الجهاز التنفسي

الجهاز التنفسي أو جهاز التنفس يزود خلايا جسم الإنسان بالأكسجين الضروري لأنشطتها، ويخلصها من ثاني أكسيد الكربون (نتاج عملية الأكسدة فيها). يمر هواء الشهيق عبر الرغامى والقصبتين (شعبتيه الأضيق اللَّتَين تتفرعان منه قبل الدخول للرئتين) إلى الرئتين. وتشمل كل رئةٍ كثيراً من القصيبات ،والتي تتفرع إلى شُعيبات تنتهي بعددٍ لا يحصى من الحويصلات الهوائية (أو الاسناخ) المبطنة باغشيةٍ رقيقةٍ جداً يجري عبرها تبادل الغازات بينها وبين الشعيرات الدموية التي تحيط بالأسناخ. وتعمل العضلات الوربية (بين الضلوع) والحجاب الحاجز (تحت الرئتين) على تشغيل الرئتين كالكير (منفاخ الحداد)، تسحب الهواء اليهما ثم تدفعه خارجهما في فتراتٍ منتظمة.

المجاري التنفسية

وتشتمل على سلسلة من الأعضاء تنقل الهواء إلى الرئتين وهذه الأعضاء هي كل من

الأنف

الأنف هو جهاز غضروفي تتصلان مع الخارج بالأنفين وهما مبطنان بغشاء مخاطي مهدب يرطب ويسخن الهواء وينقيه. يقوم الأنف بدور أساسي في عملية التنفس وكذلك الشم وهو يقع في مقدمة الوجه ويتكون من هيكل عظمي وغضروفي مغطى بالجلد، ويغطي سطح التجويف الأنفي مادة مخاطية وشعيرات دموية وشعر الصغير ليحمي الأنف من كل أشياء غريبة تدخل إليه.

البلعوم

البلعوم هو الممر المباشر والممتد من ممر الانف من الخلف، الجزء الامامي منه مبطن بغشاء مخاطي والجزءالخلفي عبارة عن ممر مشترك للغذاء والهواء معا، تتصل به من الامام القصبة الهوائية ومن الخلف المريء، ويمر من البلعوم خلال فتحة المزمار إلى الحنجرة.

الحنجرة

وهو عضو غضروفي تمتد في داخله ثنيات غشائية عضلية تكون الحبال الصوتية، فتهتز هذه الحبال بتأثير الهواء الصاعد من الرئتين فتنشأ عنهما الأصوات، فالحنجرة هي عضو الصوت، تفتح الحنجرة بفتحة المزمار، ويسدها عند البلع غضروف لسان المزمار

القصبة الهوائية

وهي أنبوب يتكون من غضاريف شبه دائرية تدعم الناحية الأمامية بينما يوجد في الناحية الخلفية التي يستند إليها المريء عضلات ملساء وأربطة ليفية مارنة (fibroelastic ligaments) تصل نهايات الغضاريف ببعضها؛ فتكون وظيفة الغضاريف منع توسع تجويف الرغامى فوق المطلوب، كما أن العضلات والأربطة تحافظ على قطر مناسب لتجويف الرغامى، وانقباض هذه العضلات وبالتالي تضَيُّق تجويف الرغامى يلعب دوراً في السعال كما يساهم انقباض العضلات في تنظيف مجرى التنفس.يبطن القصبه غشاءٌ مخاطي ذو أهداب مهتزة مخاطية تستوقف الغبار، والجزيئات التي ترافقه، ويدفعها نحوالخارج فهذه الاهداب تعمل كالمكنسه.

الشعب الهوائية

تتفرع الرغامي بعد مسافة من الحنجرة إلى قصيبات أصغر كأغصان الشجرة ويشكل مجموعها الشجرة القصبية.

الرئتان

وتوجد الرئتان في الفراغ الصدري محاطتين بالغشاء البلوري الحشوي داخل حجرة جدارها من الضلوع والقص والعمود الفقري ودعامتهما الحجاب الحاجز.وهما عضوان إسفنجيان مرنان يشتملان على الشجرة القصيبية التي نتجت عن الحويصلات الرئوية.وينقسم جوف كل حويصلة إلى عدد من التحدبات هي الاسناخ الهوائية التي تزيد من سعة السطح الداخلي للهواء. تجتمع الاسناخ لتشكل حويصلات، وتجتمع الحويصلات لتشكل كتلا هرمية الشكل تدعى الفصيصات الرئوية.وتجتمع الفصوص الرئوية وعددها ثلاثة في الرئة اليمنى وفصّان فقط في الرئة اليسرى.

الغشاء الجنبي (pleural membrane)

يحيط بكل رئة غشاء ذو ورقتين يدعى الغشاء الجنبي، تلتصق الوريقة الداخلية بالرئة بينما تلتصق الوريقة الخارجية بالوجه الداخلي للقفص الصدري ويفصلها تتصل الرئتان بالقفص الصدري.

الأوعية الدموية الرئوية

يخرج الشريان الرئوي من البطين الأيمن فينقسم إلى قسمين ينفذ كل منهما إلى رئة ويسير محاذيا للقصبة الهوائية ويتفرع مثل تفرعها حتى ينتهي في محيط الأسناخ.فيتشكل حولها شبكات شعرية غزيرة، وينتج عن اجتماع الشعيرات فروع وريدية تتلاقى فتشكل وريدين في كل رئة وتخرج الأوردة الرئوية الأربعة وتصب في القلب في الأذين الأيسر وبما أن جدران الاسناخ الرئوية رقيقة جدا فيكون الدم فيها وهواء الاسناخ على اتصال مباشر بسطح واسع جدا وتتم عندها التبادل الغازي الرئوي.

وظائف التنفس

يقوم التنفس بالوظائف التالية:

تزويد الجسم بالأكسجين من الجو إلى الرئتين، ثم أكسدته في الرئتين، بفضل الضغط الجزيئي للأكسجين في الأسناخ والأوعية الدموية.

طرح ثاني أكسيد الكربون: وذلك بفضل فرق الضغط الجزيئي له في الخلايا والأوردة والاسناخ.

المحافظة على التوازن الحامضي_القاعدي أو الرقم الهيدروجيني.

المحافظة على حرارة الجسم: نتيجة لعمليات الاحتراق والهدم والبناء داخل الجسم ترتفع درجة حرارة الجسم الداخلية فيعمل بعدة طرق للتخلص من الحرارة الزائدة وهذه الطرق والوسائل هي:الجهاز العصبي، الغدد الصماء، الرئتان.

يتم تجديد الهواء داخل الرئتين بواسطة ظواهر ميكانيكية، أولها حركة العضلات التنفسية التي تعمل على تغيير حجم القفص الصدري أثناء الشهيق والزفير ،والتغلب على مقاومة الممرات الهوائية والجنبة الرئوية.وتنقسم عملية التنفس إلى مرحلتين متتابعتين بشكل متلاحق ومستمر هما الشهيق والزفير:

الشهيق (بالإنجليزية: Inspiration): وهو عملية فاعلة، تتطلب جهدا من أعضاء الجهاز التنفسي، وخاصة العضلات لإدخال الهواء إلى الرئتين

الحجاب الحاجز :تتقلص عضلة الحجاب الحاجز فتهبط للأسفل فيتسع القفص الصدري عمودياً أو طولياً ويقل الضغط داخل الرئتين إلى أن يصبح اقل من الضغط الجوي فيندفع الهواء داخلهما.

العضلات الوربية الخارجية:وتعمل على رفع القص ودفعه للأمام مما يزيد من حجم القفص الصدري من الأمام للخلف وجانبياً.

الزفير (بالإنجليزية: Expiration):وهو عملية سلبية أو تلقائية لا تتطلب جهدا لإخراج الهواء خارج الجسم، وإنما تأتي كنتيجة حتمية لعملية الشهيق ولكن في الحالات الاضطرارية ،تتدخل عضلات البطن والعضلات الوربية الداخلية لتضيق القفص الصدري، فيرتفع الضغط داخل الرئتين فيطرد الهواء منهما عبر الممرات الهوائية خارج الجسم.

معدّل التنفس: يكون وقت الشهيق أطول من وقت الزفير، كما نلاحظ لحظة توقف عند نهاية الشهيق. ويتراوح معدل التنفس عند الرجل السوي بين ١٣- ١٨ دورة في الدقيقة وفي المتوسط ١٦ دورة في الدقيقة ويزداد هذا المعدل في حالات الحرارة والعمل، وهو عند المرأة أكثر منه عند الرجل بدورتين.

دور الممرات الهوائية في التنفس

ليست الممرات الهوائية مجرد قنوات صافية، وإنما تلعب دوراً في عمليتي الشهيق والزفير ،فأثناء الشهيق تتطاول وتتسع إلى أقصى حد لتسهّل مرور الهواء، بينما وقت الزفير يقل طولها وقطرها بفعل ارتفاع الضغط داخل القفص الصدري للإسراع في طرح الهواء وكذلك

تقوم بطرح وإخراج الإفرازات التي يبلغ حجمها الطبيعي ١٥٠ مللتر يومياً ويزداد في الحالات المرضية.

دور الجنبة (pleura) في التنفس

تعمل بورقتيها الجدارية والحشوية على دعم الرئتين والجدار الصدري وهي تسمح للرئتين بالتمدد الأعظمي، كما تسمح لها بالحركة التي تنقلها لهما من جدار القفص الصدري وبناء على ذلك فإن الضغط داخل الفجوة بين ورقتي الجنبة أثناء الزفير يستخدم سلبياً وهو يساوي –٣ ضغط جوي ويزداد سلبية أثناء الشهيق إذ يتراوح ما بين ٦-١٠، أما في حالة الزفير الإجباري قد يصل إلى +٤ بينما ينخفض أثناء الشهيق الإجباري إلى ٣٠ ضغط جوي.

دور الأسناخ في آلية التنفس

تلعب الأسناخ دوراً هاماً وذلك بفضل مطاطية جدرانها والألياف العضلية بين الأسناخ وخاصة بفعل تأثير "فاعل السطح" (فاعل السطح أو surfactant هو سائل يحتوي على مواد مختلفة من ليبيدات مفسفرة وبروتينات وأيونات، وتفرزه خلايا خاصة في الأسناخ، وهو السبب في عدم انكماش الأسناخ عند الزفير؛ فلو أغلقت الأسناخ يصعب فتحها من جديد بطرق عادية)، ومن أهم وظائف الأسناخ أنها مكان تبادل الغازات بين الرئتين والدم لنقله لباقي أعضاء الجسم.

التبادل الغازي

تشكل الأسناخ أو الحويصلات الرئوية المكان الذي يتم فيه تبادل الغازات بين الهواء الجوي والأوعية الدموية، والطبيعة الفسيولوجية والتشريحية للأسناخ تسمح بهذا التبادل ذلك أن الأسناخ ذات جدار رقيق جداً، ومحاطة بشبكة من الشعيرات الدموية مساحتها حوالي ٧٠ م٢ تحتوي خلايا تفرز مادة خاصة وهي "فاعل السطح" أو surfactant (تحافظ على مطاطية الرئة واتساعها)، وخلايا بالعة، وأنسجة خاصة، وثقوب لكل هذه العوامل تعمل على تسهيل مرور الهواء من وإلى الأسناخ وتمر عملية التبادل الغازي بأربع مراحل هي:

تبادل الغازات بين هواء الجو والأسناخ، وتدعى التهوية الرئوية.

تبادل الأكسجين وثاني أكسيد الكربون بين الأسناخ والشعيرات الدموية.

نقل الأكسجين وثاني أكسيد الكربون في الدم.

تبادل الأكسجين وثاني أكسيد الكربون بين الشعيرات الدموية والخلايا.

تأثير ثاني أكسيد الكربون الموجود في هواء الجو:

عندما تكون نسبة CO_2 في الهواء المستنشق طبيعية ٠.٠٥% لا يحصل أي تغيير على تنفس الشخص

إذا ارتفعت نسبة CO_2 في هواء التنفس إلى ٣% يزداد عمق التنفس وتبقى سرعته بطيئة ويدعى ذلك فرط التهوية.

إذا ارتفعت إلى حوالي ٥% تزداد سرعة التنفس وعمقه.

إذا ارتفعت إلى حوالي ٦% تباطأت الوظائف الدورانية والتنفسية وأصابهما الخمول والهمود ويصاب الشخص بالصداع والدوار والإغماء.

تأثير نقص الأكسجين في هواء الجو:

إن النسبة المئوية للأكسجين في الهواء الجوي ٢٠.٩٥% فإذا انخفضت إلى أقل من ١٣% فإن التنفس سيزداد سرعة وعمقاً وبذلك تزداد كمية الأكسجين في الأسناخ الرئوية فتطرد كمية CO_2 من الأسناخ فيقل عمق التنفس لفترة قصيرة يعود بعدها التنفس إلى عميقاً بسبب تجمع ثاني أكسيد الكربون ثانية، وهكذا يتغير عمق التنفس بصورة متناوبة بالزيادة والنقصان، ويدعى التنفس عندها بالتنفس الدوري المتناوب.إن ارتفاع نسبة CO_2 في الدم يحدث أثناء الوقف التنفسي وفي نفس الوقت ينخفض تركيز الأكسجين في الدم، فتتنبه مراكز التنفس الدماغية فتتسبب في زيادة عمق التنفس وسرعته، فتحدث" زيادة التهوية " وبسبب هذا تزداد نسبة الأكسجين وينخفض تركيز CO_2 في الدم فيزول تنبيه المراكز التنفسية الدماغية فتعود ثانية حالة الوقف التنفسي إن هذا النوع من التنفس يدعى تنفس شاين ستول وهو تنفس دوري متناوب يدل على خطورة حالة الشخص، ويحدث في المناطق المرتفعة.إذا ارتفع الضغط الجزيئي للأكسجين في هواء الجو فإنه سيحدث تخريشات في أنسجة الرئة،

لذلك لا يجوز أن يتنفس الشخص أكسجيناً نقياً لفترة تزيد عن بضع ساعات إلا أنه من الممكن أن يتنفس مزيجاً غازياً مكوناً من ٦٠% أكسجين و ٤٠% لفترة طويلة دون أن يسبب أضراراً صحية.

نقص الأكسجين HYPOXEMIA المقصود بنقص الأكسجين هو النقص الحاصل عند مستوى خلايا أنسجة الجسم. أسباب نقص الأكسجين:

نقص الأكسجين بسبب نقص دخول الأكسجين للجسم. وذلك بفعل نقصان الضغط الجزيئي للأكسجين (PO2) في الدم ويحدث في الأحوال التالية:

في المرتفعات العالية حيث ينخفض الضغط الجزيئي للهواء بما فيه الأكسجين.

استنشاق هواء فاسد يحتوي على كمية ضئيلة من الأكسجين عند مستو سطح البحر.

التنفس السريع السطحي.

أمراض الرئتين.

أمراض القلب الخلقية التي فيها اتصال بين طرفي القلب الأيمن والأيسر.

نقص الأكسجين بسبب فقر الدم : وينتج بسبب نقصان الهيموجلوبين في الدم الذي يحمل الأكسجين ويكون الضغط الجزيئي للأكسجين ونسبة إشباعه طبيعيين ويحدث في جميع أنواع فقر الدم أو التسمم بغاز أول أكسيد الكربون الذي يتحد مع الهيموجلوبين بنفس طريقة الأكسجين ولكن بشراهة تفوق اتحاد الأكسجين بـ ٢١ مرة مما يؤدي إلى نقصان الأكسجين الواصل إلى الأنسجة.

نقص الأكسجين التسممي: وذلك بفعل تسمم الخمائر المؤكسدة الموجودة في الأنسجة بمادة سامة مثل السيانيد حيث تصبح الأنسجة نفسها معطلة وغير قادرة على الاستفادة من الأكسجين الذي يكون ضغطه الجزيئي طبيعياً ثم يرتفع في الأوردة ليصبح أعلى مما هو في الشرايين.

نقص الأكسجين الركودي: وهو ناتج عن بطئ دوران الدم عبر الأنسجة فالضغط الجزيئي للأكسجين في الدم الشرياني طبيعي وكمية الأكسجين المحمولة طبيعية، ولكن الضغط الجزيئي للأكسجين وكميته في الدم الوريدي منخفضة جداً، وذلك في حالة هبوط القلب لأحتقاني.

العوامل المؤثرة في عملية التنفس

تخضع عملية التنفس إلى عدد من التغييرات التي تطرأ على جسم الإنسان وهذه العوامل والتغييرات هي:

عوامل عصبية مركزية:

منطقة تحت المهاد تلعب دوراً أكيداً في اضطراب عملية التنفس، ويمكن ملاحظة ذلك أثناء الانفعال حيث تزداد سرعة التنفس.

قشرة الدماغ:تلعب دوراً في تغيير عملية التنفس أثناء الضحك أو الكلام أو الانتباه.

عوامل كيميائية : إن حدوث أي تغيير كيميائي للدم يعمل على اضطراب المراكز التنفسية العصبية المركزية، ويؤثر بالتالي على عملية التنفس، ويتم هذا التأثير بطريقتين: إحداهما مباشرة على المراكز العصبية التنفسية والثانية غير مباشرة أي منعكس عن طريق المستقبلات الموجودة على جدران الشرايين الأبهر والسباتي العام. وأهم العوامل المؤثرة على التنفس هي درجة الحموضة (PH) ومع جهاز التنفس

أهمية الجهاز التنفسي: للتنفس دور كبير في المحافظة على استمرارية النشاحت داخل الجسم فبالتنفس يتم التخلص من ثاني اوكسيد الكربون الذي يعتبر تراكمه ضار لخلايا الجسم ويوازن فقدانه بالحصول على الأكسجين الذي يعتبر الوقود الذي لاتستمر الحياة بدونه لما له الدور الكبير في استمرارية العمليات الحيوية داخل الجسم وعملية التزويد بالأكسجين هي عملية

مستمرة لاتنقطع. ونقصان الأكسجين يؤدي نقصان التروية إلى الدماغ وبالتالي تظهر اعراض الدوار والتعب على المريض عادة اما في حالة انقطاعه انقطاعا تاما فأنه يؤدي إلى إلى توقف عضلة القلب وبالتالي يعرض الإنسان إلى احتمالية كبيرة لفقده الحياة مالم يتم انعاش القلب والرئة من جديد في وقت محدد. اذن فالتنفس هي عملية ضرورية لامداد عضلة القلب بالأكسجين وبالتالي ضخ الأكسجين عن طريق الدم إلى سائر اعضاء الجسم وبالتالي تستمر عملية الحياة بانتظام داخل جسم الإنسان..

التنظيم عقب التنفس

إن عمل جميع أعضاء الجهاز التنفسي بشكل متناسق ومنسجم ومنتظم ومتواتر يتم تحت تأثير الجهاز العصبي الذي يحتوي على مراكز خاصة للتنفس في البصلة السيسيائية وفي الحدبة الموجودة في منطقة الجسر من الدماغ وتشترك عدة أجزاء عصبية وكيماوية في تكوين الجهاز العصبي المنظم للتنفس وهي المستقبلات والعصبونات التنفسية الحسية ومراكز التنفس الدماغية والأعصاب التنفسية الحركية.

المستقبلات التنفسية : وهي عبارة عن مستقبلات كيميائية حسية توجد على جدران الشريان الأبهر والشريان السباتي العام. وتتأثر بالتغيرات الكيميائية في الجسم مثل نقصان الأكسجين أو زيادة نسبة ثاني أكسيد الكربون أو زيادة درجة الحموضة (نقصان العدد الهيدروجيني)

العصبونات التنفسية الحسية : وهي ألياف عصبية تصدر من المستقبلات ومن مراكز التخوية ومراكز النطخ في الرئتين، والمستقبلات الموجودة على العضلات الملساء في المسالك التنفسية لتصل إلى مراكز التنفس العليا في الدماغ.فيصدر من مستقبلات الشريان السباتي عصب الجيب السباتي ويصل إلى مراكز الشهيق في البصلة السيسيائية ويصدر من مستقبلات الشريان الأبهر العصب المثبط. ويصل إلى مركز الشهيق في البصلة، حيث يعمل هناك تشابكاً عصبياً حسياً ويتابع سيره إلى الأعلى ليصل إلى المركز الحدبي الناهي الموجود في الحدبة في منطقة الجسر الواقعة مباشرة فوق البصلة السيسيائية وتتعصب الرئتين والرغامى بالعصب الحائر (المبهم) الذي يصل إلى البصلة.

مراكز التنفس الدماغي: توجد مراكز التنفس في:

قشرة الدماغ وهي المراكز العليا

البصلة السيسيائية وهي:

مركز الشهيق : إثارة هذا المركز يؤدي إلى تقلص أو انقباض جميع عضلات الشهيق وإذا استمرت إثارته لفترة طويلة تؤدي إلى الموت بسبب تراكم ثاني أكسيد الكربون في الدم عن طريق طرحه للخارج.

مركز الزفير : إثارة هذا المركز تحدث زفيراً طويلاً يستمر من دقيقتين إلى ثلاث دقائق ولا تؤدي إثارته المستمرة للموت حيث إنه بمجرد ارتفاع معدّل ثاني أكسيد الكربون في الدم يتنبه مركز الشهيق ويبدأ بالعمل فوراً وتحدث عملية الشهيق. وما تجب ملاحظته أن إثارة المركزين معاً تحدث تشنجاً شهيقياً ويتصلان فيما بينهما بأعصاب موصلة متبادلة.

الحدبة (الجسر)

مركز الشهيق العميق : يرسل هذا المركز التنبيهات إلى مركز الشهيق في البصلة لإطالة فترة الشهيق ويتم تنظيم هذا التأثير بطريقتين هما:

العصب الحائر (التائه)

المركز الحدبي الناهي الذي يثبط مركز الشهيق

المركز الحدبي الناهي: يتلقى هذا المركز التنبيهات من مركز الشهيق ويرسل تأثيراته وتنبيهاته إلى مركز الزفير لإثارته من أجل إيقاف الشهيق.

الأعصاب التنفسية الحركية : وبعض هذه الأعصاب يصدر من قشرة الدماغ وبعضها يصدر من منطقة الجسر وتعمل تشابكاً آخر في النخاع الشوكي لتعطي العصبونات النهائية التي تصل عضلات التنفس لتنقل إليها أوامر الاستجابة.فالعصب الحجابي الذي يعصب الحجاب الحاجز يعمل تشابكه الثاني في الفقرة العنقية السابقة، بينما العصب الوربي الذي يعصب العضلات الور بين الأضلاع يعمل تشابكه الثاني في الفقرة الصدرية الأولى ،أما العضلات الهيكلية فتتعصب بالأعصاب القادمة من الدماغ.