The heart القلب

يعد القلب المضخة الرئيسية التي تدفع الدم في انحاء الجسم المختلفة من خلال الاوعية الدموية للدور الدموية ففي الاسماك يلاحظ ان الدم يمر لمرة واحدة بالقلب وهو في طريقه الى منطقة الخياشم وبعد ذلك يدور منها بقية انحاء الجسم اما في اللبائن والطيور فان نظام الدورة الدموية يتكون من الرئتين والقلب والاوعية الدموية يمرفيها الدم لمرتين بالقلب احداهمها ان يحمل الاوكسجين الى القلب ليضخه بدوره الى انسجة الجسم وبالاتجاه الاخر فان الدم القادم الى القلب من الجسم يحمل ثاني اوكسيد الكاربون ليضخه القلب الى الرئتين. ويقع القلب في منطقة الصدر في المساحة الفاصلة بين المعدة والرئتين ويكون محمي بالقفص الصدري وفي بعض الحيوانات يقع على الجهة اليسرى واحيانا" في حيوانات اخرى يقع على الجهة اليمنى . يغطى القلب بغشاء صلب يدعى بالغشاء التاموري يتخلل هذا الغشاء القلب في مناطق ضيقة تمتلئ بسائل يعمل كمزيت يمنع او يقلل الاحتكاك. يكون القلب في المجترات عبارة عن حقيبة مجوفة من العضلات القلبية وهذا التجويف داخل القلب يكون منقسم الى اربعة غرف بحيث ان الغرف على الجهة اليمنى تكون مفصولة تماما" عن الغرف التي تقع على الجهة اليسرى والغرفتين العلوية تكون ذات جدران رقيقة تدعى الاذينين والغرفتين التي تكونان في الاسفل ذات جدران سميكة تدعى بالبطينين.

يمر الدم عبر القلب وفق سياق ونظام واحد اذ يستلم الدم غير المؤكسد من الجسم عن طريق الوريد الاكبر والذي يدعى بالوريد الاجوف ويدخل الى الاذين الايمن. ان التقلصات التي في الاذين الايمن تضخ الدم الى البطين الايمن وبعدها الى الرئتين بواسطة الشريان الرئوي . يحمل الدم بالاوكسجين في الرئتين ثم يعود الى القلب ويدخل في الاذين الايسر من خلال الوريد الرئوي. ان تقلصات الاذين الايسر تدفع الدم الى البطين الايسر والذي يضخ الدم بدوره الى الجسم عبر الاوردة . ان جدران البطين الايسر عادة تكون اسمك من جدران البطين الايمن كونها تضخ الدم الى نهاية اطراف الجسم والراس والذيل بينما البطين الايمن يضخ الدم الى مسافة اقل وهي الى الرئتين والتي تكون قريبة من القلب.

Valves الصمامات

الصمامات عبارة عن لوحات نسيجية تعمل على وقف تدفق الدم بشكل عكسي لذلك تستطيع السيطرة على اتجاه تدفق الدم في القلب ويوجد نوعان منها، النوع الاول عبارة عن صمامات ذات كتلة كبيرة تقع بين الاذين والبطين تسمى بالصمامات الاذينية – البطينية والتي تعملان على منع تدفق الدم من البطين الى الاذين مرة اخرى. ان اللوحات النسيجية لهذه الصمامات ترتبط مع جدران البطينين باوتار بحيث تبدو وكانها تغطي هذه الصمامات اما النوع الثاني من الصمامات فهي ذات اشكال اشبه باللوحات النسيجية التي تاخذ شكل الهلال وتدعى بالصمامات الشريانية- الوريدية ويقعان في منطقة اتصال الشريان الرئوي والوريد الرئوي مع القلب على التوالي .

the heart beal نبض القلب

يحدث نبض القلب على هيئة تناوب بين الانكماش والارتخاء للعضلة القلبية وتوجد اربعة مراحل لنبضة القلب هي :

1- ان ارتخاء كل اذين يسمح بدخول الدم الى القلب اذ ان الدم يتدفق من الجسم عبر الوريد الاجوف الى الاذين الايمن وبنفس الوقت فان الدم يتدفق من الرئتين عبر الوريد الرئوي الى الاذين الايسر.

2- تفتح صمامات الاذينية- البطينية مع ارتخاء البطينات ثم تتقلص الاذينات ويتدفق الدم من الاذين الايمن الى البطين الايمن وكذلك من الاذين الايسر الى البطين الايسر.

3- تتقلص البطينات وتصدر الصمامات الاذينية- البطينية صوت يتوقف بعدها تدفق الدم داخل الاذين وهذا هو الصوت الاول (lubb) لنبضة القلب.

4- تفتح الصمامات الهلالية بشكل جزئي ويضخ الدم من البطين الايمن الى الرئة وبنفس الوقت يتدفق الدم خارج البطين الايسر عبر الشريان الابهر الذي يغذي الجسم وعندما يتوقف تقلص الصمامات الهلالية يتوقف تدفق الدم وهنا يتم سماع الصوت الثاني (dupp) لنبضة القلب بعدها يتدفق الدم الى الاذين مرة اخرى وتتكرر العملية مرة اخرى وهكذا.

عند تعرض الصمام الى التلف فانه يفشل في عملية الغلق الكامل مما يسمح بعودة الدم بعد كل نبضة وهذا يمكن تمييزه بطنطنة القلب . ان الفترة التي ترتاح وتبسط فيها البطينات تدعى مرحلة انبساط القلب.

عضلة القلب Cardiac muscle

جدران القلب والتي تشمل عضلة القلب هي ذات نوع خاص من العضلات لا تتواجد الا في القلب وان خلايا عضلة القلب تتكون من شبكة من الالياف التي تتفرع على هيئة مصفوفة تضيق احيانا" لتسمح بعبور الحوافز العصبية التي تنتقل عبر النسيج العضلي القلبي، تحتاج عضلة القلب الى كمية هائلة من الطاقة لاداء وظيفتها لذا فهي تكون ذات محتوى عالي من بيوت الطاقة وذات احتياج عالي من الاوكسجين وهذا يتم تزويده من خلال الشرايين التاجية.

السيطرة على نبضات القلب control of the heart beal

لعضلة القلب جدران تتقلص بشكل طبيعي وهذا يمكن تمييزه من خلال وضع نسيج من عضلة القلب في محلول (تجربة مختبرية) وهذا المحلول يكون مشابه فسلجيا" للدم . يلاحظ ان هذا النسيج سيستمر بالتقلص والارتخاء طيلة الوقت . في القلب الطبيعي فان منظم القلب يعمل كآلة موسيقية متساوية الايقاع . ويقع منظم القلب في جدار الاذين الايمن وتنظيم نبضات القلب تتم من خلال السيطرة الدماغية وعلى الاخص منطقة في الدماغ تدعى النخاع المستطيل فضلا" عن مساعدة بعض الهرمونات كالادرينالين والذي يعمل على تسريع نبضات القلب.

الاوعية التاجية the coronary vessels

على الرغم من ان الدم المؤكسد يمر عبر اجزاء القلب الا انه لا يستطيع تزويد عضلة القلب باحتياجاتها من الاوكسجين والمكونات الايضية لذا فان شريان خاص يدعى بالشريان التاجي هو من يقوم بفعل ذلك. وان هذا الزوج من الشرايين التاجية تنشأ وتتفرع من الشريان الابهر وتدخل الى عضلة القلب لتزويده بالاوكسجين والمواد الغذائية وتاخذ ثاني اوكسيد الكاربون والنواتج العرضية للايض من خلال الدورة التاجية التي تسير من الجهة اليمنى للقلب وبالامكان ملاحظة بعض هذه الاوعية التاجية من السطح الخارجي للجسم.احيانا" تتراكم الدهون داخل الشريان التاجي مما يمنع تدفق الدم الى عضلة القلب واذا كانت هذه الاعاقة حادة جدا" فان امكانية تضرر القلب تزداد بسبب قلة تجهيز القلب بالدم مما يمكن ان ينتج عنه نوبة قلبية.

تحتاج الحيوانات لتوفير الطاقة للبقاء على قيد الحياة وهذه الطاقة مطلوبة لبناء الجزيئات الكبيرة مثل البروتينات والكلايكوجين وتكوين تراكيب الخلايا ونقل المواد الكيميائية من خلال الاغشية وحول الخلايا وتقلص العضلات ونقل الايعازات العصبية والحفاظ على دفئ الجسم . تحصل الحيوانات على طاقتها من الجزيئات الكبيرة بواسطة ما تتناوله من غذاء. وغالبا" ما يكون الكلوكوز مصدر للطاقة ولكنه ممكن ان يأتي من مصادر اخرى غير كربوهيدراتية مثل الدهون والبروتين . ان الطاقة المصنعة بواسطة العمليات الكيموحيوية تعرف بالتنفس الخلوي respiratory cell والذي يحدث في الميتوكوندريا داخل الخلايا الحية ويمكن تلخيص التفاعل بالمعادلة التالية :

Carbohydrate Food (glucose) + Oxygen = Carbon Dioxide + Water + energy

كما يلاحظ من هذه المعادلة ، يجب ان تزود الخلايا بالأوكسجين والكلوكوز والنواتج العرضية مثل Co2 السام للخلايا والذي يجب ازالته . يتم نقل هذه الغازات من والى الانسجة اذ تكون مطلوبة او منتجة .

يدخل الاوكسجين للجسم من الهواء (او الماء في الاسماك) وعادة يتم التخلص من Co_2 من نفس الجزء من الجسم . هذه العملية تدعى بالتبادل الغازي . ان التبادل الغازي للأسماك يحدث في الخياشيم وفي الفقريات التي تعيش على سطح الارض تعد الرئتين هي المسؤولة عن تبادل الغازات . وتستخدم الضفادع كونها حيوانات برمائية الخياشيم والرئتين في طور اليرقة والفم والجلد عند البلوغ.

الثديات والطيور تكون نشطة ولديها درجات حرارة مرتفعة نسبيا" للجسم لذا فهي تحتاج كميات كبيرة من الاوكسجين لتوفير الطاقة الكافية من خلال التنفس الخلوي . ومن اجل الحصول على ما يكفي من الاوكسجين واطلاق جميع Co_2 فإنها تعد هنالك حاجة الى مساحة سطحية كبيرة جدا" يمكن ان يحدث فيها تبادل للغاز. ان العديد من الاكياس الهوائي الدقيقة او الحويصلات تبدو تحت المجهر اشبه بعناقيد العنب المغطاة بشبكة من الشعيرات الدقيقة . توجد طبقة رقيقة من الماء تغطي السطح الداخلي لكل حويصلة وتوجد مسافة جدا" قليلة من طبقات الخلايا الدقيقة بين الهواء الداخل للحويصلات والدم في الشعيرات الدموية . وان معظم الغازات تمر عبر هذه الفجوة عن طريق الانتشار.

انتشار ونقل الاوكسجين

الهواء في الحويصلات الهوائية تكون غنية بالأوكسجين بينما الدم في الشعيرات الدموية حول الحويصلات يكون غير مؤكسد هذا لان الهيموجلوبين في كريات الدم الحمراء قد افرجت عن كل الاوكسجين الذي تحمله الى خلايا الجسم. الاوكسجين ينتشر من التركيز العالي الى التركيز الواطئ لذلك يعبر الحاجز الضيق بين الحويصلات الهوائية والشعيرات الدموية لدخول الدم مع الهيموجلوبين في خلايا الدم الحمراء لتشكل الاوكسي هيموجلوبين (دم مؤكسد). القطر الضيق للشعيرات الدموية المحيطة بالحويصلات الهوائية يعني ان تدفق الدم يكون ببطيء وان الخلايا الحمراء تنحصر بجدران الاوعية الدموية الشعرية وكل هذه العوامل تساعد الاوكسجين على الانتشار في الدم .عندما يصل الدم الى الشعيرات للأنسجة ينفصل الاوكسجين من جزيئة الهيموجلوبين بعده ينتشر في سائل الانسجة وبعد ذلك في الخلايا.

انتشار ونقل ثاني اوكسيد الكاربون

ان الدم الذي يدخل في الشعيرات الدموية الرئوية يكون ممتلئ بثاني اوكسيد الكاربون الذي تم جمعه من الانسجة. معظم Co_2 يتم اذابته في البلازما اما على شكل بيكربونات الصوديوم او حامض الكربونيك ويتم نقل القليل منه على هيئة Co_2 بواسطة كريات الدم الحمراء. عندما يدخل الدم الى الرئتين ينتشر Co_2 عبر الشعيرات الدموية وجدران الحويصلات الهوائية واخيرا" يتم طرحه من الرئتين اثناء التنفس.

الممرات الهوائية The air passage

عندما يحدث تنفس للهواء فانه يمر عبر الانف ثم الحويصلات الرئوية عبر مجموعة من القنوات. وبعد دخول الهواء الانف فان الهواء يمر عبر التجويف الانفي الذي يكون مبطن بغشاء رطب يضيف الدفيء والرطوبة على الهواء اثناء مروره. ثم يتدفق الهواء عبر البلعوم وهو ممر يحمل كل من الطعام والهواء الى الحنجرة حيث يقع صندوق الصوت voice box وهنا فان ممرات الطعام والهواء تنفصل مرة اخرى اذ يمر الطعام الى المريء والهواء الى القصبة الهوائية ولمنع دخول الطعام الى القصبة الهوائية يوجد لسان صغير من الانسجة يسمى بلسان المزمار الذي يغلق الفتحة الهوائية اثناء البلع . ان رد الفعل العكسي الذي يثبط التنفس اثناء البلع يمنع الاختناق بالطعام.

القصبة الهوائية هي عبارة عن انبوب او قناة ناقلة للهواء اذ يعبر الهواء الحنجرة وان الحلقات الغضروفية غير المكتملة في جدران القصبة الهوائية تساعد على ابقائها مفتوحة حتى عندما تنحني الرقبة ويستدير الراس. الهواء المار ينقسم الى شعبتين هوائية واللتان تأخذان الهواء الى الرئة اليمنى والرئة اليسرى قبل ان تنقسم الى تشعبات صغيرة تنتشر في جميع انحاء الرئتين لحمل الهواء الى الحويصلات الهوائية. العضلات الملساء في جدران القصبات الهوائية والشعب الهوائية تنظم قطر الممرات الهوائية وان الانسجة التي تبطن الممرات التنفسية تنتج مادة مخاطية وتغطى بشعيرات دقيقة او اهداب تعمل على الالتصاق الفوري بالأتربة التي تستنشق عند التنفس لتنقل بعدها الى الفم او الانف ليتم اخراجه بالسعال او النفث.

الرئتين والتجاويف الجنبية Lungs and pleural cavities

تملئ الرئتين معظم الصدر او التجويف الصدري وهي تكون مفصولة تماما" عن تجويف البطن عن طريق الحجاب الحاجز . الرئتين والمسافة التي تستلقي عليها الرئتين تدعى التجاويف الجنبية وهذه التجاويف تغطى بأغشية تسمى الغشاء الجنيني . توجد طبقة رقيقة من السوائل بين الغشائيين تعمل على تزييت الجدران عند التحرك والاحتكاك مع بعضهما البعض اثناء حركات التنفس.

انهيار الرئتين Collapsed lungs

التجاويف الجنبية تكون محكمة تماما" مع عدم وجود اتصال مع الخارج واذا تم ثقبها عن طريق حادث وغالبا" ما يحدث عند كسر في احد الاضلاع فان الهواء يندفع وتنهار الرئة . عندما تنفصل الرئتان فان النظام التنفسي بأكمله والذي يشمل المريء والقصبة الهوائية والشريان الابهر والوريد الاجوف والعقد اللمفاوية تنهار وهذا يسمى بالتصنف mediastinum .في البشر والاغنام فان التجويف الجنيني يكون منفصل بحيث يؤدي ثقب تجويف جنيني واحد الى انهيار رئة واحدة فقط بينما في الكلاب فان هذا الفصل غير مكتمل وبالتالي فان الثقب ينتج عنه انهيار كامل الرئتين.

التنفس Breathing

عملية التنفس هي عبارة عن تحرك الهواء داخل وخارج الرئتين وفي بعض الاحيان تسمى هذه العملية بالتنفس ولكن من المهم عدم الخلط بينها وبين العمليات الكيموحيوية والتنفس الخلوي الذي يحدث في ميتوكوندريا الخلايا . يتم تحقيق التنفس عن طريق حركة الحجاب الحاجز والاضلاع.

الشهيق Inspiration

الحجاب الحاجز هو عبارة عن قطعة رقيقة من العضلات التي تفصل تماما" تجاويف البطن والصدر عن بعضهما البعض . عندما يكون الحجاب الحاجز بوضع الراحة فانه يتقبقب (يتخذ شكل القبة) في التجويف الصدري ولكن اثناء التنفس او الشهيق فانه يأخذ شكل التسطح وفي نفس الوقت تقوم العضلات الخاصة بجدار الصدر بتحريك الاضلاع تسبب زيادة حجم الصدر ولان التجاويف الجنبية هي محكمة فان الرئتان تتوسعان لملىء هذه المساحة وهبط الهواء في القصبة الهوائية الى رئتين.

الزفير Expiration

يتكون الزفير او خروج الهواء من الحركات المعاكسة للشهيق اذ تتحرك الاضلاع الى الاسفل والحجاب الحاجز يستعيد شكله المقبب لذلك يتم طرد الهواء . يتكون الزفير عادة غير فعال ولا يتطلب طاقة.

احجام الرئة lung volumes

عند الجلوس والاسترخاء يلاحظ ان دخول وخروج الهواء (التنفس) يكون هادئ جدا" ولطيف اذ ان كمية صغيرة فقط من الحجم الكلي للرئة تستهلك لغرض التنفس ويسمى هذا النوع

من التنفس اللطيف عند الرحة بالمد والجزر . والحجم التنفسي الداخل والخارج يدعى بحجم المد والجزر. احيانا" يريد بعض الناس قياس حجم الهواء عند الشهيق او الزفير خلال دقيقة واحدة من هذا التنفس الطبيعي وهذا يسمى بالحجم لكل دقيقة minute volume . وهذا يمكن ان يقدر من خلال قياس حجم واحد من تنفس المد الجذري تم ضربه بعدد الانفاس في الدقيقة الواحدة . طبعا" من الممكن ان يقدر ايضا" من خلال اخذ القدرة القصوى للشهيق ثم القدرة القصوى للزفير ، ان حجم هواء الزفير كحد اقصى متبوع بالحد الاقصى للشهيق يدعى بالسعة الحيوية vital capacity .

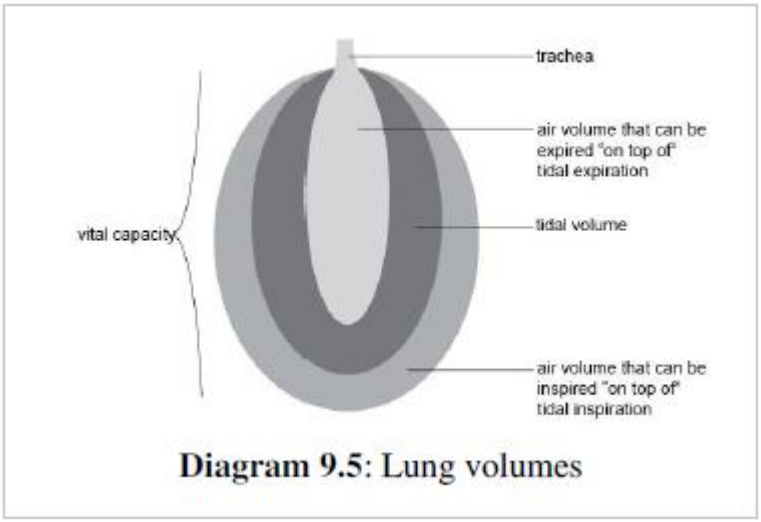

Diagram 9.5: Lung volumes

التغير في حجم الرئة

تركيب الهواء

تتنفس الحيوانات من الهواء ما نسبته 21% و 0,04 % من Co2 . ان الهواء المطرود يتكون 16% اوكسجين و4,4 % Co2 وهذا يعني ان الرئتين تنتزع فقط ربع الاوكسجين الموجود في الهواء وهذا يفسر لماذا يستخدم التنفس الاصطناعي عن طريق نفخ هواء الزفير في فمه. يعد التنفس نشاط لاإرادي يحدث عند النوم والاستيقاظ على الرغم من ان الانسان ذو قدرة على السيطرة على عملية التنفس ارديا". توجد منطقتين في مؤخرة الدماغ هما النخاع المستطيل ومنطقة الجسر تسيطران على معدل التنفس وتدعى بمراكز التنفس وهي تستجيب لتركيز Co2 في المد اذ عندما يرتفع هذا الغاز خلال نوبة نشاط معينة يتم ارسال الايعازات العصبية تلقائيا" الى الحجاب الحاجز وعضلات الاضلاع التي تزيد من عمق ومعدل التنفس وزيادة معدل التنفس يزيد من كمية الاوكسجين في الدم لتلبية احتياجات هذا النشاط المتزايد.

حموضة الدم والتنفس

درجة حموضة الدم (التوازن الحامضي – القاعدي) امر بالغ الاهمية للعمل الطبيعي للخلايا والجسم ككل. على سبيل المثال يمكن ان يؤثر الدم شديد الحموضة او القلوية تأثيرا" خطيرا" على وظيفة العصب والذي يسبب بدوره الغيبوبة وتشنجات العضلات وحتى الموت.

ثاني اوكسيد الكاربون المحمول في الدم يجعل الدم حامضي وكلما ارتفع تركيزه زادت حموضة الدم وهذا امر خطير جدا" لذلك هناك آليات مختلفة في الجسم والتي تحقق التوازن الحامضي القاعدي مرة اخرى ضمن النطاق الطبيعي ويعد التنفس احد تلك الوسائل اذ كلما يزداد معدل التنفس تزداد معدل التنفس تزداد كمية Co2 المذابة والمطرودة من الدم وهذا يعمل على تقليل حموضة الدم.