المحاضرة السادسة

أهداف المحاضرة

التنفس الانفي عند الرياضيين

مكونات

التعرف على اوعية وأعصاب الأنف

فزيولوجيا الأنف

فزيولوجيا الجيوب الأنفية

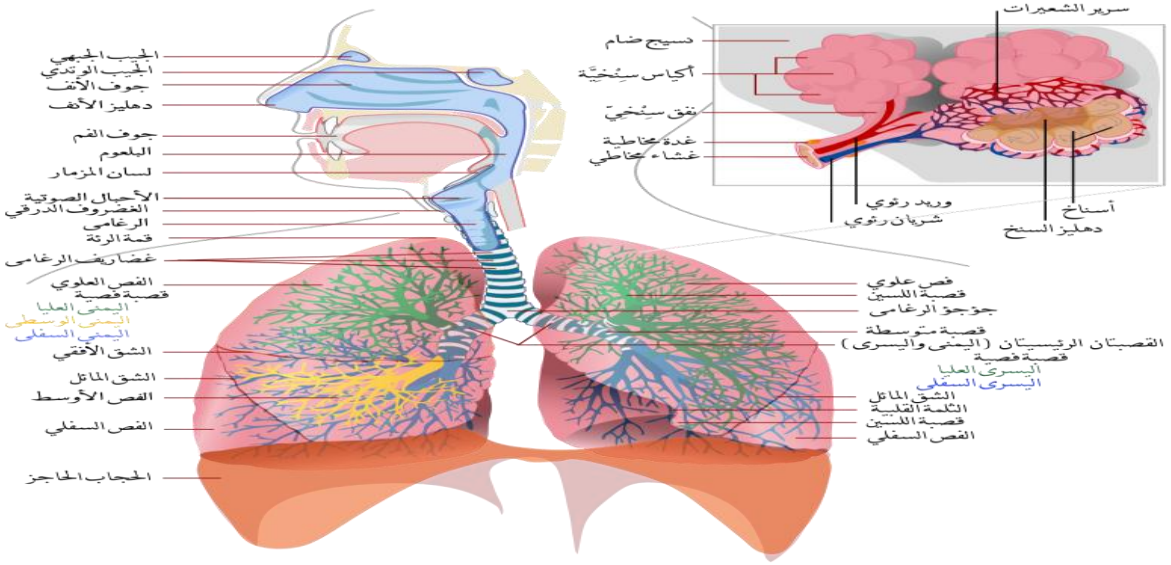
مكونات البلعوم والخنجرة

أفضلية التنفس عن طريق الفم أم الأنف عند الممارسة الرياضية

التعامل مع النتروجين في التنفس بالانف

1- الجهاز التنفسي

يقوم الجهاز التنفسي بمجموعة العمليات الفسيولوجية اللازمة لتوفير الأوكسجين لأنسجة وعضلات الجسم ، وتخليصها من ثاني أكسيد الكربون أي عمليات تبادل الغازات التي يتبعها عمليات الأكسدة اللازمة لإنتاج الطاقة الميكانيكية بالجهاز العضلي الإرادي خلال الجهد البدني، ويعتبر الجهاز التنفسي من الأجهزة الحيوية المهمة ويظهر مدى أهميتها في ممارسة الأنشطة الرياضية وخاصة الشاقة منها والتي تدعى برياضة التحمل، إذ تتلاحق فيها الأنفاس بين شهيق وزفير لتعويض المستهلك من الاوكسجين في العمليات الايضية والتخلص من ثاني اوكسيد الكاربون كمخلفات لهذه العمليات .



شكل رقم 10 الجهاز التنفسي

2- تعريف الجهاز التنفسي:

الجهاز التنفسي هو الجهاز الذي يعمل على تبادل الغازات بين الدم وهواء الوسط المحيط الخارجي.

وهو مجموع العمليات المؤمنة لاستهلاك ال O2 وطرح CO2 إلى الوسط الخارجي .الأكسجين وثاني أكسيد الكربون يعملان على تأمين استقلاب الطاقة.

تختلف طريقة التنفس باختلاف الكائنات الحية، فعند وحيدات الخلية يدعى يحدث التنفس بطريقة بانتشار الغازات من خلال غشاء الخلية ,أما عند الأحياء الدنيا عديدات الخلايا كالديدان والحشرات الدنيا فيحدث التبادل الغازي عن طريق الجلد ويدعى بالتنفس الجلدي، في الفقاريات الدنيا كالأسماك والبرمائيات فهي تمتلك أعضاء تنفس خاصة كالغلاصم في الأسماك ويدعى التنفس عندها بالتنفس الغلصمي أما في الحيوانات العليا فيحدث التبادل الغازي بالكامل في الرئتين فهي تمتلك جهاز تنفسي متطور, وعضلات تنفسية متطورة ومكتملة تشارك في عملية التنفس ,والجملة العصبية المركزية التي تنظم التنفس وتكيفه مع ظروف الوسط المحيط، ويشمل جهاز التنفس في الإنسان كل من الأنف والبلعوم والحنجرة والقصبات الهوائية والشعب الهوائية والرئتين، ولكل من هذه الأعضاء الوظيفة الخاصة التي يقوم بها في عملية التنفس، وتكمن أهمية جهاز التنفس بأنه يوفر الكمية الكافية من الأوكسجين الذي تحتاجه كافة الخلايا للقيام بعملية التنفس الخلوي، وفي حال حدوث خلل واضطراب في جهاز التنفس، فسيؤدي إلى نقص الأوكسجين الواصل إلى الخلايا، وتعرف هذه الحالة بـhypoxia وسيؤثر هذا على جميع خلايا الجسم، وبشكلٍ خاص سيؤثر على خلايا الدماغ ويؤدي إلى موتها..

1-2 تعريف التنفس:

هو مجموعة من العمليات التي تمكن الجسم من الحصول على حاجه من الاوكسجين وتخليصه من

ثاني اوكسيد الكاربون. يجب الاشارة الى الدور الحيوي الذي يشارك به الجهاز القلبي الوعائي الجهاز التنفسي في اداء جملة من وظائفه، بل ويعد هذا الدور مكملا لدور الجهاز التنفسي.

هذا ويتكون الجهاز التنافسي من المجاري التنفسية التي تشتمل على سلسلة من الأعضاء التي تنقل الهواء إلى الرئتين.

أولا- الأنف

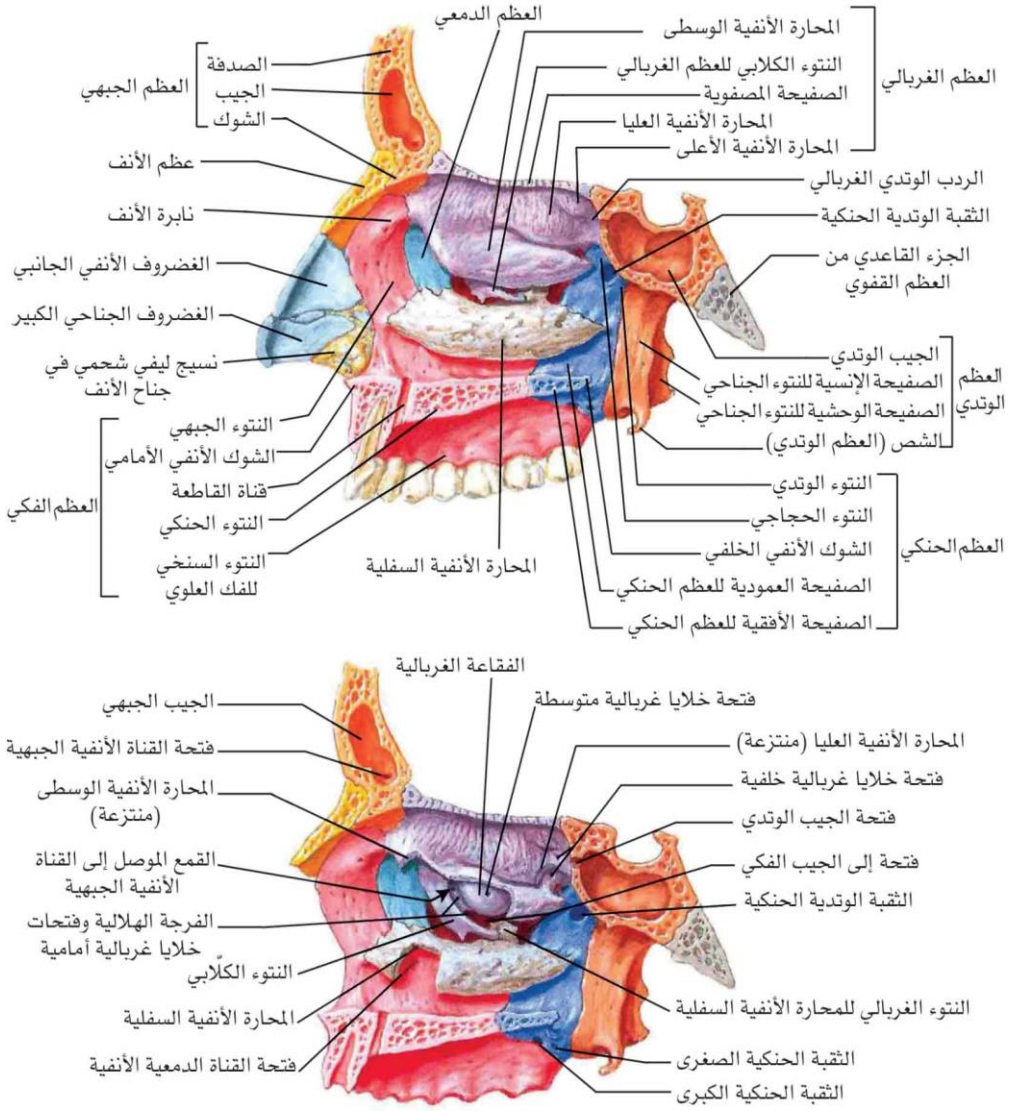
-1 تشريح الأنف: يتألف الأنف من الأنف الخارجي والحفرتين الأنفيتين.

1-1 الأنف الخارجي external nose:

شكله هرمي يحافظ عليه بوساطة هيكل عظمي وغضروفي، وفي نهايته السفلية تقع الفوهتان الأماميتان للأنف.

- **فوهتا الأنف الأماميتان:** تقعان في قاعدة الأنف، والجلد الذي يسترهما من الداخل في دهليز الأنف فيه أشعار وغدد دهنية.
- **الهيكل العظمي:** يكوّن القسم العلوي من الأنف الخارجي، ويتألف من النتوء الأنفي للعظم الجبهي وعظام الأنف الخاصة والنتوء الصاعد للفك العلوي.
- **الهيكل الغضروفي:** يتألف من غضروفين: غضروف جانبي علوي وغضروف جانبي سفلي. الغضروف الجانبي السفلي مطوي على نفسه بشكل زاوية رأسها عند ذروة الأنف وتؤلف إحدى ضلعيها الحافة السفلى من جناح الأنف والضلع الثانية القسم السفلي من الحاجز الأنفي، يستر العظام والغضاريف من الخارج نسيج ضام وجلد.

- **الحفرتان الأنفيتان:** يمنى ويسرى مفصولتان إحداهما عن الأخرى بالحاجز الأنفي، وكل حفرة تتصل بالوجه من خلال فوهتها الأمامية وبالبلعوم الأنفي بوساطة الحفرة الأنفية الخلفية، وكل حفرة أنفية لها جدار سفلي وجدار علوي وجدار أنسي وجدار وحشي.
- **الجدار السفلي أو أرض الأنف:** يتألف من النتوء الحنكي للفك العلوي في الأمام والشعبة الأنفية لعظم الحنك في الربع الخلفي.
- **الجدار العلوي أو سقف الأنف:** ضيق ويتألف من: النتوء الأنفي للعظم الجبهي، والصفيحة المثقبة للعظم الغربالي التي تمر من خلالها ألياف العصب الشمي، ومن العظم الوتدي.
- **الجدار الأنسي:** وهو الحاجز الأنفي septum nasi (الوتيرة) يقع على الخط المتوسط تقريباً ويتألف من عناصر ثلاثة: الصفيحة العمودية من العظم الغربالي والميكعة vomer والغضروف المربع.
- **الجدار الوحشي:** يتألف من الجدار الأنسي لعظم الفك العلوي والعظم الغربالي والعظم الدمعي ويشترك في تكوينه أيضاً النتوء الصاعد للفك العلوي في الأمام والشعبة العمودية لعظم الحنك والنتوء الجناحي الأنسي للوتدي في الخلف. ويتميز الجدار الوحشي بوجود المحارات والأصمخة .



الشكل 11 الجدار الوحشي للأنف

-المحارات turbinates (القُرينات): هي ثلاثة بروزات بشكل أقواس مرتكزة على الجدار الوحشي للأنف بحافتها العلوية في حين تكون حافتها السفلية حرة سائبة في جوف الأنف، يتجه تحدبها إلى الأنسي وتقعرها إلى الوحشي، وهي من الأعلى إلى الأسفل: المحارة العلوية فالمتوسطة فالسفلية.

الأصمخة meatus: ثلاثة: العلوي والمتوسط والسفلي، وهي فراغات تقع بين كل محارة وجدار الأنف الوحشي. وتفتح فوهة القناة الدمعية الأنفية على الصماخ السفلي. أما الصماخ المتوسط الذي هو أهمها وأكبرها فيتوضع أسفل ووحشي المحارة المتوسطة، ويوجد على جداره الوحشي بروز يسمى الفقاعة الغربالية bulla ethmoidalis. وهي ناجمة عن انتباج الجيوب الغربالية الهوائية الوسطى الموجودة تحته، ويوجد أسفل الفقاعة شق منحنٍ يسمى الفرجة الهلالية hiatus semilunaris، وتؤدي النهاية الأمامية للفرجة إلى قناة تسمى القمع infundibulum ، ويفتح الجيب القكي على الصماخ الأوسط من خلال الفرجة الهلالية، ويفتح كل من الجيب الجبهي والجيوب الغربالية الأمامية على القمع، أما الصماخ العلوي فتفتح عليه فوهة الجيب الوتدي وفوهات الخلايا الغربالية الخلفية. وتدعى المسافة بين المحارة السفلية والحاجز الأنفي الفرجة التنفسية، والمسافة الكائنة بين المحارة المتوسطة والحاجز الأنفي الفرجة الشمية.

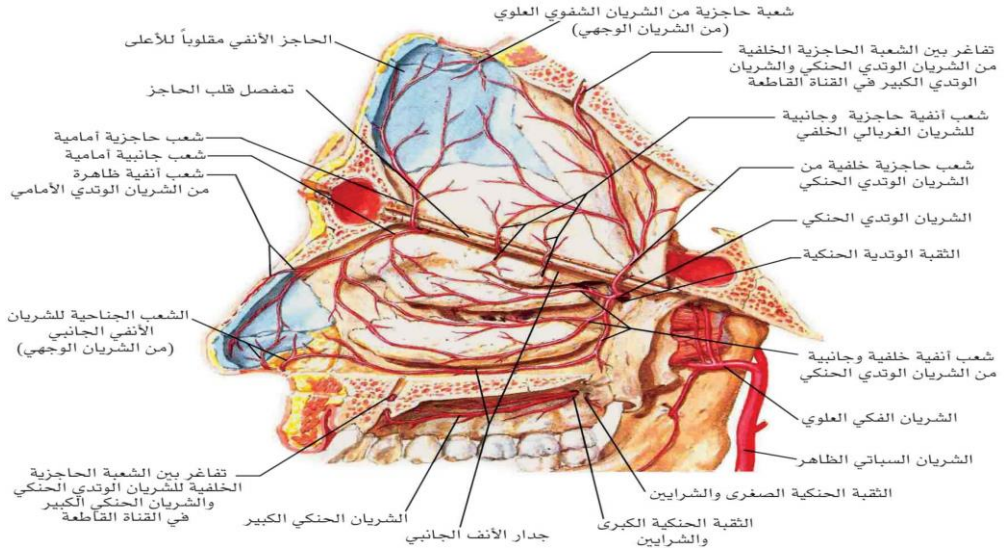
الغشاء المخاطي في الحفرتين الأنفيتين: يبطن الأنف من الداخل غشاء مخاطي، ويتألف من غشاء مخاطي تنفسي وغشاء مخاطي شمي.

- **الغشاء المخاطي التنفسي respiratory mucous membrane:** يفرش الثلثين السفليين للحفرة الأنفية حتى مستوى المحارة (القرين) المتوسط، لونه وردي ويحوي خلايا مهدبة وخلايا كأسية goblet تقع بين الخلايا المهدبة. ويمتد الغشاء المخاطي التنفسي إلى الجيوب عبر الفوهات وإلى القناة الدمعية الأنفية وإلى البلعوم الأنفي والنفير salpinx tube في الخلف. ويتمادى في الأعلى مع القسم الشمي للغشاء المخاطي. أما في الأمام فيتمادى مع دهليز الأنف المبطن بالجلد. كما يتميز الغشاء المخاطي التنفسي للأنف بأنه نسيج ناعظ غني بالأوعية الدموية التي تتألف من شرينات وأوعية شعرية وجيوب وعائية وضفائر وريدية ووريدات وأكثر ما يتجمع هذا التنظيم الوعائي في مناطق محددة كالمحارة السفلية والمناطق المجاورة لها من حجاب الأنف والجزء الخلفي من المحارة المتوسطة. وتنظم التفاعلات الوعائية فيه ألياف من الودي يؤدي تنبهها إلى تقبض الأوعية وألياف من نظير الودي (اللاودي) يؤدي تنبهها إلى توسع الأوعية واحتقان الأنف.
- **الغشاء المخاطي الشمي olfactory mucous membrane:**

غشاء شنايدريان schneiderian يفرش الثلث العلوي للحفرة الأنفية لونه أصفر. ويحوي خلايا شمية وداعمة وقاعدية. أما الخلايا الشمية فذات قطبين: قطب علوي ينتهي إلى سطح الغشاء بالأشعار الشمية، وقطب سفلي يحوي المحاوير الأسطوانية لهذه الخلايا التي تسير عبر الصفيحة المصفوية (المثقبة) الغربالية لتصل إلى البصلة الشمية فالشريط الشمي تحت الفص الجبهي لتنتهي في القشرة الدماغية. والخلايا القاعدية تحوي الصباغ الأصفر الذي يميز لون الغشاء الشمي باللون الأصفر. وتوجد أيضاً في هذا الغشاء خلايا بومان المصلية.

1-2- أوعية الأنف والجيوب: تأتي من الشريان السباتي الظاهر والسباتي الباطن فشعب السباتي الظاهر هي: الشريان الوتدي الحنكي والشريان الشفوي العلوي والشريان تحت الحجاج والشريان السني العلوي والشعبة البلعومية للفكي الباطن، أما شعب السباتي الباطن فهي الشريان الغربالي الأمامي والخلفي. وضفيرة كسلباخ هي ضفيرة وعائية تتألف من شعب الشريان الشفوي العلوي مع شعب من الشريان الوتدي الحنكي في المنطقة السفلية من حجاب الأنف وتعد هذه المنطقة منطقة الرعاف الأمامي.

أما الأوردة فتشابه في توزيعها الشرايين، وتتصل أوردة دهليز الأنف وظاهر الأنف بالوريد العيني فالجيب الكهفي.



الشكل 12 أوعية الأنف

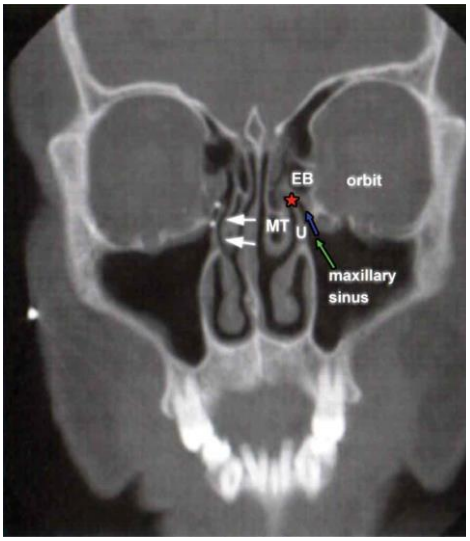
3-1- أعصاب الأنف: الأنف غني بالأعصاب الحسية والشمية. تنشأ الأعصاب الشمية من الخلايا الشمية الموجودة في الغشاء المخاطي الشمي وتصعد من خلال الصفيحة المصفوية إلى البصلات الشمية. أما الأعصاب الحسية فمستمدة من العيني والفكي العلوي من العصب ثلاثي التوائم. ويعصب العصب الغربالي الأمامي الجزء الأمامي لجوف الأنف ويأتي تعصيب الجزء الخلفي من العقدة الوتدية الحنكية عبر الفرع الأنفي والفرع الأنفي الحنكي والفرع الحنكي.

أما التعصيب المستقل autonomic فيتألف من: العصب الصخري السطحي الكبير الذي يحمل شعباً من نظير الودي تأتي عن طريق العصب الوجهي. والعصب الصخري العميق الذي يحمل شعباً ودية من الضفيرة السباتية. يجتمع العصبان ليشكلا عصب ڤيديوس vidian nerve الذي يصل إلى العقدة الوتدية الحنكية التي هي عقدة نظيرة ودية. تخرج الألياف نظيرة الودية من هذه العقدة كما تجتازها الألياف الودية لتدخل الأنف و تتوزع في الغشاء المخاطي.

2- تشريح الجيوب:

الجيوب أجواف ضمن العظام التالية: الفكي العلوي والوتدي والغربالي والجبهي، يملؤها هواء، ويبطنها غشاء مخاطي، وتتصل بجوف الأنف بفتحات صغيرة نسبياً. يوجد الجيبان الفكيان العلويان والوتديان حين الولادة بشكل رَديمي rudimentary ثم تكبر هذه الجيوب على نحو واضح بعد سن الثامنة وتبلغ الحجم التام بعد فترة المراهقة.

- **الجيب الفكي maxillary sinus:** شكله هرمي يشغل جسم العظم الفكي، تقع قاعدته في الأنسي وذروته في القسم العذاري للفك العلوي. وهو أكبر الجيوب وتقدر مساحته في الكهل بـ 15سم3 (الشكل 3).



كل 13 صورة مقطعية محوسبة للجيوب

- **الجدار الأنسي:** يفصل الجيب الفكي عن الحفرة الأنفية. وعلى القسم العلوي من هذا الجدار تقع فوهة الجيب الفكي التي تنفتح على الصماخ المتوسط.
- **الجدار العلوي:** وهو جدار عظمي رقيق يشكل الجدار السفلي للحجاج وفيه ميزابة يمر فيها العصب تحت الحجاج.
- **الجدار السفلي:** يتشكل من الحافة السنخية وقبة الحنك، وتبرز جذور الأسنان أو تنفذ داخل الجيب بحيث لا يفصلها عنه إلا الغشاء المخاطي للجيب، ويختلف عدد الأسنان المجاورة لأرض الجيب باختلاف حجم الجيب، والأسنان التي لها علاقة مباشرة بالجيب هي عادةً الضاحك الثاني والرحى الأولى.
- **الجدار الخلفي:** تمر فيه الأوعية والأعصاب السنية العلوية الخلفية إلى الطواحن. ويجاور هذا الجدار الحفرة الجناحية الفكية التي يمر فيها الشريان الفكي الباطن والعصب الفكي العلوي.
- **الجدار الأمامي:** يفصل الجيب الفكي عن جلد الوجنة وتمر فيه الأوعية والأعصاب السنية العلوية الأمامية.
- **الخلايا الغربالية ethmoid sinuses:** هي عدة أجواف صغيرة يراوح عددها بين 7 و15 خلية كائنة في الكتلة الجانبية للعظم الغربالي الذي يدخل في تشكيل الجدار الوحشي للحفرة الأنفية. وبتعبير آخر: إن الجيوب الغربالية توجد ضمن العظم الغربالي بين الأنف والحجاج وتنفصل عن الحجاج بصفيحة عظمية رقيقة لذلك يمكن أن ينتشر الخمج بسرعة من الجيوب الغربالية إلى الحجاج.

وتقسم هذه الجيوب إلى ثلاث مجموعات: تنفتح الأمامية على القمع، وتنفتح الوسطى على الصماخ الأوسط فوق الفقاعة الغربالية، أما الخلفية فتنفتح على الصماخ العلوي ويستمد غشاؤها المخاطي تعصيبه من العصبين الغربالِيين الأمامي والخلفي.

- **لاالجيب الجبهي frontal sinus:** يقع ضمن العظم الجبهي، والجيبان الأيمن والأيسر لا يكونان متساويين عادةً ويفصل بينهما حجاب عظمي رقيق، ينفتح هذا الجيب على الحفرة الأنفية بوساطة القناة الأنفية الجبهية.

يجاور الجيب في الخلف الحفرة الدماغية الأمامية، وفي الأسفل الحجاج، وفي الأمام يغطيه السمحاق والجلد المغطى للجبهة والقوس الحجاجية.

- **الجيب الوتدي sphenoidal sinus:** يقع خلف الجزء العلوي من الحفرة الأنفية ويشغل جسم العظم الوتدي، والجيبان الوتديان الأيمن والأيسر غير متساويين ويفصل بينهما حجاب عظمي.

يجاور هذا الجيب الجيب الكهفي وفيه الأزواج القحفية الثالث والرابع والسادس التي تقع إلى جانبه. كما أن الغدة النخامية وتصالب العصب البصري والطريق الشمي والفص الجبهي للدماغ تقع كلها في أعلى الجيب الوتدي.

ينفتح الجيب الوتدي على الأنف على الصماخ العلوي. ولما كانت فوهات الجيوب تنفتح قريباً بعضها من بعض فإن التهاب الجيب الواحد ينتقل إلى الجيب الآخر بحكم الجوار مما يسبب التهاب الجيوب المتعددة.

2-1- فيزيولوجيا الجيوب

لا تزال وظيفة الجيوب غير معروفة تماماً وهناك عدة نظريات في وظيفتها:

1- إعطاء الصوت رنيناً خاصاً يساعد على تمييز أصوات الأشخاص بعضها من بعض ويشترك في هذا الرنين أيضاً الأنف والبلعوم. فامتلاء الجيب بالمفرزات أو القيح وانسداد الأنف والبلعوم؛ يعطي الصوت لحناً أخن.

2- تخفيف وزن عظام الوجه والقحف ويبدو أن هذا العامل غير مهم.

3- تدفئة الهواء و ترطيبه و ذلك بزيادة سعة سطح تماس هواء التنفس.

4- تعد الجيوب نتيجة لنمو الوجه بحيث أن عظام الوجه تنمو بسرعة أكبر بعد الولادة من بقية عظام القحف، وذلك لتقوم بوظيفتها في التنفس والمضغ وتكون هذه الزيادة في النمو على حساب أجواف هوائية.

3- فيزيولوجيا الأنف:

يعد الأنف الذي هو القسم الأعلى من الطرق التنفسية العلوية الممر الأول للطريق التنفسي.

كما أن دخول الهواء عبر الأنف يسمح بالتنفس الطبيعي في أثناء المص ومضغ الطعام مع أن التنفس يتوقف انعكاسيا في أثناء فترة البلع. والأهمية الأخيرة للأنف هي إعداد الهواء المستنشق. وللأنف **وظيفتان: وظيفة التنفس ووظيفة الشم.**

أولاً- وظيفة التنفس: في أثناء الشهيق يتوجه الهواء إلى الأنف بوساطة فوهتي الأنف الأماميتين ويدخل ماراً بالفرجة التنفسية الضيقة نسبة إلى فوهة الأنف الخلفية. وهذا الفرق في الحجم بين الأمام والخلف يؤدي إلى تكوّن تيار من الهواء يتجه نحو الأعلى ثم ينحني عند سقف الأنف إلى الأسفل نحو الفوهة الخلفية. ولرأس القرين السفلي شأن مهم في تنظيم جريان الهواء. أما في أثناء الزفير فيمر الهواء بالمنحني نفسه و لكن باتجاه معاكس من الخلف إلى الأمام حتى يصل إلى فوهة الأنف الأمامية الضيقة فيخرج قسم من الهواء مباشرةً إلى الخارج ويرتد القسم الآخر ويرتطم بالقرين المتوسط فيتكون تيار دوراني من الهواء ويدخل بهذه الطريقة إلى الجيوب فيهويها. لذلك يعد الأنف الممر الرئيس للهواء في الشهيق والزفير على السواء، وهو ليس ممراً فحسب بل هو يقوم بوظيفة دفاعية مهمة جداً يحمي بها الطرق التنفسية السفلية بالتغييرات التي يُدخلها على الهواء المستنشق، فالهواء الذي يمر عبر الأنف تجرى تنقيته وتكييفه.

1- تنقية الهواء: وتتم بوساطة

أ- الأشعار الموجودة في دهليز الأنف، وهي التي توقف الذرات الخشنة كالغبار وما شابه.

ب- الأهداب الموجودة في بشرة القسم التنفسي من غشاء الأنف المخاطي، والتي يقدر عددها بـ 25-30 هدباً في كل خلية، وهي مغمورة بطبقة مخاطية لزجة متمادية من مفرزات الأنف تسمى الغطاء المخاطي، فالذرات الصغيرة بما فيها الجراثيم تلتصق على هذا الغطاء و تندفع إلى الخلف بحركة الأهداب المستمرة والتي لها حركة خفيفة أمامية وحركة سريعة خلفية، تأخذ هذه الحركة شكل حزام دوار يدور من الأمام إلى الخلف نحو البلعوم الأنفي حيث تدفع المخاط إلى البلعوم فيبتلع إلى المعدة و بذلك تتخلص الطبقة المخاطية بكاملها مما يعلق بها من جراثيم وغبار وذرات غريبة مرة كل ساعتين بفضل حركة الأهداب المستمرة هذه، ويبلغ مقدار المخاط المبتلع يومياً 600-700غ ويجب أن يكون الوسط معتدلاً pH=7 لتتحرك الأهداب جيداً، وهي تتحرك 10 مرات في الثانية.

تتأثر حركة الأهداب بالجفاف الذي يُعطل عملها، وكذلك بالمواد الكيميائية، كما أنها تتأذى من القطرات الأنفية المقبضة للأوعية إذا استُعملت فترة طويلة، ومن الحرارة أو البرودة الزائدة، والمحاليل ناقصة التوتر أو زائدة التوتر، وتغير الباهاء pH.

ج- الإنزيمات الحالة: توجد في المخاط الأنفي إنزيمات تحل الجراثيم و تقتلها.

د- منعكس العطاس وهو واسطة دفاعية أيضاً لطرد الغبار والأجسام الغريبة المعلقة بالهواء الداخل إلى الأنف.

2- تكييف الهواء:

هو وظيفة الأنف الأكثر شأناً؛ فالهواء المستنشق تختلف حرارته ورطوبته كما أنه يحمل كثيراً من الشوائب. وظيفة الأنف هي تكييف الهواء قبل دخوله الرغامى والقصبات، فمهما كانت حرارة الهواء المستنشق سواءً 40د في الصيف أو 10د تحت الصفر في الشتاء فإن حرارة الهواء الواصل إلى البلعوم هي بحدود 36-37د وكذلك تكون رطوبة الهواء الواصل إلى البلعوم بحدود 75-80% مهما كانت رطوبة الهواء الخارجي.

والأنف مجهز بجهاز فعال للقيام بهذه الوظائف:

أ- تكييف الحرارة: يستر الأنف غشاء مخاطي تحته طبقة غنية من الأوعية الناعظة في بعض مناطقها كما

في المحارة السفلية والمتوسطة والقسم السفلي من حجاب الأنف؛ فالهواء الداخل إلى الأنف يصطدم بالقُرينات مما يسبب إعاقة سيره ليعطي فرصة أطول يبقى فيها بتماس مخاطية الأنف.

ب- تكييف الرطوبة: توجد في أدمة الغشاء المخاطي غدد مفرزة مخاطية ومصلية كما توجد خلايا كأسية في المخاطية. كل هذه تفرز كمية كبيرة من السائل لترطيب الهواء الداخل. تقدر كمية السائل التي يمتصها الهواء الداخل من الأنف خلال 24 ساعة بـ 1000 سم3 وتختلف هذه الكمية بحسب رطوبة الهواء المستنشق.

ثانياً- وظيفة الشم: بالشم تُميّز الروائح المختلفة مما يساعد على التمتع بالذوق في أثناء الأكل والشرب. ولتكون المادة ذات رائحة يجب أن تكون طيارة أولاً كي تتبخر في الهواء وتصل إلى الأنف، ويجب ثانياً أن تكون ذوابة في مخاط الأنف كي تؤثر في أهداب الخلايا الشمية.

إن الآلية الحقيقية التي تنبه فيها هذه المواد حاسة الشم غير معروفة تماماً، ويُعتقد أنها تتعلق بشكل ذرات هذه المواد، فينتقل التنبيه من الخلايا الشمية إلى ألياف العصب الشمي ومنه إلى مركز الشم في الدماغ وهو الذي يميز تلك الرائحة فينبه عضلات الوجه التي تتفاعل مشيرة إلى استحسان تلك الرائحة أو استنكارها.

3- اهمية التنفس بالانف عند الممارسة الرياضية.

نتساءل دائما حول أفضلية التنفس عن طريق الفم أم الأنف عند الممارسة الرياضية، خاصة عند القيام بالجهود المكثفة؟ فما يحدث للأنفاس، وكيف يشعر الرياضي عندما ينتبه إلى أنفاسه؟

الملاحظ عند العديد من الرياضيين ، أنهم يتنفسون من خلال افواههم ، خاصة عند تكثيف الجهد. ومع ذلك ، يكتشف المتخصصون في الرياضة أن التنفس عن طريق الفم قد لا يكون مناسبًا وفعالًا مثل التنفس من خلال الأنف.

فرط التنفس في الفم ، أو سلسلة الأنفاس السريعة المتشنجة التي يأخذها معظمنا من خلال أفواهنا عندما نمارس رياضة مكثفة أو مرهقة ، يفرض كمية أكبر من ثاني أكسيد الكربون على الجسم ، مما يجعل أكسجة

خلايانا أكثر صعوبة, فعندما نقوم بمجهودًا مكثفًا ، فإن التنفس الأنفي هو أفضل طريقة لتزويد الجسم بالأكسجين بشكل فعال. في مرحلة ما من القيام بالجهد الرياضي، يكون التنفس الأنفي غير ممكن لأن مقاومة الأنف أكبر من أن تقوم بتهوية الرئتين بشكل كافٍ ، مما يظطر الرياضي إلى التنفس بشكل أسرع وأنفه غير مهيأ لذلك.

إذا السؤال الذي نطرحه كيف نتنفس أثناء المجهود الرياضي؟

يستخدم التنفس من البطن ، لأنه يسمح للرياضي بتخزين المزيد من الأكسجين, فبدلًا من أن ينفث بصدره ، من الأفضل أن يفعل ذلك بمعدته, فقدرة الرئة أكبر, ومن المهم أن يكون لديه تنفس سلس, وأما على مستوى الإيقاع ، من الضروري أن يظل الرياضي طبيعياً، ويمكنه محاولة الحصول على إيقاع يمتد على أربع خطوات: اثنتان للاستنشاق ، واثنتان للزفير, وإذا لم يكن ايقاع الجري عالي جدًا ، يمكن التفكير في نسبة 3/3 , والشيء الرئيسي هو أن يكون الرياضي مسترخيا مع عدم الشعور بفقدان الطاقة للتنفس.

هذا ويجب على الرياضي ألا يحبس أنفاسه أبدًا , بل يتنفس بعمق أثناء الجري, ويستخدم الأنف خلال الشهيق ، حيث يساعد ذلك في تصفية المواد المسببة للحساسية أو جزيئات التلوث.

- **الجهد خلال بناء العضلات**

يتطلب كمال الأجسام وسيلة للتنفس وهي الزفير خلال الجهد, وهو ما يعني الزفير عند رفع أو سحب الأوزان والأربطة المطاطية ... والاستنشاق عند حالة الاسترخاء ورجوع الالة إلى موضعها الأصلي, إن العديد من الأشخاص يمنعون و / أو يعكسون تنفسهم أثناء القيام بالتمرين الرياضي, ولو ركزنا أنفسنا خلال حصص التقوية باستعمال الآلات الثقيلة سنرى مدى تأثير ذلك على فعاليتها.

يحاول الرياضي باستمرار تقديم أداء أفضل وتحطيم الأرقام القياسية بقدراته الرياضية, فالتغييرات الصغيرة في تنفسهم يمكن أن تعزز الأداء الرياضي الأفضل؟ في الواقع ، يمكن أن يكون تعلم التنفس بشكل صحيح هو الفرق بين الفوز والخسارة.

في المسابقات الرياضية ، يلاحظ المراقبون المتحمسون أن بعض الرياضيين يتنفسون من خلال أفواههم ، بينما يتنفس آخرون من خلال أنوفهم, فهل يمكن أن يؤثر ذلك على قدرة الرياضيين على الفوز؟ احتل روجر فيدرر ، 37 عامًا ، المرتبة الثالثة في فردي الرجال في 2018 من قبل رابطة محترفي التنس ، وغالبًا ما يكون فم فيدرر مغلقًا دائمًا أثناء المنافسات. فالتنفس من الأنف له فوائد فسيولوجية مفيدة بشكل خاص للرياضيين المتنافسين ، ويجب تدريب الرياضيين على التنفس من خلال أنوفهم كلما أمكن ذلك.

التنفس هو عملية فسيولوجية أساسية وإيجاد الطريقة الأكثر كفاءة للتنفس أثناء التمرين يتطلب المزيد من الاستكشاف. التنفس ، أو التهوية ، هو عملية تبادل الغازات من البيئة الخارجية إلى الحويصلات الهوائية. لتحقيق الأداء الرياضي الأمثل ، الهدف هو استخدام الأكسجين (O_2) بأكبر قدر ممكن من الكفاءة. يستطيع أعظم الرياضيين في العالم استهلاك المزيد من O_2 في عضلاتهم مع الحفاظ على مستوى منخفض من ثاني أكسيد الكربون (CO_2).

تتميز متلازمة التنفس الفموي بالاستنشاق والزفير في المقام الأول عن طريق الفم وتعتبر وظيفة تنفسية غير طبيعية. وفقًا لكابيتانيو دي سوزا ، فإن متلازمة التنفس عن طريق الفم هي حالة مرضية مرتبطة بانسداد الشعب الهوائية العلوية وزيادة مقاومة التنفس الأنفي. يمكن أن تحدث متلازمة التنفس الفموي بسبب عوامل مثل تضخم اللوزتين ، والتهاب الأنف ، والأورام ، والالتهابات ، والأمراض الالتهابية ، وتشوهات بنية

الأنف. سبب آخر لمتلازمة التنفس الفموي هو التطور غير السليم لعضلات الفم والوجه منذ الطفولة المبكرة بسبب عوامل مثل الرضاعة بالزجاجة و / أو مص الأصابع و / أو المص غير المغذي ، مما يجعل هذه العضلات أكثر رخوة ونقص التوتر. يمكن أن يؤدي التنفس من الفم لفترات طويلة إلى تغيرات في العضلات والوضعية ، وقد يؤدي إلى تغيرات في الهيكل العظمي للأسنان. لذلك ، فإن عادة التنفس عن طريق الفم ، حتى بدون إعاقة ، يغير توازن عضلات الوجه ويسبب تغيرات في الهيكل العظمي للوجه.

لا يدرك العديد من المتخصصين في الرعاية الصحية الآثار السلبية لمتلازمة التنفس الفموي وحقيقة أن متلازمة التنفس الفموي يمكن أن تسبب تغيرات في موضع اللسان والرأس. مع متلازمة التنفس الفموي ، يكون موضع اللسان متجهًا للأسفل وللخلف بدلاً من أعلى وأمام الحنك. يؤثر موضع اللسان على نمو الحنك ، وإذا لم يتم وضعه بشكل صحيح في الحنك ، يمكن أن يؤدي إلى حنك صلب مقوس عميق وحاجز منحرف ، بدلاً من تشكيل حاجز متشكل بشكل صحيح. يمكن أن يسبب استراحة اللسان في الفك السفلي وضعية رأس أمامية. يزيد كل سنتيمتر من موضع الرأس الأمامي من وزن الرأس على العمود الفقري بمقدار 10 أرطال تقريبًا مما يؤدي إلى حمل غير مواتٍ على مفاصل عنق الرحم عند النساء ، بسبب أوضاع العمود الفقري والعنق والكتف الضعيفة. بالإضافة إلى ذلك ، يمكن أن يؤدي وضع الرأس الأمامي إلى إجهاد عضلات العمود الفقري المثبتة للوضعية العميقة ، وبالتالي تقليل أداء دورها الوظيفي في دعم الوضعية.

لذلك فإن التنفس السليم عن طريق الأنف هو علاج أساسي وطبيعي للوقاية من أمراض القلب, خفض ضغط الدم المرتفع و والأوعية الدموية وعلاجها, وللأسف لا يتم استغلالها أبدًا, حيث إن التنفس من الفم هو تنفس طارئ ومجهد, فبمجرد زوال التوتر ، يجب أن يكون الإنسان قادرًا على العودة بسرعة إلى التنفس الأنفي, ففي الواقع ، فللتنفس الفموي لفترات طويلة عواقب وخيمة على المدى القصير والمتوسط والطويل, مثل توقف التنفس أثناء النوم ، فإنه يلعب دورًا في التطور اللاحق لارتفاع ضغط الدم والرجفان الأذيني, من أجل فهم السبب ، نتعرف على الأدوار الرئيسية التي يلعبها أكسيد النيتريك.

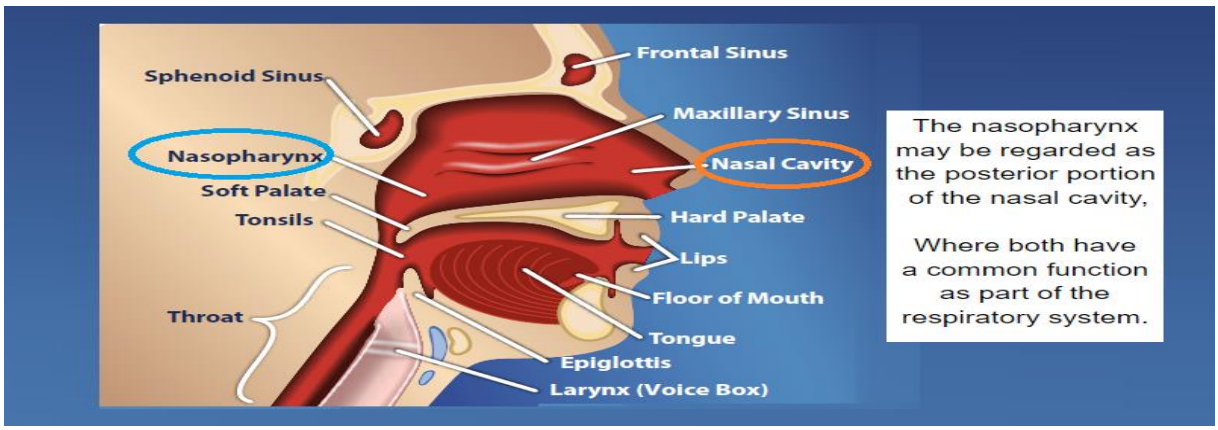
5- دور حمض النتريك:

في عام 1998 ، منحت جائزة نوبل في الطب وعلم وظائف الأعضاء عمل روبرت إف. فورشجوت ، ولويس جيه إجنارو وفريد مورادكي لاكتشافهم أكسيد النيتروجين كجزيء إشارة في جهاز القلب والأوعية الدموية. ويبلغ نصف عمر موسع الأوعية الغازي هذا من 2 إلى 30 ثانية, لذلك يتم تعطيله سريعًا والقضاء عليه بواسطة الهيموجلوبين أثناء انتشاره في الدم, ويتم إطلاقه في الشعب الهوائية العلوية أثناء الشهيق من خلال الأنف ، ويتبع تدفق الهواء إلى الشعب الهوائية والرئتين السفلية. أثناء التنفس الأنفي ، يتسبب استنشاق أكسيد النيتروجين في حدوث تحول عام كبير في تدفق الدم من قاعدة الرئة إلى القمة, ينتج عن هذا توزيع أكثر تناسقًا لتدفق الدم على طول ارتفاع الرئة.

وفي ضوء ما تقدم يمكن ان نستخلص أن التنفس من الأنف يوفر مزايا كبيرة على التنفس من الفم ، خاصة للرياضيين الذين يرغبون في تحسين أدائهم والتعافي بشكل أكثر فعالية. تشمل الفوائد العديدة نومًا أفضل في الليل استعدادًا لحدث ما, بالإضافة إلى إدارة التدفق الداخل مقابل التدفق الخارج في تبادل O_2 و CO_2. يطلق التنفس الأنفي حمض النتريتت ، والذي ينظم التوازن في العديد من وظائف الجسم مثل معدل ضربات القلب وضغط الدم والتنفس, كما تعتبر عيوب متلازمة التنفس الفموي هي الآثار السلبية للموضع السيئ بسبب وضع اللسان في الفك السفلي ، مما يتسبب في استنشاق كمية أكبر من اللازم من الهواء الجاف غير المرشح, ويمكن أن يساهم التنفس عن طريق الفم أيضًا في زيادة الجفاف لدى الرياضي, قد يرغب الرياضيون المحترفون الذين يتطلعون إلى زيادة أدائهم من خلال التنفس إلى ضمان إضافة مدربي التنفس في فرقهم,

ثانيا- البلعوم

البلعوم هو الرابط الذي يربط بين تجويف الفم والأنف ، ثم يصل الي بداية كل من الجهاز الهضمي وبداية الجهاز التنفسى. وهو عبارة عن أنبوب عضلي ، تتصل به ست فتحات هي : فتحة الفم ، فتحتا الانف ، فتحتا استاكيوس ، و فتحة الحنجرة. ويعمل البلعوم ممر مشترك للهواء و الغذاء.



شكل رقم 14 البلعوم

يعدّ البلعوم Pharynx من تجاويف الفم والأنف التي تؤدّي إلى الحنجرة والمريء، حيث إن البلعوم يعد من الجهاز التنفسي والجهاز الهضمي، وتحيط العضلات والأنسجة الضامة بالبلعوم وتربطه بقاعدة الجمجمة والأعضاء المحيطة حوله، كما إنه يوجد نوعان من العضلات المحيطة بالبلعوم، العضلات الدائرية التي تتقلّص وتساعد في دفع الطعام إلى المريء وتمنع ابتلاع الهواء، أمّا العضلات الطولية فهي ترفع البلعوم أثناء عملية البلع، ويُعرّف البلعوم على أنه اسم آخر للحلق، حيث يبلغ الأنبوب ما يُقارب 5 بوصات، ويتواجد الأنبوب في الصّدر مؤديًا للمعدة، ويشمل البلعوم اللوزتين والجزء الخلفي من اللّسان والحنك الرّخو الذي يتواجد في سقف الفم، ومن المعروف أن البلعوم أنبوب عضلي ليفي مقطعه العرضي على شكل نصف دائرة، ويقع مباشرة أمام العمود الفقري، ويوجد ستة عضلات هي المسؤولة عن وظيفة البلعوم في البلع،

1- موقع البلعوم

من الجيد معرفة أن البلعوم ينقسم إلى ثلاثة أجزاء من الأعلى للأسفل بالترتيب؛ البلعوم الأنفي، البلعوم الفموي، البلعوم الحنجري، حيث يتواجد البلعوم الأنفي خلف فتحات الأنف الخلفية، أمّا البلعوم الفموي فهو خلف تجويف الفم، والبلعوم الحنجري يقع خلف مدخل أو فتحة الحنجرة، إذ إن البلعوم الأنفي يرتبط بالجهاز التنفسي من خلال تجاويف الأنف حيث يمرّ الهواء، ويوجد فتحتان واحدة على كل جانب في الجزء الخلفي من البلعوم الأنفي، وتسمّي هذه الأنابيب بالأنابيب السمعية التي تشمل؛ أنابيب استاكيوس وأنابيب البلعوم، وترتبط هذه الأنابيب من الخلف بالأذن الوسطى أو تجاويف الطبلة، ممّا يُسهم في توازن ضغط الأذن وتسهيل تصريف إفرازات الأذن الوسطى، ومن الجدير بالذّكر بأن البلعوم الفموي هو عبارة عن استمرار لتجويف الحلق وتكمن وظيفته في تمرير المواد المبتلعة نحو البلعوم الحنجري، ويمتدّ البلعوم من قاعدة الجمجمة إلى الغضروف الحلقي، وهو يتواصل مع تجويف الأنف والفم والحنجرة من الجهة الأمامية فقط، أمّا البلعوم الفموي والبلعوم الحنجري هما اللذان يلعبان دورًا في تمرير الأكل من الفم إلى المريء.

2- أجزاء البلعوم

يبلغ طول الحنجرة تقريبًا 13 سنتيمتر أو 5 بوصات، وهو أنبوب عضلي مجوّف يبدأ من خلف الأنف إلى المريء، حيث يكون الجزء السفلي من البلعوم المرتبط بالمعدة، وكما تمّ ذكره بأن البلعوم ينقسم إلى ثلاثة أجزاء تشمل الآتي:

2-1- البلعوم الأنفي

يعد الجزء العلوي من البلعوم، ويتم توصيله بالأنف من خلال أنابيب معيّنة ويتم فصله عن الفم عبر الحنك الرّخو وهي المنطقة اللّينة المتواجدة في سقف الفم، ومن الجدير ذكره بأن البلعوم الأنفي هو جزء من قاعدة الجمجمة، وتصطف الخلايا الظهارية في البلعوم الأنفي بنوعيها الخلايا الظهارية التنفسية أو الخلايا الظهارية العمودية ذات الأهداب، كما يتمّ اتّصال البلعوم الأنفي بالأذن الوسطى وبالأخصّ من خلال قناة استاكيوس، وتوجد الغدد الأنفية التي توصف على أنها كتلة من الأنسجة اللمفاوية على الجدار الخلفي للبلعوم الأنفي.

2-2- البلعوم الفموي

يعدّ الجزء الأوسط من البلعوم، حيث إنه يمتدّ من الحنك الرّخو إلى خلف اللّسان، وينتهي عند لسان المزمار المعروف على أنه جزء يتدلّى آخر الحنجرة ويُغلقها عند الابتلاع، ويتضمّن البلعوم الفموي اللوزتين، قاعدة اللسان، الحنك الرّخو، والجزء الأوسط لجدار البلعوم، وتوجد خلايا حرشفية تتميّز بأنها خلايا رقيقة مسطّحة حول البلعوم الفموي.

2-3- البلعوم الحنجري

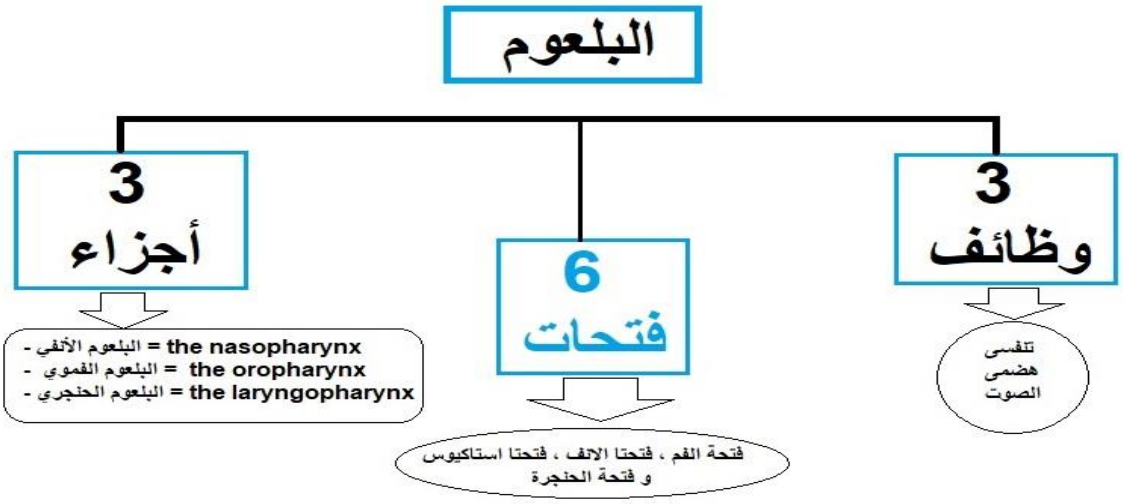
يعدّ الجزء السفلي من البلعوم، حيث إن بدايته تكون في لسان المزمار ويستمرّ بالنّزول حتى أعلى المريء، ويحتوي جدار البلعوم السّفلي على أخدودين صغيرين على جانبي فتحة الحنجرة وتسمى هذه الأخاديد بالجيوب الكمثرية، وتصطف الخلايا الحرشفية تحت البلعوم.

3- وظائف البلعوم

استنادًا على الموقع فإن البلعوم يقوم بوظائف معيّنة وأهم الوظائف شيوعًا تكون في الجهاز التنفسي، إذ

إنه يسمح للهواء بالوصول للجهاز التنفسي، كما إن العضلات المحيطة بالبلعوم سواء الخلايا الطولية أو الدائرية تُرسل الشراب والطعام إلى المريء من أجل عمليّات الهضم، فتتميّز العضلات الدائرية بدفع الشراب والطعام إلى الأمعاء، بالإضافة إلى أن العضلات الطولية تتّسع لرفع البلعوم والمُساهمة في عملية الابتلاع، أمّا الوظيفة الأقل شيوعًا للبلعوم فهي في الكلام، فالبلعوم عبارة عن مساحة مغلقة يتغيّر شكلها حسب الهيكل العضلي، فالهواء قادر على أن ينتقل عبر البلعوم والحنجرة التي تعدّ صندوق الصوت، فالحنجرة التي تحتوي على الحبال الصوتية تلعب دورًا هامًا ورئيسًا في إصدار الصوت، ولكن البلعوم هو القادر على تضخيم

الصوت عندما تنفتح الحنجرة في البلعوم.



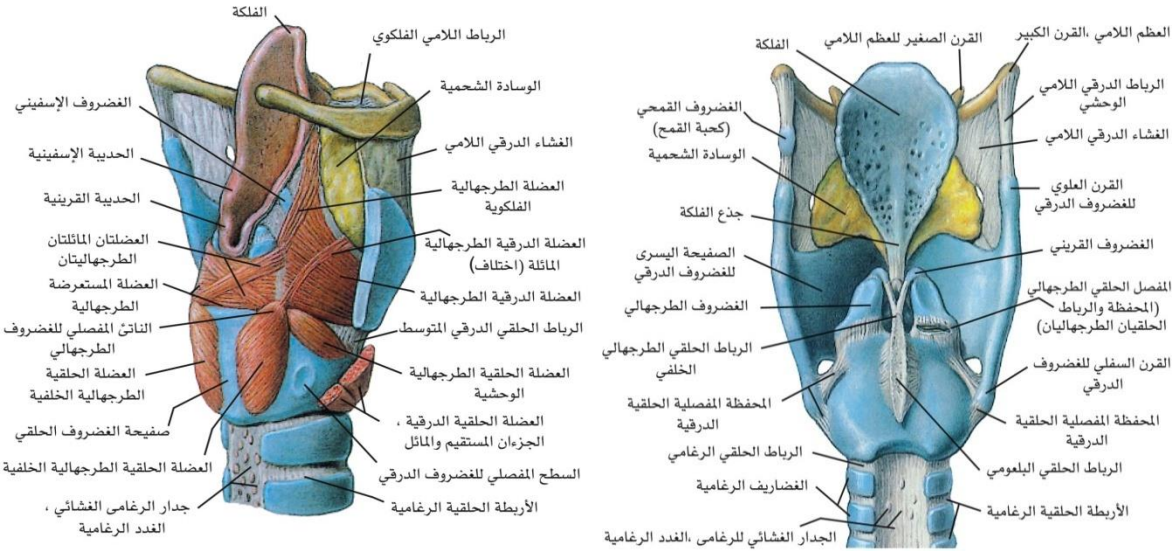
شكل رقم 15 يوضح وظائف وفتحات واجزاء البلعوم

ثالثا- الحنجرة

1- تشريح الحنجرة:

يتألف هيكل الحنجرة من مجموعة من الغضاريف تثبتها في مكانها مجموعة من العضلات الداخلية والخارجية والأربطة، ويُبطنها غشاء مخاطي متمادٍ يكوّن في بعض الأماكن طيات مميزة شكلاً ووظيفة. يتوضع هذا الهيكل بين البلعوم الفموي في الأعلى ويتمادى مع الرغامى في الأسفل، ويكون توضعه على مستوى الفقرات الرقبية 4-5-6.

1-1 الغضاريف:



شكل رقم 16

منظر جانبي خلفي لعضلات الحنجرة ومنظر خلفي للغضاريف والأربطة والمفاصل لكل من الحنجرة والعظم اللامي والجزء العلوي

1-1- 1الغضروف الدرقي thyroid cartilage (مفرد):

هيالييني، مفرد، قاسٍ، أكبر الغضاريف، تتطاول حافتاه في كل من جانبيه في الأعلى والأسفل مشكلة في الأعلى قرناً علوياً يرتبط بالرباط الدرقي اللامي، وفي الأسفل قرناً سفلياً يتمفصل مع الغضروف الحلقي.

- **الغضروف الحلقي cricoid cartilage (مفرد):**

هيالييني، أقوى غضاريف الحنجرة، وهو الحلقة الوحيدة الكاملة في الممر الهوائي، يتوضع تحت الغضروف الدرقي، له شكل حلقة الخاتم، يتوضع الجزء المسطح منه في الخلف(الصفيحة) ويمتد نحو الأعلى مشكلاً الحدود الخلفية للحنجرة، وتتمة حلقته الضيقة في الأمام. يتوضع على مستوى الفقرتين الرقبيتين السادسة والسابعة، أما في الأطفال فبمستوى الرقبيتين الثالثة والرابعة، يتمفصل مع القرن السفلي للغضروف الدرقي في الأعلى بمفصلين زليليين synovial يوفران حركة تأرجح وحركة انزلاقية للأمام والخلف، ويرتكز على وجهه الخلفي العلوي الغضروفان الطرجهاليان بمفصلين زليليين.

- **غضروف لسان المزمار (الفلكة) epiglottic cartilage (مفرد):**

ليفي مرن، يشبه ورق الشجر، يتصل بباطن الغضروف الدرقي في الأمام بسويقة صغيرة، ويتبارز نحو الأعلى والخلف فوق مدخل الحنجرة.

- **الغضروف الطرجهالي arytenoid cartilage (مزدوج):**

غضروف صغير، هيالييني غالباً، ذو شكل هرمي يتمفصل في الأسفل مع الغضروف الحلقي، في قاعدته نتوءان، أحدهما صوتي يرتبط بالحبل الحقيقي، وآخر عضلي ترتكز عليه العضلتان الحلقية الطرجهالية الخلفية والوحشية، وتتمفصل ذروته مع الغضروف القريني.

- **الغضروف القريني corniculate cartilage (مزدوج):**

غضروف صغيرمرن ليفي، يتموضع ضمن الطية الطرجهالية لسان المزمارية ويقويها.

- **الغضروف الإسفيني cartilage cuneiform (مزدوج):**

صغير جداً، يتوضع ضمن الطية الطرجهالية لسان المزمارية، وقد يكون غائباً.

1-2- أربطة الحنجرة وأغشيتها:

1- الأربطة الخارجية: تربط غضاريف الحنجرة بالبنى المجاورة كالعظم اللامي hyoid bone في الأعلى والرغامى في الأسفل، كما تربط الغضاريف الحنجرية بعضها ببعض، وتحيط بهيكل الحنجرة من الخارج.

أ- الغشاء الدرقي اللامي:

يربط بين الحافة العلوية للغضروف الدرقي والعظم اللامي، ويثخن في الطرفين مشكلاً الرباطين الدرقيين اللاميين الجانبيين، كما يثخن في الوسط مشكلاً الرباط الدرقي اللامي المتوسط، تخترق هذا الغشاء في الجانبين الأوعية الحنجرية العلوية والفرع الداخلي للعصب الحنجري العلوي.

ب- الغشاء الحلقي الدرقي:

يربط الغضروف الدرقي بالغضروف الحلقي، وهو مهم سريرياً؛ إذ يجرى من خلاله خزع الرغامى الإسعافي.

جـ - الغشاء الحلقي الرغامي:

يربط الغضروف الحلقي بالحلقة الرغامية الأولى.

د- الرباط الدرقي لسان المزماري:

يمتد من لسان المزمار في الأمام، ويرتكز على الغضروف الدرقي تحت الثلمة الدرقية مباشرة.

هـ- الرباط اللامي لسان المزماري:

يربط بين الوجه الخلفي للعظم اللامي والوجه اللساني للسان المزمار.

1-2 – 1 الأربطة الداخلية:

تجمع الأربطة الداخلية غضاريف الحنجرة بعضها ببعض، ولها شأن مهم في تمام انغلاق الحنجرة.

أ- الغشاء المربع quadrangular membrane:

يشكل القسم العلوي من الغشاء المرن، يمتد من جانبي لسان المزمار حتى الغضروف الطرجهالي، ويغطيه الغشاء المخاطي مشكلاً الطية الطرجهالية لسان المزمارية والجدار الفاصل بين دهليز الحنجرة والجيب الكمثري، ويكون غير واضح تماماً إلا في قسمه العلوي حيث يشكل صفيحة رقيقة بين طبقتين من الغشاء المخاطي الذي يرافق شعباً رقيقة من العضلات، كما يشكل في الأسفل الشريط البطيني (الحبل الكاذب).

ب- المخروط المرن conus elasticus:

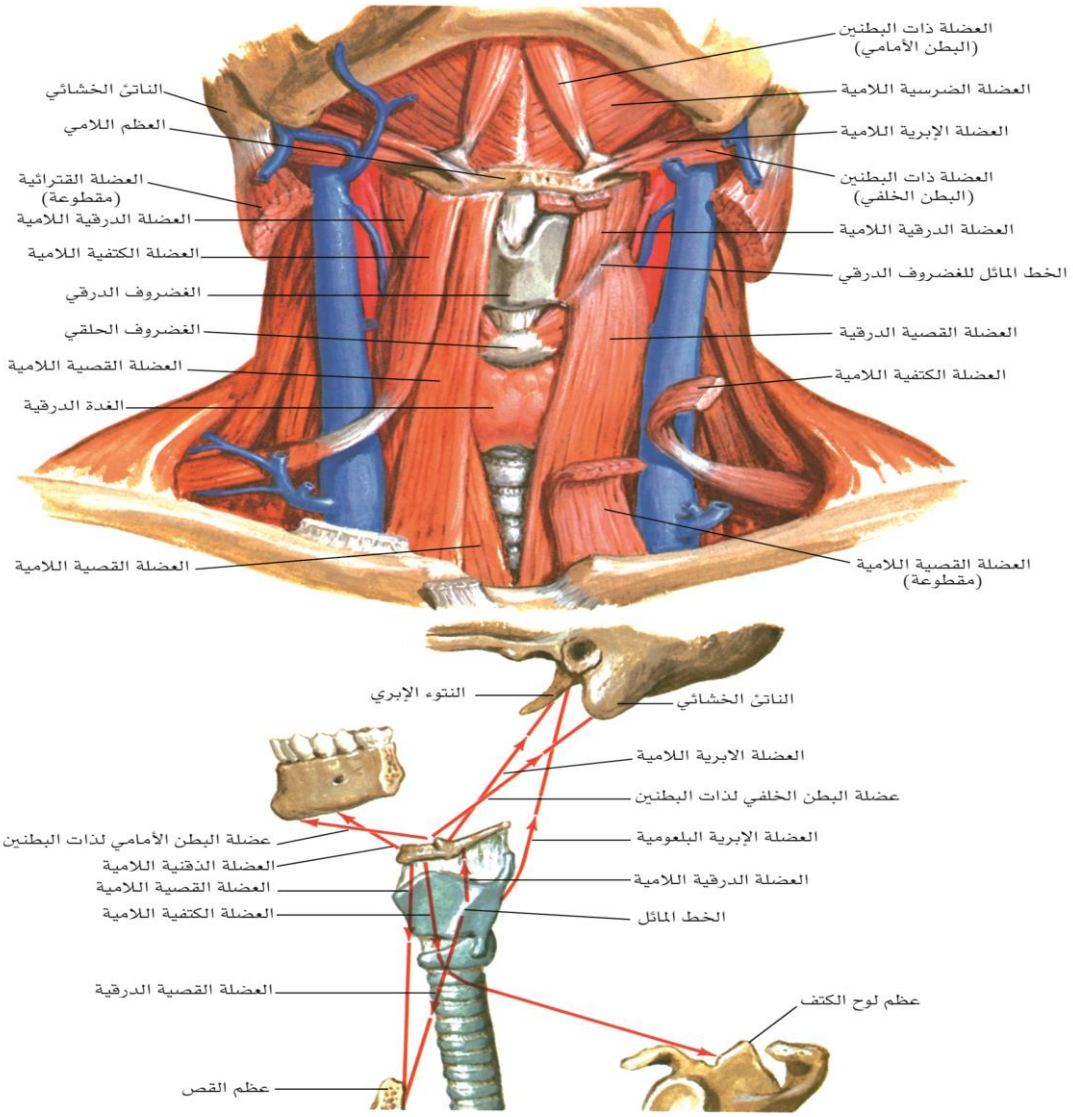
تركيبه أثخن وأقوى من الغشاء المربع. يبدأ من الحافة العلوية لقوس الغضروف الحلقي ويمتد نحو الأعلى والإنسي ويصل إلى الوجه الباطن للغضروف الدرقي في الأعلى والأمام، وإلى النتوء الصوتي للغضروف الطرجهالي في الأعلى والخلف. يتشكل الرباط الحلقي الدرقي الناصف من تثخن الجزء الأمامي للمخروط المرن، كما يتشكل الرباط الصوتي من الحافة الحرة العلوية للمخروط المرن (ويعد أقوى أجزائه)، ويشكل هذا الرباط هيكل الحبل الصوتي. يتكثف الرباط الصوتي عند الملتقى الأمامي على الغضروف الدرقي مشكلاً اللطخة الصفراء الأمامية (رباط royle)، وفي الخلف على الناتئ الصوتي مشكلاً اللطخة الصفراء الخلفية.

1- 3- عضلات الحنجرة:

تقسم إلى عضلات خارجية وأخرى داخلية.

أ- العضلات الخارجية:

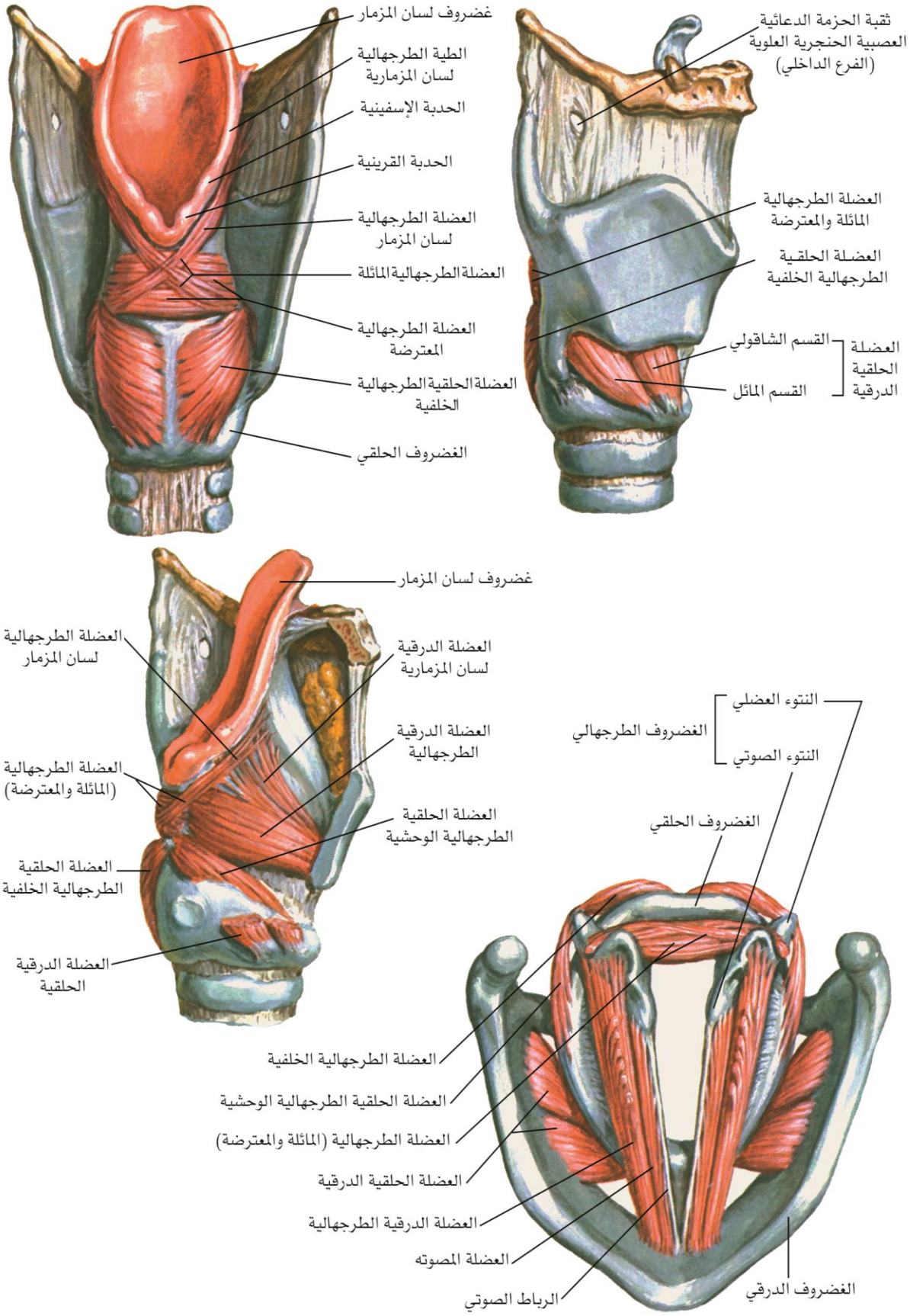
منها ما هو خافض للحنجرة وهي : القصيّة الدرقية والقصيّة اللامية والكتفية اللامية، ومنها ما هو رافع للحنجرة وهي الضرسية اللامية والذقنية اللامية والإبرية اللامية وذات البطنين. وهنالك عضلات ملحقة هي المضيقة الوسطى للبلعوم والمضيقة السفلى للبلعوم والحلقية البلعومية، وهذه الأخيرة تشكل المصرة العلوية للمري



الشكل 17 عضلات الحنجرة الخارجية

ب- العضلات الداخلية:

لها أهمية كبيرة في تنظيم الخصائص الآلية (الميكانيكية) للحبال الحقيقية، إذ تضبط شكل الحبال ووضعيتها إضافة إلى مرونة كل طبقة من الطية الصوتية.



الشكل 18 عضلات الحنجرة الداخلية

- **مجموعة العضلات التي تفتح المزمار:**

(1)- العضلة الحلقية الطرجهالية الخلفية (المبعدة الوحيدة للحبل الصوتي): تنشأ من القسم السفلي والإنسي من الوجه الخلفي لصفيحة الغضروف الحلقي، وتسير بشكل مروحة لترتكز على الوجه الخلفي للناتئ العضلي للغضروف الطرجهالي.

(2)- العضلة الحلقية الطرجهالية الوحشية (مقربة): تنشأ من الحافة العلوية للسطح الوحشي لقوس الغضروف الحلقي وترتكز على الحافة الأمامية للناتئ العضلي للطرجهال.

(3)- العضلة الطرجهالية المعترضة (مقربة): تنشأ من السطح الخلفي للناتئ العضلي والحافة الخارجية لأحد الطرجهاليين، وتتجه للمرتكز نفسه على الطرجهال المقابل.

(4)- العضلة الطرجهالية المائلة: تمتد من السطح الخلفي للناتئ الصوتي لأحد الطرجهاليين إلى ذروة الطرجهال المقابل، وتتصالب كل واحدة مع نظيرتها، وتكون سطحية نسبة للعضلة الطرجهالية المعترضة. تعبر بعض الألياف حول ذروة الطرجهال وتتطاول ضمن الطية الطرجهالية لسان المزمارية وتسمى العضلة الطرجهالية لسان المزمارية، وتعمل عمل مصرة ضعيفة لمدخل الحنجرة.

- **المجموعة التي تضبط توتر الحبال الصوتية:**

1- العضلة الدرقية الطرجهالية: تمتد من الوجه الخلفي للبارزة الدرقية إلى النتوء الصوتي للغضروف الطرجهالي، وإلى السطح الأمامي الوحشي لجسم الطرجهال. تقع أعلى ووحشي الحافة الحرة للمخروط المرن، ويكون القسم السفلي من العضلة أثخن، ويشكل حزمة مستقلة هي العضلة الصوتية vocalis muscle، ويؤدي تقلصها إلى تقريب الطيات الصوتية، وهي تقصر وتخفض وتزيد ثخن الحبل الصوتي فتصبح الحواف مدورة وجسم الحبل قاسياً. تتمادى بعض ألياف العضلة ضمن الطية الطرجهالية لسان المزمارية ويستمر بعضها إلى حواف لسان المزمار باسم العضلة الدرقية لسان المزمارية، التي تسمح بتوسيع مدخل الحنجرة.

2- العضلة الحلقية الدرقية: العضلة الداخلية الوحيدة التي تقع خارج هيكل الحنجرة، تأخذ شكل المروحة، وتنشأ من السطح الوحشي للقوس الأمامية للغضروف الحلقي، ثم تنقسم أليافها وتمر للخلف ضمن مجموعتين:

الأولى سفلية، أليافها مائلة تمر إلى الخلف والوحشي إلى الحافة الأمامية للقرن السفلي للغضروف الدرقي، والثانية أمامية، أليافها مستقيمة تصعد إلى القسم الخلفي للحافة السفلية لصفيحة الغضروف الدرقي.

تدير هذه العضلة الغضروف الحلقي حول محور أفقي يمر عبر المفصل الحلقي الدرقي، وعملها إطالة الحبلين الصوتيين بزيادة المسافة بين زاوية الغضروف الدرقي والطرجهاليين، كما ترق حواف الحبلين وتصبح حادة.

➢ - الغشاء المخاطي الحنجري:

يستر الحنجرة غشاء مخاطي أسطواني مهدب ما عدا الحبل الصوتي حيث يكون رصفياً مطبقاً. يشكل الغشاء المخاطي التواءات، أهمها الحبل الصوتي الحقيقي الذي تسير في ثخنه العضلة الدرقية الطرجهالية، والحبل الكاذب وهو التواء يمتد أيضاً بين زاوية الغضروف الدرقي والغضروف الطرجهالي، وبين الحبلين في كل جانب يوجد انخفاض يدعى البطين الحنجري (بطين مورغاني)، ثم هناك الالتواء اللساني لسان المزماري، والبلعومي لسان المزماري والطرجهالي لسان المزماري.

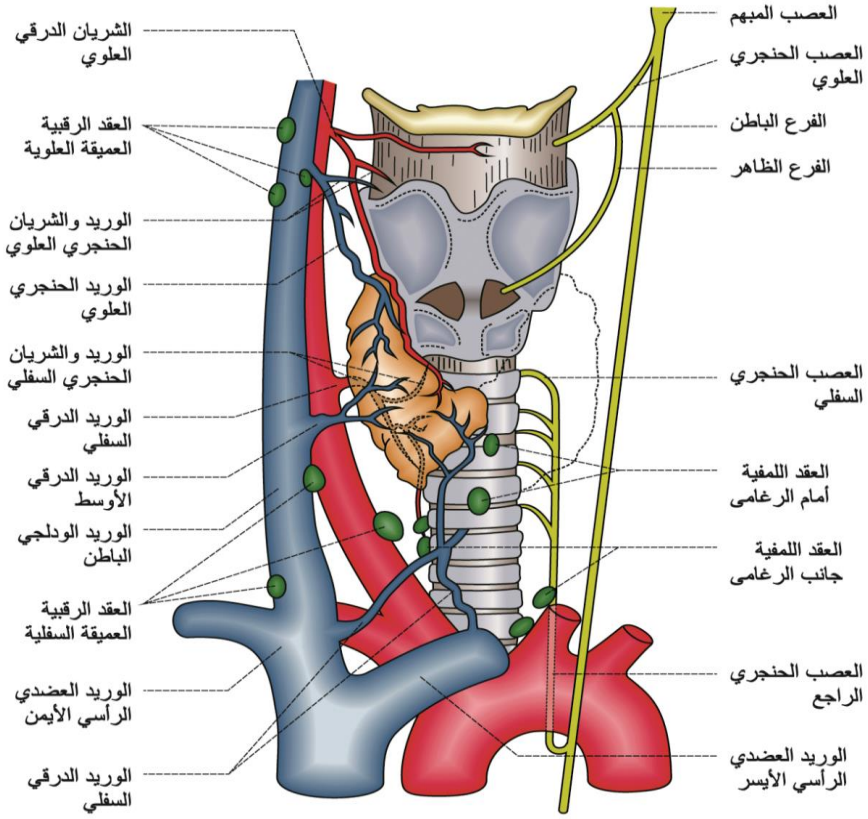
➢ - الأوردة والشرايين:

تتألف الشرايين الحنجرية من زوجين في كل طرف، هما الشريانان الحنجري العلوي والحنجري السفلي.

ينشأ الشريان الحنجري العلوي من الشريان الدرقي العلوي (فرع السباتي الظاهر) عند انحناء هذا الشريان نحو الأسفل باتجاه القسم العلوي من فص الغدة الدرقية، ويسير بشكل أفقي تقريباً عبر القسم الخلفي من الغشاء الدرقي اللامي مرافقاً الفرع الداخلي من العصب الحنجري العلوي ويخترق الغشاء أسفل العصب ويسير نحو الأسفل تحت مخاطية الجدار الوحشي وأرض الجيب الإجاصي، ويغذي مخاطية الحنجرة وعضلاتها.

أما الشريان الحنجري السفلي فهو شعبة من الشريان الدرقي السفلي الذي ينشأ من الجذع الدرقي الرقبي فرع الشريان تحت الترقوة، ويمر مع العصب الحنجري السفلي في قسم من المفصل الدرقي الحلقي ويدخل عبر فتحة في هذا المكان أسفل الحافة السفلية للعضلة المضيقة للبلعوم السفلية، وهو يتفاغر ضمن الحنجرة مع شعب الشريان الحنجري العلوي ليغذي الغشاء المخاطي والعضلات .

أما العود الوريدي فعبر الوريد الدرقي العلوي والدرقي المتوسط اللذين يصبان في الوريد الوداجي الباطن، وعبر الوريد الدرقي السفلي الذي يصب في الوريد العضدي الرأسي.



الشكل 19 الأوعية والأعصاب والنزح اللمفاوي للحنجرة

➢ - النزح اللمفاوي:

الأوعية اللمفاوية الحنجرية غزيرة ماعدا الحبل الصوتي الحقيقي إذ إن مخاطيته رقيقة وملتصقة بشدة على الرباط الصوتي. وهي تقسم إلى مجموعتين: أعلى الحبل الصوتي وأسفله.

تعبر القنوات الصادرة من المجموعة العلوية عبر الجدار الأمامي وأرض الجيب الكمثري مع الشريان الحنجري العلوي، ثم تتجه معه نحو الأعلى وتصب في سلسلة العقد الرقبية العلوية العميقة بين وتر ذات البطنين والكتفية اللامية، وينزح جزء ضئيل نحو الدوران السفلي أو الشوكي، وقد يصل بعضها إلى العقدة أمام الحنجرة (Hendrick).

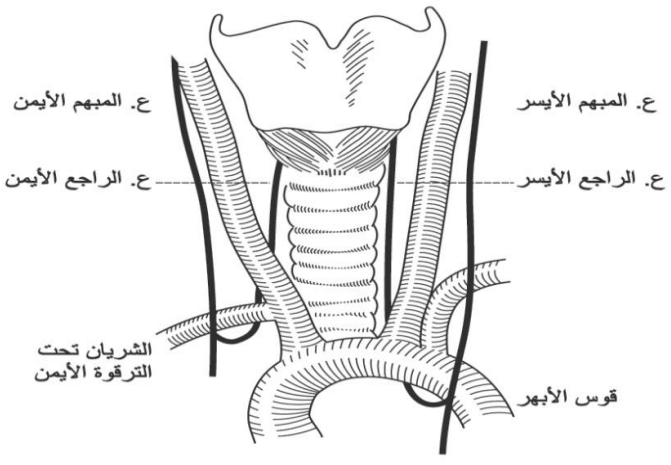
أما المجموعة السفلية فتنزح إلى العقد ما حول الرغامى (حول العصب الراجع)، ويمر بعضها مع الشريان الحنجري السفلي والعصب الراجع ليصب في العقد الرقبية العميقة السفلية، وبعضها قد ينزح إلى العقد فوق الترقوة.

- **الأعصاب:**

يعصب الحنجرة عصبان أساسيان هما العصب الحنجري العلوي والعصب الحنجري السفلي، وهما مختلفان من حيث الوظيفة، فالعصب الحنجري العلوي عصب حسي وإفرازي ويعصب حركياً عضلة واحدة (الحلقية الدرقية)، في حين يحمل العصب الحنجري السفلي أو الراجع (لمساره نحو الأعلى) أليافاً مغذية وحركية لكل عضلات الحنجرة الداخلية ما عدا السابقة، وكلا العصبين ينشأان من العصب المبهم (القحفي العاشر).

- **العصب الحنجري العلوي:** ينشأ من العصب المبهم عند الناحية السفلية للعقدة السفلية، ويمر نحو الأسفل والإنسي باتجاه الحنجرة حيث ينقسم إلى شعبة خارجية صغيرة وأخرى داخلية كبيرة، تستمر الشعبة الخارجية بالنزول على الحافة الوحشية للعضلة المضيقة السفلية وتعصبها وتنتهي في العضلة الحلقية الدرقية، أما الشعبة الداخلية فتنحرف باتجاه الغشاء الدرقي اللامي مرافقة الشريان الحنجري العلوي وتخترق الغشاء، ثم تتشعب إلى عدد من الشعب الصغيرة تتوزع على الجدار الخلفي لقاعدة اللسان والوهدة ولسان المزمار والجيب الإجاصي ودهليز الحنجرة والبطين الحنجري والجدار الخلفي للحنجرة والجدار الأمامي للبلعوم بمستوى الغضروف الحلقي، وشعبة صغيرة منه تغذي مخاطية القسم السفلي للبلعوم متشابكة مع شعبة من العصب الحنجري السفلي، ويمتد قسم منها نحو الجدار الوحشي من الحنجرة.

- **العصب الحنجري السفلي (الراجع):** ينشأ من العصب المبهم في الصدر ويمر نحو الأعلى بين المري والرغامى معطياً فروعاً لكليهما، ويكون مجاوراً الشريان الدرقي السفلي والسطح الخلفي للغدة الدرقية، ويدخل العصب الراجع الحنجرة مرافقاً الشريان الدرقي السفلي خلف المفصل الحلقي الدرقي، وينقسم في النهاية إلى شعبتين أمامية وخلفية ليعصب عضلات الحنجرة حركياً ويعصب أيضاً حسياً مناطق الحنجرة الواقعة تحت مستوى المزمار.



الشكل 20 يبين موضع المبهم والراجع

ويختلف مسير العصب في الأيمن عن الأيسر؛ فهو أطول في الأيسر ويمر تحت قوس الأبهر ويسير صاعداً في الميزابة بين الرغامى والمري، أما في الأيمن فيمر تحت الشريان تحت الترقوة.

ثامناً- تقسيم تجويف الحنجرة:

يقسم التجويف إلى ثلاثة أقسام:

1- فوق المزمار: ويضم بطين الحنجرة والحبلين الكاذبين.

2- الحبلان الحقيقيان (المزمار): وتسمى المسافة بينهما المزمارglottis ، وهي أوسع في الرجال منها في النساء، وضيقة في الأطفال (سرعة حدوث الانسداد).

3- تحت المزمار: تمتد تحت مستوى الحبلين الحقيقيين بـ 2سم، وتعد أضيق منطقة في الحنجرة في الأطفال.

2- فيزيولوجيا الحنجرة:

أولاً- حماية السبيل التنفسي:

وذلك عن طريق عملها بصفة مصرة تمنع دخول الأشياء الغريبة إلى الرغامى والقصبات الهوائية ما عدا الهواء، وذلك:

1- بإغلاق مدخل الحنجرة.

2- وإغلاق المزمار.

3- وإيقاف التنفس.

4- ومنعكس السعال وطرد المفرزات والأجسام الأجنبية.

لا يمتلك البشر منعكَسَ تقريبٍ متصالب للحبلين الصوتيين، أي إن تنبيه العصب الحنجري العلوي في جانب لا يولد تنبيها مرافقاً للعضلات المقربة في الجانب المقابل وبالتالي قد يؤدي شلل العصب الحنجري العلوي في جانب واحد إلى حدوث الاستنشاق على الرغم من سلامة العصبين الحنجريين الراجعين وذلك بسبب فشل إغلاق الحبل في جهة العصب المشلول.

يولد تنبيه العصب الحنجري العلوي استجابات حنجرية تقريبية تعزز الدور البدئي للحنجرة في حماية التنفس من مجموعة مختلفة من التنبيهات المؤذية الخطرة.

إن العصب الحنجري العلوي هو العصب الوحيد الذي يتوسط في عملية تشنج الحنجرة، ويسبب تحريضه تثبيط الفعالية التبعيدية في الحنجرة مما يؤدي إلى حدوث منعكس توقف التنفس بدرجاته المختلفة.

ثانياً- التحكم بالتنفس:

وذلك عن طريق تغيير حجم فوهة الحنجرة واتساعها بتأثير عضلي فاعل، وهو يساعد على تنظيم التبادل الغازي ضمن الرئة، وكذلك الحفاظ على التوازن الحامضي القلوي.

يتوسع المزمار في الحنجرة على نحو متناغم مع دفعات الفعالية الآتية مع العصب الحنجري الراجع، ويفتح المزمار بجزء من الثانية قبل سحب الهواء للداخل وذلك بسبب انخفاض الحجاب الحاجز.

تبين الدراسات التخطيطية العضلية الكهربائية أن التبعيد الدوري الحادث في أثناء حركات الشهيق والذي ينجم عن تقلص العضلتين الحلقيتين الطرجهاليتين الخلفيتين يتم بالتزامن مع عملية التنفس، وتتعدل درجة

الفعالية التبعيدية للحبلين على نحو مباشر مع درجة مقاومة التهوية (تنقص هذه الفعالية مثلاً حين إجراء خزع الرغامى).

إن تقلص العضلة الحلقية الدرقية الدوري في أثناء الشهيق(تقرب الحبل الصوتي وتوتره) يزيد القطر الأمامي الخلفي لفتحة المزمار.

يستنتج مما سبق أن العضلتين الحلقية الطرجهالية الخلفية والحلقية الدرقية تُسيّران من قبل مركز التنفس في البصلة.

ثالثاً- التصويت:

وهو إنتاج الصوت عن طريق اهتزاز الحبلين الصوتيين، وهو يحتاج إلى خمسة شروط أساسية:

1- دعم تنفسي كافٍ (الجهد الزفيري).

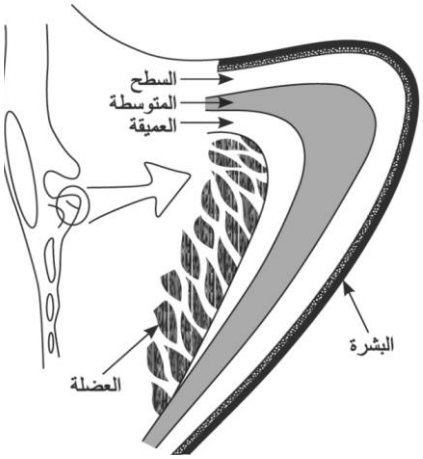
2- تقارب الحبلين الصوتيين.

3- صفات اهتزازية ملائمة (للحبلين).

4- شكل جيد للحبال الصوتية.

5- توتر وطول ملائم للحبال الصوتية.

وينجم الكلام بذلك عن نغمة أولية على مستوى الحبلين الصوتيين الحقيقيين، ويتعدل هذا الكلام الأولي عن طريق حجيرات الرنين الواقعة في السبيل التنفسي الهضمي العلوي. وهناك نظريتان لتفسير إنتاج الكلام عند البشر:



الشكل (21) الطية الصوتية

1- النظرية العضلية المرنة - الهوائية الحركية:

لا بد هنا من شرح تشريح الحبل الصوتي نسجياً بوصفه طية اهتزازية، فهو يتكون من عدة طبقات اهتزازية، وهي:

أ- الغطاء: ويتكون من الظهارة والطبقة السطحية للصفيحة الخاصة.

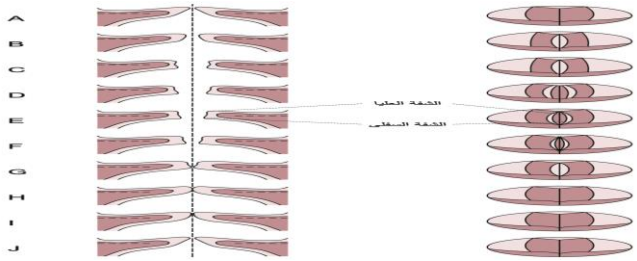
ب- الطبقة الانتقالية: وتتكون من الطبقتين المتوسطة والعميقة للصفيحة الخاصة.

ج- الجسم: وهو مكون من العضلة الصوتية.

تهتز الحبال بتواتر 100-300 هرتز في أثناء الكلام العادي، و1000 هرتز أو أكثر في الغناء.

يبدأ التصويت باستنشاق الهواء، ثم ينغلق المزمار (الطيتان الصوتيتان)، ومع الزفير يزداد الضغط تحت المزمار حتى يبتعد الحبلان الصوتيان إلى الوحشي مسببين انخفاضاً مفاجئاً في الضغط تحت المزمار حيث يعود بعدها الحبلان إلى الوضع الناصف ثم تعود الدورة ثانية، ونتيجة لفعل برنولي Bernulli عند خروج الهواء عبر الحنجرة وانخفاض الضغط تحت المزمار يتحرك الحبل الصوتي كطية صوتية مرنة، وبحدوث اختلاف التوقيت بين انفتاح الأقسام السفلية والعلوية للطية الصوتية تخلق حركة شبه موجية بالطية الصوتية

من الأسفل نحو الأعلى حيث يتابع الضغط إبعاد الطية الصوتية وتبتعد الحواف العلوية ويندفع الهواء إلى الخارج على نحو انفجاري حتى تمام الفتح.



الشكل (22) اهتزاز الحبال الصوتية في أثناء التصويت

وعندما يحدث الانغلاق تتقارب الأقسام السفلية للطية الصوتية أولاً ثم الحواف العلوية ويحدث الإغلاق التام. وتعود الدورة ثانية بتجمع الهواء تحت المزمار، ولا تهتز الطيتان الصوتيتان كوحدتين قاسيتين بل تبديان حركة شبه موجية لها مركبتان عمودية وأفقية، وتسمى هذه الحركة الموجة المسافرة على طول المخاطية المغطية للجدران الجانبية لفتحة المزمار.

تعود الصفات الاهتزازية للصوت عالي النغمة إلى زيادة توتر الطية الصوتية ونقص ثخنها، وعند التصويت بنغمة منخفضة ترتخي العضلة الصوتية ويسهم جسم الحبل الحقيقي في التذبذب والاهتزاز.

أما التحكم بنغمة الصوت فيكون بتغيير طول الحبل الصوتي وتوتره الأمر الذي يضبط التواتر الأساسي لاهتزاز الحبل الصوتي، وبالتالي إحداث تغيرات ديناميكية في الصوت.

تحدد صفات الحنجرة وشكلها تواتر الصوت، فحنجرة الطفل أصغر من حنجرة البالغ وتتفق مع صوت عالي النغمة، وفي أثناء بلوغ الصبيان تؤدي زيادة حجم الحنجرة السريعة إلى نغمة غير مضبوطة للصوت إلى أن يتم التكيف مع التشريح الجديد.

مكونات السبيل الصوتي:

يمكن تقسيم السبيل الصوتي عند البشر إلى عدة مكونات:

1- المفعل: يتكون من الجهاز التنفسي بما في ذلك الرئتان والعضلات التنفسية، إذ يقدم هذا الجهاز تيار الهواء الذي يقدّم بدوره الطاقة الاهتزازية للحبل الصوتي.

2- مولد مصدر الصوت: تقوم الطيتان الصوتيتان بدور الهزازة.

3- المرنّات: تقوم مناطق فوق المزمار والبلعوم السفلي والبلعوم الفموي والأنفي بتعديل الإشارة الصوتية بعملها كحجيرات رنين أو تضخيم يتعدل تواترها الرنيني الأساسي عن طريق تغيير الأبعاد الثلاثية لأشكال أجوافها.

4- النطق: يقدم كل من الحنك واللسان والأسنان والشفاه المزيد من التعديلات على الإشارة الصوتية.

رابعاً- وظائف أخرى:

1- تثبيت الصدر.

2- يمَكّن إغلاق المزمار من زيادة الضغط داخل الصدر والبطن مما يساعد على القيام بأعمال مثل الرفع والحفر والتغوط والتقيؤ والتبول والولادة.

3- حماية الطريق الهوائي: وذلك بسبب توضعها المنخفض ضمن العنق؛ فهي:

أ- تتخذ في أثناء الراحة أوضاعاً مختلفة ضمن العنق بحسب العمر، فهي تقع بمستوى عالٍ في الوليد (الفقرة الرقبية الأولى والثانية)، في حين تنزل أكثر عند المسنين لتصل إلى مستوى الظهرية الأولى والثانية مما يضع الحنجرة تحت خطر كبير لحدوث الاستنشاق عند المتقدمين بالعمر.

ب- يلاحظ وجود تواصل أنفي بلعومي في الوليد نتيجة لاقتراب لسان المزمار من الوجه الخلفي للحنك؛ مما يوفر حمايته ضد الاستنشاق بسبب تشكيل طريق هوائي مستمر من الأعلى إلى الأسفل، ويفسر الوضع التشريحي السابق نوعية التنفس الأنفي الإجباري في الوليد بين الشهر الأول والسادس.

جـ - يؤدي لسان المزمار دور الترس الواقي للحنجرة إذ يوجه الطعام المبتلع نحو الجانبين باتجاه الحفرتين الكمثريتين pyriform بعيداً عن فوهة الحنجرة في المنتصف، وتتعزز وظيفة الحماية هذه عن طريق ارتفاع الحنجرة باتجاه جوف الأنف في أثناء البلع، وتسهم الغضاريف القرينية والإسفينية ضمن الطيتين الطرجهاليتين لسان المزماريتين في تصليب الطيتين السابقتين ودعمهما.

د- يمنع الحبلان الكاذبان خروج الهواء من الرئتين، وذلك بسبب شكلهما التركيبي الخاص (مما يمكّن من أداء وظيفة التقشع)، أما الحبلان الحقيقيان وبسبب حافتيهما المنقلبتين للأعلى فإنهما يعوقان دخول الهواء، وتتحقق بذلك وظيفة الحماية.