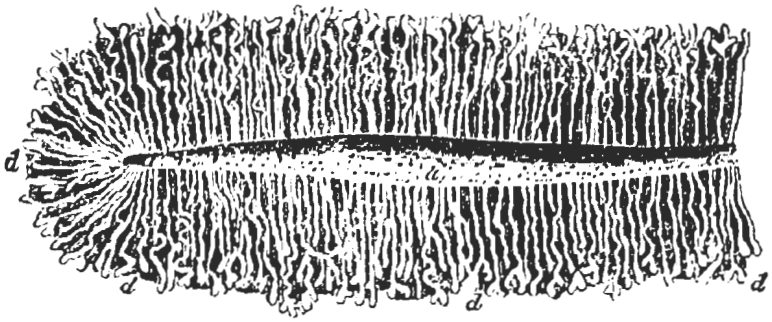
(١) السَلَى عند العرب هو الجلدة التي يكون فيها الولد من الناس والمواشي فهي عبارة عن جميع اغشية الجنين

الاتصال لا يقع في كل سطح الخوريون ولكنها تختفي الاَّ في قسم واحد حيث تنمو نموًّا عظيمًا وتتفرع وتنضم باوعية الرحم فتتكون من ذلك المشيمة . واما كيفية اتصال الاوعية الجنينية بالاوعية الامية فامر متعلق بالتغيرات الحادثة في الرحم بعد العلوق . وتتم التغيرات المذكورة خصوصًا في بناء القسم السطحي من الغشاء المخاطي المبطن للرحم الذي يصير بعد ذلك غشاء قائمًا بنفسهِ يقال لهُ الغشاء الساقط لانهُ يسقط من الرحم عند الولادة . وسنشرع الآن في الكلام على ذلك بالتفصيل

التغيرات الحادثة في غشاء الرحم المخاطي وتكوّن المشيمة

غشاء الرحم المخاطي مشحون باجربة انبوبية عمودية الوضع اسطحو مبطنة بابيثيليوم وهي صغيرة جدًّا قبل الحمل ثم تصير بعدهُ مستطيلة كبيرة كثيرة التعرج عند طرفها الغائر المسدود المرتكز في نسيج الرحم الذي يتمدد غالبًا ويتفرع على شكل كيسين او ثلاثة مسدودة (شكل ٢٢٦)

شكل ٢٢٦



والظاهر ان غدد غشاء الرحم المخاطي على نوعين بسيط ومركّب . اما الاول وهو البسيط فاكثر عددًا من الثاني وهو عبارة عن انابيب قصيرة غير متفرعة مسدودة عند طرفها الواحد (^{1} و $_1$ شكل ٢٢٧) . والثاني مكوّن من قنوات طويلة منقسمة الى فروع متلفة (^{2} و $_2$ شكل ٢٢٧) . وكلاهما مستطرقان الى الوجه الباطن من الغشاء بفتحات صغيرة مستديرة حشكة مبطنة بابيثيليوم

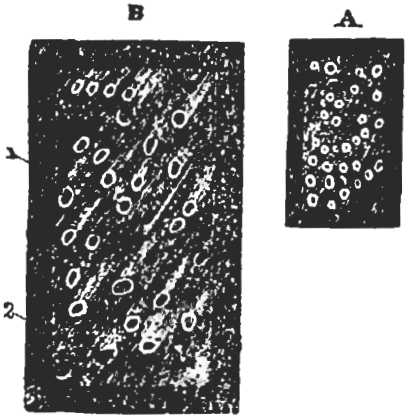
شكل ٢٢٦ . قطع غشاء الرحم المبطن عند بداءة الحمل لاجل اظهار وضع الغدد وصفاتها الاخر (^{d} و $_d$) وفتحاتها (^{a} و $_a$) على الوجه الباطن من الرحم . مكبّر ضعفين

ويشاهد على الوجه الباطن للغشاء المخاطي فوهات الغدد التي يكون كثير منها في اوّل ادوار الحمل محاطًا بحلقة مبيضّة مكوّنة من الايثيليوم المبطن للاجربة

شكل ٢٢٧

ومتى تعاظم حجم الاجربة تكاثر كمية افرازها وتزداد اوعية الغشاء المخاطي حجمًا وعددًا ويشغل الخلايا بين الاجربة التي تتضمن الاوعية الدموية جوهر مؤلف من كريات نووية . فينتج من التغيرات المذكورة زيادة في غلظ ونعومة الغشاء المخاطي وكثرة اوعيته ويتكون من قسمهِ السطحي الغشاء الساقط . ويظهر ان فائدة النمو المذكور احداث مواد غذائية للبيضة لانهُ في برهة قصيرة يتلو التجويف الرحمي بسائل مفرز مولف من كريات نووية تغوص فيهِ خمل الخوريون

شكل ٢٢٨



عند دخول البيضة الرحم تغوص في بناء الغشاء الساقط الذي يكون حينئذٍ ليفًا جدًّا ثم ينقسم الى ثلاث طبقات يقال

شكل ٢٢٧ . قطع عمودي للغشاء المخاطي لاجل اظهار الغدد الرحمية في انثى الكلب . مكبّرة ١٢ قطرًا . 1 و 1 غدد بسيطة . 2 و 2 غدد مركبة

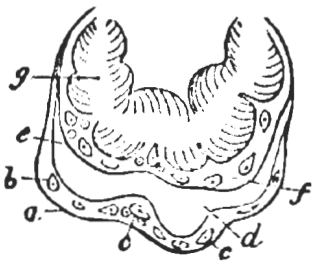
شكل ٢٢٨ . قطعتان رقيقتان من الغشاء الساقط بعد التلقيح الحديث تظهر فيهما الفتحات التي على سطح الغشاء . A مكبّرة ستة اقطار و B اثني عشر قطرًا . يشاهد عند 1 الايثيليوم المبطن داخل الفتحات وعدم وجودهِ عند 2

لها الساقط الحقيقي والساقط المنعكس والساقط المتاخر. فالحقيقي منها يبطن تجويف الرحم والمنعكس هو بعض الساقط الحقيقي الذي ينمو حول البيضة ويحيط بها ويكوّن غلافها الظاهر والمتاخر هو بعض الساقط الحقيقي الذي يتعلق بذلك القسم من خمل الخوريون الذي لا يختفي بل يستمر ليتكوّن منهُ القسم الجنيني من المشيمة

ثم كلما نمت البيضة تقارب الساقط المنعكس الى الساقط الحقيقي الى ان يختفي التجويف الذي بينهما في الشهر الثالث من الحمل وبعد ذلك يتعسر او يستحيل التمييز بين الطبقتين

وفي اثناء هذه التغيرات تخترق القسم الغائر من غشاء الرحم المخاطي عند محل تكوين المشيمة جيوب او خلايا مجوفة مستطرقة الى شرايين الرحم واوردتها. وتبرز خمل الخوريون الى باطن الجيوب المذكورة فتدفع جدار الجيوب الرقيق امامها وتصير شديدة المجاورة للدم الذي فيها. وعلى ذلك لا يقع اختلاط او تفهم بين اوعية الام الدموية واوعية الجنين غير ان الاغشية المتوسطة بين الدمين لا تمنع حدوث التبادل في المواد التي فيها. فان خمل الخوريون التي تتضمن دمًا جنينيًا تعوم في الدم الامي الذي تتضمنهُ الجيوب الرحمية بينما يكون الدم الذي في الخمل والجيوب ساريًا في دورتهِ الخاصة بكلٍّ منهما

شكل ٢٢٩



وقال المعلم كودسيران اوعية الام الدموية منفصلة عن اوعية الجنين بواسطة طبقتين من الكريات النووية (شكل ٢٢٩). احداها (b) خاصة بالقسم الامي من المشيمة وموضوعة بين غشاء الخمل واوعية الام ويظهران وظيفتها فصل المواد الغذائية للجنين من دم الام.

شكل ٢٢٩. طرف خملة مشيمية. a بطانة الجهاز الوعائي في الام. b الكريات المبطنة لها. d خلاء بين القسم الامي والقسم الجنيني من الخملة. e بطانة الخملة وهي الغشاء الظاهر للخوريون. f الكريات الباطنة للخملة اي كريات الخوريون. g عروة من الاوعية السرية

والاخرى (f) خاصة بالقسم الجنيني من المشيمة وموضوعة بين غشاء الخملة والعروة الوعائية التي في باطنها ويظهران وظيفتها امتصاص المواد التي تفرزها الطبقة السابقة من الكريات وايصالها الى اوعية الجنين الدموية . وبين الطبقتين خلاء (d) يجتمع فيهِ افراز الطبقة الواحدة من الكريات من حيث تمتصهُ الطبقة الاخرى وتحملهُ الى اوعية الجنين

وقد ثبت الآن من التجارب والمشاهدات الكثيرة انهُ يقع تبادل بين دم الام ودم الجنين فيرسل الاوّل مواد غذائية للثاني ويقبل منهُ مواد يجب ازالتها من الجنين. ومن جملة ذلك ظهر من مشاهدات المعلم هنشنسن ان الداء الزهري ينتقل من الاب الى الام بواسطة الجنين . وظهر ايضاً من تجارب المعلم ساڤري ان الام نُسَمّ بواسطة تسميم الجنين فانهُ فتح بطن كلبة حبلى ورحمها وحقن محلول الاستركنين داخل بطن احد الاجنة وداخل صدر جنين ثانٍ فماتت الكلبة بعد نصف ساعة من التشنج الناشئ عن الاستركنين وعند فتح البطن وجد الجنينين اللذين حقنهما ميتين وبقية الاجنة احياء نشيطي الحركة . وتكررت هذه التجارب في حيوانات اخر فكانت النتائج شواهد قاطعة على انتقال مواد الجنين الى الام بواسطة دم المشيمة

وبناء على ما تقدم تكون المشيمة مؤلفة من قسمين احدهما جنيني والآخر امي فتتضمن الخمل الجنيني والجيوب الامية التي يغتذي بواسطتها دم الجنين ويتطهّر

لا تخرج كل المشيمة حالاً عند الولادة بل يخرج معظمها ويتم الانفصال حيث يكون التصاقها بالرحم قليلاً اي حيث تكون التجاويف الحبيبية كثيرة . ويخرج معها حينئذٍ الاغشية الجنينية والغشاء آن الساقطان الحقيقي والمنعكس وبعض الغشاء المتاخر واما ما يبقى منها فيجف ويختفي شيئاً فشيئاً بواسطة الامتصاص او يخرج مع السوائل الرحمية او اللوخيا بضع ايام بعد الولادة

ولما كان الغشاء الساقط متحولاً من الغشاء المخاطي الرحمي تكوّن عوضهُ

غشاء مخاطي جديد لاجل القيام بالوظيفة الخاصة بهِ

الحبل السري مكوّن في الدور المتاخر من حيوة الجنين من شريانين يحملان الدم الجنيني الى المشيمة ووريد واحد يحمل الدم من المشيمة الى الجنين . ويتضمن الحبل السري ايضًا بقايا ابنية اخرى كانت ذات اهمية عظيمة في الادوار الاولى من حيوة الجنين وهي اولاً طبقة من الامنيون منعكسة على ظاهرهِ من السرة . ثانيًا الحويصلة السرية مع فناتها واوعيتها الدموية . ثالثًا بقايا الالنتويس والاوراكوس المتصل بهِ . رابعًا الاوعية السرية اي الشريانان والوريد التي يتكون منها اخيرًا معظم الحبل

تكوين الاعضاء

تكوين العمود الفقري والجمجمة

القسم الاصلي الذي يتكوّن منهُ العمود الفقري في الحيوانات الفقرية هو الحبل الظهري الهلامي المؤلف من كريات . وهو مستدق الطرفين ويحيط بهِ مدة نموهِ غمد غشائي يتحول اخيرًا الى بناء ليفي مكوّن من الياف مستعرضة حلقية . والحبل المذكور هو محور العمود الشوكي على انهُ هو نفسهُ لا يتحول الى جوهر عظمي او غضروفي وانما تتكون حولهُ الاجزاء الثابتة من العمود . ويختفي بعد مدة قصيرة من الحيوة الجنينية في اكثر الحيوانات ويصير جزءًا مستمرًا في بعضها

تتكوّن الفقرات الغضروفية او العظمية في اول الامر على هيئة ازواج من اصول جانبية موضوعة على جانبي الحبل الظهري . وكيفية ذلك انهُ متى بدأ تكوّن الاجزاء المذكورة من الغشاء الجرثومي يظهر عند كلٍّ من جانبي الحبل الظهري اشكال مربعة الزوايا هي جراثيم الفقرات . وهذه الاشكال تزيد عددًا وحجمًا الى ان تحيط بالحبل الظهري من اعلى واسفل فترسل من الاعلى زوائد لاجل تكوين الاقواس التي تحيط بالحبل الشوكي . وتكون حينئذٍ الفقرة مولفة من قطعة واحدة الى كلٍّ من الجانبين ثم تتحد القطعتان عند ما تصيران

غضروفيتين بعد ذلك من الاسفل بواسطة درز. وعلى ذلك يصير الحبل الظهري ضمن غلاف مكوّن من اجسام الفقرات غير انهُ يضمر شيئًا فشيئًا الى ان يختفي ويبدأ التعظم في اجسام الفقرات واقواسها في نقط واضحة قبل اختفاء الحبل

يبدا تعظم جسم الفقرة عند نقطة اتحاد الاصلين من الاسفل . وللفقرات التي لا تركز عليها اضلاع كالعنقية نقط تعظم اضافية في النتوات المستعرضة التي هي بمنزلة اضلاع اثرية . وفي جنين الطير تشاهد هذه الاجزاء المتعظمة الاضافية في جميع الفقرات العنقية وتنمو جدًّا في القسم السفلي من الجهة المذكورة بحيث تتكوّن منها الاضلاع الكاذبة العليا الخاصة بالطيور. وتشاهد هذه الاجزاء في ذوات الثدي والانسان ويشتد نموها في الفقرات العنقية السفلى وقد تتميز في الاولاد مدة طويلة على هيئة قطع منفصلة كانها رؤوس اضلاع

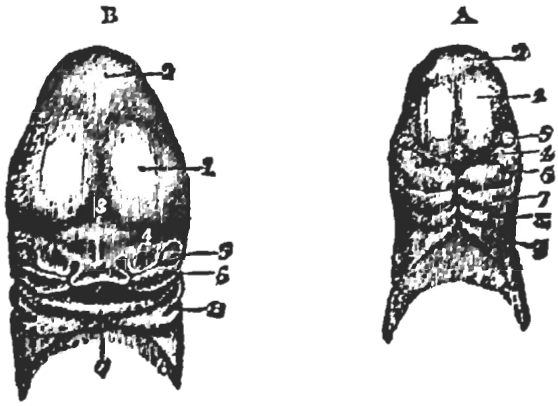
والخوذة امتداد من العمود الفقري وتتكون قبل عظام الوجه بمدة طويلة . وهي مؤلفة في الاصل من كتلة واحدة على شكل محفظة دماغية يمتد الحبل الظهري الى قاعدتها وينتهي هناك بطرف مستدق . ثم يتولد عند جانبي الحبل الظهري صفيحتان متناسبتان تتحدان اخيرًا وتكوّنان محفظة الدماغ العظمية كما حدث في تكوين القناة الشوكية

تكوين الوجه والاقواس الحشوية

تقدم الكلام انهُ في اوائل تكوين الجنين تنمو على جانبي الميزاب الاصلي صفيحتان ظهريتان تتحدان اخيرًا فيتكون من اتحادهما القناة الشوكية وان هذا العمل نفسه يتم في الراس ايضًا لاجل تكوين التجويف الجمجمي . وتقدم ايضًا ان الصفيحتين الحشويتين تسيران نحو المقدم وتتحدان رويدًا رويدًا الى الامام فتحيطان بالتجويف الصدري والتجويف البطني كما تتحد الصفيحتان الظهريتان الى الخلف. ويتم مثل ذلك في الجهة الوجهية والجهة العنقية غير ان الصفيحتين اللتين تحيطان بهما ليستا بسيطتين كالصفائح التي مرَّ ذكرها بل مشقّقتين . فتتكون

من ذلك الاقواس والشقوق الحشوية وهي اربعة الى كلٍّ من الجانبين (A شكل ٢٣٠) . ثم تتكوّن من هذه الاقواس الاجزاء الآتي ذكرها :

شكل ٢٣٠



من القوس الاول ونتوءِ الفكي يتكوّن الفك العلوي والحنكي والصفيحة الجناحية الانسية من العظم الوتدي والسنداني والمطرقي والفك السفلي . ويتكوّن اعلى الوجه في الخط المتوسط من النتو الجبهي الانفي (3A شكل ٢٣٠) . ومن القوس الثاني الركابي والعضلة الركابية والنتو الابري من العظم الصدغي والرباط الابري اللامي والقرن الصغير من العظم اللامي . ومن القوس الحشوي الثالث القرن العظيم وجسم العظم اللامي . واما القوس الرابع فغير ظاهر في الانسان وغيرهِ من الحيوانات ذوات الثدي

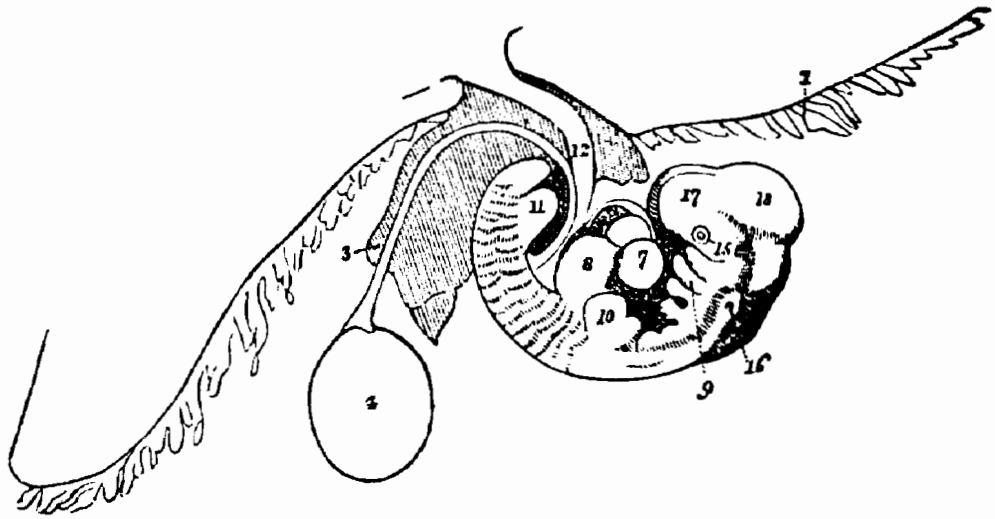
تكوين الاطراف

تتكوّن الاطراف في جميع الحيوانات الفقرية على نمط واحد . وذلك انها

شكل ٢٣٠ . راس الجنين البشري وعنقهُ نحو الاسبوع الثالث . مكبَّر . 1A الحويصلة المخية المقدمة . 2 الحويصلة المتوسطة . 3 النتو المتوسط وهو الجبهي الانفي . 4 النتو الفكي العلوي . 5 العين . 6 النتو الفكي السفلي وهو القوس الحشوي الاول واسفلهُ الشق الاول . 7 و 8 و 9 الاقواس والشقوق الثاني والثالث والرابع . B مقدم راس الجنين البشري نحو الاسبوع الخامس . 1 و 2 و 3 و 5 الاجزاء التي سبقت في A . 4 النتو الانفي الظاهر وهو الجبهي الجانبي . 6 النتو الفكي العلوي العلوي . 7 الفك السفلي واعلاهُ اللسان . 8 الشق الاول الذي يصير الصماخ السمعي الظاهر

تظهر اولاً على هيئة ارتفاعات ورقية الشكل بارزة من جدران الجذع (شكل ٢٣١). وقلّما يتميز شكل الاطراف الاصلي في جميع الحيوانات الفقرية سواء

شكل ٢٣١



كانت من السابحة او الدابّة او الماشية او الطائرة. وتكون اصابع الجنين البشري في اوّل الامر متصلة بواسطة وتيرات كأنها لاجل العوم في الماء ولا يعتبر ذلك من باب المشابهة للحيوانات المائية بل هو شكل اليد الاصلي التي تنقسم بعد المدة الاولى من التكوين الى اصابع مفردة

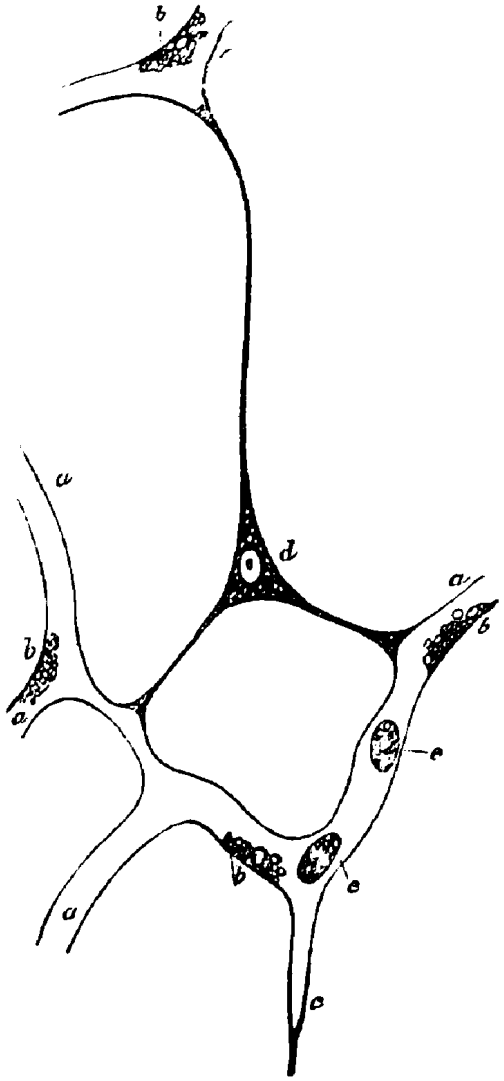
تكوين المجموع الوعائي

سبقت الاشارة الى اوّل تكوّن المجموع الوعائي والقلب في الغشاء الجرثومي (صفحة ٥٠٣). يظهر القلب اولاً على هيئة كتلة جامدة مؤلفة من كريات جرثومية شبيهة بالكريات التي تتكوّن منها بقية اعضاء الجسد . ثم تنفصل بعضها عن بعض في القسم المركزي فيحصل من ذلك تجويف مسدود مشغول بسائل تسبح فيهِ الكريات المركزية . وفي تلك الاثناء تبدأ نبضات القلب

شكل ٢٣١. جنين بشري في الاسبوع الرابع طولهُ ثلاثة خطوط ونصف. 1 الخوريون. 3 بعض الامنيون . 4 الحويصلة السرية التي تسير قناتها الى البطن . 7 القلب. 8 الكبد . 9 القوس الحشوي الذي يتكوّن منهُ الفك السفلي واسفلهُ قوسان حشويان منفصلان بواسطة الشفوق . 10 اثار الطرف العلوي . 11 اثار الطرف السفلي . 12 الحبل السري . 15 العين. 16 الاذن. 17 النصفين الكرويين. 18 الفصان البصريان وهما الاجسام الرباعية

ويندرانها تتجاوز حينئذٍ خمس عشرة او ثمان عشرة مرة في الدقيقة. ثم يكتسب السائل الذي في تجويف القلب صفات الدم وعند ذلك يستطرق التجويف الى الاوعية الكبيرة المتصلة بهِ وتتحوَّل الكريات التي يتالف منها جدارهُ الى نسيج ليفي ونسيج عضلي وابيثيليوم

شكل ٢٢٢



ويظهر ان الاوعية الدموية تتكوَّن على طريقتين تبعًا لحجمها. فاذا كانت كبيرة اجتمعت كريات جرثومية كالكريات التي يتكوَّن منها القلب وبقية ابنية الجسد على شكل الوعاء المتكوِّن وغلافهِ. ثم تتحوَّل الكريات التي في باطن الوعاء الى كريات دموية وتتحول الطبقة الظاهرة منها الى جدرانهِ. واما اذا كانت الاوعية صغيرة كالاوعية الشعرية فتتكوَّن على طريقة اخرى قد اوضحها المعلم كوليكر بعد ان شاهدها في اذناب الضفادع. وهي ان اوعية الذنب الاولى الجانبية تكون على هيئة اقواس بسيطة سائرة بين شريان الذنب ووريدهِ ومكوَّنة من اتصال زوائد

شكل ٢٢٢. وعاء شعري من ذنب الضفدع الصغير. مكبر $\frac{٢٥٠}{١}$. a اوعية شعرية مجوفة يسير فيها الدم. b حبيبات دهنية متصلة بجدران الاوعية وحاجبة النوى. c زوائد مجوفة ممتدة من وعاء شعري ومنتهية بنقطة. d كريات متفرعة ضمنها نواة وحبيبات دهنية وهي مستطرقة بواسطة ثلاث زوائد الى زوائد شعرية. e و e جسيمات دموية لا تزال فيها حبيبات دهنية

ممتدة منها ويشاهد في جوهر الذنب كريات مستطيلة او نجمية الشكل . ثم اذا تجوّفت الاقواس المذكورة وسار الدم فيها ذهبت منها زوائد جديدة يتصل بعضها ببعض فتكوّن اقواسًا ثانوية. وتمتد الشبكة الشعرية على الكيفية المذكورة وتشتد حشاكتها كلما زاد الذنب طولاً وعرضًا

ومتى اتصل القلب من طرفهِ السفلي بالاوردة ومن طرفهِ العلوي بالشريان العظيم ينحني بعد ان كان مستقيمًا على شكل هلالي ثم ينقسم الى ثلاثة تجاويف في جميع الحيوانات الفقرية الخلفي منها اذين والمتوسط بطين والمقدم بصلة شريانية وتنقبض هذه الاقسام على التعاقب الواحد بعد الآخر. ويكون حينئذٍ وضع الاذين والبصلة الشريانية عند طرفي الهلال ووضع البطين في القسم المتوسط المنتفخ نحو الاسفل (شكل ٢٢٣).

شكل ٢٢٣

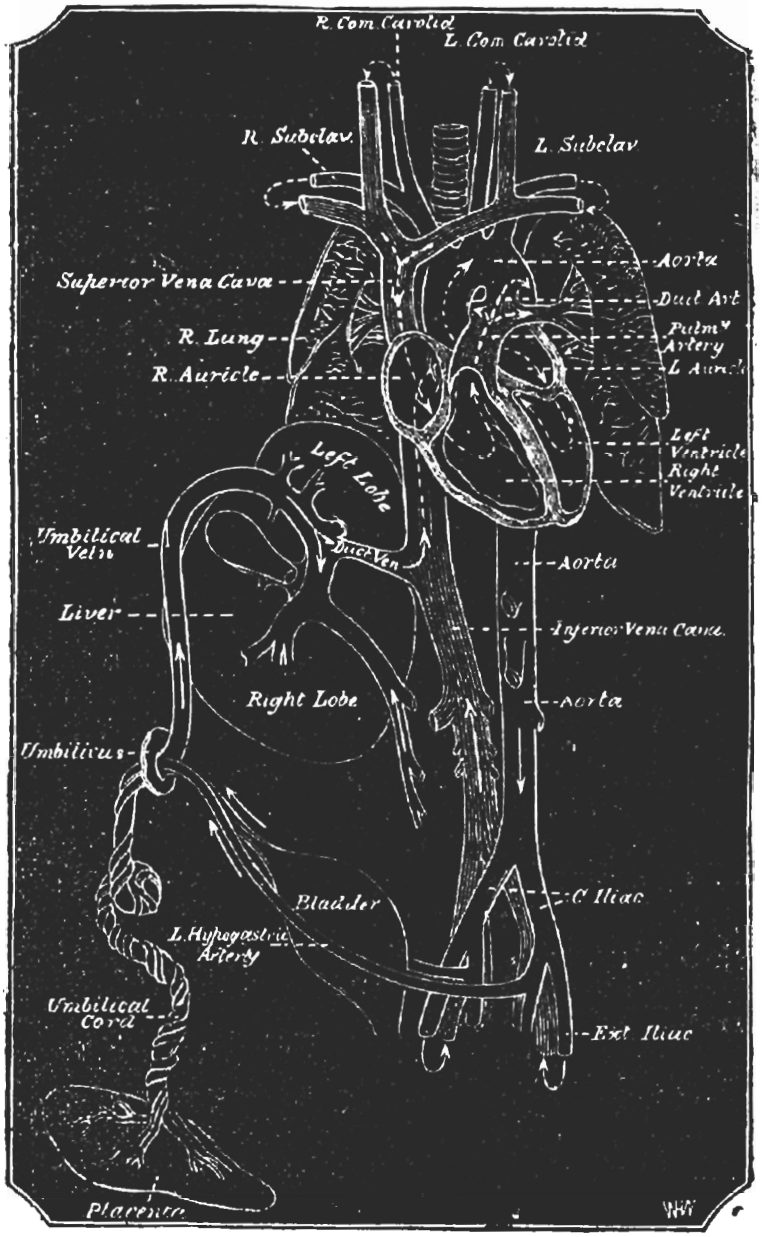
ولسبب الانتفاخ المذكور يكون نمو القوس الكبير السفلي اشد من نمو الصغير العلوي بين الاذين والبصلة فيتقارب الطرفان اي الاذين والبصلة الواحد نحو الآخر بحيث يحدث من ذلك مشابهة لشكل القلب بعد تكونهِ التام بينما يشتد نمو البطين نحو الاسفل . وتدوم هذه التجاويف الثلاثة في قلب السمك بلا تقسيم اخر بواسطة فواصل باطنة . وكذلك في الحيوانات التي تعيش في الماء والهواء غير ان الاذين تنقسم بواسطة حاجز الى اذينين تقبل احداهما دم الدورة الرئوية والاخرى دم الدورة العامة. وفي الحيوانات الزحافة تنقسم الاذين على الوجه المذكور وينقسم البطين ايضًا بواسطة حاجز غير تام الى شطرين . وفي الطيور وذوات الثدي والبشر تنقسم الاذينان والبطينان انقسامًا تامًا ولا تدوم البصلة الشريانية بل تغيب في البطينين . ويبدأ الحاجز الذي يقسم البطينين عند راس القلب ويمتد نحو الاعلى فاذا تمّ تكوّن حاجز

شكل ٢٢٣. قلب فرخ الدجاج ساعة ٤٥ و٦٥ و٨٥ بعد الحضانة. 1 الاجذاع الوريدية. 2 الاذين . 3 البطين . 4 البصلة الشريانية

في البصلة الشريانية فاصل بين اصلي الاورطي والشريان الرئوي. واما فاصل الاذينين فيتكوّن من ثنية هلالية ممتدة من الاعلى الى الاسفل . وقال ميكل ان الحاجز بين البطنين يبدأ في الانسان نحو الاسبوع الرابع ويتم عند نهاية الاسبوع الثامن . واما الحاجز بين الاذينين فيبقى غير تام مدة الحيوة الجنينية بطولها . وعند بداءة تكوين الحاجز بين الاذينين تختلف نسبة الوريد بن الاجوفين الى التجويفين المذكورين . فان الاجوف العلوي يدخل الاذين اليمنى كما في البالغ واما السفلي فموضوع على شكل يظهر منهُ انهُ يصب في الاذين اليسرى وان القسم الخلفي من حاجز الاذينين مكوّن من صمام اوستاكيوس الذي يمتد من نقطة مصب الاجوف السفلي . غير انهُ بعد ذلك عند نمو الحاجز من الاعلى الى الاسفل يزيد اتجاههُ رويدًا رويدًا الى يسار الاجوف السفلي . وتبقى فتحة في الفاصل الاذيني كل مدة الحيوة الجنينية يقال لها الفتحة البيضية ويسدها صمام يتولد في الشهر الثالث سدًّا غير محكم

دورة الدم في الجنين

دورة الدم في الجنين خاصة بهِ وتختلف كثيرًا عنها في البالغ. وكيفية ذلك ان الدم يُحمَل الى المشيمة بواسطة الشريانين السريين ثم يعود الى الجنين مطهرًا حاملاً مواد غذائية بواسطة الوريد السري الذي يذهب الى وجه الكبد السفلي وهناك ينقسم الى قسمين احدهما يسير راسًا الى الوريد الاجوف السفلي بواسطة القناة الوريدية والآخر يسير الى الوريد البابي ولا يصل الى الوريد الاجوف السفلي الاَّ بعد دورتهِ في الكبد . غير انهُ اذا سار راسًا في القناة الوريدية الى الاجوف السفلي او سار اولاً في الكبد لا بد من وصول الدم الراجع من المشيمة في الوريد السري الى الاجوف السفلي اخيرًا . ثم يُحمَل في الوريد المذكور الى الاذين اليمنى التي يصب فيها ايضًا الاجوف العلوي الآتي بالدم الذي كان قد سار في الراس والعنق والطرفين العلويين . غير انهُ لا يختلط السيلان من الاجوفين في الاذين كما قد يظن او اذا وقع اختلاط فيكون جزئيًا فقط . لان



شكل ٢٢٤

شكل ٢٢٤ . رسم الدورة الجنينية . المشيمة *Placenta* . الحبل السري *Umbilical Cord* . السرة *Umbilicus* . الكبد *Liver* . الفص الايمن *Right Lobe* . الفص الايسر *Left Lobe* . القناة الوريدية *Duct Ven* . الوريد السري *Umbilical Vien* . الاجوف السفلي *Inferior Vena Cava* . الاذين اليمنى *R. Auricle* . الاذين اليسرى *L. Auricle* . البطين الايسر *Left Ventricle* . الاورطي *Aorta* . السباتي *Carotid* . الشريان تحت الترقوة *Subclav* . الوريد الاجوف العلوي *Superior Vena Cava* . الشريان الرئوي *Pulm. Artery* . القناة الشريانية *Duct Art* . الحرقفي المشترك *C. Iliac* . الحرقفي الظاهر *Ext Iliac* . المثانة *Bladder* . الشريان الخثلي الايسر *L. Hypogastric Artery*

الدم الآتي من الاجوف العلوي وهو الاقل طهرًا يكاد يسير جميعهُ الى البطين الايمن من الفتحة الاذينية البطينية كما هو الحال في البالغ واما دم الاجوف السفلي فيوجّه بواسطة ثنية من الغشاء المبطن للقلب يقال لهُ صمام اوستاكيوس الى الفتحة البيضية ومنها الى الاذين اليسرى ثم يسير الى البطين الايسر ثم الى الاورطي ومنهُ الى جميع الجسد. ثم ان دم الاجوف العلوي الذي تقدم انهُ يسير الى البطين الايمن يندفع الى الشريان الرئوي فتذهب منهُ كمية صغيرة الى الرئتين وتعود من هناك الى الاذين اليسرى كما في البالغ. واما الكمية الكبرى فلا تذهب الى الرئتين بل تسير في القناة الشريانية المستطرقة بين الشريان الرئوي والاورطي اسفل منشأ الشرايين الثلاثة الكبيرة التي تتوزع في الاقسام العليا من الجسد وهناك تجتمع بالدم الآتي من الاجوف السفلي الذي بقي من الدم الصاعد في الشرايين الكبيرة المذكورة فيتوزعان معًا في الجذع والطرفين السفليين وبعضهُ يخرج من الجسد بواسطة الشريانين السرّيين الى المشيمة. ثم يعود من هناك في الوريد السري الى وجه الكبد السفلي من حيث قد تتبعناهُ

وبعد الولادة تنسد الفتحة البيضية وكذلك القناة الشريانية والقناة الوريدية والاوعية السرية فيمتزج بعد ذلك السيلان الواصلان الى الاذين اليمنى من الوريد بن الاجوفين ويسير الدم الى البطين الايمن ثم يندفع الى الشريان الرئوي ومنهُ الى الرئتين حتى اذا تطهّر هناك عاد الى الاذين اليسرى والبطين الايسر ليتوزع الى جميع الجسد كما تقدم الكلام في فصل الدورة[1]

تكوين المجموع العصبي

قد سبق الكلام على كيفية تكوّن ابنية المجموع الدماغي الشوكي الاصلية (صفحة ٤٩٨) ويظهر انهُ عندما تتحد الحافتان الانسيتان من الصفيحتين الظهريتين لاجل تكوين القناة الشوكية يبقى شق في محل وضع النخاع المستطيل.

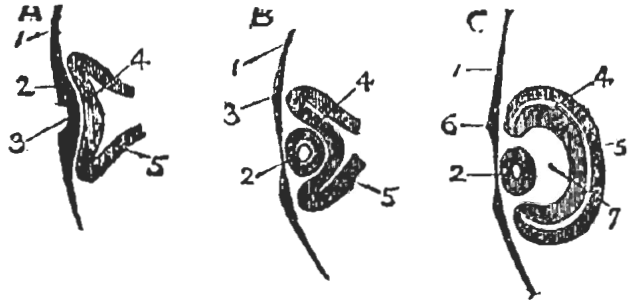
(١) في الدورة الجنينية والصفات الخاصة بها والتغيرات الحادثة بعد الولادة في المجموع الوعائي انظر كتاب التوضيح في اصول التشريح صفحة ٥٨٦

ثم يتكوّن بين الشق المذكور وطرف القناة المقدم ثلاثة انتفاخات حويصلية مقدم ومتوسط وخلفي يقال لها حويصلات الدماغ (انظر شكل ٢١٧) . ثم يتولد من الحويصلة المقدمة السريران البصريان والجسمان المضلعان والبطين الثالث والنصفان الكرويان وغيرها مما يتعلق بها كالجسم الصلب والقبوة . ويتكوّن من الحويصلة المتوسطة الاجسام الرباعية وساقا المخ وقناة سلفيوس . ومن الحويصلة الخلفية المخيخ وجسر ڤروليوس والنخاع المستطيل وغيرها

تكوين اعضاء الحواس

اما تكوّن العين فيبرز اولاً قسم من الحويصلة المقدمة الدماغية يقال له الحويصلة البصرية الاصلية ويتكون الى مقدمها جراب من الجلد الاعتيادي يتحوّل اخيرًا الى كيس مسدود تتولد فيهِ العدسة ومحفظتها (شكل ٢٢٦) . ثم

شكل ٢٢٥

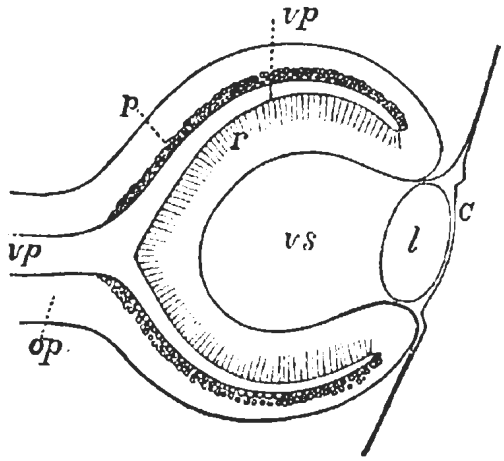


يبرز من اسفل الى اعلى بين العدسة الى المقدم والحويصلة البصرية الى الخلف جراب اخر يقال لهُ الحويصلة البصرية الثانوية غير انهُ يبقى نقص في تكوينهِ من الاسفل فينقبض على هيئة شق يقال لهُ الشق العيني يُحتّى بعد ذلك التحاماً تامًّا . وتتولد في الحويصلة البصرية الاصلية الشبكية وصباغ المشيمية وفي الثانوية الرطوبة الزجاجية . واما الجدران الظاهرة من المقلة اي الصلبة والقرنية فتتكون من الانسجة المحيطة بالاجزاء المذكورة

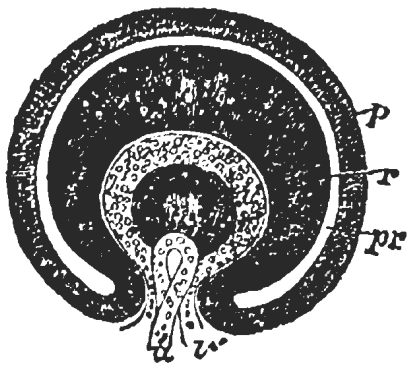
شكل ٢٢٥ . قطع طولي للحويصلة البصرية الاصلية من فرخ الدجاج . مكبّر . A من جنين الساعة ٦٥ بعد الحضانة . B بعد ذلك ببضع ساعات . C اليوم الرابع . 1A الطبقة القرنية . 3 انخفاض لاجل استقرار العدسة . 4 و 5 الحويصلة البصرية الاصلية . B و C تقدم التكوين على ما في المتن

ويتاخر ظهور القزحية التي تتكوّن على هيئة فاصل مستدير بارز نحو الباطن من مقدم المشيمية بين العدسة والقرنية . وتكون الحدقة في جنين الحيوانات الثديية مسدودة بغشاء لطيف يقال لهُ الغشاء الحدقي وهو القسم المقدم من غشاء كثير الاوعية يحيط في الجنين بالعدسة ويقال لهُ الغشاء المحفظي الحدقي . ويأتي الدم الى هذا الغشاء في فرع من الشريان المركزي الشبكي الذي يسير الى المقدم الى مؤخر العدسة ويتفرع هناك . ويجف الغشاء المحفظي الحدقي ويختفي في البشر قبل الولادة بزمن قصير

شكل ٢٢٦



شكل ٢٢٧



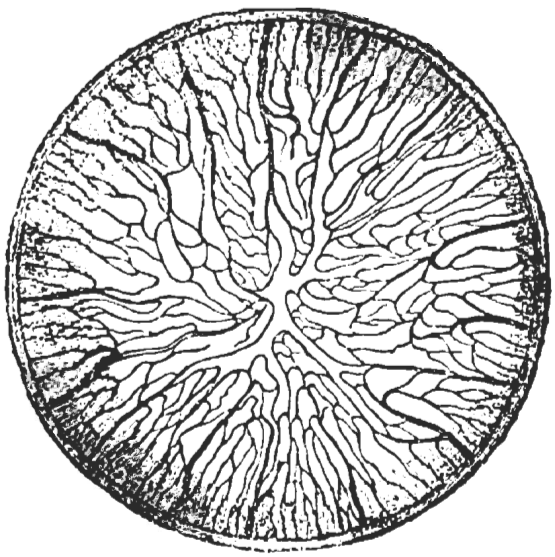
ويتكون الجفنان في البشر والحيوانات الثديية والطيور اولاً على هيئة حلقة . ثم يمتدان على المقلة الى ان يلتقيا ويلتصق الواحد منهما بالآخر التصاقاً شديداً . وينفك الالتصاق بينهما قبل الولادة واما في الحيوانات التي تاكل اللحوم فبعدها

شكل ٢٢٦ . قطع عمودي طولي للمقلة من جنين بشري في الاسبوع الرابع . مكبّر $\frac{1}{1}$. c البشرة التي تتكون منها القرنية . l العدسة . op العصب البصري . vp الحويصلة البصرية . p صباغ المشيمية . r الشبكية . vs الحويصلة البصرية الثانوية التي تتضمن جرثومة الجسم الزجاجي

شكل ٢٢٧ . قطع عرضي عمودي للمقلة من جنين بشري في الاسبوع الرابع . مكبّر $\frac{1}{1}$. pr بقايا تجويف الحويصلة البصرية الاصلية . p صباغ المشيمية . r الشبكية . v بداءة تكوين الجسم الزجاجي في باطن الحويصلة البصرية الثانوية . $\bar{a}$ الشق العيني الذي تنفذ منهُ عروة الشريان المركزي (a) . l العدسة

وتتكون الاذن كالعين على ما قال المعلم هوشكي اي ان بعضها يتكون من الباطن وبعضها من الظاهر. فيتكون التيه في قسم بارز من الدماغ مجوف هو العصب السمعي. ويظهر في اول الامر على هيئة حويصلة مستطيلة في مؤخر الراس اعلى الشق الثاني. ثم يتولد منها حويصلة ثانية هي جرثومة القوقعة التي تبدأ ان تظهر تلافيفها حينئذٍ. وتتولد القنوات الهلالية على هيئة مجارٍ تذهب من

شكل ٣٢٨



الدهليز وتعود اليهِ. وتتكون الطبلة على هيئة تجويف منفصل عن الصماخ السمعي الظاهر بواسطة الغشاء الطبلي. ويمتد غشاء الفم المخاطي في بوق اوستاكيوس الى الطبلة ويتصل بالجلد المنعكس في الصماخ السمعي الظاهر ولا يفصلها الاَّ الغشاء الطبلي

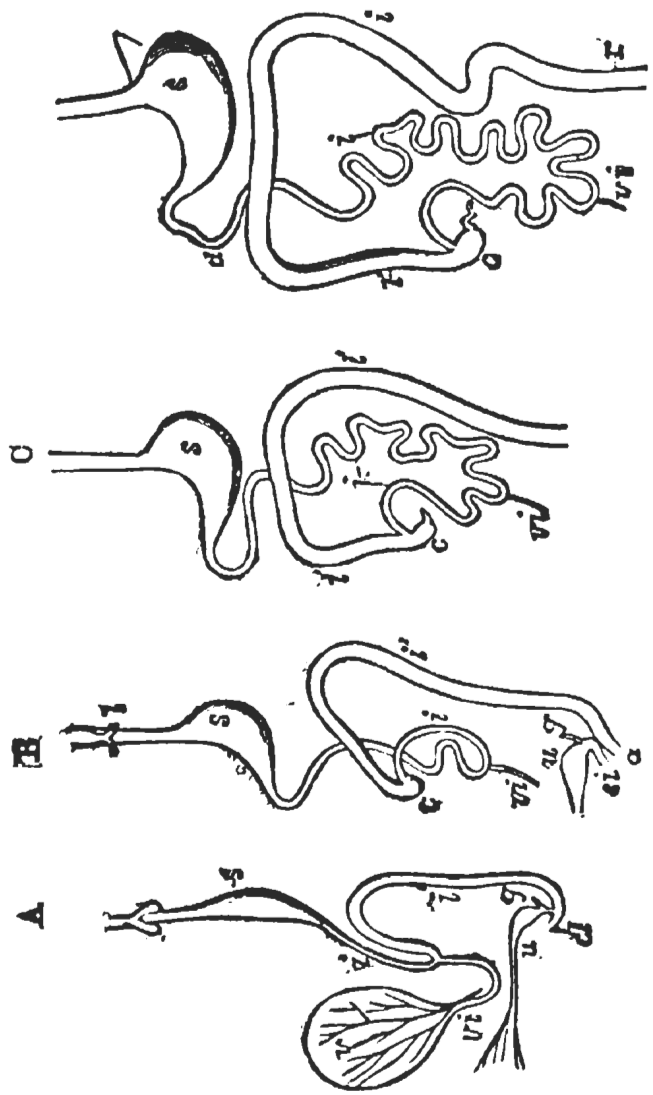
تكوين القناة الغذائية

بعد الدور الاوَّل في تكوُّن القناة الغذائية (صفحة ٤٩٩) تصير على هيئة انبوبة مستقيمة متساوية الحجم ثم تنقسم رويدًا رويدًا الى الاقسام الخاصة بها اي المعدة والمعى الدقيق والمعى الغليظ (شكل ٣٢٩) ويكون اتجاه المعدة في اوَّل الامر كاتجاه بقية القناة فيكون طرفها القلبي الى اعلى وطرفها البوابي الى اسفل.

شكل ٣٢٨. اوعية الغشاء الجدقي من قط مولود حديثًا. يشاهد في مركزهِ اجتماع الشبكة الوعائية

واما التغيرات التي تحدث في وضع القناة الغذائية فتظهر من الرسوم التي تشاهد في الشكل التابع

شكل ٢٢٩



شكل ٢٢٩. رسم القناة الغذائية باعتبار شكلها ووضعها حسب ترتيب ادوار تكوينها. A القناة الغذائية في الجنين في الاسبوع الرابع . B في الاسبوع السادس . C في الاسبوع الثامن . D في الاسبوع العاشر . l الرئتان الاصليتان متعلقتان بالبلعوم . s المعدة . d الاثنا عشري . i المعى الدقيق . c الغليظ . c الاعور وزائدته . r المستقيم . cl حاصل اثري في الجنين يشاهد في الطيور وحيوانات يجتمع فيه الغائط والبول وغيرها يقال له السَرَب. a الاست . si الجيب البولي التناسلي . v الحوبصلة السرية . vi الفتحة السرّية . u المثانة والاوراكوس الممتدان الى الالنتويس . g القناة التناسلية

الغدد الرئيسية التي تتعلق بالقناة الهضمية هي الغدد اللعابية والبنكرياس والكبد . تظهر كل من الغدد اللعابية في الحيوانات الثديية على هيئة قناة بسيطة تنشأ منها شعب (شكل ٢٤٠) وهي موضوعة ضمن كتلة هلامية مستطرقة الى تجويف الفم . ثم كلما تقدم نمو الغدة كثر تشعب القناة ونقصت الكتلة الهلامية المحيطة بها . وكلٌّ من فروع القناة اي القنوات اللعابية مؤلف من مجموع مستقل من انابيب مسدودة الطرف الواحد مفتوحة الطرف الاخر الذي يصب في القناة اللعابية (شكل ٢٤١) . ويتكوّن البنكرياس كما تتكون الغدد اللعابية

شكل ٢٤٠

شكل ٢٤١

واما الكبد فيتكون في جنين الطير من بروز قسم من جدران القناة المعوية على هيئة فرعين مجوفين مخروطي الشكل يعانقان الجذع الوريدي العام (شكل ٢٤٢) ويدخل الوريد المحي القسم الظاهر من المخروطين ويتفرع في

شكل ٢٤٠ . ظهور الغدة النكفية في جنين الغنم

شكل ٢٤١ . فصيصات الغدة النكفية مع القنوات اللعابية في جنين الغنم متقدم التكوين

باطنهما فيصير شبكة شعرية تنتهي في اجذاع وريدية لاجل حمل الدم الى القلب.

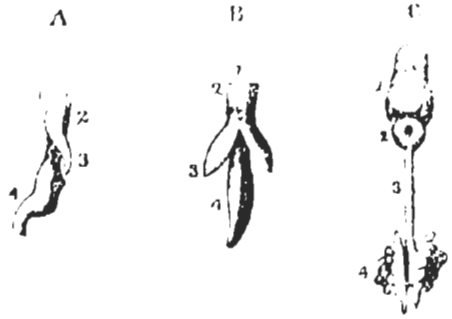
شكل ٢٤٢

ويتولد من قسم المخروطين الباطن بناء الكبد الحلوي الذي تمتد اليهِ الاوعية الدموية . وتتكون الحوصلة المرارية على هيئة شعبة ممتدة من القناة الكبدية

تكوين الجهاز التنفسي

تظهر الرئتان اولاً على هيئة درنتين صغيرتين بارزتين من سطح المرئ . ثم تتحدان عند الجزء المقدم من محيطها وحينئذٍ يتكوّن هناك عنبق يستطيل ثم

شكل ٢٤٣



يتحول الى القصبة . ويشاهد بعد ذلك ببرهة قصيرة ان الرئتين مؤلفتان من

شكل ٢٤٢ . اثر الكبد في فرخ الدجاج في اليوم الخامس بعد الحضانة . a القلب . b المعى . c شعبة من المعى يتولد عليها الكبد (d) . e بعض الطبقة المخاطية من الغشاء الجرثومي

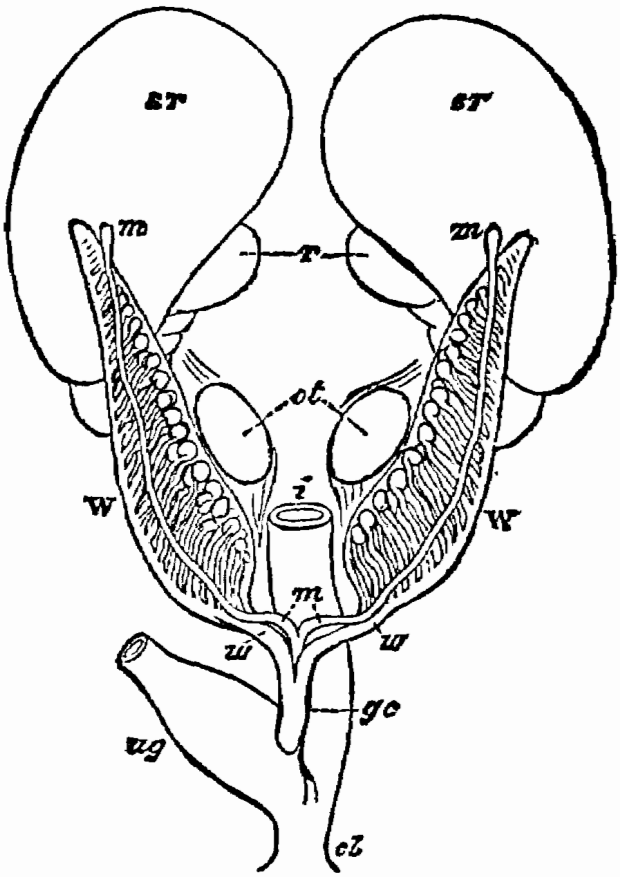
شكل ٢٤٣ . تكوّن الاعضاء التنفسية . A جانب مرئ فرخ الدجاج في اليوم الرابع من الحضانة مع اثر القصبة في الجانب الايسر . 1 الجدار السفلي من المرئ . 2 جدارهُ العلوي . 3 اثر الرئة . 4 المعدة . B المرئ على ما تقدم كما يشاهد من الامام لاجل اظهار الرئتين . C من جنين الفرس . 1 اللسان . 2 الحنجرة . 3 القصبة . 4 الرئتان على ما تشاهدان من الجانب العلوي

كتلة انابيب مسدودة الطرف الواحد ومستطرقة من طرفها الآخر الى القصبة (شكل ٢٤٣). وفي تلك الاثناء يظهر الحجاب الحاجز

تكوين جسمي وُلف والجهاز البولي والاعضاء التناسلية

جسما وُلف (شكل ٢٤٤ w) عضوان خاصان بالحيوة الجنينية يقومان مقام الكليتين في الوظيفة ولا تتكون الكليتان منهما. شكلهما في ذوات الثدي فولي

شكل ٢٤٤



وهما مؤلفان من قنوات مستعرضة مسدودة الطرف مستطرقة الى قناة مبرزة (w شكل ٢٤٤) ممتدة من الطرف السفلي من العضو الى الجيب البولي التناسلي الخاص بالجنين (ug). وتتكون الكليتان (r) ومحفظتاهما (sr) وراء الجسمين

شكل ٢٤٤. رسم جسمي وُلف وقناتي موللر والاجزاء المجاورة قبل التمييز الجنسي. sr الجسمان اعلى الكليتين. r الكليتان. ot الميضان او الخصيتان. w جسما ولف. w قناتا ولف. m و m قناتا موللر. gc الحبل التناسلي. ug الجيب البولي التناسلي. i المعى. cl السَرَب

المذكورين فتكونان في اوّل الامر محجوبتين بهما ثم كلما نمت الكليتان صغر حجمهما الى ان يصير وضعهما اسفل الكليتين ولا يبقى منهما عند نهاية الحيوة الجنينية الاّ اثر. وتتحول اخيرًا قناتاهما في الذكر الى القناتين الناقلتين والقناتين القاذفتين وتتكون الحويصلتان المنويتان من قسمهما السفلي واما في الانثى فتختفيان بالكلية

والخصيتان او المبيضان يتكونان على حدتهما عند الحافة الانسية المغمرة لجسمي وُلف ويستحيل التمييز في اول الامر بين الخصية والمبيض ثم تظهر الصفات الخاصة بكلٍّ منهما رويدًا رويدًا . غير انهُ في كلا الحالين يهبط العضوان الى قسم سفلي من الجسد فيصير وضع المبيضين اخيرًا في الحوض واما الخصيتان فتهبطان وتدخلان الحلقة الاربية الباطنة نحو الشهر السابع ثم تسيران في القناتين الاربيتين وتنفذان من الحلقة الظاهرة الى الصفن عند نهاية الشهر الثامن . وبينما تهبط الخصية على ما ذكر يندفع امامها قسم من البريتون تتكون منهُ اخيرًا الطبقة الغمدية الخصوية ولا ينسد الاستطراق بين الطبقة الغمدية والتجويف البريتوني الاّ قبل الولادة ببرهة قصيرة . وكلما هبطت الخصية او المبيض هبط معها بالضرورة اوعيتها الدموية واللمفاوية واعصابها التي كانت لها وهي في القسم القطني فيعلَّل بذلك عن بعد منشأ الاوعية المذكورة من العضوين المذكورين ولا سيما الخصية

وكان يُظَن في ما مضى ان السبب الفاعل في هبوط الخصيتين الى الصفن هو وجود حبل غشائي عضلي يقال لهُ الدفة الخصوية ممتد في جدار البطن من القسم السفلي من الخصية اذ لا تزال مرتفعة في البطن الى القناة الاربية ومقدم العانة واسفل الصفن على شكل انهُ كلما قصر الحبل المذكور انجذبت الخصية الى الاسفل الى ان تهبط اخيرًا الى باطن الصفن. وقد انكر ذلك عامة الفيسيولوجيين في هذه الايام وقالوا ان هبوط الخصية والمبيض عائد الى عمل النمو على نوع مجهول لا الى سبب ميكانيكي كما تقدم . ويظهر على الجملة ان هذا الامر من الاشياء المبهمة التي لا يعلَم سببها الى الآن . والرباط المستدير للرحم

في الانثى مقابل للدفة الخصوية في الذكر وهو ممتد من القسم العلوي من الرحم الى النسيج تحت الجلد الى مقدم الارتفاق العاني ويسير في القناة الاربية

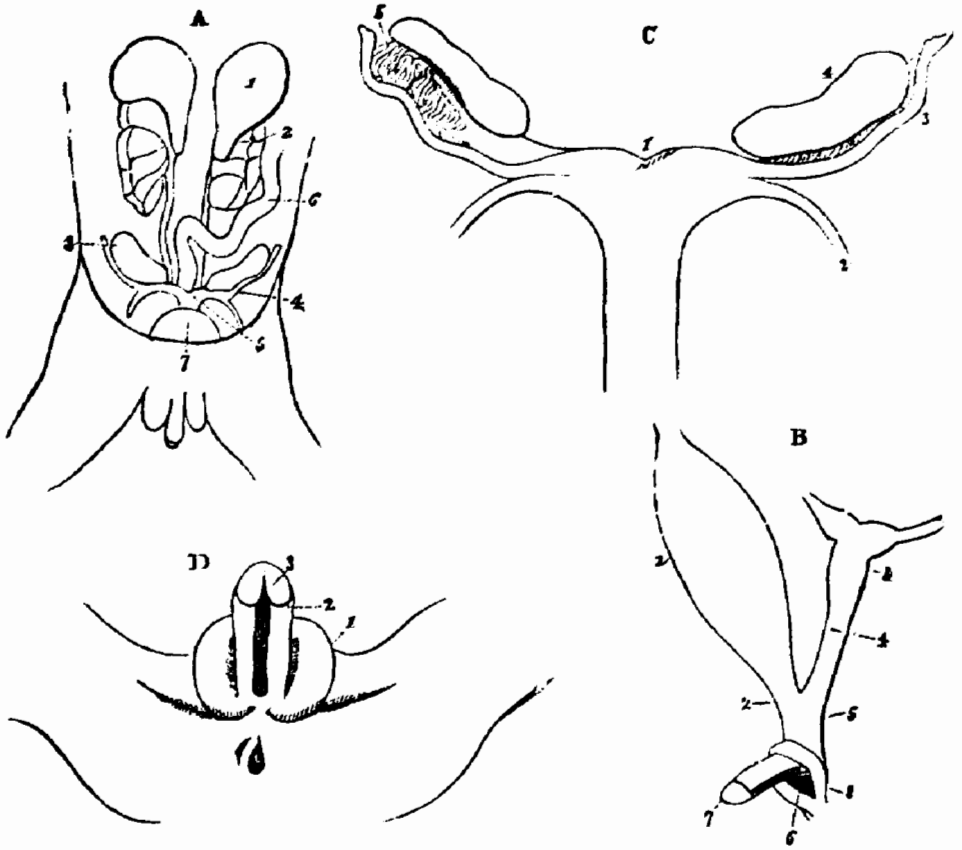
تصب قنوات جسمي وُلف والكليتين والخصيتين او المبيضين نحو اوائل الحيوة الجنينية في حاصل مكون من الطرف السفلي من الالنتويس اي جرثومة المثانة ولما كان الحاصل المذكور مستطرقًا الى الطرف السفلي من المعى كان حينئذٍ سَرَبًا عامًّا لجميع هذه الاجزاء تتحوَّل فتحته اخيرًا الى الاست . غير انهُ بعد مدَّة قصيرة ينفصل القسم المعوي من السَرَب عن القسم الخاص بالاعضاء البولية والتناسلية التي يُسمَّى مجراها الى خارج الجسد الجيب البولي التناسلي . ثم ينقسم المجرى المذكور بعد ذلك من المقدم الى الخلف او من اعلى الى اسفل الى قسم بولي وقسم تناسلي ثم يتحول اولهما المتصل بالاوراكوس (صفحة ٥٠٢) الى المثانة البولية

يتكون بوقا فلوپيوس والرحم والمهبل من خيطين يقال لهما قنانا موللر (شكل ٣٤٤ *m*) يظهران الى مقدم جسمي وُلف نحو المدة التي فيها يبدأ هذان الجسمان في انتقال وضعهما النسبي للاجزاء المجاورة والضمور . وكيفية ذلك انهُ تتحد قنانا موللر من الاسفل فتصيران حبلاً واحدًا يقال لهُ الحبل التناسلي يتولد منهُ المهبل وعنق الرحم وقسمهُ السفلي ويتكون القسم العلوي من الرحم وبوقا فلوپيوس من القناتين اعلى اتحادهما . وليس لقناتي موللر فائدة خصوصية في الذكر فيكون حجمها صغيرًا . الجيب الكاسي الموضوع في القسم البروستتي من المجرى البولي بقية الحبل التناسلي ولذلك يكون مقابلاً في الذكور للمهبل والرحم في الاناث

واما اعضاء التناسل الظاهرة فتكون في بداءة الامر واحدة في الجنسين . وذلك انهُ تحدّ فتحة الجهاز التناسلي البولي في الذكر والانثى ثنيتان من الجلد والى مقدم الفتحة جسم شبيه بالقضيب تعلوهُ قلفة مشقوق او محنور على وجههِ السفلي . وحافتا الشق او الميزاب المذكور منفرجتان نحو الخلف سائرتان على

جانبي الفتحة التناسلية البولية الى الانسية من الثنيتين الجلديتين المذكورتين آنفًا (شكل ٢٤٥ B و D). والجسم الشبيه بالقضيب يرتد الى الوراء ويقصر في

شكل ٢٤٥



الانثى فيكوّن البظر وتحول حافتا الميزاب الذي على وجهه السفلي الى الشفرين الصغيرين ويتكون الشفران الكبيران من الثنيتين الجلديتين الكبيرتين. واما في جنين الذكر فتتحد حافتا الميزاب الذي على الوجه السفلي من القضيب نحو

شكل ٢٤٥. اعضاء البول والتناسل في جنين بشري طوله ثلاثة قراريط ونصف. A منظر عام للاجزاء التابعة. 1 المحفظتان اعلى الكليتين. 2 الكليتان. 3 الميضان. 4 بوق فلوبيوس. 5 الرحم. 6 المعى. 7 المثانة. B المثانة واعضاء التناسل. 1 المثانة ويشاهد في اعلاها قسم من الاوراكوس. 2 المجرى البولي. 3 الرحم. 4 المهبل. 5 قسم مشترك حينئذٍ بين المهبل والمجرى. 6 فتحة مشتركة بين اعضاء البول والتناسل. 7 البظر. C اعضاء التناسل الباطنة. 1 الرحم. 2 الرباطان المستديران. 3 بوقا فلوبيوس المكونان من قناتي موللر. 4 الميضان. 5 بقايا جسمي ولف. D اعضاء التناسل. 1 الشفران الكبيران. 2 الشفران الصغيران. 3 البظر

الاسبوع الرابع عشر فتكوّن القسم الخاص من مجرى البول بالقضيب وتحول الثنيتان الجلديتان الكبيرتان الى الصفن الذي تهبط اليه الخصيتان من التجويف البطني نحو الشهر الثامن . وقد يتفق احياناً عدم سد المجرى البولي فيقال للتشويه المذكور هيبوسباديا س وهو خاص بالخُنثى وتشتد الحالة الخنثوية اذا حُجِزَت الخصيتان في التجويف البطني

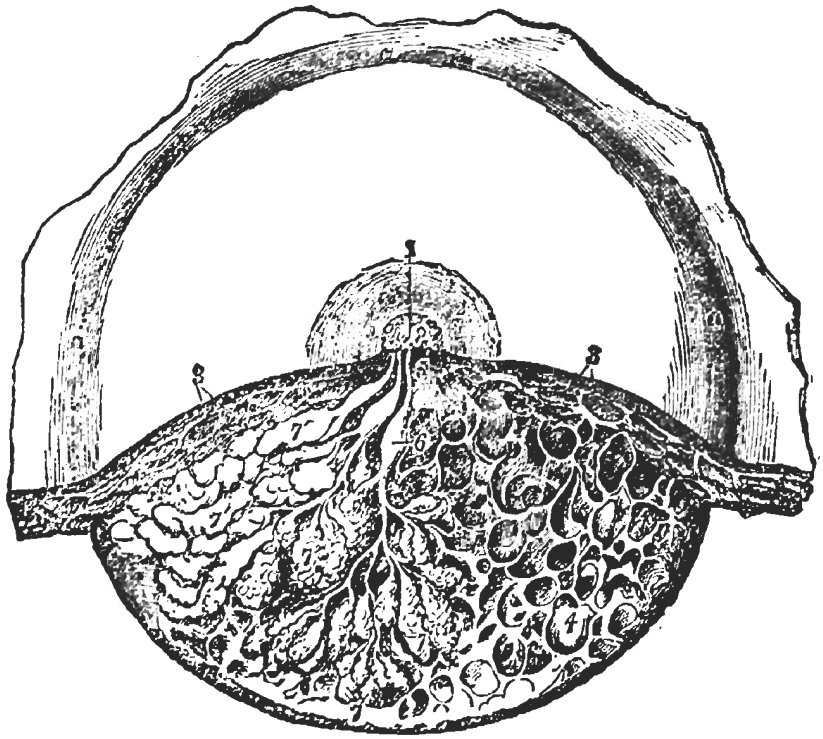
الغدتان الثدييتان

الغدتان الثدييتان عضوان اضافيان الى الجهاز التناسلي في الانسان وبقية الرتبة الثديية من الحيوانات . تاليفهما الجوهري كتاليف الغدد المركبة اي انها مكونة من فصوص والفصوص مقسومة الى فصيصات والفصيصات مكونة من اطراف القنوات المبطنة بابيثيليوم غدّي . وتنضم الفصوص والفصيصات بعضها الى بعض بواسطة نسيج خلوي . وبين الجلد من المقدم والغدة من الخلف كمية وافرة من الدهن الاصفر مقسومة الى فصوص بواسطة اغماد وزوائد من النسيج الخلوي المتين (شكل ٢٤٦) والدهن المذكور يغطي جميع سطح الغدة الاّ الحلمة وينفذ بين فصوصها وفصيصاتها والغدة الثديية موضوعة بين طبقتي الصفاق السطحي ومستقرة على العضلة الصدرية الكبيرة . عدد القنوات اللبنية من خمس عشرة الى عشرين وهي مكونة من اتحاد القنوات الصغيرة وتصب الى ظاهر الحلمة بواسطة فتحات صغيرة منفردة غير انها قبل دخولها قاعدة الحلمة تتمدد (ه شكل ٢٤٦) فتكوّن مدّة الارضاع حواصل يجتمع فيها اللبن . وجدران القنوات اللبنية مكوّنة من نسيج خلوي مرن ومبطنة بغشاء مخاطي لطيف يغطي سطحه ابيثيليوم قشري او كروي

والحلمة التي تنضم منتهى القنوات اللبنية مكونة من نسيج خلوي تتخلله الياف عضلية غير مخططة . وتتوزع فيها اوعية دموية كثيرة فيصير بناؤها شبيهاً بالنسيج الانتصابي . وعلى سطحها حليمات شديدة الحس وحولها هالة صغيرة لونها

مائل الى الحمرة او السمرة يشاهد عليها بروزات صغيرة مكونة من غدد دقيقة مفرزة

شكل ٢٤٦



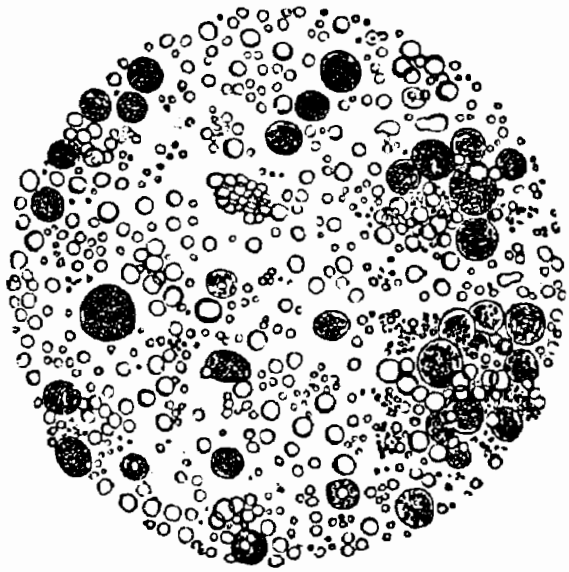
الاوعية الدموية والاعصاب والاوعية اللمفاوية التي تتوزع في الغدتين الثديتين كثيرة العدد . ويختلف قطر الاوعية الدموية وحجم الغدد بحسب حالة الانثى ولا سيما مدة الحمل والارضاع

افراز اللبن لا يتم عادةً الاَّ بعد الولادة وقليلاً جدًّا في الشهور المتاخرة من

شكل ٢٤٦ . تشريح النصف السفلي من الثدي مدة الارضاع . مصغَّر $\frac{1}{3}$. وقد أُظهرت في الجانب الايسر من القسم المشرَّح الفصوص الغدّية وفي الجانب الايمن أُخرج الجوهر الغدي لاجل اظهار الخلايا الشبكية في النسج الموصل حيث تستقر الفصيصات الغدية .
1 النصف العلوي من الحلمة . 2 الهالة المحيطة بها . 3 كتل دهنية موضوعة تحت الجلد . 4 خلايا شبكية في النسج الموصل تسند الجوهر الغدي وتتضمن الكتل الدهنية . 5 ثلاث قنوات لبنية سائرة الى الحلمة ومستطرقة الى ظاهرها . 6 جيب او حاصل لبني . 7 بعض الفصيصات الغدّية محلولة من ارتباطاتها . 8 غيرها مجموعة

الحمل والفاعل في افراز المذكور هو الكريات الابيثيلية المبطنة للقنوات اللبنية. ولا تختلف كيفية العمل في ذلك عن افراز عموم الغدد (انظر صفحة ٢٧١)

شكل ٢٤٧



اذا نُظِر الى اللبن بالمكرسكوب شوهد انهُ يتضمن كريات كثيرة مختلفة الحجم (شكل ٢٤٧) اكثرها نحو $\frac{1}{1000}$ من القيراط . وهي مؤلفة من مادة زيتية مغطاة بطبقة دقيقة من جوهر البومني يقال لها الكريات اللبنية. ويتضمن اللبن جزئيات ايضاً كثيرة دقيقة زيتية والبومنية الجوهر. ويختلف اللبن الذي يفرز في الايام الاولى بعد الولادة عن اللبن الاعتيادي بانهُ يتضمن كمية اعظم من المواد الجامدة واذا نُظِر اليهِ بالمكرسكوب شوهد انهُ حاوٍ كتلاً حبيبية خاصة بهِ يظهر انها كريات مفرزة مندفعة من باطن الغدة قبل انفجارها وافراغ ما في باطنها لشدة الحاجة الى اللبن عند الولادة

الثقل النوعي للبن البشري نحو ١٠٣٠ وقد سبق الكلام على تركيبهِ الكيماوي (صفحة ١٦٦)

تم

شكل ٢٤٧ . الكريات اللبنية وبينها كريات دهنية كبيرة تظهر عند بداءة الارضاع

اسئلة عمَّا تتضمَّنهُ فصول هذا الكتاب

الفصل الاوَّل

ما هو علم الفيسيولوجيا
الفيسيولوجيا (من φύσις الطبيعة و λόγος كلام) علم يبحث عن حيوة الاجسام الآلية وظواهرها واحكامها (صفحة ٥)
ما هي شروط الحيوة (صفحة ٥)
ماذا يراد بالولادة (صفحة ٥)
ماذا يراد بالنموّ (صفحة ٥)
ما هو الاختلاف بين نموّ الاجسام الحية ونموّ الابنية غير الحيَّة (صفحة ٥ و٦)
ماذا يراد بالتكوين او النُشُوء
التكوين ارتقاء الجسم الحيّ في الشكل والبناء (صفحة ٦)
ماذا يراد بالانحطاط (صفحة ٧)
ما هي وجوه الاختلاف بين النبات والحيوان (صفحة ٧)

الفصل الثاني

ما هي الجواهر العنصرية التي يتألَّف منها الجسد البشري (٨)
ما هو الفرق بين المركَّبات الآلية وغير الآلية (٨ و٩)
ما السبب في سهولة تحليل المركَّبات الآلية (٩)
كيف تقسم المركبات الآلية التي يتألَّف منها الجسد البشري (١٠)
ما هي الاصول غير النيتروجينية (١٠)
ما هي المادة الزيتية او الدهنية (١٠)

ما هو الكولسترين (١٠)
ما هي الاصول النيتروجينية (١٠)
ما هو الجلاتين وصفاته (١٠ و ١١)
ما هو الخوندرين وصفاته (١١)
ما هو الالبومن وصفاته (١١)
ما هو الفبرين (١٢)
ما الفرق بين الفبرين والالبومن (١٢)
ما هو الكاسين (١٢)
ما هو السِنتونين (١٢)
ما هو الميوسين (١٢)
ما هو الكيراتين اي المادة القرنية (١٣)
ما هو المخاط (١٣)
ما نسبة سوائل الجسد وانسجته الى الاصول المذكورة (١٣)
ما هي المواد غير الآلية الموجودة في الجسد (١٤)

الفصل الثالث

ما هي البروتوپلاسما وما نسبتها للابنية الحيَّة (١٥ و ١٦)
ما الفاعل في حركة البروتوپلاسما . اذكر مثالاً على ذلك في النبات والحيوان (١٦)
كيف نُقسَم اصول الجسد التشريحية (١٧)
ماذا يراد بالاصول البسيطة (١٧)
ما هي اقسام الاصول التي لها بناء خاص (١٧)
ما هي الحبيبات وصفاتها (١٧)

ما هي النَوَى وصفاتها (١٨)
ما هي الكُرَيّات وما هو بناؤُها واشكالها وامثلتها (١٩ و٢٠)
ماذا يراد بالمادة بين الكريات (٢٠)
ما هي الخيوط او اللويفات (٢١)
ما هي الالياف (٢١)
ما هي الانابيب (٢١)
ما هي نسبة هذه الاصول لانسجة الجسد (٢١)

الفصل الرابع

ما هو الابيثيليوم وكم نوعًا لهُ (٢٢)
صف الابيثيليوم القشري واذكر مواضعهُ (٢٢)
صف الابيثيليوم الكروي ومواضعهُ (٢٣)
صف الابيثيليوم الاسطواني ومواضعهُ (٢٣)
صف الابيثيليوم الهدبي ومواضعهُ (٢٤)
ما هي فوائد الابيثيليوم (٢٥)
ما هو النسيج الخلوي او الموصل وانواعهُ وفائدتهُ (٢٦ و٢٧)
ما هو النسيج الدهني وما بناؤُهُ وابن وضعهُ (٢٧ و٢٨)
ما هي فوائدهُ (٢٨)
ما هي المادة الملوّنة وابن وضعها وما فائدتها (٢٩)
ما هي اقسام الغضروف وبناؤُهُ (٢٩ و٣٠)
ما هو الغضروف الخلوي (٣٠)
ما هو الغضروف الهيالييني (٣١)
ما هو الغضروف الليفي (٣١)

ما هي فوائد الغضروف (٣٣)
ما هي المواد التي يتالف منها العظم (٣٣)
ما هو بناؤهُ على ما يشاهد بالعين المجردة (٣٣)
ما هو السحاق وما نسبتهُ لتغذية العظم (٣٣)
ما هو بناء العظم المكرسكوبي (٣٤ و٣٥)
كيف يتكوّن العظم وينمو (٣٥ و٣٦)
ما هي اقسام السن (٣٦)
ما هي المواد التي يتألّف منها على ما يشاهد بالعين المجردة (٣٦ و٣٧)
ما هو تركيب العاج الكيماوي وبناؤهُ المكرسكوبي (٣٧)
ما هو تركيب المينا الكيماوي وبناؤها المكرسكوبي (٣٨)
ما هو بناء القشرة الحجرية (٣٨)
كيف تتكوّن الاسنان (٣٨)
ما هو عدد الاسنان اللبنية والدائمة وكيف تخلف الدائمة الزمنية (٣٩ و٤٠)

الفصل الخامس

ما هو الدم وما هي صفاتهُ الطبيعية (٤٠ و٤١)
ما هي كمية الدم الموجودة في الجسد البشري (٤١)
ماذا يراد بتجمُّد الدم وما التعليل عنهُ (٤٣)
ما هي الغمامة البيضاء وسبب التقعير على الوجه العلوي للكتلة المتجمدة (٤٣)
ما هو التعليل عن الغمامة والتقعير المذكورين في الالتهاب (٤٣)
ما هي الاحوال التي تسرع تجمد الدم (٤٤)
ما هي الاحوال التي تعيقهُ (٤٥)
ما هي الاحوال التي تمنعهُ (٤٥)

ما هو تركيب الدم الكيماوي والمادّي (٤٦)

ما هي صفات الكريات الحمراء (٤٧ و٤٨)

ما هو الهيموكلوبين وصفتهُ (٤٩ و٥٠)

ما هي صفات الكريات البيضاء (٥١)

ما هو المصل وصفاتهُ (٥٢)

ما هي نسبة الماء الى بقية اجزاء الدم وما هي فوائدهُ (٥٣ و٥٤)

ما هي نسبة الالبومن والفبرين (٥٣)

ما هي نسبة المواد الدهنية وفائدتها (٥٤)

ما هي اخصّ المواد غير الآلية التي تدخل في تاليف الدم (٥٤)

ما هي اخص المواد الخلاصية (٥٤)

يراد بالمواد الخلاصية مركبات كثيرة اكثرها يتبلور وهي مُرّة الطعم مجردة العمل وتشمل كل المركبات النباتية غير النيتروجينية

ما هي الاحوال التي تعمل في تركيب الدم في الصحة (٥٥)

ما هي وجوه الاختلاف بين الدم الشرياني والدم الوريدي (٥٦ و٥٧)

كيف يختلف دم الوريد البابي والكبدي والطحالي عن الدم الوريدي العام (٥٧ و٥٨)

ما هي الغازات التي يتضمنها الدم وما هي كيفية وجودها فيهِ (٥٩)

ما هو مصدر الكريات الدموية في الجنين ثم بعد الولادة (٥٩ و٦٠)

كيف يتجدد الدم بعد تكوينهِ وما هي كيفية ذلك (٦٠ و٦١)

ما هي فوائد الدم (٦٢)

ما هي فوائد الالبومن والفبرين والمواد الدهنية والاملاح والكريات الحمراء والبيضاء (٦٢)

الفصل السادس

ما هي احشاء الصدر والاعمال التي تحدث فيها (٦٣)
ما هي اقسام الدورة الدموية والقوة الدافعة فيها (٦٤ و٦٥)
صف القلب وكيفية الدورة من حيث تجاويفهِ والاوعية المتصلة بهِ (٦٦)
صف الصمامات الاذينية البطينية (٦٧ — ٧٠)
صف الصمامات الهلالية (٧٠)
اذكر عمل القلب بالتفصيل من حيث انقباض تجاويفهِ وانبساطها (٧١—٧٣)
ما هي كيفية عمل الصمامات الهلالية (٧٣ و٧٤)
ما هي كيفية عمل الصمامات الاذينية البطينية (٧٥ و٧٦)
صف صوتي القلب (٧٧)
ما هي الحوادث التي تصاحب الصوت الاوّل وسببهُ (٧٧ و٧٨)
ما هي الحوادث التي تصاحب الصوت الثاني وسببهُ (٧٧ و٧٨)
ما هو اندفاع القلب وسببهُ (٧٩)
كم عدد نبضات القلب في الدقيقة من الولادة الى الشيخوخة (٨٠)
ما هي الاحوال التي تعمل في سرعة النبض وبطئهِ (٨٠)
ما هي النسبة الكائنة بين النبض والتنفس في الصحة والمرض (٨١)
ما هي نسبة قوة انقباض البطين الايسر للايمن وسبب ذلك (٨١)
ما هي سعة بطيني القلب واذينيهِ (٨١)
ما هو سبب نظام عمل القلب وقول المعلم باجت بهذا الشان (٨٢ و٨٣)
ما هو عمل العصب الرئوي المعدي والسمباتوي في حركات القلب (٨٤)
اذكر امثلة مرضية على علاقة عمل القلب بالاعضاء الاخر (٨٤)
ما هي القوة الرئيسية في احداث الدورة الدموية وتجربة المعلم شاربي لاثبات ذلك (٨٤ و٨٥)

ما هو بناء جدران الشرايين وخصائصها (٨٥ و٨٦)
ما هي فوائد مرونتها (٨٧ و٨٨)
ما هي الادلّة على خاصتها الانقباضية (٨٨ — ٩٠)
ما هي الفوائد الناتجة عن هذه الخاصة (٩١)
ما هي وظيفة الشرايين في الدورة (٩٢)
ما هو سبب النبض وكيف يُعلَّل عنهُ (٩٣ و٩٤)
صِف الآلة المعروفة بالسفيكموكراف (٩٤)
ما هو مذهب المعلم كولت في سبب النبض (٩٦)
كيف يُعلَّل عن خطوط الرسم النبضي الحادثة بواسطة السفيكموكراف (٩٧ و٩٨)
صف آلة المعلم بواسول لاجل معرفة قوة الدم الدافعة في الشرايين (٩٩)
ما هي الاحوال التي تعمل في قوة الدم الدافعة في المجموع الشرياني (١٠٠)
ما هي سرعة الدم في الشرايين (١٠٠)
صف الاوعية الشعرية والشبكة الحاصلة من تمامها (١٠٠—١٠٢)
ماذا يراد بالاجزاء الوعائية وما هي القاعدة الغالبة في كثرة الاوعية الشعرية وقلتها (١٠٢ و١٠٣)
ما هي وظيفة الاوعية الشعرية (١٠٤)
ما هي سرعة الدورة الدموية فيها والصفات الخاصة بها (١٠٥ و١٠٦)
كيف يُعلَّل عن نفوذ الجسيمات الدموية من جدران الاوعية الشعرية وما الفائدة من ذلك (١٠٧)
هل للاوعية الشعرية قوة دافعة للدم وما القول في ذلك (١٠٧ و١٠٨)
ما هو بناء الاوردة والصفة المميزة لها (١٠٨ — ١١٠)
ما هي القوة الدافعة للدم في الاوردة (١١٠)
كيف تُعان الدورة في الاوردة بواسطة الضغط العضلي (١١١)

كيف تعان بواسطة حركات الصدر التنفسية (١١١—١١٤)
ما هو سبب بطئ الدورة في الاوردة بالنسبة الى الشرايين (١١٤)
ما هي الطرق لاستعلام سرعة الدورة الدموية والنتيجة من ذلك (١١٥ و١١٦)
هل سرعة الدورة في كل اقسام الجسد واحدة ولماذا الاختلاف (١١٧)
ما هي الصفات المميزة للدورة الدماغية (١١٨ و١١٩)
ما هي الصفات المميّزة للدورة في الابنية الانتصابية (١٢٠ و١٢١)

الفصل السابع

ما الفائدة الرئيسية الحادثة من وظيفة التنفس (١٢٢)
صف بناء الرئتين (١٢٣—١٢٦)
ما هي حركات التنفس ونسبتها بعضها الى بعض (١٢٧)
ما هي الكيفية الميكانيكية التي يتم بها التنفس (١٢٧ و١٢٨)
ما هي العضلات العاملة في الشهيق وكيفية عملها (١٢٨ و١٢٩)
كيف يختلف الشهيق في الاولاد والذكور البالغين والنساء (١٢٩)
ما هو سبب الزفير الاعتيادي والمجهودي (١٢٩—١٤١)
كيف وضع الرئتين في الشهيق والزفير بالنسبة الى الجدران الصدرية (١٤١)
ما هي حالة فتحة المزمار في التنفس (١٤٢)
ما هي كمية الهواء التي تدخل وتخرج في التنفس (١٤٢)
ماذا يراد بهواء النفس والاضافي والمحفوظ والباقي (١٤٢)
ماذا يراد بالسعة الحيوية وما هي الاحوال التي تعمل فيها (١٤٢ و١٤٣)
ما هو عدد التنفس في الدقيقة ونسبة ذلك الى نبضات القلب (١٤٣)

ما هي قوة العضلات الشهيقية والادلة عليها (١٣٤)
ما هي فائدة الطبقة العضلية في الشعب الرئوية (١٣٥)
كيف يعمل ناموس انتشار الغازات في التنفس (١٣٥)
صف الاوعية الشعرية في الرئتين وكيفية الدورة فيها (١٣٦)
ما هو تركيب الهواء الجوي والتغيير الذي يحدث فيهِ من التنفس (١٣٧)
الى اي درجة يسخن الهواء الخارج في الزفير (١٣٧)
ما هي كمية الحامض الكربونيك الخارجة في الزفير وما هي الكيفيات التي تعمل فيها (١٣٨ — ١٤٠)
ما هي كمية الاكسجين التي تدخل الدم وكيف يُستعلَم ذلك (١٤١)
ما هي فائدة نيتروجين الهواء الجوي في التنفس (١٤١)
ما هي كمية البخار المائي الخارجة في الزفير وما هي الكيفيات التي تعمل فيها (١٤٢)
ما هي المواد الاخرى التي تخرج مع الهواء في الزفير (١٤٢)
ما هي التغيرات الحادثة في الدم بواسطة التنفس (١٤٣)
كيف يتحد الاكسجين بالدم (١٤٤)
ما هو عمل الحجاب الحاجز والعضلات البطنية في الاعمال التنفسية (١٤٤)
كيف يتم التنهُّد والفواق (١٤٥ و١٤٦)
كيف يتم السعال والعطاس والقيء (١٤٦ و١٤٧)
كيف يتم استطلاق البول والغائط والجنين (١٤٧)
كيف يتم التكلُّم والغناء والتثاؤب والضحك والمص (١٤٨)
ما هو عمل المجموع العصبي في التنفس (١٤٩ و١٥٠)
ما هي النتائج الحادثة عن توقُّف التنفس وانقطاعهِ (١٥٠ و١٥١)
ماذا ظهر من التجارب بهذا الشان (١٥١ و١٥٢)

الفصل الثامن

ما هو معدل حرارة الجسد البشري في باطن الجسد وظاهره (١٥٣)
ما هي اخصّ الكيفيات التي تعمل في حرارة الجسد وهو في الصحة (١٥٣ — ١٥٥)
الى اي درجة ترتفع الحرارة وتنخفض في المرض (١٥٥)
ما هي درجة الحرارة في انواع الحيوان وما الفرق بين ذوات الدم الحارّ والدم البارد (١٥٥)
كيف تقام درجة متساوية من الحرارة عادةً (١٥٦)
ما هي المصادر التي تتولد منها الحرارة الحيوانية (١٥٧)
ما هي الادلة على ذلك (١٥٧ — ١٥٩)
ما هي الوسائل لضبط الحرارة من انفاق وتعويض (١٥٩ — ١٦٣)
ما هو عمل المجموع العصبي في ذلك وكيف يُعلَّل عنهُ (١٦٣ و١٦٤)

الفصل التاسع

ماذا يراد بالهضم (١٦٤)
ما هي فائدة الطعام وانواعهُ (١٦٤ و١٦٥)
ماذا يشترط في طعام الحيوانات وما هي الادلة على ذلك (١٦٥ — ١٦٨)
ما هي وجوه الاتفاق والاختلاف في الطعام الحيواني والنباتي (١٦٨ و١٦٩)
ما هي النتائج الحادثة عن الانقطاع التام عن الطعام (١٦٩)
كيف يُستعلَم ما يحتاج اليهِ الانسان من الطعام من حيث الكمية والنوع (١٧٠)
ما هي منزلة الخبز واللحم في ذلك (١٧١ و١٧٢)

لماذا لا يمكن تعيين كمية الطعام ونوعهِ لكل فرد من افراد البشر (١٧٣ و١٧٤)
ما هو سير الطعام في القناة الغذائية (١٧٣)
ماذا يحدث في الطعام من التغيير وهو في الفم (١٧٥)
ما هو بناء الغدد اللعابية وصفات اللعاب وتركيبهُ (١٧٥ و١٧٦)
ما هي الكيفيات التي تعمل في سرعة افراز اللعاب وكميتهِ (١٧٧)
ما هي فوائد اللعاب الميكانيكية والكيماوية (١٧٧ و١٧٨)
صف عمل الازدراد (١٧٩ و١٨٠)
ما هي طبقات المعدة وغددها واوعيتها واعصابها (١٨٠—١٨٤)
كيف تيسر استخراج عصارة المعدة والوقوف عليها (١٨٥)
ما هي صفاتها الطبيعية وتركيبها (١٨٦ و١٨٧)
ما هي المواد الفاعلة في عصارة المعدة (١٨٧)
ما هي التجارب في الهضم خارج المعدة (١٨٨ و١٨٩)
ما هو تركيب السائل الاصطناعي في الهضم (١٨٩)
ماذا يعلم من حقيقة الهضم في المعدة (١٩٠)
ما هو الكيموس (١٩٠)
ما هي احكام عمل السائل المعدي في مواد الطعام (١٩١)
ماذا يحدث في ما تتناولهُ المعدة من السوائل والاطعمة الجامدة (١٩١ و١٩٢)
ما هي تجارب المعلم بيومنت بهذا الشان (١٩٢)
ما هي الاحوال المعينة في الهضم (١٩٣)
ما هي تجارب بيومنت في سرعة هضم انواع الاطعمة (١٩٣)
ما هو بحث راوتس في حواصل الهضم (١٩٣ و١٩٤)
ما هي التغيرات التي تحدث في الاصول الالبومنية (١٩٤)
ما التغيرات التي تحدث في الاصول السكرية والنشائية والزيتية (١٩٥)

ما الفائدة من عمل الطبقة العضلية للمعدة وكيفية ذلك (١٩٦–١٩٨)
ما هو عمل هذه الطبقة في القيء (١٩٨)
ما هو عمل المجموع العصبي في الهضم المعدي (١٩٩–٢٠١)
ماذا يراد بانهضام المعدة بعد الموت وما التعليل عن ذلك (٢٠١ و٢٠٢)
ما هو الفاصل بين المعى الدقيق والغليظ وما هو طول المعى الدقيق واقسامهُ وطبقاتهُ (٢٠٢ و٢٠٣)
ما هي الصمامات الكاذبة ووظائفها (٢٠٤)
ما هي غدد المعى الدقيق ووظائفها (٢٠٤–٢٠٨)
ما هو بناء الخمل ووظيفتهُ (٢٠٩–٢١١)
ما هو طول المعى الغليظ واقسامهُ وطبقاتهُ وغددهُ (٢١١ و٢١٢)
ما هو بناء الصمام اللفائفي الاعوري وفائدتهُ (٢١٢)
ما هو البنكرياس وافرازهُ ووظائفهُ (٢١٣ و٢١٤)
ما هو الكبد وبناؤهُ (٢١٤ و٢١٥)
كيف تتفرع اوعية الكبد وقنانهُ (٢١٦–٢١٩)
ما هي الصفراء وما تركيبها (٢٢٠ و٢٢١)
ما هو تحليل البيلين الكيماوي (٢٢٢)
كيف تُكشَف المادة الملونة للصفراء (٢٢٢)
ما هي كيفية افراز الصفراء وسيرها وكمينها (٢٢٣ و٢٢٤)
ما هي فائدة الصفراء الابرازية (٢٢٤–٢٢٥)
ما هي فائدتها الهضمية (٢٢٥)
هل للكبد وظائف اخرى غير افراز الصفراء وما هي (٢٢٦–٢٢٨)
ما هي خلاصة عمل الكبد الافرازي (٢٢٨)
ما هي خلاصة عمل الهضم في المعى الدقيق (٢٢٩ و٢٣٠)
ما هي خلاصة عمل الهضم في المعى الغليظ وما تركيب الغائط (٢٣١ و٢٣٢)

ما هي غازات المعدة والامعاء وما هو مصدرها (٣٤٣)

صِف حركات الامعاء الدودية وعمل العاصرتين وعمل المجموع العصبي في ذلك (٣٤٣)

الفصل العاشر

ما هي فائدة الامتصاص (٣٤٤)

ما هي الاوعية اللمفاوية واللبنية وابن نصب (٣٤٤ و٣٤٥)

ما هو بناؤُها وكيف يُعلَّل عن سير السائل فيها (٣٤٦ و٣٤٧)

كيف تبدأ الاوعية اللمفاوية واللبنية وما وظيفتها (٣٤٨)

ما هو بناء الغدد اللمفاوية (٣٤٨—٣٤٠)

ما هي صفات اللمفا (٣٤٠)

ما هي صفات السائل اللبني والكيلوس (٣٤١)

ما هو تركيب اللمفا والكيلوس ونسبتها للدم (٣٤٢ و٣٤٣)

ما هي المواد التي تمتصها الاوعية اللبنية وكيف يتم ذلك (٣٤٤)

ما هي اللمفا وما هو مصدرها (٣٤٥)

ما هي القلوب اللمفاوية (٣٤٥)

كيف يتمُّ الامتصاص بواسطة الاوعية الدموية وما سببهُ (٣٤٦ و٣٤٧)

ما هي التجربة التي توضح امتصاص الغازات الى الدم (٣٤٧)

ما هي القاعدة في نفوذ السوائل من الاغشية (٣٤٨)

ما هو الفرق في الامتصاص بواسطة الاوعية الدموية والاوعية اللمفاوية (٣٤٨)

ما هي احكام سرعة الامتصاص ودرجتهِ (٣٤٩ و٣٥٠)

الفصل الحادي عشر

ماذا يراد بالتغذية وما هو الداعي الموجب لها (٢٥١)
ما هي الادلة على ذلك (٢٥٢)
ما هو الدليل على ان لدقائق الجسد اجلاً محدوداً عاملةً كانت او غير عاملة (٢٥٣)
صف حيوة السن اللبني مثالاً لذلك (٢٥٣)
اذكر حيوة الشعرة من زمن تكوينها الى زمن موتها وانفصالها (٢٥٣ و٢٥٤)
ما هي النتيجة من هذه الامثلة وغيرها (٢٥٥)
ما هي الاحكام التي تتعلق بحيوة الدقيقة (٢٥٦)
ما هي كيفية العمل في تكوين دقيقة جديدة لتخلف القديمة (٢٥٦)
ما الفرق بين التوليد والتكرير (٢٥٦)
ما هي شروط التغذية (٢٥٧)
ما هو الشرط الاوّل والادلة عليهِ (٢٥٧)
ما هو الشرط الثاني واحكامهُ والادلة عليهِ (٢٥٨)
ما هو الشرط الثالث واحكامهُ والادلة عليهِ (٢٥٨—٢٦٠)
ما هو الشرط الرابع والادلة عليهِ (٢٦١)
ما هو النموّ واحكامهُ (٢٦٣)
ما الفرق بين زيادة الحجم في الصحة والتضخُّم في المرض (٢٦٣)
اذكر امثلة لذلك (٢٦٣)
ما هي كيفية عمل النمو وشروطهُ (٢٦٤)

الفصل الثاني عشر

ما هو الفرق بين الافراز والابراز في الفائدة وكيفية الانفصال عن الدم (٢٦٥)

ما هي الاجزاء الجوهرية في الجهاز الافرازي وما هي الاغشية المفرزة (٢٦٥ و٢٦٦)
ما هو بناء الاغشية المصلية وانواعها وفائدة افرازها (٢٦٦ و٢٦٧)
ما هو بناء الاغشية المخاطية ومكان وضعها (٢٦٧ و٢٦٨)
ما هي الغدد المفرزة وانواعها وبناؤها (٢٦٩ و٢٧٠)
ما هي الكيفية التي يتم بها الافراز (٢٧١)
ما هي وجوه المشابهة بين الافراز والتغذية (٢٧٢)
في اي زمن تُقذَف الافرازات وكيف (٢٧٢)
ما هي الاحوال التي تعمل في كيفية الافراز (٢٧٣)
ما هي كيفية عمل المجموع العصبي في الافراز وغيره من وظائف الجسد (٢٧٣)

الفصل الثالث عشر

ما هي الغدد الوعائية ووظيفتها (٢٧٤)
ما هي الادلة على ان وظيفة هذه الغدد شبيهة بالغدد المفرزة (٢٧٥ و٢٧٦)
هل وظيفة الغدد الوعائية ضرورية للحيوة (٢٧٦)
هل لجميع هذه الغدد وظيفة واحدة (٢٧٧)
ما هو بناء الطحال (٢٧٧)
ما هي وظائف الطحال (٢٧٨ و٢٧٩)

الفصل الرابع عشر

ما هي وظائف الجلد (٢٨٠)
ما هو بناؤهُ (٢٨٠ و٢٨١)
ما هو قسمهُ الخاص باللمس (٢٨٢)

ما هي الجسيمات اللمسية (٢٨٣)
ما هي الاطراف البصلية (٢٨٤)
ما هي فائدة ابيثيليوم الجلد اي البشرة (٢٨٥)
ما هو بناء الغدد العرقية والشمعية والشحمية ومحال وضعها (٢٨٥ و٢٨٦)
ما هو بناء الشعر (٢٨٧ و٢٨٨)
ما هو بناء الاظفار (٢٨٩)
ما هي فائدة افراز الغدد الشحمية (٢٩٠)
كيف يقسم العرق وما هو تركيبهُ (٢٩٠ و٢٩١)
ما هي كمية البخار المائي من الجلد في وقت مفروض وما هي التجارب التي تُظهِر ذلك (٢٩١ و٢٩٢)
ما هي كمية الحامض الكربونيك الباخرة من الجلد (٢٩٢)
ما هي الادلة والتجارب التي تدلّ على ان الجلد جهاز ماصّ (٢٩٢ و٢٩٣)

الفصل الخامس عشر

ما هو بناء الكليتين (٢٩٤–٢٩٨)
كيف يُفرَز البول (٢٩٨ و٢٩٩)
ما هو لون البول وعملهُ وثقلهُ النوعي وكميتهُ (٢٩٩–٣٠١)
ما هو تركيبهُ الكيماوي (٣٠١ و٣٠٢)
كيف تختلف كمية الماء في البول في الصحة والمرض (٣٠٢)
ما هي نسبة اليوريا للبول وكيف تُستحضَر (٣٠٢ و٣٠٣)
ماذا يحلّ من التغيير في البول القديم وما هي كيفية ذلك (٣٠٣)
ما هي الاحوال التي تسبب اختلافًا في كمية اليوريا (٣٠٤)
ما هو مصدر اليوريا والادلة على ذلك (٣٠٤)

ما هو الحامض اليوريك وكيفية وجودهِ في البول واستحضارهِ وصفاتهُ (٤٠٥ و٤٠٦)
ما هو الحامض الهيُوريك (٤٠٧)
ما هو مخاط البول وكيفية وجودهِ فيهِ (٤٠٧)
ما هي موادّ البول الخلاصية (٤٠٨)
ما هي املاح الحامض الكبريتيك في البول وكيفية تكوينها (٤٠٨)
ما هي املاح الحامض الفصفوريك وكيفية تكوينها (٤٠٨ و٤٠٩)
ما هي كيفية وجود الكلور في البول (٤٠٩)
ما دخل الكستين والحامض الاكساليك في البول (٤١٠)

الفصل السادس عشر

ما هي اقسام المجموع العصبي (٤١٠ و٤١١)
ما هي ابنية المجموع العصبي الاصلية (٤١١)
ما هو بناء الاعصاب وانواع الياقها (٤١٢ و٤١٣)
هل يختلط جوهر الالياف او هل تبقى منفصلة كل مدة سيرها (٤١٤)
ماذا يراد بالضفائر العصبية وما فائدتها (٤١٥)
كيف تنتهي الالياف العصبية عند الطرفين (٤١٥)
ما هي اجسام باسيني (٤١٦)
ما بناء الجوهر الحويصلي (٤١٦ و٤١٧)
ما هي وظائف الالياف العصبية (٤١٨)
ما هي العوامل التي تهيج الاعصاب (٤١٨ و٤١٩)
ما هي الاحكام العامة التي تتعلق بتهييج الاعصاب الحاسة والمحركة (٤١٩ و٤٢٠)

ما هي الاحكام الخاصة بعمل اعصاب الحس (٤٢٠–٤٢٢)
ما هي الاحكام الخاصة باعصاب الحركة (٤٢٣)
ما هي المراكز العصبية وما هي وظيفتها على الجملة (٤٢٣ و٤٢٤)
اذكر مثالاً على كيفية الايصال بواسطة المراكز العصبية (٤٢٤)
ما هي انواع نقل التاثيرات من الياف الى الياف اخرى في المراكز العصبية (٤٢٥)
اذكر امثلة لتحويل التاثيرات ونشرها (٤٢٥)
ما هو العمل المنعكس العصبي وما هي احكامهُ (٤٢٥–٤٢٧)
صف الحبل الشوكي (٤٢٨)
ما هي نسبة قسمهِ الليفي للاعصاب المتصلة بهِ (٤٢٩ و٤٣٠)
ما عدد الاعصاب الشوكية وكيف تنشأ من الحبل (٤٣٠)
ما نسبة الجذور الخلفية الى العقد التي تسير فيها (٤٣١)
ما هي وظائف الجذور المقدمة والخلفية والتجارب التي تظهر ذلك (٤٣١ و٤٣٢)
ما هي وظائف الحبل الشوكي (٤٣٢)
ما هي كيفية ايصالهِ للتاثيرات (٤٣٢–٤٣٤)
ما هي كيفية نقلهِ لها (٤٣٥)
كيف يتم العمل المنعكس في الحبل (٤٣٥)
اذكر مثالاً على ذلك يظهر منهُ عدم مشاركة الارادة في العمل المذكور (٤٣٥)
ما هي التجارب التي تثبت ذلك (٤٣٦)
ما الفرق بين ذوات الدم الحار والبارد من هذا القبيل (٤٣٦ و٤٣٧)
ما هو دخل العقل في الاعمال المنعكسة (٤٣٧ و٤٣٨)
لماذا يقال ان المشي والركض والكتابة من العمل المنعكس (٤٣٨)

اذكر امثلة للاعمال المنعكسة الشوكية في المرض (٣٣٩)
ماذا يقال في عمل العضلة العاصرة للاست (٣٤٠)
ما هو بناء النخاع المستطيل واقسامهُ (٣٤٠ و ٣٤١)
كيف تتوزع اليافهُ (٣٤٢)
ما هي وظائفهُ (٣٤٣ و ٣٤٤)
ما عملهُ في التنفس والازدراد (٣٤٤—٣٤٦)
ما هو عملهُ في التكلم وفي تحريك الاوعية (٣٤٦)
ما هو بناء جسر فرولبوس ووظائفهُ (٣٤٧ و ٣٤٨)
ما هو بناء ساقي المخ ووظائفها (٣٤٨)
ما هي وظائف الاجسام الرباعية (٣٤٩)
ماذا يراد بالعقد الحسية وما هي وظائفها (٣٤٩—٣٥١)
ما هو بناء المخيخ (٣٥١ و ٣٥٢)
ما هي وظائفهُ (٣٥٣—٣٥٥)
ما هو بناء المخ (٣٥٥ و ٣٥٦)
ما هي وظيفة المخ والادلة على ذلك (٣٥٦ و ٣٥٧)
ما هي الكيفية التي يتم بها الدماغ وظائفهُ (٣٥٧)
ما هي الادلة على ان لقوى العقل اقسامًا خاصة بها من الدماغ (٣٥٧—٣٥٩)
ما هو مذهب الفرينولوجيا (٣٥٩)
ما هي وظائف بقية اجزاء الدماغ (٣٥٩)
ما هي الاعصاب الدماغية وكيف تقسم باعتبار وظيفتها (٣٥٩ و ٣٦٠)
ما هي وظائف العصب الثالث المحجمي (٣٦٠ و ٣٦١)
ما وظائف العصب الرابع (٣٦١)
ما وظائف العصب السادس (٣٦١)

ما هي اقسام العصب الخامس وابن تتوزع فروعهُ (٤٦٣)
ما هو عمل فروع الجذر الكبير منهُ في عضلات الوجه (٤٦٣)
ما هو عملهُ في القرحية (٤٦٤)
ما هو عملهُ في اعضاء الحس الخاص (٤٦٤)
ما هو عملهُ في الذوق (٤٦٤ و٤٦٥)
ما هو الدليل على مشاركة السمباتوي لهُ في تغذية اعضاء الحواس (٤٦٥)
ما هي وظائف العصب السابع الوجهي (٤٦٥ و٤٦٦)
ماذا يحدث اذا قُطع او انفلج (٤٦٦ و٤٦٧)
ما هي مشاركة العصب الخامس لهُ في الاشعار بالانفعالات النفسانية (٤٦٧)
ابن تتوزع فروع العصب اللساني البلعومي (٤٦٨)
ماذا ظهر من التجارب في اليافعِ (٤٦٨ و٤٦٩)
الى اي اعصاب تنسب الحركة الناشئة من العصب اللساني البلعومي (٤٦٩)
ما هي خلاصة وظائف هذا العصب ونسبتهُ للذوق (٤٦٩ و٤٧٠)
ابن يتوزع العصب الرئوي المعدي (٤٧٠)
ماذا ظهر من تجارب المعلم ريد في فروعهِ (٤٧١)
ما هي الوظائف التي لهذا العصب علاقة بها (٤٧٣ و٤٧٤)
ما هو تاليف العصب الشوكي الاضافي ونسبتهُ للرئوي المعدي (٤٧٤ و٤٧٥)
ما هي خلاصة وظائفهِ (٤٧٥)
ابن يتوزع العصب تحت اللسان وما هي وظائفهُ (٤٧٦)
ما هي وظائف الاعصاب الشوكية (٤٧٦)
لماذا سُمّي العصب السمباتوي بهذا الاسم (٤٧٧)

ما هو بناء اليافوخ وهل يؤدي ذلك الى اختلاف في الوظيفة بالنسبة الى الاعصاب الدماغية الشوكية (٢٧٧)
ما هي اقسام المجموع السمباتوي (٢٧٧)
ما هي صفة العقد واتصالها بالاعصاب (٢٧٨)
الى اين تسير اعصابهُ وما هي نسبتها للاعصاب الدماغية الشوكية (٢٧٩)
ما هي وظائف العصب السمباتوي (٢٨٠ و ٢٨١)
ما هي الاعمال الحيوية التي للعصب السمباتوي علاقة بها (٢٨٢ و ٢٨٣)
ما هي الاعصاب المحركة للاوعية وعملها ومصدرها (٢٨٣ و ٢٨٤)
هل يمكن التمييز بين الالياف السمباتوية والدماغية الشوكية في الاعمال المذكورة (٢٨٤)
ما هي خلاصة هذه المسئلة (٢٨٥)

الفصل السابع عشر

كم نوعًا للحركة الحيوانية وكيف تتم (٢٨٥)
ما هي الحركة الهدبية وكيف تتم (٢٨٦)
ما هي انواع النسيج العضلي (٢٨٧)
ما هو بناء العضلات الآلية ومواضع وجودها (٢٨٨)
ما هي عضلات الحيوة الحيوانية او المخططة وما هو بناؤُها (٢٨٩ و ٢٩٠)
ما هي الخاصة المميّزة للنسيج العضلي وكيف تتنبّه (٢٩١ و ٢٩٢)
ماذا يقال في حسّهِ العام (٢٩٢)
ما القول في كيفية انقباض النسيج العضلي المخطّط (٢٩٢)
ما هي الحوادث التي تصاحب الانقباض (٢٩٣)
ما هي كيفية الاختلاف في العمل بين الالياف المخطّطة وغير المخططة (٢٩٣)

ما هو التيبس الموتي واحكامهُ (٣٩٤–٣٩٦)
ما هي انواع الخجل وما امثلة ذلك في عمل العضلات (٣٩٦ و٣٩٧)
ماذا ينشأ من قرب القوة للدارك (٣٩٨)
صف حركة المشي (٣٩٨–٤٠٠)
كيف يتم الوثب والركض (٤٠١)
ما هو عمل العضلات غير الاختيارية (٤٠١)
ما هو مصدر العمل العضلي (٤٠١ و٤٠٢)

الفصل الثامن عشر

ما الفرق بين الصوت والتكلم (٤٠٣)
ما هو البناء الذي يحدث بواسطتهِ الصوت الانساني (٤٠٣)
ما هي الاجزاء الرئيسية التي تتكوّن منها الحنجرة (٤٠٥)
ما غضاريف الحنجرة وكيف يتصل بعضها ببعض (٤٠٥–٤٠٧)
ما هي عضلات الحنجرة وما هو عملها في الحبلين الصوتيين وفتحة المزمار (٤٠٧–٤١١)
كيف تتبع ابراج الصوت بعضها بعضًا (٤١١)
كيف يختلف مجال الصوت ونَغَمهُ في الذكور والاناث والصبيان (٤١١ و٤١٢)
الى ماذا تعود قوة الصوت (٤١٢)
كيف تكون حالة اقواس اللهاة والغلصمة عند احداث الابراج العالية (٤١٢)
ما هي وظيفة بطيني الحنجرة (٤١٣)
كيف يتم التكلم (٤١٣)

ماذا يراد بالفنتريلوكزم (٤١٤)
ما هي فوائد الصوت في الحيوانات والانسان (٤١٤)

الفصل التاسع عشر

ما هو الحِسّ وانواعهُ (٤١٥)
ما هي اقسام الحس الخاص واعصابها (٤١٥)
ما هي فوائد الحواس (٤١٦)
كيف نتنبّه اعصاب الحس الخاصّ (٤١٦)
اذكر امثلة على احساس الاعصاب من اسباب باطنة (٤١٧)
هل يتهيج في اعصاب الحس اكثر من الصفة المميّزة لها — اذكر امثلة على ذلك من الاسباب الباطنة والظاهرة (٤١٧)
هل التغيير في حالة الاعصاب ضروري للشعور العقلي (٤١٧ و٤١٨)
كيف يُدرَك الاحساس بالحركة والاعمال الكيماوية (٤١٨ و٤١٩)
لماذا تُنسَب الاحساسات الى الظاهر لا الى مجلسها الباطني الحقيقي (٤١٩)
ما عمل العقل في ادراك الاحساسات (٤١٩ و٤٢٠)
ماذا يُشترَط في احداث حاسة الشم (٤٢٠ و٤٢١)
ما هي الاجزاء الجوهرية التي يتكون منها عضو الشم (٤٢١)
ما هي صفة فروع العصب الشمي وابن تنحصر حاسة الشم (٤٢٢ و٤٢٣)
ما هي الاعصاب التي تكسب التجاويف الانفية الحس العام (٤٢٣)
كيف تختلف الحيوانات في ادراك الروائح (٤٢٣)
ما القول في طيب الروائح وكراهتها وفي عمل الجواهر عديمة الرائحة (٤٢٤)
ما هي الابنية التي تتألّف منها المقلة (٤٢٥)
صف الصلبة والقرنية والمشيمية (٤٢٧)

صف الشبكية وطبقاتها (٤٢٧–٤٢٩)
ما هو الموجب لوجود الاوساط الكاسرة وما هي (٤٢٩ و٤٣٠)
ما هو عمل القرنية والرطوبة المائية (٤٣٠)
ما بناء العدسة البلورية وما عملها (٤٣٠)
ما هي الرطوبة الزجاجية وعملها (٤٣١)
ما هي القزحية وعملها (٤٣١)
ما هي العضلة الهدبية وعملها (٤٣١ و٤٣٢)
ما هي الاجزاء الجوهرية التي يتالف منها جهاز العين البصري (٤٣٢)
ما هي كيفية العمل في البصر (٤٣٢ و٤٣٣)
ما هي الوسائط التي تمنع عدم وضوح الصور لسبب خطاء الاشعة (٤٣٣–٤٣٥)
ما هي الوسائط التي تمنع ذلك عند بصر الاشباح على مسافات مختلفة (٤٣٥ و٤٣٦)
ماذا يراد بالميوپيا والپرسبيوپيا (٤٣٦)
كيف ترتسم الصور على الشبكية مقلوبةً (٤٣٧)
كيف يُعلَّل عن ادراك العقل الاجسام مستقيمةً (٤٣٧ و٤٣٨)
ما هو حجم فسحة البصر ونسبة الصور العقلية له (٤٣٨)
ماذا يراد بالزاوية البصرية وكيف يُدرَك حجم الاجسام (٤٣٩)
كيف تختلف حاسة البصر من هذا القبيل عن حاسة اللمس (٤٣٩)
ما هو الاتجاه البصري وعلى ماذا يتوقف (٤٤٠)
كيف يُعرَف شكل الاجسام (٤٤٠)
كيف تُعرَف حركتها (٤٤٠)
ما هو عمل انتباه الذهن في الحواس وفي تحليل ما يشاهد في فسحة البصر (٤٤١)

كم من الزمان يدوم الحس الحادث من تاثير جسم منير في الشبكية وما الامثلة على ذلك (٤٤١)
ما هو الخيال وما هي احكامه باعتبار الالوان (٤٤٢)
كيف يمتحن فقد القوة الباصرة عند نقطة مدخل العصب البصري (٤٤٣)
ما هي شروط بصر الشبح مفردًا حال كونه مرسومًا على الشبكيتين (٤٤٣ —٤٤٥)
كيف نسبة الشبكيتين في الحيوانات (٤٤٥ و٤٤٦)
كيف يُعلَّل عن بصر الشبح مفردًا وهو مرسوم على كلتا الشبكيتين (٤٤٦ —٤٤٨)
صف الاذن الظاهرة (٤٤٨ و٤٤٩)
صف الاذن المتوسطة (٤٤٩— ٤٥١)
صف الاذن الباطنة (٤٥١—٤٥٥)
صف العصب السمعي (٤٥٥)
ما وجه المشابهة ووجه الاختلاف بين الجهاز السمعي والجهاز البصري (٤٥٥ و٤٥٦)
ما هي وظائف الاذن الظاهرة (٤٥٦ و٤٥٧)
ما هي احكام الصوت باعتبار بناء الاذن المتوسطة (٤٥٧ و٤٥٨)
ما هو عمل الغشاء الطبلي (٤٥٩ و٤٦٠)
ما هو عمل عظيمات الطبلة (٤٥٩)
ما هي فائدة بوق اوستاكيوس (٤٦٠)
ما هو عمل العضلة الشادة للطبلة والركابية (٤٦٠ و٤٦١)
كيف يصل الصوت الى سائل الاذن الباطنة (٤٦١)
ما هو عمل سائل الثيه ووظيفة القنوات الهلالية والكتل الترابية (٤٦١ و٤٦٢)

ما هي وظيفة القوقعة وعصبي كورتي (٤٦٣ و٤٦٤)
ما هو سبب الصوت (٤٦٣)
كيف تدرك ناحيتهُ وبعدهُ (٤٦٣ و٤٦٤)
ما التاثير الباقي من النموجات الصوتية والنتيجة من ذلك (٤٦٤)
ما هو سبب كون الصوت احيانًا مزدوجًا (٤٦٤)
ما وجه الاختلاف والمشابهة بين البصر والسمع من حيث كمال الحاسة (٤٦٥)
ما هو الطنين والتاثير الذي قد يحدث في عموم الجسد من تهيج العصب السمعي (٤٦٥)
ماذا يشترط في احداث حاسة الذوق (٤٦٦)
ما هو بناء اللسان باعتبار حاسة الذوق (٤٦٧—٤٦٩)
ما هو مجلس حاسة الذوق وما هي اعصابها (٤٧٠)
هل للسان حسٌّ اخر وابن مجلسهُ وما هي اعصابهُ (٤٧١)
كيف يدرك العقل حاسة الذوق وما هي احكامها (٤٧٢ و٤٧٣)
ما هو مجلس حاسة اللمس وما هي اعصابها (٤٧٣)
ما هي الصفات التي تستعلم بواسطة هذه الحاسة (٤٧٣)
لماذا تختلف شدة حاسة اللمس على سطح الجسد وكيف يستعلم ذلك (٤٧٤)
ما هي احكام حاسة اللمس (٤٧٤ و٤٧٥)
ما هي مشاركة العقل في هذه الحاسة (٤٧٥)
ما هو ناموس المخالفة (٤٧٦)
ماذا يراد بالاحساسات الداخلية وما الامثلة على ذلك (٤٧٦)

الفصل العشرون

ماذا يراد بوظيفة التناسل (٤٧٧)
ماهي اعضاء التناسل الباطنة في الانثى ووضعها فردًا فردًا (٤٧٧—٤٨٠)
ما هي اعضاء التناسل الظاهرة في الانثى (٤٨٠)
ما هو وضع حويصلات كراف وبناؤها (٤٨١)
ما هي البيضة وبناؤها (٤٨١ و٤٨٣)
ما هي اخص التغيرات التي تحدث في البيضة بعد تكوين اجزائها الجوهرية (٤٨٣)
ما هي حالة المبيضين قبل البلوغ وبعده (٤٨٣ و٤٨٤)
كيف تخرج البيضة من الحويصلة وما هي ادوار ذلك في انثى البشر والحيوانات والادلة على ذلك (٤٨٤ و٤٨٥)
ما هو الزمن الذي يظهر فيه الحيض ومتى ينتهي (٤٨٥ و٤٨٦)
ما هي احكام الحيض وصفات افرازه (٤٨٦)
ما هو الجسم الاصفر وكيف يتكوّن وما الفرق بين الحيضي والحملي (٤٨٦—٤٨٨)
كيف تُلقَح البيضة (٤٨٨)

شوهد في تلقيح الضفادع ان الخيوط المنوية تغوص اولاً في غلاف البيضة ثم تنفذ من الغشاء المحي الى باطنها وتختلط بها . وشوهد في بعض الاسماك وغيرها ان الخيط المنوي ينفذ من ثقب دقيق في غلاف البيضة الظاهر

ما هو بناء الخصيتين (٤٨٩)
ما هو السائل المنوي والخيوط المنوية وكيفية افرازه (٤٨٩ و٤٩٠)
ما بناء الحويصلتين المنويتين ووظيفتهما (٤٩٢)
ما فائدة افراز غدة البروستتا وغدتي كوپر (٤٩٢)

ما هو السبب الفاعل في تنقيح المني البيضة (٤٩٣)
ما هي التغيرات الحادثة في البيضة قبل تكوين الجنين (٤٩٤—٤٩٧)
ما هي التغيرات الحادثة في البيضة وهي في باطن الرحم (٤٩٧—٤٩٩)
ما هي الحوبصلة السرية وفائدتها (٤٩٩—٥٠١)
ما هو الامنيون وسائله (٥٠١ و٥٠٢)
ما هو الالنتويس وماذا يكون منهُ اخيرًا (٥٠٢)
كيف تتكوّن الاوعية الدموية (٥٠٣ و٥٠٤)
ما هو الخوريون وفائدة خملهِ (٥٠٤)
ما هو بناء غشاء الرحم المخاطي (٥٠٥)
ماذا يعرض عليهِ اذا وصلت اليهِ البيضة (٥٠٦)
كيف تتكوّن المشيمة (٥٠٧)
ما فائدة المشيمة (٥٠٨)
ما هو بناؤُها وماذا يحدث لها عند الولادة (٥٠٨)
بماذا يعاض عن الغشاء المخاطي الرحمي الذي يتحوّل الى الغشاء الساقط (٥٠٨ و٥٠٩)
ما هو الحبل السري (٥٠٩)
كيف يتكوّن العمود الفقري مع الجمجمة (٥٠٩ و٥١٠)
كيف يتكوّن الوجه وماذا يتكون من الاقواس الحشوية (٥١٠ و٥١١)
كيف تتكون الاطراف (٥١١ و٥١٢)
كيف يتكون المجموع الوعائي والقلب (٥١٢—٥١٥)
صِف الدورة الدموية في الجنين (٥١٥—٥١٧)
كيف يتكون المجموع العصبي (٥١٧ و٥١٨)
كيف تتكون العين (٥١٨ و٥١٩)
كيف تتكون الاذن (٥٢٠)

كيف تتكون القناة الغذائية (٥٢٠ و ٥٢١)
كيف تتكون الغدد اللعابية والبنكرياس والكبد (٥٢٢)
كيف تتكون الرئتان (٥٢٣)
ما هما جسما وُلف (٥٢٤)
كيف تتكوّن الخصيتان والمبيضان (٥٢٥)
ما هو السَرَب والجيب البولي التناسلي (٥٢٦)
كيف يتكون بوقا فلوبيوس والرحم والمهبل (٥٢٦)
كيف تتكون اعضاء التناسل في الجنسين (٥٢٦ و ٥٢٧)
ما هما الغدتان الثديتان وما بناؤهما (٥٢٨)
ما هو بناء الحلمة (٥٢٨)
كيف يتم افراز اللبن وما هو تركيبهُ على ما يشاهد بالمكرسكوب وما هو ثقلهُ النوعي (٥٢٩ و ٥٣٠)

الخطاء والصواب

صفحة	سطر	الخطاء	الصواب
١٣	١٤	اجزاء	اجزاء
١٤	١٨	املاح	الاملاح
٢٨	١٥	تخترقها	تخترقة
٣٤	١٢	عظيمة	عظمية
٣٦	٣	موضوعة	موضوع
٣٧	٢	اللسني	السني
٤٤	١٥	نقطة	نقط
٦٣	٢١	وعملو	وعمالة
٧٠	١٣	البطينان	البطينين
٧١	١٣	الاذنين	الاذينين
٧٦	٢	محكّمًا	محكمًا
٧٩	١١	كان الشخص مهزولاً	كان مهزولاً
٨٥	٢	فرأى ان الدم	فرأى الدم
٩٢	١١	التزيف	التزف
٩٣	٧	مكبّرة	مكبِّرة
٩٣	١٨	الشريين	الشريان
١٠٠	١٦	ظهز	ظهر
١١٩	٢٤	كنا	كان
١٣٠	٣	شقهة	شهقة

صفحة	سطر	الخطاء	الصواب
١٣٤	١٠	وثمان	وثمانية
١٣٧	٩	وبخار	وبخار
١٣٧	١٥	اربعة	خمسة
١٤٤	١٩	مسعرضة	مستعرضة
١٤٩	٢٠	بحث	بحيث
١٥٠	١٥	من غبر	بلا
١٥٩	١١	التي	اللتان
١٦٠	٧	مسالك	المسالك
١٦٠	٢٤	في طبقة	في انقباض طبقة
١٧١	٢١	منالة	مناولة
١٧٢	١٦	٣٠٠٠	٣٠٠
١٧٧	١	يختلف	تختلف
١٧٨	٣	المرى٠	والمرئ
١٨٣	١	وجميعا	وجميعها
١٩٣	٢	ثاثيةً	ثانيةً
٢٣٤	١	الميكونيكوم	الميكونيوم
٢٣٣	٣	المعوي	المعدي
٢٣٩	٢	بعضها	بعض
٢٤١	١٠	عائد	عائدان
٢٤٦	١٤	منها	منها
٢٤٧	١١	وعاء	وعاء
٢٤٧	١٣	امتصهُ	امتصتهُ

صفحة	سطر	الخطاء	الصواب
٢٦٥	١٥	ولذ لك	ولذالك
٢٦٦	٥	بتكون	يتكوّن
٢٧١	٢٠	والدقانق	والدقائق
٢٩٢	٦	وعشرين	وخمسين
٢٩٣	١٩	ضغط	حفظ
٢٩٩	١٥	المجري	المجرى
٣٠١	٢٤	سيليسيا	سيليكا
٣٠٦	١١	بوريات	بورات
٣١٢	١٩	والآخرى	والاخرى
٣١٥	١٢	واحد	الواحد
٣٣٧	٦	الضدعة	الضفدعة
٣٣٧	١٧	الا اذا كان	اذا كان
٣٣٧	١٩	الا اذا كان	اذا كان
٣٥٤	١٤	الناسلي	التناسلي
٣٥٤	١٦	يحدث	محدث
٣٦١	١٧	الشبكتين	الشبكيتين
٣٦٤	١٨	تبيضّ	تبيضّ
٣٦٥	١٨	اللانف	للانف
٣٧٠	١٩	الصغيرة	الضفيرة
٣٧٣	١٤	الحبال الصوتية	الحبلين الصوتيين
٣٨١	٣	ومفقودًا	او مفقودًا
٣٨٣	١٠	عقدها	عقدهما

صفحة	سطر	الخطاء	الصواب
٣٩٣	١٥	تخبر	تُعلِم
٤٠١	١٩	الانفباض	الانقباض
٤٠٥	٩	(شكل ١٦٩)	(شكل ١٦٨)
٤٠٦	١	تمكّناهُ	تمكّنهُ
٤١٤	١٣	كانَّ	كان
٤٢٧	٤	نفوذ مرور النور	نفوذ النور
٤٢٧	٦	طبقاف	طبقات
٤٢٧	٨	المشيمة	المشيية
٤٢٩	٢٤	الحوانات	الحيوانات
٤٥٥	٨	بدخل	يدخل
٤٥٨	١١	بعشاء	بغشاء
٤٦١	١٥	ققد	فقد
٤٧٠	٢	حاسة	الحاسة
٤٧٥	١٩	تتناقض	تتناقص
٤٨٥	١٦	حدوثهُ	حدوثهِ
٤٩٦	١٩	الكيفة	الكيفية