

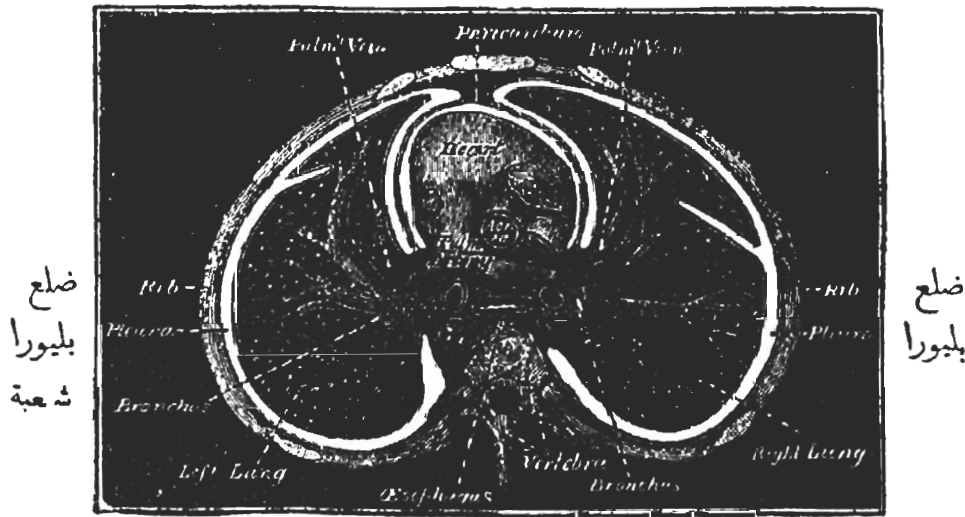
الفصل السابع

في التنفس

بينما يدور الدم في اجزاء الجسد ويتم وظيفته في تغذية الانسجة وتقديم المواد التي تتناولها الاعضاء المفرزة لاجل افراز الخاص بها يُسَلَب منه بعض جواهره الغذائية ويلقى اليه مواد فاسدة ناشئة من تحايل الانسجة . ولذلك وجب ان يضاف اليه على الدوام كميات جديدة من الغذاء وان تحمل منه المواد المتحللة . ويتم الاول بواسطة الهضم والامتصاص والثاني بطرق مختلفة اخصها عمل الاعضاء المبرزة التي تفصل المواد الفاسدة من الدم سواء كان منشأها تحايل

شكر ٥٥

وريد رئوي التامور وريد رئوي



ضلع
بليورا
شعبة

ضلع
بليورا

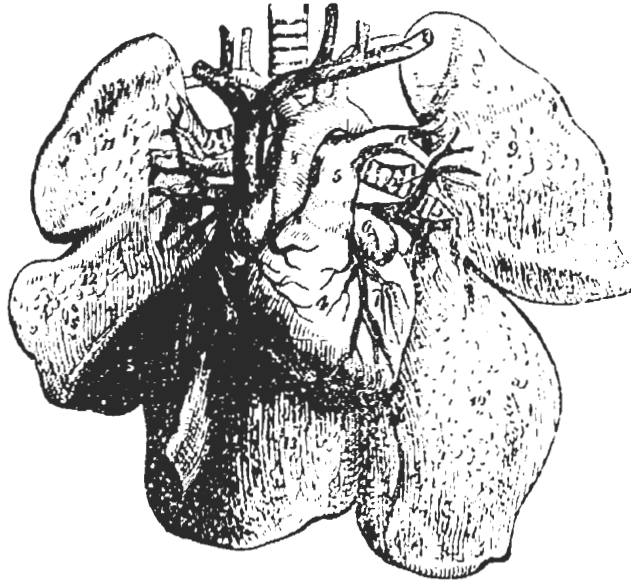
الرئة اليسرى شعبة فقرة المريء الرئة اليسرى

ش ٥٥ . Heart القلب . Pulm. Artery الشريان الرئوي . Aorta الاورطي . هذا الشكل قطع مستعرض للصدر

الانسجة او عناصر الطعام التي لم تمثلها الطبيعة . ومن اخص المواد الفاسدة
واكثرها الحامض الكربونيك والفائدة العظمى للتنفس هي ازالة الحامض المذكور
من الدم وادخال كمية جديدة من اكسجين الهواء اليه . ولما كان لهذا العمل علاقة
شديدة بالدورة ينظر اليه 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 الحويصلات
الرئوية . وذلك ان الرئة مقسومة الى اقسام صغيرة هي النصبصات وكل
فصيص منها مؤلف من اجتماع الخلايا الهوائية حول الفروع الدقيقة التي تنتهي
اليها الشعب الرئوية . وهذه الخلايا مستطرفة الى باطن الفروع الشعبية
وجدرانها مغطاة باوعية شعرية ناشئة من الفروع الانتهائية للشريان الرئوي

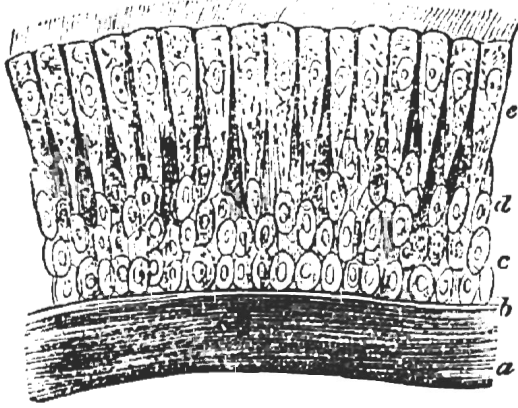
شكل ٥٦



ش ٥٦ . رسم القلب والوعية الكبيرة المتصلة بالرئتين وقد نزع التامور وقُلب الرئتان
الى الجانبين . ١ الاذنين اليمنى . ٢ الاجوف العلوي . ٣ الاجوف السفلي . ٤ البطين الايمن .
٥ جذر الشريان الرئوي . ٦ و ٧ فرعاؤ الايمن واليسر . ٨ الزائدة الاذينية اليسرى .
٩ البطين اليسر . ١٠ الاورطي . ١١ و ١٢ و ١٣ فصص الرئة
اليمنى الثلاثة . ١٤ و ١٥ الشعبتان اليمنى واليسرى . ١٦ و ١٧ وريدان رئويان

تنقسم القصبة الى شعبتين تدخل كل منهما جوهر الرئة التي الى ناحيتها وتنقسم الى قسمين ثم ينقسم كل منها الى قسمين ايضا وهكذا الى ان ترسل فروعا الى جميع اجزاء الرئة من غير ان يتفهم بعضها ببعض. اما جدران الفروع الكبيرة

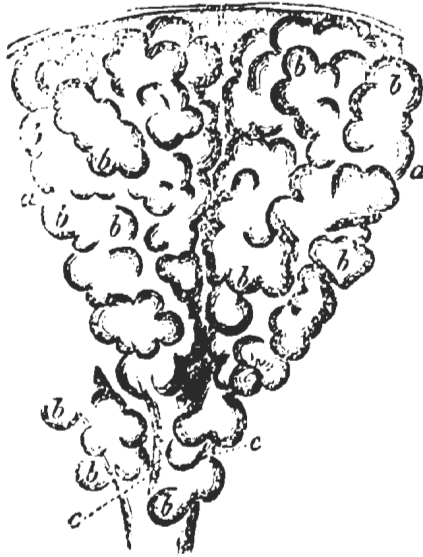
شكل ٥٧



فمكونة من غشاء متين ناليفة من اليااف حلقيه 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. ويطنها غشاء مخاطي سطحه مغطى بالايثيليوم الهدي

شكل ٥٨



الذي يغطي باطن القصبة ايضا. واما الفروع الصغيرة التي يصغر حجمها كلما زاد تفرع الشعب فاذا صار قطرها جزءا من القبراط فقدت بعض ابنتها ولم يبق منها الا غشاء متين مرن فيه اثر من الاليااف العضلية تنتشر عليه الاوعية الشعرية على هيئة شبكة حشكة جدا وتستطرق الى باطنه الخلايا الهوائية على نوع غير منتظم. وقد سمي رايي هذه الانابيب الانتهاء المسالك

ش ٥٧. ايثيليوم هدي من القصبة البشرية مكبرة ٢٥٠ قطرا. " طبقة طولية من الاليااف المرنة. b غشاء اساسي. c الكريات الغائرة مستديرة الشكل. d الكريات المتوسطة مستطيلة الشكل. e الطبقة الظاهرة التي تشاهد الاهداب بارزة منها
ش ٥٨. a و a مجموعان من الخلايا الهوائية ويقال لهذه المجموع اقناع. b و b خلايا هوائية مستطرفة الى فرعين انتهائين من الشعب c و c

بين الخلايا الهوائية . واما وضع الخلايا المذكورة بالنسبة الى الانابيب فيكون غالباً على هيئة صفوف بجانب المسلك تستطرق اولاً بعضها الى بعض ثم اليه بواسطة فتحة مشتركة وقد تكون موضوعة على جداره منفردة بحيث تستطرق اليه كل منها على حدها . ويختلف شكل الخلايا بحسب الضغط المتبادل الواقع بينها ويختلف قطرها من ١٥ إلى ٧ جزء من النيراط . وجدرانها مكونة من غشاء لطيف شبيه بالمسالك بين الخلايا وممتد منه . وتند بين الخلايا الهوائية المتجاورة الباف كثيرة من النسيج المرن يرتبط بعضها بالوجه

شكل ٥٩

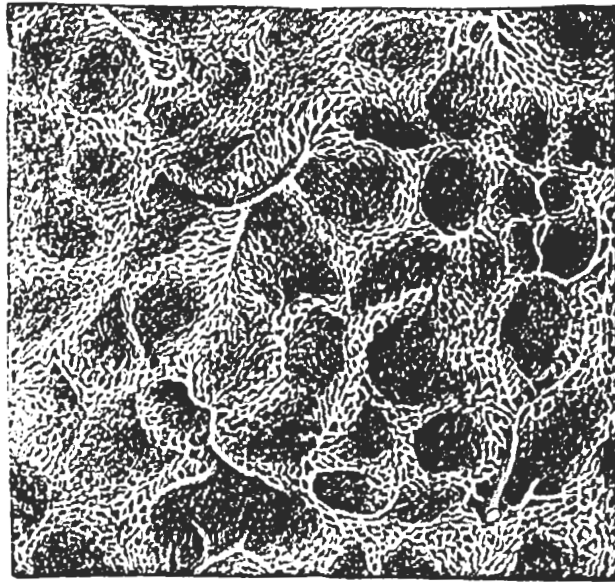


الظاهر للغشاء اللطيف الذي تتكون منه الخلايا فينال منها قوة ومرونة . والخلايا مبطنه بطبقة من الايثيليوم الرصيفي وتنتشر على ظاهرها شبكة من الاوعية الشعرية خشكة جداً . وعلى ذلك لا يتوسط بين الهواء الجوي

ش ٥٩ . خلايا هوائية مكبرة ٣٥٠ قطراً . a بطانة ايثيلية . b الباف نسيج مرن . c الغشاء اللطيف الذي يتكون منه جدار الخلايا وبشاهد ان الالباف المرنه متصله به

الذي في الخلايا والدم الذي في الاوعية الشعرية الاغشاء الخلايا والاعوية الرقيق وطبقة الايثيليوم اللطيفة التي تبطن الخلايا . هذا وان الغشاء الذي تتكون منه جدران الخلايا المتمد من غشاء المسالك ينثني على نفسه عند استطراق الفتحة الكائنة بين الخلايا المتجاورة او بين الخلايا والمسلك فيكون حافة حادة تسير بين ثنيتها طبقة مفردة من الاوعية الشعرية وكثيراً ما يكون مثل ذلك بين جدران الخلايا المتجاورة ومن ثم يتعرض جانبها الاوعية للهواء في الزمن الواحد

شكل ٦٠



ثم ان الخلايا الواقعة بقرب مركز الرئة اصغر وشبكته الشعرية احشك ما هي في المحيط وذلك موافق لكون الهواء احدث اقرب تناولاً في الجزء المركزي منه في محيط الرئة . ولا تستطرق خلايا النسيجات المتجاورة بعضها الى بعض واما خلايا النسيج الواحد وهي المستطرفة الى المسلك الواحد بين الخلايا فلا تستطرق بعضها الى بعض غالباً الا بقرب زوايا الشعب بحيث اذا انسدت احدى الانابيب الشعبية انقطع وصول الهواء الى جميع الخلايا المستطرفة اليه او الى فروع

ش ٦٠ . شبكة شعرية من الاوعية الدموية الرئوية

حركات التنفس

حركات التنفس اثنتان الشهيق والزفير فيؤخذ في الحركة الاولى كمية من الهواء الجوي الى الرئتين ويتردد منها في الحركة الثانية الهواء الذي قد تغير بواسطة العمل التنفسي . وهما عبارة عن تمدد الصدر وانقباضه ويشغلان عادة زمناً يكاد يكون متساوياً اي ان زمن الشهيق يساوي زمن الزفير وبكاد لا تنفصلها فترة . غير ان شهق الهواء اقصر قليلاً من زفيره ولا سيما في النساء والاولاد وبين نهاية الزفير وبداية الشهيق الذي يتبعه تحدث عادة فترة قصيرة جداً فيُعبّر عن نظام التنفس باعداد نسبية هكذا :

الشهيق ٦
الزفير ٧ او ٨
فترة خفيفة جداً

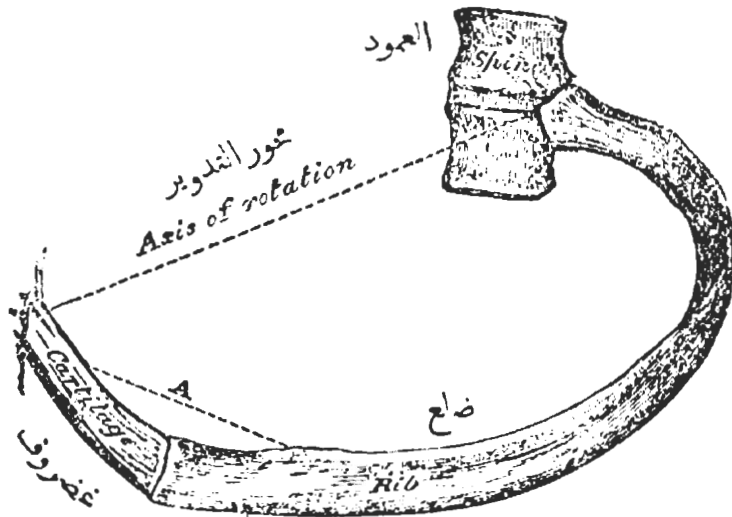
الصدر تجويف جميع جوانبه مغلفة لا يدخلها هواء يحيط به أولاً الغشاء المبطن له وهو البليورا ثم الى ظاهرها الجدران الصدرية التي بعضها عظمي قابل للحركة وبعضها عضلي وبعضها غضروفي مرن . وتغلاهُ الرئتان والقلب واوعيتها الكبيرة كيفما تغير حجمه لانه اذا اتسع دخلها زيادة من الهواء والدم واذا انقبض وضاق خرج منها هواء ودم بحيث تنس دائماً الرئتان وبعض القلب كل جزء من سطحه الباطن . والسبب لذلك ان الرئتين بمنزلة كيسين متميزين اجوفين لا يستطرقان الى الظاهر الا بواسطة القصبة والمخجرة ولا يتعرض للضغط الجوي الا سطحها الباطن بحيث ان سطحها الظاهر يمس على الدوام الاجزاء المحيطة به ولا يبقى فراغ بين البليورا الرئوية والبليورا الضلعية الا اذا نُقب الجدار الصدري ودخل الهواء التجويف البليوراوي وصار الضغط على ظاهر الرئة مساوياً للضغط الذي على باطنها او اكثر منه

وبناء على ذلك في شهق الهواء الى الرئتين لا يلزم الا حركة جدران الصدر اوارضه او كليهما بحيث يتسع التجويف الصدري . لانه عند الاتساع المذكور

ينقص ضغط الهواء في الرئتين فتدخل كمية جديدة من الحجرة والقصة لاجل حفظ موازنة الضغط على ظاهر وباطن. واما في الزفير فن الواضح ايضاً انه لا يحتاج الا الى حركة مضادة لما سبق اي الى حركة تضيق سعة التجويف الصدري وتزيد الضغط في الباطن الى ان يتعادل الضغطان على باطن الصدر وظاهره. وفي كلا الحالتين يسير الهواء من الحجرة والقصة دخولاً وخروجاً وتبقى الرئتان ممتلئتين لجدران الصدر وارضه وعلى هذا انما يكون تمدد الصدر تمدد الرئتين وانقباضه 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 والمسنة الخلفية العليا وغيرها. ويطول قطر الصدر العمودي بواسطة هبوط الحجاب الحاجز واكثر الهبوط يحدث في جانبي هذه العضلة واما وترها المركزي فقلما يتغير وضعه. وعمل

شكل ٦١



العضلات بين الاضلاع وبقية العضلات المذكورة آنفاً من عمل الحجاب بمنعه عند الانقباض من جذب جوانب الصدر نحو الباطن ويطيل قطر الصدر الجانبي لانها ترفع الاضلاع اي انها تدبرها دبراً رحوياً حول المحور الممتد من

اتصالها الفقري الى اتصالها القصي (انظر ش ٦١). ولانقباض العضلات بين الاضلاع عمل آخر وهوائها تطيل قطر الصدر الامامي الخلفي لانها تقوم قليلاً الزاوية الكائنة بين الضلع وغضروفه (ش ٦١) بحيث تطول المسافة التي بين اتصاله الفقري واتصاله القصي. وعلى ذلك بينما ترفع الاضلاع يندفع القص نحو المتمد. ومن اختلاف شكل الاضلاع الصحيحة بين العليا منها والسفلى ولسبب ان الزوايا الواقعة بين الاضلاع وغضاريفها اقل انفتاحاً 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 الأشخاص والكيفيات المختلفة. فيكاد يتم بالكلي في الاولاد الصغار بواسطة الحجاب الحاجز الذي يكون شديد النفوس 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 المتمد نحو الامام وينشر جزء الصدر السفلي والقص انتشاراً ظاهراً. وفي النساء ينتشر جزء الصدر العلوي اكثر من السفلي ولذلك كانت فيهن حركة الضلع الاول اوسع مجالاً مما تكون في الذكور وربما كانت الغاية المقصودة بذلك اتساع الخلاء في اعلى الصدر للتنفس عند ارتفاع الجنين في البطن ومزاحمة لاسفل الصدر. وسمى بعضهم تنفس الذكور النوع الضلعي السفلي وتنفس الاناث الضلعي العلوي

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

المخصوص عن مرونة الغضاريف الضلعية وعن عمل الرئتين ايضاً اللتين
تتضمنان مقداراً كبيراً من النسيج المرن وهو كافٍ في التنفس الاعتيادي لطرد

شكل ٦٢



شكل ٦٣



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

ش ٦٢ . التغير الذي يحدث في الجدران الصدرية والبطنية في الذكر مدة التنفس .
وقد فُرض الظهر مثبتاً لكي تبرز الحركة التنفسية غاية ما يكون نحو الامام . الخط الاسود
الظاهر الى المقدم عبارة عن التنفس الاعتيادي . حافته المقدمة حد الشهيق وحافته الخلفية
حد الزفير . وبشاهد ان الخط اغلظ على البطن لان التنفس الاعتيادي اكثره بطني وارق
على الصدر لان الحركة في هذه الجهة قليلة . واما الخط المنقط فيدل على الحركة عند
الشهيق الغائر حيث يتقدم الصدر ويرتد البطن

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

البطنية التي اذا ضغطت احشاء البطن دفعت الى الاعلى المحجاب الحاجز الذي تكون منه ارض الصدر وطردت الهواء من القصبة والمخجوخ. ويضاف الى العضلات البطنية جميع العضلات التي تخفض الاضلاع كالعضلات الباطنة بين الاضلاع والقصبة المثلفة والمنسنة الخلفية السفلى وغيرها فهي معينة للعضلات البطنية في الزفير المعتصب. ثم اذا انضغط الصدر بواسطة عمل عضلات الزفير وصغر قطع الاعنياد في ارتد عند ارتخاء العضلات الى حجمه الاول بواسطة مروته. 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 الانايب الشعبية والمنشر على جدران الخلايا الهوائية وبينها وفي البلورا. ولكنهما في الحالة الطبيعية لا تنقبضان ابداً الى الدرجة القصوى بل تبقيان دائماً متمدنتين اكثر او اقل وماستين لسطح الجدران الصدرية الباطن بواسطة الضغط الجوي فلا تنقبضان وتنفارقانه الا اذا اختلف الضغط على ظاهرها وباطنها كما يحدث اذا نفذ الهواء من فتحة في الصدر الى التجويف البلوراوي او اذا انسكب سائل فيه. ولذلك تكون درجة انقباض الرئتين وتمدهما في الحالة الاعنيادية عائدة الى وضع الجدران الصدرية على شكل ان سطح الرئتين الظاهر ماس دائماً لوجه الجدران الباطن وتابع له في جميع حركاته فاذا تمدد الصدر تمددنا واذا انقبض انقبضنا

حركات الزمار التنفسية

بينما تكون العضلات التي تجذب الهواء الى الصدر عاملة لا تكون العضلات المحافظة على الفتحات التي يمر الهواء منها منكفة عن العمل. فانه في التنفس السريع يشاهد تمدد المخربن على ان ذلك لا يشاهد في الحالة الاعنيادية. واما فتحة الزمار الموضوعة في اعلى الخنجر (انظر ش ٦٤) فتنبسط عند كل شهقة لاجل سهولة مرور الهواء فيها وتبسط 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 انه قد يصاحبه عمل عضلي في كيفيات معلومة ستذكر في محلهما
كمية الهواء التي تدخل وتخرج في التنفس

تختلف كمية الهواء التي تبدل في الرئتين مدة كل عمل من اعمال التنفس الاعتيادي وتعتبر جداً معرفتها لانه يصعب على الانسان ان يتنفس تنفساً طبيعياً مدة التجارب. وربما كان المعدل الاقرب الى الصواب من ثلاثين الى خمسة وثلاثين قيراطاً مكعباً في الشبان والكهول الاصحاء. وقال المعلم بورجيري ان تنفس الشيوخ اكثر غوراً مما هو في الشبان ولذلك يبدلون كمية اعظم من الهواء عند كل شهقة

وقد حسب الدكتور سميت جميع كمية الهواء التي تدخل الرئتين وتخرج منها في البالغ وهو في الراحة في اربع وعشرين ساعة ٦٨٦٠٠٠ قيراطاً مكعباً. وتزداد هذه الكمية كثيراً بواسطة اجهاد الجسد وقال المعلم المذكوران تبلغ ١٥٦٨٢٩٠ قيراطاً مكعباً في الذين اشغالهم شاقة

وسمى المعلم هتشنسون كمية الهواء التي تبدل كل مرة في التنفس الاعتيادي هواء النفس. والكمية التي يستطيع الانسان ان ياخذها الى الرئتين في الشهيق الغائر زيادة عن هواء النفس الهواء الاضافي. والكمية الباقية بعد الزفير الاعتيادي التي يمكن طردها الى الخارج بواسطة زفير مقتضب غائر الهواء المحفوظ. غير انه لا يمكن افراغ الرئتين افرأغاً تاماً ولو بعد اعظم الجهد الزفيري بل تبقى دائماً فيها كمية خارجة عن سلطة الارادة فيقال لها الهواء الباقي

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

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

واما تأثير الثقل في سعة التنفس فاقبل ظهوراً مما سبق غير انه يقال في الجملة ان ثقل الجسد الذي يكون دون ١٦٠ رطلاً لا يفعل في كمية السعة الصدرية فاذا زاد عن ذلك نقصت السعة قيراطاً مكعباً 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 له ستون سنة من العمر اقل بنحو ثلاثين قيراطاً من سعة الرجل الذي له اربعون على فرض انها متساويان في الطول والثقل هذا وان تجارب المعلم هتشنسون كانت في الرجال فقط ولعل نتائجها صحيحة من جهتهم فقط . واما النساء فيظهر من كلام المعلم بوجيري ان سعة تنفسهن نصف ما للرجال الذين من عمرهن

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

والمرض الى غير ذلك . والاختلاف في عدد التنفس تابع غالباً للاختلاف الذي يحدث في نبضات القلب والنسبة بينها في الصحة كنسبة ١ الى ٤ او ١ الى ٥ فاذا زادت سرعة عمل القلب زادت سرعة حركات الصدر ايضاً في الغالب الا ان النسبة لا تبقى ضرورة كما ذكر . فانه يتفق احياناً في المرض ولا سيما مرض الرئتين او المسالك الهوائية ان عدد التنفس يزيد باكثر من نسبه العادية لضربات النبض وكثيراً ما يتفق في علل اخر ان عدد النبض يزيد باكثر من نسبه 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 علوه 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 غالباً 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 التمرن في غير عمل الزفير . ولذلك كانت قوة العمل الشهيق اوفق من العمل الزفيري لاجل معرفة قوة الجسد العضلية

وقد ظهرت القوة العظيمة للمجهودات الشهيقية من التجارب الحديثة . وذلك انه ادخلت انبوبة زجاج في قصبة كلب وغمس طرفها الآخر في وعاء فيه زئبق ثم حُجز الهواء عن الكلب فكانت نتيجة المجهودات التنفسية عظيمة بهذا المقدار حتى انها جذبت الزئبق في الانبوبة الى علو اربعة قراريط . وغُمست رؤوس حيوانات حبة في الزئبق وفي الجص السائل فشوه بعد الموت كلاهما قد جذبا الى الانابيب الشعبية واملاً نسج الرئتين

ويظهر انه في التنفس الاعتيادي الهادي الذي يتم بدون شعور او جهد الارادة لا يقتضي الامرا اكثر من عمل عضلات الشهيق ومرونة جدران الصدر

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

واذا تهيج العمل العضلي في الرئتين تهيجاً مرضياً كان ذلك غالباً اعظم الاسباب لاحداث الربو التشنجي. وقد يبرهن ذلك بارسال سيل كثفاني في الرئتين بعد اخراجها حالاً من الصدر فانهما تنقبضان بدليل انه اذا ادخلت انبوبة في القصبة ووضع فيها ماء ارتفع عمود الماء عند الانقباض المذكور. وقد اظهر قولكان بانهما تنقبضان بواسطة تهيج اعصابها فانه قطع راس حيوان وادخل في قصبته انبوبة طرفها السائب دقيق ثم حوّل الطرف الدقيق نحو لهبة سراج وكثّن جذع العصب الرئوي المعدي فكان يُنفخ اللهب كل مرة اعاد العمل وانطفئ مرة

وما عدا الحركات التنفسية المذكورة يعان تغير الهواء في الرئتين بواسطة ناموس انتشار الغازات. فان الحامض الكربونيك الخارج من الدم الى الخلايا الهوائية يميل بحسب هذا الناموس الى مفارقة الرئتين وانتشاره في الهواء الخارج حيث وجوده على نسبة اقل وكذلك اكسجين الهواء الجوي يميل من نفسه بحسب هذا الناموس ايضاً الى الاتجاه نحو الخلايا الهوائية حيث وجوده هناك على نسبة اقل مما هو في الانابيب الشعبية او في الهواء الخارج من الجسد. ولولا ميل الاكسجين والحامض الكربونيك الى الامتزاج المذكور امتزاجاً متساوياً داخل الرئتين وخارجها لكان الهواء المحفوظ والهواء الباقي يؤذيان من زيادة الحامض الكربونيك فيها لان الحركات التنفسية وحدها غير كافية لافراغ الخلايا الهوائية

وربما كان علمها مقتصرًا على اخراج الهواء من الانابيب الشعبية الكبيرة فقط .
 وربما يعان ايضا 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 دقي منهُ بضع ثوانٍ للهواء
 بدون ان يكون حاجز بينها الا جدران الاوعية الشعرية والخلايا الهوائية
 الرقيقة . و تتم الدورة الرئوية على نوع في غاية ما يكون من البساطة فان الشريان
 الرئوي يتفرع تفرعاً منتظماً ويسير فروعه سيراً مستقيماً بدون ان يتفهم بعضها
 ببعض وتنشر الضفائر الشعرية انتشاراً متساوياً على جدران الخلايا الهوائية
 والمسالك بين الخلايا ويسير الاوردة الناشئة من الضفائر الشعرية سيراً مستقيماً
 متساوياً كسير الشرايين بحيث تجتمع فروعها نحو نقطة منشأها ولا يتفهم بعضها
 ببعض . وليس للاوردة صمامات او لها صمامات صغيرة غير نامة ممتدة من زوايا
 اتحادهما بعضها ببعض لا نحسن سداً اي من الوريدين الواقعة هي بينهما

ولما كان الدم الجاري في الشريان الرئوي وريدياً الى ان يصل الى
 الاوعية الشعرية كان غير صالح لتغذية شيء من الرئة الا الاجزاء التي تمر فيها
 الاوعية الشعرية وذلك بعد تاكسد . واما تغذية ما بقي من الرئتين كالبلبورا
 والنسيج بين الخلايا والانابيب والغدد الشعبية وجدران الاوعية الدموية
 الكبيرة فتم بواسطة كمية خاصة من الدم الشرياني تاتي وتوزع فيها من الشرايين
 الشعبية . فاذا قضى هذا الدم وظيفته في تغذية الاجزاء المذكورة صار وريدياً
 وحل بعضه الى وريد شعبي بقرب جذر الرئة والبعض الآخر الى فروع

الشريان الرئوي الصغيرة أو رأساً إلى الأوعية الشعرية الرئوية فيتأكسد هناك مع بقية الدم ثم يحمل إلى الأوردة الرئوية وجانب القلب الأيسر

التغيرات التي تحدث في الهواء بواسطة التنفس

عند تماس الهواء والدم في الرئتين يحدث تغيير في تركيب كليهما . ولما كانت التغيرات التي تحدث في الهواء أكثر ظهوراً وبساطة مما يحدث في الدم فنذكرها أولاً

حيثما أمتحن الهواء الجوي في حالته الطبيعية شوهد أن تركيبه يقرب أن يكون واحداً . وهو مزيج مركب من أكسجين ونيتروجين وحامض كربونيك وبخار مائي ونصاحبه غالباً آثار من غازات أخرى كالأمونيا والهيدروجين المكثرت . فمن كل ١٠٠ جرم من الهواء الجوي النقي ٧٩ جراماً من النيتروجين و ٢١ من الأكسجين . وأما مقدار الحامض الكربونيك فصغير جداً لأن ١٠٠٠٠ جراماً من الهواء لا يتضمن أكثر من ٤ أو ٥ اجرام من هذا الحامض

وأما كمية البخار المائي فتختلف كثيراً بحسب اختلاف الكيفيات كدرجة الحرارة وغيرها غير أن الهواء الجوي لا يتجاوز منها على الإطلاق

والتغيرات التي تحدث في الهواء بواسطة التنفس أربعة وهي أولاً أنه يسخن ثانياً تزيد كميته من الحامض الكربونيك . ثالثاً تنقص كميته من الأكسجين .

رابعاً يزيد بخار الماء . خامساً يضاف إليه مقدار طفيف من مادة آليّة وأمونيا منفردة

١ . يسخن الهواء الخارج في الزفير بواسطة ملامسته لباطن الرئتين بحيث يصير أسخن من الهواء الداخل في الشهيق الآ في البلاد الحارة جداً . وتختلف درجة حرارته من ٩٧° إلى ٩٩½° ف وذلك تبعاً للزمن الذي يدوم فيه الهواء في الرئتين لا إلى الدرجة المنخفضة للهواء الجوي فانه مهما كانت درجة الهواء الداخل لا بد من ارتفاعها إلى درجة حرارة الدم تقريباً قبل خروجه من الرئتين

٢. تزيد كمية الحامض الكربونيك دائماً في الهواء الخارج في الزفير على ان هذه الزيادة تقبل التغيير بحسب الاحوال. فانه يُسلب من كل جرم من الهواء الداخل في الشبوق نحو $\frac{1}{2}$ في المئة من الاكسجين وتضاف اليه كمية من الحامض الكربونيك اقل من ذلك بقليل. والحساب المعدل المبني على تجارب فلتين وبرونر هو ان الكمية التي تنبخر من الحامض الكربونيك في الهواء الخارج من تنفس الرجل الصحيح البالغ تبلغ عادة ١٢٤٦ قيراطاً مكعباً في الساعة وهذا يساوي ٦٣٦ فحمة. وبناءً على هذا الحساب الذي يوافق ما ذهب اليه علماء كثيرون يكون وزن الكربون الذي يبرز من الرئتين نحو ١٧٣ فحمة في الساعة وذلك يساوي اكثر من ثمان اواق في اربع وعشرين ساعة. وربما كان الاختلاف الواقع بين بعض المجرىين من هذا القليل عائداً الى الاختلاف الكائن في الكمية المفترزة بحسب السن والجنس واختلاف الحركات التنفسية والحرارة الظاهرة ونقاوة الهواء وغير ذلك من الكيفيات التي نذكرها الآن بالتفصيل نظراً لما فيها من الاهمية من حيث منشأ الحامض الكربونيك المبرز او الطريقة التي بها ينفصل عن الدم

اما تأثير 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 نقصاً ظاهراً من الاربعين الى الخمسين وتأخذ في زيادة النقص من الخمسين الى الهرم الى انها تكاد لا تتجاوز الكمية المفترزة في السنة العاشرة. واما في الاناث فالكمية اقل منها في الذكور وتأخذ في الزيادة من السنة الثامنة الى زمن البلوغ ثم تنقص هناك على نسبة واحدة الى ان ينقطع الحيض لتقدم السن او مدة الحمل او لعدة مرض فتزيد الكمية واذا كان انقطاع الحيض طبيعياً فانها تأخذ في النقص كما ذكر من جهة الشيوخ

واما تأثير الحركات التنفسية في كمية الحامض الكربونيك فقد اظهر

فيوردت انه كلما كانت الحركات التنفسية سريعة نقصت الكمية المذكورة في جرم الهواء الخارج في الزفير لانه شاهد من التجربة انه اذا كان التنفس ست مرات في الدقيقة كانت كمية الحامض الكربونيك كل مرة ٥٢٨° في المئة واذا كان اثنتي عشرة مرة كانت الكمية ٢٦٢° في المئة واذا كان اربع وعشرين مرة كانت ٢٥٥° واذا كان ثمان واربعين مرة كانت ٩٨٤° واذا كان ست وتسعين مرة كانت ٢٦٢° . 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 طوعاً بالارادة او طبعاً بعد تناول الطعام والرياضة النشطة وهلم جرا. واذا نقصت سرعة التنفس وزاد غوره نقصت نسبة كمية الحامض الى المئة بحيث نصير في اكثر التنفس غوراً اقل من التنفس الاعتيادي بنحو ٩٧° في المئة غير انه 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 لانه ياتي من الاجزاء الرئتين البعيدة حيث كان اقرب الى الدم واما النصف الاول فمعظمه آت من الشعب الكبيرة

واما تأثير الحرارة الخارجة فقد اظهرت تجارب فيوردت في الحيوانات ذوات الدم الحار انه بين ٢٨° و ٧٥° ف كلما صعدت الحرارة عشر درجات نقصت كمية الحامض الكربونيك بنحو قيراطين مكعبين في الدقيقة. وجرب لتلييه ذلك على درجات من الحرارة اعلى واوطى ما ذكر فشاهد انه كلما صعدت الحرارة نقصت كمية الحامض وكلما انخفضت وقاربت الصفر زادت الكمية

واما تأثير الفصول فقد ظهر من بحث سميت ان معظم نشاط التنفس وبقية الوظائف يكون في الربيع واضعته في الخريف
تأثير نقاوة الهواء. كمية الحامض الكربونيك الاعتيادية التي تخرج من

الرئتين نحو ٤٨ 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 للعلم البين والمعلم بييس . ففي التجربة الاولى كان الهواء الداخل في كل شهقة حديثاً نقياً وكانت كمية الحامض الخارجة اثنتين وثلاثين قيراطاً مكعباً في الدقيقة وفي التجربة الثانية كان يتنفس الهواء نفسه مكرراً المرة بعد المرة فكانت كمية الحامض الخارجة في الدقيقة تسعة قيراط ونصف فقط . وشاهد المعلمان المذكوران انه مهما تكرر تنفس الهواء الواحد ولو الى درجة عدم الصلاحية للقيام بالحياة فلا يتضمن اكثر من ١٠ في المئة من الحامض الكربونيك . فيتضح مما تقدم لزوم تبدل الهواء في البيوت التي يتنفس فيها اناس كثيرون او التي يتولد فيها لعدة اخرى مقدار كبير من الحامض الكربونيك فان وجود هذا الحامض في الهواء يفسد صلاحية الحياة او يعارض خروجه من الرئتين بحسب كميته

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

تأثير النهار والليل . غاية ما يعلم من هذا القبيل هو ان كمية الحامض الكربونيك الخارجة من الليل اقل جداً منها في النهار . واما الاختلافات التي تحدث في اقسام النهار يقطع النظر عن كيفية اخرى فغير معلومة

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

تأثير الرياضة والنوم . الرياضة الجسدية اذا كانت معتدلة تزيد الكمية

ثُلثًا على ما تكون في حالة الراحة. وإلى مدة ساعة بعد الرياضة يزيد جرم الهواء الخارج في الزفير بنحو ١١٨ قيراطًا مكعبًا في الدقيقة وتزيد كمية الحامض الكربونيك بنحو ٧٨ قيراط مكعب في الدقيقة. وقال سميت إذا كانت الرياضة عنيفة زادت الكمية عما ذكر. وإما في النوم فتتنقص الكمية كثيرًا ولعل ذلك عائد إلى هدو التنفس

٢. الأكسجين الذي في الهواء الخارج من الرئتين أقل دائمًا منه في الهواء الذي يدخلها ونقصانه غالبًا بنسبة زيادة الحامض الكربونيك. فانه قد ظهر من تجارب فلتين وبرونان الكمية التي تخرج من الرئتين من الحامض الكربونيك في الساعة عادة ١٢٤٦ قيراطًا مكعبًا أي ٦٣٦ فمحة والكمية التي تمتصها الرئتان من الأكسجين في الساعة ٥٨٤ قيراطًا مكعبًا أي ٥٤٢ فمحة وعلى ذلك تكون كمية الأكسجين الممتصة أكثر من الكمية المتخذة بالكربون في الحامض الكربونيك الذي يتخرج من الرئتين. وربما ذهبت هذه الكمية الزائدة من الأكسجين في تكوين بعض الحامض الكربونيك والماء اللذين يخرجان من الجلد وفي الاتحاد بالكبريت والنفسور لاجل تكوين بعض الحوامض التي إذا اتحدت بقواعد صارت أملاحًا وافرزت في البول. وربما اتحد بعضها بنيتروجين الانسجة المتحللة على ما اظهره المعلم جونس

وتختلف كمية الأكسجين الممتصة فانها تزيد إذا كان الطعام نباتيًا وتنقص إذا كان حيوانيًّا ولا سيما عند الأمساك وتختلف أيضًا بحسب دور الهضم. وتتناول الحيوانات الصغيرة الجرم من الأكسجين مقدارًا أعظم بالنسبة إلى اجسامها مما تتناوله الكبيرة. وقال ركنالت وريسيت انه إذا زادت كمية الأكسجين في الهواء المتنفس فلا يؤثر ذلك في الكمية التي تتناولها الرئتان عادة

وإما نيتروجين الهواء الجوي فيظهر ان فائدته باعتبار التنفس ميكانيكية فقط فانه يخفف الأكسجين ويأطف عملة في الجسد. وكثيرًا ما وقعت المباحة في انه هل يمتص النيتروجين او يتخرج من الرئتين مدة التنفس. وجميع ما علم من

هذا القليل ان كميته الخارجة من الرئتين تزيد عن الكمية الداخلة زيادة يسيرة جداً. واما عند الامساك الطويل فتمتص الرئتان كمية صغيرة

٤. البخار المائي الذي يتبخر من الرئتين في التنفس ثابت الوجود في الحالة الاعتيادية وكاف لاشباع الهواء الخارج في الزفير. واما كميته المطلقة فموقوفة على الكيفيات الآتي ذكرها. وهي اولاً انه كلما كان جرم الهواء الخارج في الزفير كبيراً كانت كمية الرطوبة الخارجة معه كثيرة ايضاً. ثانياً اذا كانت كمية البخار المائي في الهواء الجوي كبيرة كانت كمية الرطوبة الخارجة من الرئتين قليلة كافية لاشباع الهواء فقط. ثالثاً اذا كانت درجة حرارة الهواء الخارج في الزفير مرتفعة كانت كمية البخار المائي كبيرة لاجل اشباع الهواء رطوبة. رابعاً يظهر انه كلما طال مدة وجود الهواء في الرئتين زادت رطوبته

فبناءً على ذلك يقال ان الهواء الخارج في الزفير مشبع بالبخار المائي ومن ثم يتيسر حساب الكمية المتبخرة في وقت مفروض وذلك ان نطرح الكمية التي يتضمنها الهواء الداخل الى الرئتين من الكمية التي تكفي لاشباع ذلك الهواء نفسه 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 تكون 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 زيادة على الحامض الكربونيك والماء . وقال ويدرهولده يوجد فيه ايضاً حامض بوريك وبورات الصودا والامونيا وعلى ذلك يظهر من تجاربه انه يبرز من الرئتين بعض التراكيب الجامة التي تشاهد في افراز الجلد والكلىتين

التغيرات الحاصلة في الدم بواسطة التنفس

اظهر التغيرات التي تحصل في الدم مدة سبيرة في الرئتين هو ما يحدث في اللون حيث يتحول الدم الوريدي الارجواني النائم الى الدم الشرياني القرمزي الزاهي وقد سبق الكلام على الاسباب التي يظن ان التغير 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 تغير اللون ربما كانت قليلة الا من حيث دلالة على تغيرات جوهرية في تركيب الدم . واخص هذه التغيرات اولاً ان حرارة الدم ترتفع درجة او اثنتين بعد مروره في الرئتين . ثانياً انه يتجمد اسرع واشد مما يتجمد قبل سبيرة في الرئتين ويظهر انه يتضمن فبرينا اكثر . ثالثاً ان الاكسجين الذي فيه اكثر والحامض الكربونيك والنيتروجين اقل ولعل هذا التغير هو اعظمها غير انه قد سبق القول ان كمية الحامض الكربونيك المطلقة سواء في الدم الشرياني والدم الوريدي هي اكثر من الاكسجين واما كميته النسبية فاقل بعد مرور الدم في الرئتين

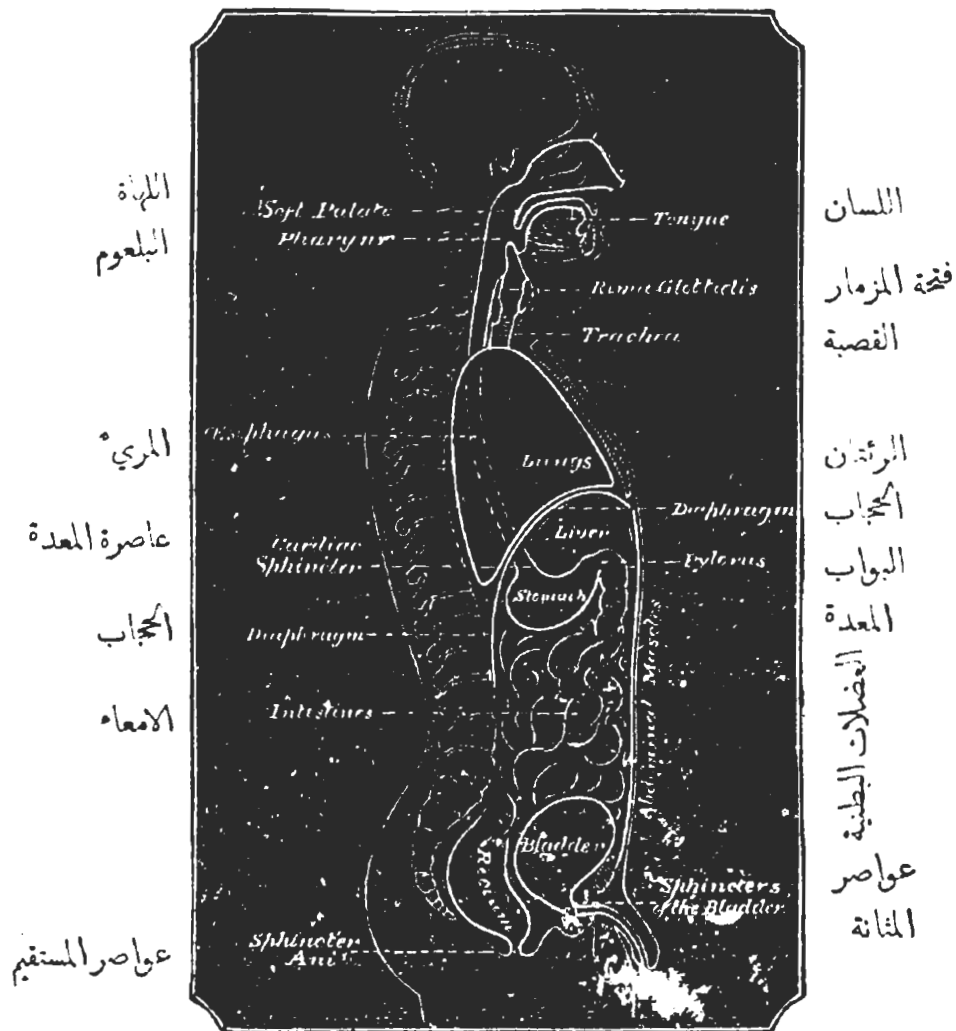
وكان يظن قبل تحقيق وجود هذين الغازين في الدم ان اكسجين الهواء الجوي ينفذ من جدران الخلايا الهوائية الى الدم ويتحد حالاً بالكربون الناشئ من الانسجة المتحللة فيحصل من ذلك حامض كربونيك يخرج في هواء الزفير . واعترض على ذلك انه لو كان الامر كما ذكر لكان يجب ان تكون الرئتان اسخن جداً من بقية اجزاء الجسد لسبب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

الكربون السريع باكسجين الهواء الجوي والمحال ان حرارة الدم في جانب القلب
الايسر لا تتجاوز ابداً حرارة دم الجانب الايمن باكثر من درجة او درجتين
وبناء على الاعتراض المذكور وغيره ذهب لكرانج وهسفراتزان بعض
الاكسجين الذي يدخل الدم من الهواء الجوي يذوب فيه والبعض الآخر يتحد
اتحاداً كيمائياً ضعيفاً 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 حديثاً فيعود
الى الرئتين حيث يتنجر بعض الحامض ويقبل الدم كمية جديدة من اكسجين الهواء
ولعل الصواب في ذلك ان معظم الاكسجين الذي يدخل الرئتين يخل
في الدم او يتحد اتحاداً كيمائياً ضعيفاً ببعض اجزائه ثم يحمل الى المجموع الشعري
ليتحد هناك وفي دورته العامة بالاصول المتحللة وبالطعام كما ذهب المعلمان
المذكوران وايضاً ان بعضه يتحد حالاً عند دخوله الدم ببعض اجزائه الآتية
فيتكوّن من ذلك بعض الحامض الكربونيك الذي يخرج في هواء الزفير وهذا
يعمل عن تصاعد حرارة الدم تصاعداً خفيفاً ظاهراً مدة مروره في الرئتين
التعليل الميكانيكي عن بعض الاعمال التنفسية

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

المعدة الى الخارج بواسطة المري والبلعوم وانما من الاسفل فيستطرق المستقيم
بواسطة الاست وتستطرق المعدة بواسطة الجري . وجميع الفتحات المذكورة التي
تستطرق بها الاحشاء المجوفة الى خارج الجسم بمحاذاة بعضلات عواصر عمل
كل منها قائم بنفسه من غير مشاركة بغيره . واذ تم ذلك نقول

شكل ٦٤



التنهد اجهاد شهيق 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 ايضا بواسطة مرونتها
انطرد الهواء الى الخارج انطرادا سريعا . وكيفية ذلك انه في الدور الشهيق 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 الفتحين فما يتم حينئذ انما دخول الهواء الى الرئتين. واما في الدور الثاني وهو الزفيري من التنهد تنضغط الاحشاء البطنية بواسطة العود المرن او العضلي للجدران البطنية انضغاطاً مخالفاً لما سبق في الدور الشهقي فيحدث من ذلك خروج الهواء من فتحة المزمار ويندفع الحجاب الذي يكون حينئذ مرتخياً الى وضعه الاصلي اية الى الاعلى وتعمل عواصر المعدة والمستقيم والمثانة كما عملت في الدور الشهقي

والفواق يشبه التنهد من حيث كونه عملاً شهيقياً غير ان الشهيق فجائي مسبب عن انقباض الحجاب انقباضاً فجائياً تشنجياً فاذا دخل الهواء فجأة في فتحة المزمار وهي غير مستعدة لذلك حدث اهتزاز الاوتار الصوتية واللفظ الخاص بالفواق

والسعال حادث غالباً عن شهقة يعقبها زفرة غير انه اذا امتلأت الرئتان لا يندفع الهواء تدريجاً 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 سببه الى الخارج بشدة وصوت خاص بالسعال. فينتأني من ذلك قوة عظيمة ويدفع مجرى الهواء المخاط او مواد اخر من الرئتين او القصبة دفعاً سريعاً حاداً. 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 بسبب 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 تماماً ولا يختلف عنه الا من حيثية واحدة وهي ان

مجرى الهواء عند خروجه من الرئتين ينفذ معظمه من الانف لا من الفم كما يحدث في السعال وذلك بان تنقبض قوائم اللهاة فتعيق اللهاة وتسد المسلك المستطرق بين الفم والبلعوم فلا يجد الهواء سبيلاً للخروج الا من الانف دافعاً معه مخاطاً او مادة اخرى حريفة فاذا لم يكن هيوط اللهاة كافياً لذلك اندفع الهواء من الفم ايضاً واذا كان اندفاعه من الفم فقط لا يختلف عن السعال حقيقة اولغطاً

والتي يسبقه اولاً شهقة ثم تنسد فتحة المزمار ويعقب ذلك حالاً عمل العضلات البطنية عملاً شديداً وكل ذلك كما يحدث في السعال ثم يختلف العمل بينهما . فان الاوتار الصوتية تنفتح في السعال من عمل العضلات البطنية وتبقى مسدودة في التي وحينئذ لا يستطيع الحجاب ان يصعد فيكون سقفاً ثابتاً تنضغط المعدة عليه . وحينئذ 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 التي

وفي اخراج البول والغائط الاختيارية تحدث اولاً شهقة كما يحدث في السعال والعطاس والتي ثم ينسد المزمار ويثبت الحجاب كما يحدث في التي . ثم يبقى المزمار والطرف القلبي للمعدة مسدودين وترتخي عاصرة المثانة او عاصرة المستقيم او كلاهما فينطرد ما فيها الى الخارج ويعين في ذلك انقباض جدرانها 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 منكفاً عن العمل واذا ثبت فانما يكون ذلك ناشئاً عن انطباق المزمار لا عن عمل من تلفاء نفسه

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 جداً من انقباض المثانة والمستقيم على انه ينال اسعافاً عظيماً من

الاجهاد الشهيق وثبت الحجاب وانقباض العضلات البطنية على ما ذكر في استطلاق البول والغائط. وعمل العضلات البطنية غير اختياري على جانب عظيم في الولادة كالقي وهو اختياري غالباً في اخراج البول والغائط الا اذا كان هناك ألم 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 فتخرج من ذلك الصوت. وبسبك الصوت كلمات بواسطة اللسان والاسنان والشفيتين وغيرها واما الاوتار الصوتية فتحدث الصوت فقط ولا دخل لها في تكوين الحروف والكلمات

والغناء يشبه التكلم من حيث كيفية احداثه على شكل انه اذا تغير وضع الاوتار الصوتية ودرجة توترها بواسطة العضلات الحنجرية حدث من ذلك ابراج الموسيقى على انواعها. واما الكلمات التي تسعمل في الغناء فتتكون بواسطة اللسان والاسنان والشفيتين وغيرها كما تتكون في التكلم

والتأثر شمة غائرة يصحبها انقباض تشنجي في خوافض الفك السفلي وارتفاع عظيم في الاضلاع يشاركها في ذلك اللوحان. وهو من الاعمال الخارجة عن دائرة الارادة عادة وكثيراً ما يكون بالتمثل

والضحك ناشئ عن حركة تشنجية في عضلات الزفير بحيث يخرج النفس متقطعاً والمزمار مفتوح. واذا طال الضحك اشتد نفوس الحجاب وأفرغ الهواء من الصدر اكثر مما يحدث في الزفير الاعيادي. واما البكاء فيحدث عن انفعال نفسي مخالف لما سبق ولكنه قلما يختلف عنه في العمل العضلي التنفسي الذي يشترك احياناً بين الاثنين بحيث لا يعلم هل الشخص يضحك او يبكي

والمص ليس من الاعمال التنفسية حقيقة ولكنه يصح ذكره في هذا المقام. وهو حادث عن عمل العضلات الخوافض للعظم اللامي فانها اذا خفضت اللسان وارض الفم احدثت فراغاً في الفم ولما كان ثقل الهواء الجوي يفعل من

كل جهة لاجل حفظ الموازنة بين باطنه وظاهره وكان الاستطراق بين الفم والبلعوم مسدوداً بواسطة انقباض قوائم اللهاة بحيث نهبط اللهاة وتمس موخر اللسان امتنع دخول الهواء من هذه الجهة ولزم دخول شيء لاجل اشغال الفراغ وإعادة الموازنة فيدخل الجوهر المتص نطيقاً لما ذكر. وعمل اللسان وارض الفم في المص شبيه بعمل مدك الحفنة وعمل العضلات التي تخفض العظم اللامي شبيه بعمل القوة التي تجذب القبضة

عمل المجموع العصبي في التنفس

التنفس عمل غير خاضع للإرادة كبقية الوظائف الجسدية الضرورية للحياة ولولا ذلك لكانت الحياة عرضة للخطر الدائم بل كانت تنقطع عند انقطاع الشعور مدة النوم. غير انه من الواجب ايضاً ان يكون التنفس خاضعاً للإرادة على جانب ما لانه لو لم يكن كذلك لما امكن احداث الاعمال التنفسية الارادية المذكورة آنفاً كالتكلم والغناء والزحير وغيرها

ويظهر ان الحركات التنفسية ونظامها القانوني من حيث كونها غير خاضعة للإرادة ومستقلة بنفسها غنية عن الشعور عادةً هي تحت سلطة النخاع المستطيل المطلقة. والنخاع المذكور يقبل تأثير لزوم التنفس ويعكسه الى العصبين المحجابين وبقية الاعصاب المحركة التي تتعل في عضلات الشهيقي

واما الاعمال التنفسية الخاضعة للإرادة فلا بد من مشاركة الدماغ للنخاع المستطيل فيها لان جميع ما يعلم من هذا القبيل يجلنا الى اليقين ان العقل لا يدرك ولا يريد الا بواسطة الدماغ غير انه يظهر ان النخاع المستطيل هو الذي يجمع بين العضلات التنفسية بحيث نعمل سوية ولو كان الدماغ عاملاً. فانه في السعال والعطاس مثلاً يدرك العقل أولاً التهيج الواقع في الحنجرة او الانف وقد يحدث منه بعض السلطة على الاعمال التي يتكونان منها كالشهيقي الغائر الذي يسبقها. وانما الكيفية التي تجري الاعمال بموجبها واتفاق عمل العضلات في احداثها فعائدان الى النخاع المستطيل من غير ان يكون للإرادة

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

ففي الاعمال المذكورة وبقية الاعمال التنفسية غير الاعتيادية كعسر التنفس والزحير والشاوب والفواق وغيرها يجمع النخاع المستطيل بين عمل عضلات كثيرة غير التي تعمل في التنفس الاعتيادي ويجعل عملها مطابقاً بعضها لبعض ولا سيما عضلات الحنجرة والوجه واللوح والعمود الشوكي والبطن التي تشارك عضلات الصدر. وبناءً على ذلك ادخلها البعض في رتبة قائمة بنفسها وسموها عضلات التنفس الثانوية وازداد العلم بل الى العصبين المحجابين الاعصاب التي تتوزع فيها ولا سيما الوجهي والرئوي المعدي والشوكي الاضافي والعصبين التنفسيين الظاهرين وسماهما 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 صواباً. وإنما الامر الخاص بالتأثير العصبي من هذا القليل هو ان اعصاباً كثيرة تتوافق لاجل غاية واحدة بواسطة قوة مركز عصبي قائم بنفسه هو النخاع المستطيل. واما في غير هذه الحركات التنفسية فتفعل الاعصاب المذكورة وحدها او سوية من غير توسط النخاع المستطيل فاذا اهلك لم يمكن اجراء حركة موافقة للتنفس بواسطة العضلات ولو بقي قسم الحبل الشوكي الذي تنشأ منه الاعصاب سليماً. فان العصبين المحجابين مثلاً لا يستطيعان ان يهيئا التنفس بواسطة الحجاب اذا كان اتصالهما بالنخاع المستطيل مقطوعاً ولو بقي اتصالهما بالحبل الشوكي سليماً. وسنعود الى هذا الامر في الكلام على وظائف النخاع المستطيل والعصب الرئوي الممدي

النتائج الحادثة عن توقف التنفس وانقطاعه

اذا ابطل عمل التنفس اما بتوقيف الحركات التنفسية او بتزع الاكسجين من الهواء ابطأت الدورة في الرئتين اولاً ثم وقفت. وكيفية ذلك انه اذا اعيقت الدورة عورض خروج الدم من البطن الايمن وعقب ذلك عاقبة رجوع الدم

الوريدى الى القلب فتحقق المراكز العصبية وبقية اعضاء الجسد بالدم الوريدى .
ويحدث ايضا في العاقبة المذكورة انتقال كمية صغيرة جداً من الدم الوريدى من
الرئتين الى جانب القلب الايسر

وبناء على ما تقدم تكون حالة الحيوان الذي يموت بالاختناق او الاسفكسيا
عادة ان جانب القلب الايسر يكاد يكون فارغاً والرئتين وجانب القلب
الايمن واعضاء اخرى ممتلئة بالدم الوريدى . وهذه الحالة مسببة عن اشياء جملة
وهي اولاً ان معارضة سير الدم في الرئتين التي يظفرانها اول الحوادث المودية
الى الاختناق ناشئة عن انقطاع تبادل الغازات فكأن الدم المثقل بالحمض
الكربونيك لا يستطيع ان يسير بسهولة في الاوعية الشعرية الرئوية . غير انه
ربما لا تكون عاقبة الدم في الاوعية الشعرية كافية لتوقيف الدورة بالكلية الا اذا
ضعف عمل القلب ايضا . ولذلك يكون السبب الثانى للموت ضعف جانب
القلب الايمن الناشئ عن زيادة امتلائه بالدم الوارد اليه وما يعين في زيادة
الامتلاء المذكورة الاجهاد الشبهى الشديد الذي بصاحب الحالة المودية الى
الموت بالاختناق . والسبب الثالث انه لما عورض سير الدم في الجانب الايمن
من القلب حصل ولا بد احتقان وريدى في التمعج المستطيل والمراكز العصبية
ويشتد الامر ضرراً بان البطين الايسر انما يقبل ويدفع دماً وريدياً فقط
فتضعف الحركات التنفسية وحركات القلب . فاذا اجتمعت هذه الاسباب بطل
عمل القلب اخيراً . والسبب الرابع انه ما يودى الى بطلان عمل القلب ربما
كان نقص كمية الدم الاكسجينى التي يحتاج اليها جوهه العضلى لاجل عمله
الحيوى

وقد ظهر من التجارب الحديثة في الكلب انه اذا حُجز الهواء عنه كما بسد
القصبة كان معدل المدة التي دامت فيها الحركات التنفسية بعد حُجز الهواء عنه
اربعة دقائق وخمس ثوانٍ ومعدل مدة حركة القلب سبع دقائق واحدى عشرة
ثانية فيكون معدل مدة حركة القلب بعد انقطاع حركة التنفس ثلاث دقائق

و يضع ثوانٍ . و اعدوا التجربة في الارنب فكانت النتيجة كما ذكر . و ظهر ايضاً من
 التجارب المذكورة انه لم يمكن استرجاع حيوة الحيوان بعد انقطاع عمل القلب
 وقد ظهر من التجارب التي تتعلق بالغرق انه لا يمكن استرجاع الحيوة بعد
 تغطيس الحيوان دقيقة ونصف على انه يمكن استرجاعها بعد حجز الهواء عنه نحو
 اربع دقائق . و عللوا عن هذا الاختلاف بان في الغرق يخرج الهواء من الرئتين
 ويدخل الماء اليها و برهنوا على صدق التعليل المذكور بهذه التجربة وهي انهم
 اخذوا كلبين حجمهما واحد وسدوا قصبة احدها وتركوا الثاني كما هو و غطسوا
 الاثنين في الماء في زمن واحد و ابقوها دقيقتين ثم اخرجوها فعاد الاول الى
 الحيوة ولم يعد الثاني . فاستدلوا من ذلك ان دخول الماء الى الرئتين هو
 السبب الاعظم للموت السريع من الغرق . و النتائج التي توصلوا اليها من فحص
 رمم الغرقى ما يؤيد هذا القول لانهم شاهدوا ان الرئتين في الحيوانات التي
 سدت قصبتها محنتان فقط و اما في الحيوانات الغرقى فكان احقانها اشد
 وكانت المسالك الهوائية محشوة زبداً دمويّاً مؤلفاً من دم و ماء و مخاط ممزوجة
 بهواء الرئتين بواسطة الاجهاد التنفسي . و من جملة التجارب التي اجروها من
 هذا القبيل انهم سدوا قصبة كلب قوي البنية و غطسوه في الماء اربع دقائق ثم
 اخرجوه فاخذ يتنفس بعد ثلاثة ارباع الدقيقة و عاد الى ما كان عليه بعد اربع
 دقائق . و شاهدوا ايضاً انه اذا نقص دخول الماء الى الرئتين بواسطة ضعف
 الاجهاد التنفسي كما اذا وقع الحيوان في الغيبوبة بواسطة الكلوروفورم بحيث
 لم تبق له قوة على الاجهاد الشديد في التنفس احتمل زمناً اطول من التغطيس
 بدون ان يموت . و لعل هذا هو السبب في ان السكرى و المسومين بالخدرات
 و الذين اغي عليهم يمتثلون زمناً من التغطيس في الماء اطول مما يمتثله غيرهم
 و لا ريب في ان اجتماع الحامض الكربونيك في الدم و نقله الى الاعضاء
 هما السبب الاصيل الذي تنشأ عنه ظواهر الاسفكسيا اي الاختناق على انواعه .
 لانه اذا لم يحدث ذلك لم يقع ضرر بالحيوة كما يشاهد في الحيوانات ذوات

الدم الحار التي تستوفان تنفسها حيث يكاد يبطل ويعمل القلب عملاً بطيئاً ضعيفاً جداً وتكاد تتوقف جميع أعمال الحياة الآلية بحيث يمكن حجز الهواء الجوي عنها زمناً طويلاً. وقد ابقى سيالتريني مرموتاً شاتناً في الحامض الكربونيك أربع ساعات بدون ضرر وغطس هال خفاشاً في الماء ست عشرة دقيقة وكبابة اثنتين وعشرين دقيقة ونصف بلا ضرر للحياة

الفصل الثامن

في الحرارة الحيوانية

معدل حرارة الجسد البشري في الأجزاء الباطنة التي يمكن الوصول إليها بسهولة كالنم والمستقيم من 38° إلى 39° درجة ف. وأما في السطح الظاهر فتختلف في أقسام مختلفة درجتين أو ثلاث درجات إذا كانت محمية بالسوية من عمل البرد وهذا الاختلاف في الكيفية المذكورة موقوف خصوصاً على كمية الدم الواردة إلى القسم. ويبحث غالباً عن الحرارة بالثرمو متر في الأبط وقد شوهد أن معدلها العام هناك 38.6° ف

وأما الكيفيات الرئيسة التي تعمل في حرارة الجسد وهو في الصحة فهي على ما يأتي:

السن. معدل حرارة الطفل المولود حديثاً لا يزيد عن البالغ بأكثر من 1° ف. وينقص هذا الاختلاف الزهيد كلما تقدم الطفل في السن إلى زمن الشباب والكهولة ثم يعود مرة أخرى في زمن الشيخوخة. غير أن قوة توليد الحرارة في الشيوخ والأطفال ضعيفة بالنسبة إلى الواقع في الشباب والكهولة. وقد امتنع