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

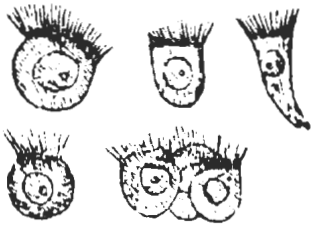
الحركة الحيوية التي تشاهد في اجساد الحيوانات على نوعين الاول يتم بواسطة اهتزاز اهداب مكرسكوبية موضوعة على سطوح بعض الاغشية والثاني بواسطة انقباض الياف اما طولية مثبتة من طرفيها او حلقية اذا انقبضت او

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

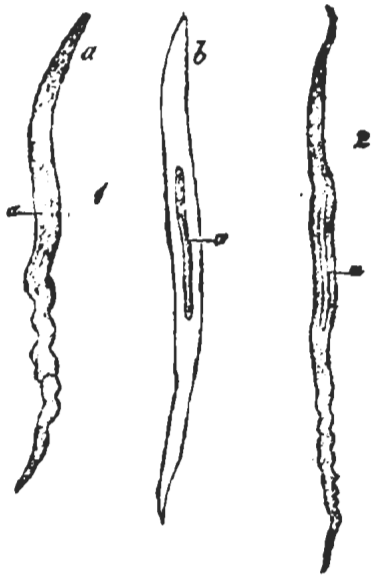
ش١٥٤ . ايپثيليوم عمودي هدبي من الغشاء الانفي البشري . مكبر ٣٠٠ قطر

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

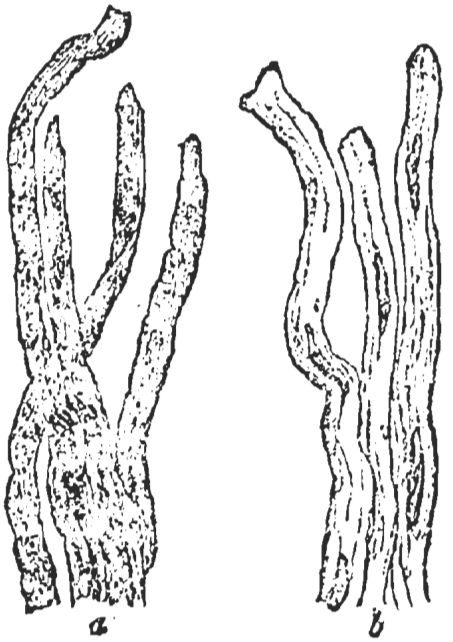
الحركة العضلية

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



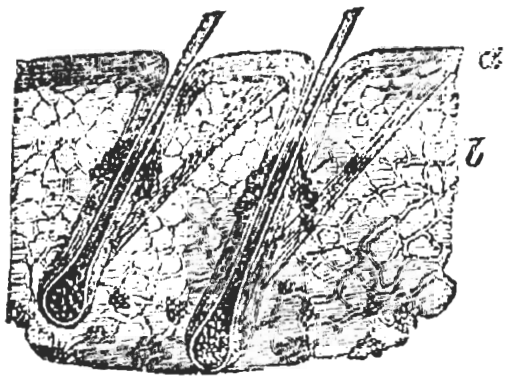
ش ١٥٥ . كريات ليفية عضلية من الشريان البشري مكبرة ٢٥٠ قطرًا . a حالتها الطبيعية . b بعد معاملتها بالحامض الخليك لاجل الشفوف واظهار النواة

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 اليافًا 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 تجعدهِ وانتباضهِ عند تعرضهِ للبرد. واما الياف العضلة المعلقة فتعين في ذلك الآن اكثر عملها انما هو في جذب الحصية ولفائفها 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



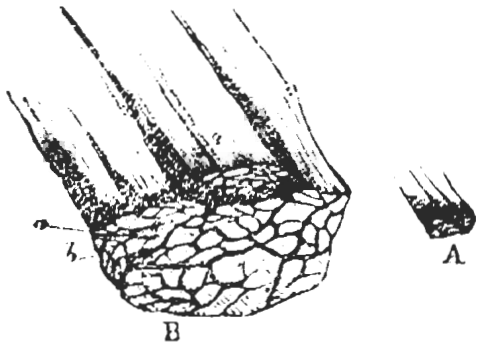
وكثيرًا ما يُسمَّى هذا النوع من الالياف العضلية بالالي لانهُ يدخل في

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

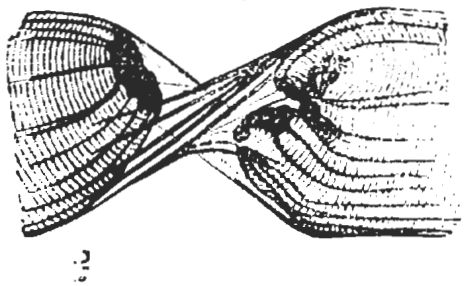
شكل ١٥٨



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

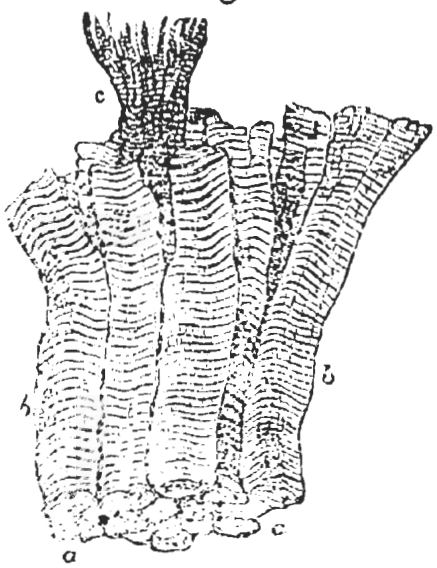


شكل ١٥٨ . قطعة صغيرة من العضل A الحجم الطبيعي . B مكبر خمسة اضعاف . a و b حزيمات كبيرة وصغيرة

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



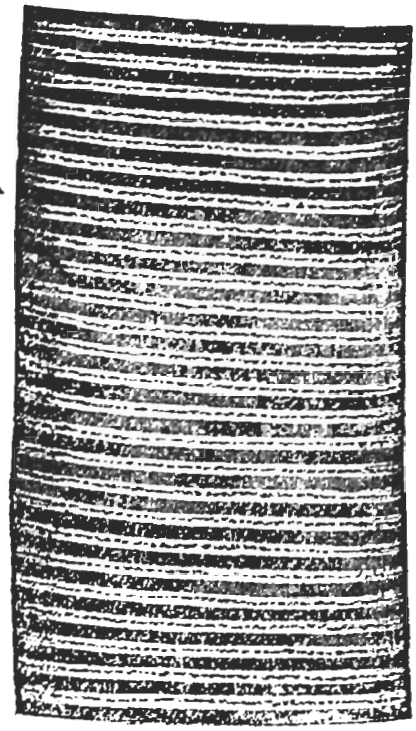
واما بناء الخيوط فيظهر ان الواحد منها مؤلَّف من صف واحد من دقائق قائمة مربعة الزوايا يقال لها الاصول اللحمية وتنفصل الواحدة عن الاخرى بواسطة خلاء زاهٍ مكون من جوهر شفاف متصل بها . وقال الدكتور شارپي ان كل خيط مؤلف من خوبطات منقسمة الى دقائق على ما سبق . ثم ان الخيوط موضوعة ضمن الغمد وضعًا طوليًا متوازيًا 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

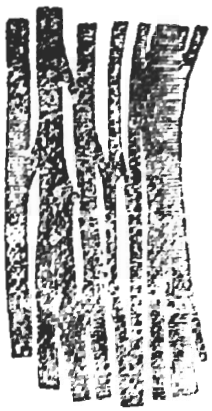
شكل ١٦٠ . الياف عضلية يتكون منها قسم من حزمة . مكبرة كثيرًا لاجل اظهار الخطوط العرضية . a و a اطراف الالياف . b و b وضعها الطولي . c ليفة خيوطها منفصلة

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 بحالتها 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 الحالبين 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

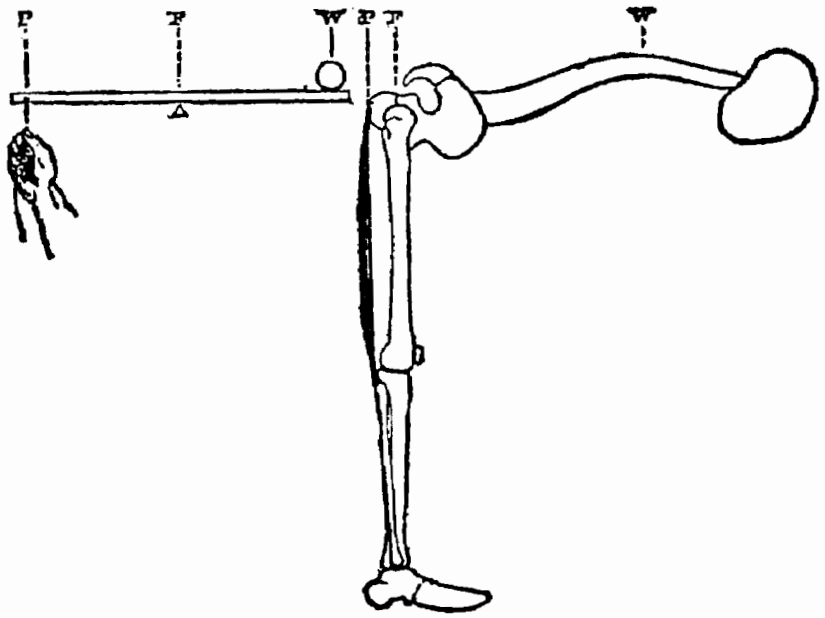
ولما كان التيبس لا يحدث الاَّ بعد ان تفقد العضلات خاصة قبول التنبه بواسطة المنبهات الخارجية نتج من ذلك ان جميع الكيفيات التي يتسبب عنها اعياء التنبه العضلي بسرعة تبكّر حدوث التيبس وان التي يتسبب عنها بطوء زوال التنبه تؤخر حدوثهُ. ولذلك يسرع ظهورهُ وزوالهُ في اجساد الذين ماتوا با لامراض المزمنة ويتأخَّر 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

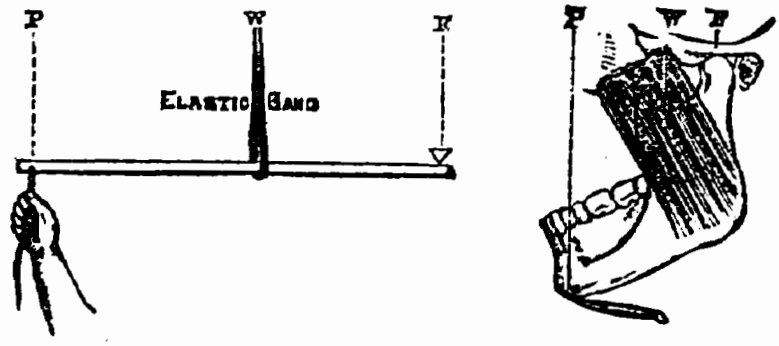


النوع الاوّل ما كانت فيهِ القوة عند الطرف الواحد من المخل والثقل عند الطرف الآخر والدارك بينهما. ومن امثلة ذلك في الجسد البشري نصب الجذع عقيب الانحناء بواسطة عضلات مؤخر الفخذ المرتبطة بالحدبة الوركية

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

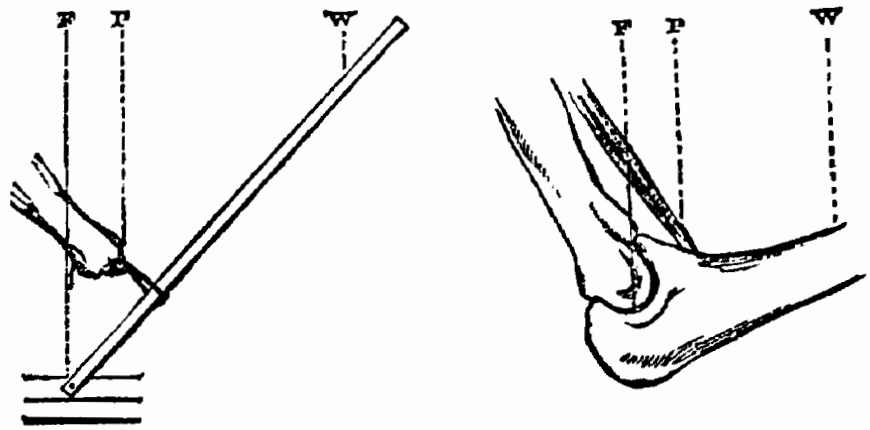
من الاعلى وبالساق من الاسفل فيكون الجذع الثقل والعضلات القوة وراس الفخذ الدارك

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

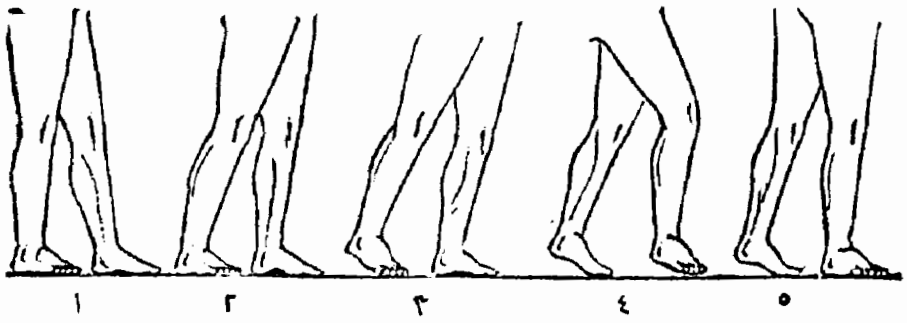
واكثر استعمال الامخال في الجسد البشري يحتاج الى قوة عظيمة الاَّ انهُ يمكّن من مجال واسع في الحركة كما يظهر من النظر الى رسوم النوع الاوَّل والثالث المذكورين آنفًا . فانهُ لما كانت القوة موضوعة بقرب الدارك لزم ان تكون شديدة لاجل احداث الحركة غير انهُ يتضح من تلك الرسوم ايضًا انهُ اذا كانت القوة قريبة 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

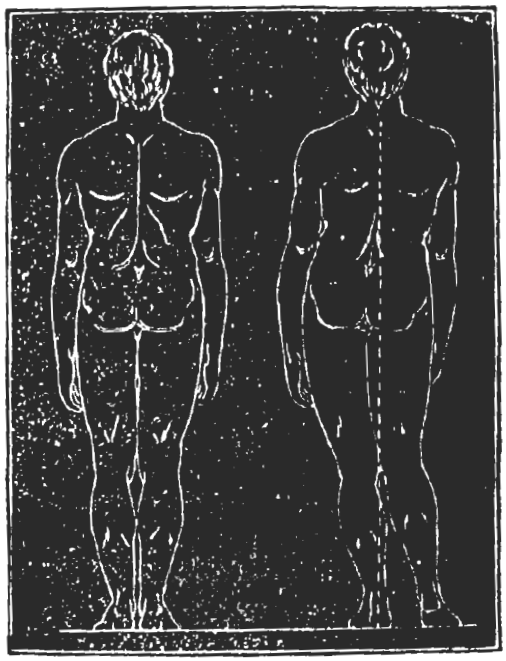
ثم اذا بلغ الجسد الوضع المشار اليهِ في رسم ٣ وجب دفع الساق اليمنى الى المقدم حتى تستقر على الارض وتمنعهُ من السقوط . ويتم ذلك على طريقتين احداها انها تتذبذب بنوع ميكانيكي نحو المقدم كتذبذب البندول والثانية بواسطة العمل العضلي . واما العضلات التي تستعمل لاجل ذلك فهي : اولاً عضلات مقدم الفخذ التي تثني 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 يأتي 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 الحرقفي 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