وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة لونيسي علي-البليدة "2"
كلية العلوم الإنسانية والاجتماعية
قسم العلوم الاجتماعية
شعبة الأرطفونيا

دروس عبر الخط في مقياس:

تشريح وفيزيولوجيا الجهاز التنفسي الصوتي والسّمعي

موجهة لطلبة السنة الثانية أرطفونيا " السداسي الثالث "

من إعداد الدكتورة: بوخراز آسية

السنة الجامعية: 2022- 2023

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة لونيسي علي-البليدة "2"
كلية العلوم الإنسانية والاجتماعية
قسم العلوم الاجتماعية
شعبة الأرطفونيا

دروس عبر الخط في مقياس:

تشريح وفيزيولوجيا الجهاز التنفسي الصوتي والسّمعي

موجهة لطلبة السنة الثانية أرطفونيا " السداسي الثالث "

السنة الجامعية: 2022- 2023

فهرس المحتويات

فهرس المحتويات:

المحتـــوى	رقم الصفحة
❖ البطاقة التعريفية للمقياس	
❖ مقدمة.....	أ – ب
الجزء الأول (السداسي الثالث): جهاز التصويت لدى الإنسان	
❖ مدخل عام.....	6
المحور الأوّل: تشريح وفيزيولوجيا الجهاز التنفسي	
➢ تمهيد.....	7
➢ الدّرس (1): **الجهاز التنفسي العلوي (الأنف)**	
1- نظرة عامة عن الجهاز التّنفسي.....	7
2 – تعريف الأنف.....	8
3 – مكوّنات وأعضاء التجويف الأنفي " تشريح الأنف".....	9
3 . 1 – الجزء الخارجي.....	9 – 11
3 . 2 – الجزء الداخلي.....	11-12
➢ الدّرس (2): **أغشية ووظائف الأنف**	
1 – أغشية جوف الأنف.....	13
1 . 1 / 2– الأغشية التّنفسية والشّمية.....	13
2 – فيزيولوجيا التجويف الأنفي.....	14
2 . 1 – دوره في عملية التنفس.....	14
2 . 2 – دوره في وظيفة التّصويت.....	14
2 . 3 – دوره في حاسة الشّم.....	14
➢ الدّرس(3): **الأعضاء الوظيفية للجهاز التّنفسي**	
1 – مكوّنات الجهاز التّنفسي السّفلي.....	16
1 . 1 – القصبة الهوائية.....	17
1 . 2 – الشعبتان.....	18
1 . 3 – الشعيبات.....	18
2 – موقع التّبادلات الغازية.....	19
2 . 1 – الرّئة.....	19
2 . 2 – الحويصلات الهوائية الرّئوية.....	20

2 . 3 – مميّزات الرّئة.....	20- 21
➢ الدّرس (4): **الأعضاء المساعدة للجهاز التّنفسي**	
1 – الحجاب الحاجز.....	22
2 – القفص الصّدري.....	22- 23
➢ الدّرس (5): **فيزيولوجيا الرّئتين**	
1 – استدعاء الهواء إلى الرّئتين (الشهيق).....	24- 25
2 – طرح الهواء من الرّئتين (الزّفير).....	26- 27
3 – الزّفير القسري.....	27
➢ الدّرس(6): **تهوية الرّئتين**	
1 – كمية الهواء التي تدخل الرئتين.....	28
1 . 1 – الحجم العادي للهواء الجاري.....	28
1 . 2 – الحجم الاحتياطي للهواء الشّهيقي.....	28
1 . 3 – الحجم الاحتياطي الزّفيري.....	28
2 – السّعة الكاملة للرئة.....	29
2 . 1 – الحجم المتبقي.....	29
2 . 2 – الحيّز الميت.....	29
3 – التّهوية القصوى وتبادل الغازات.....	29
3 . 1 – التّهوية القصوى.....	29
3 . 2 – تبادل الغازات.....	30 - 31
المحور الثّاني: تشريح وفيزيولوجيا الجهاز الصوتي "الحنجرة"	
➢ تمهيد.....	32
➢ الدّرس (7): **تشريح الحنجرة**	32
1 – موقع الحنجرة.....	32
2 – غضاريف الحنجرة.....	34
2 . 1 – الغضاريف المفردة.....	34
2. 1. 1- الغضروف الدّرقي.....	34
2. 1. 2- الغضروف الحلقي.....	35
2. 1. 3- غضروف لسان المزمار.....	35- 36
2 . 2 – الغضاريف المزدوجة.....	36
2. 2. 1- الغضروفان الطّرجهاليان.....	36

2. 2. 2- الغضاريف القرينية السانتوريني.....	37
2. 2. 3- الغضاريف الإسفينية.....	37
2. 2. 4- الغضاريف القمحية والمسمارية.....	38
➢ الدّرس (8): **مفاصل وأربطة الحنجرة**	
1- مفاصل الحنجرة.....	39
1. 1 – المفصل الدّرقي الحلقي.....	39
1. 2 – المفصل الحلقي الطّرجهالي.....	39
2- أربطة الحنجرة.....	40
2. 1 – أربطة داخلية.....	40
2. 2 – أربطة خارجية.....	40
➢ الدّرس (9): **عضلات الحنجرة وتجويفها**	
1 – عضلات وعظام الحنجرة.....	41
1 . 1 – العضلات الداخلية.....	41
1 . 2 – العضلات الخارجية.....	41
1. 3 – العظم اللامي.....	41
2 – تجويف الحنجرة.....	42
3 – الأوتار الصّوتية.....	42
➢ الدّرس (10): **وظيفة الحنجرة وتعصيبها**	
1 – دراسة فيزيولوجية للحنجرة (وظائفها).....	43
1 . 1 – وظيفة التنفس.....	43- 44
1 . 2 – البلع.....	44
1 . 3 – التصويت.....	44- 45
2 – تعصيب الحنجرة.....	46
المحور الثّاني: تشريح وفيزيولوجيا الجهاز النطقي (التجاويف)	
➢ تمهيد.....	47
➢ الدّرس (11): **مكوّنات الجهاز النطقي (التجويف البلعومي- الحلقي)**	47
1 . الحلق.....	47
2 . البلعوم.....	48
2 . 1 – البلعوم الحنجري.....	48
2 . 2 – البلعوم الفموي.....	48

2 . 3 – البلعوم الأنفي.....	48
➢ الدّرس (12): **أعضاء النّطق**	
1 . التجويف الأنفي.....	49
2 . التجويف الفمي.....	49
2 . 1 – اللّسان.....	51 - 50
2 . 2 – الحنك.....	51
2 . 3 – اللهاة.....	52
2 . 4 – الأسنان.....	52
2 . 5 – الشفتان.....	53
❖ خاتمة.....	55-54
❖ قائمة المراجع.....	58-56

البطاقة التعريفية للمقياس

1. البريد الإليكتروني للأستاذة:

2. تقديم الأستاذة: بوخراز آسية أستاذة محاضرة (أ) تخصص أرطوفونيا

حاصلة على ليسانس أرطفونيا/ ماجستير علم النفس العصبي ودكتوراه أرطفونيا من جامعة الجزائر

التأهيل الجامعي في علم النفس شعبة الأرطفونيا من جامعة البليدة 2

3. طريقة التدريس والتقييم: امتحان + أعمال الطلبة النقطة الأساسية /20 والنجاح /10.

4. طبيعة المقياس: وحدة تعليم أساسية تُدرّس باللغة العربية مع تقديم المصطلحات الأجنبية.

5. الطور والمستوى: ليسانس السنة الثانية السداسي الثالث.

6. الشعبة والتخصص: ارطوفونيا.

7. عنوان المقياس: تشريح وفيزيولوجيا الجهاز التنفسي الصوتي والسمعي 1 و2.

8. أهداف المقياس:

- تحديد مفهوم التشريح والفيزيولوجيا.
- التعرف على مختلف أعضاء ومكونات الجهاز التنفسي.
- التعرف على مختلف أعضاء ومكونات الجهاز الصوتي والنطقي.
- التّعرف على وظائف الجهاز التنفسي الصوتي والنطقي.

9. ملخص:

يعتبر هذا المقياس من بين أهم المقاييس المبرمجة لمستوى السنة الثانية ليسانس في شعبة الارطوفونيا باعتبار أنه مقياس سنوي يسمح للطالب بالتعرف على مختلف الأجهزة المتدخلة في عملية الكلام والتواصل اللغوي السليم، وذلك لتمكين الطالب من معرفة تشريح هذه الأعضاء بصورتها العادية وكذا كيفية القيام بوظيفتها السليمة السوية، وهذا للتمكن من إجراء تقييم الاضطرابات والتعرف على الخلل والمشكل الحاصل سواءً كان عضويا أو وظيفياً.

10. المحاور الأساسية:

تمّ تقسيم محتويات الوحدة إلى جزئين حسب السداسيين، جزء أول خاص بجهاز التصويت والجزء الثاني مخصص للجهاز السمعي، إذ شمل كل جزء عدة محاور ودروس مختلفة.

فخلال هذا السداسي الثالث سنتطرق لتشريح ووظيفة أعضاء ومكونات الجهاز التنفسي الصوتي والنطقي.

مـــقـــدمـــة

- **مقدمة:**

تحتاج كافة الخلايا في الجسم إلى الأكسجين لتستطيع العيش والنّمو والقيام بجميع الوظائف الحيوية، فالجهاز التنفسي هو الذي يُزوّد خلايا الجسم بالأكسجين اللازم للقيام بأنشطتها، مع طرح غاز ثاني أكسيد الكربون كنتاج لعملية الأكسدة (تبادل الغازات)، وهذا من خلال عمليتي الشهيق والزّفير.

وعلى غرار توفير الحياة للجسم نجد أنّ لهذا الجهاز دوراً مزدوجاً، إذ يتدخل في عملية إنتاج الكلام وخروج الأصوات، فله أولوية مهمة في الجهاز الصوتي.

كما نجد الجانب الثاني للغة إضافة للإنتاج هو الاستقبال، حيث يتم هذا الجانب عن طريق الجهاز السمعي الذي يعمل بشكل متناسق من أجل التقاط الأصوات من العالم الخارجي وتحويلها من عملية ميكانيكية إلى حسية عصبية لتتم معالجتها في مركز السّمع بالقشرة المخية.

عليه تعتبر وحدة تشريح وفيزيولوجية الجهاز التنفسي الصوتي والسمعي من أهم الوحدات التعليمية التكوينية المعرفية البيداغوجية في مسار الطالب الجامعي المتخصص في الأرطوفونيا.

فهي تسمح باكتشاف ومعرفة الأسس التكوينية والتشريحية للأجهزة المذكورة أعلاه، من خلال تمكن الطالب من فهم العضوية العامة للجهاز التنفسي الصوتي والسمعي بالوقوف على أهم الأعضاء التشريحية له وتكويناتها ووظائفها.

مما يجعل الطالب متمكنا ومتحكما علمياً في مختلف سيرورات وآليات هذه الأجهزة من الناحية العادية النمائية الارتقائية، وذلك بتعرفه على تشريحها، مكوناتها، أعضائها السليمة ووظائفها وآليتها السوية الطبيعية، وذلك تحضيرا لمعرفة تشخيص الاضطرابات والاختلالات التي تمسها والتي تكون من ضمن مهام الأخصائي الأرطفوني (أي الطالب المتخرج).

على هذا الأساس فإن هذه الوحدة من الوحدات البيداغوجية المهمة في تخصص الأرطوفونيا لما توضحه وتشرحه بصفة جلية عن البناء التشريحي الوظيفي لكل أقسام هذه الأجهزة، سواءاً من ناحية الإرسال أو التعبير والتي تشمل كل من الجهاز التنفسي، الجهاز الصوتي والجهاز النطقي تحت مسمى جهاز التصويت لدى الإنسان، هذا ما سيتم تدريسه في السداسي الثالث.

أو من ناحية الاستقبال والتي تشمل الجهاز السمعي (الحسي والإدراكي) وذلك بمختلف أقسامه ومحتوياته العضوية والتشريحية التكوينية إضافة للآلية لعصبية، وهذا ما سنراه في السداسي الرابع.

وباعتبار تخصص الأرطفونيا موجه للتشخيص والتكفل باضطرابات اللغة والتواصل ككل وتحديدا التي تمس الأجهزة المدروسة في هذا المقياس، عليه فهذه الوحدة تلعب دورا رئيسيا في العملية التكوينية للطالب الجامعي الذي سيصبح مستقبلا متخصصا في مختلف الأمراض والاضطرابات والإعاقات.

لذا تناولنا في هذه الدّروس كل ما يخص هذه الوحدة بما أنها وحدة سنوية فقد قسمت إلى جزئين أساسيين حسب السداسيين اللّذان تُدرَّسُ فيهما.

فالجزء الأول: خُصص لجانب الإرسال الإنتاج أي الكلام بالتّطرق فيه لتشريح وفيزيولوجيا جهاز التصويت لدى الإنسان (الجهاز التنفسي–الصوتي– والنطقي)، وفيه تناولنا كل بنى وأقسام هذه الأجهزة من الناحية التشريحية والوظيفية.

أمّا الجزء الثاني: خصصناه لجانب الاستقبال أي السمع، وتعرضنا فيه لتشريح وفيزيولوجيا الجهاز السمعي بأقسامه الثلاث (أذن خارجية – وسطى – داخلية) بالإضافة إلى الميكانيزم العصبي لعملية السمع.

إذن هذا المرجع الذي وضعناه بين أيدي طلبتنا يهدف إلى تقديم مادة شاملة ومفيدة فيما يخص تشريح وفيزيولوجيا الجهاز التنفسي الصوتي والسمعي والتي جمعناها من خلال مشوارنا الدراسي والعملي بتدريس هذه الوحدة لعدة سنوات، والمعلومات المستقاة من المراجع المختلفة في هذا المجال، إذ ستكون في متناول الطالب بشعبة الأرطفونيا تخصص اضطرابات اللغة والتواصل مما يُساعده على فهم أفضل لمكونات الأجهزة المدروسة وآلية عملها وكل ما يدور ويحيط بها.

وفي الأخير نأمل أن يستفيد الطالب من هذه المعلومات التي حاولنا جمعها بدقة ووضوح وبنوع من الشمولية في أسلوب واضح وبسيط بغرض إيصال المعلومة للطالب وإثراء رصيده العلمي، محترمين البرنامج الرسمي للمقياس.

والله ولي التوفيق

الجزء الأوّل (السّداسي الثّالث):

جانب الإنتاج (الكلام)

" تشريح وفيزيولوجيا جهاز التصويت

لدى الإنسان "

- مدخل عام.

- **المحور الأول: تشريح وفيزيولوجيا الجهاز التنفسي.**

- **المحور الثاني: تشريح وفيزيولوجيا الجهاز الصوتي.**

- **المحور الثالث: تشريح وفيزيولوجيا الجهاز النطقي.**

- **مدخل عام:**

تشمل اللغة جانبان أو مظهران يتمثلان في الفهم والتعبير أي الاستقبال (الاستماع) والإنتاج (الكلام)، إذ لكل مظهر من هذه المظاهر أجهزة تتكفل بالقيام به على أكمل وجه، عليه سنتطرق في هذا الجزء من دروسنا لجانب مهم وواضح وهو التعبير أي الإنتاج اللغوي الذي يحمل في طياته العديد من السلوكيات بما فيها التصويت النطق والكلام، ولتحقق هذا الأخير يستلزم نضج وسلامة الأجهزة الخاصة بذلك.

حيث تعتبر **ج. ك. لارون J.C.Laron** الصوت بأنه:

" نتيجة اتحاد وتضافر عنصرين هامين المتمثلين في المولد الصوتي وهو الحنجرة مع الطاقة المنبعثة وهي النفس الصادر اثر عملية التنفس".

عليه يُمكن القول أنّ جهاز التصويت لدى الإنسان مقسم إلى ثلاثة أقسام:

- **الجهاز التنفسي** الذي يبعث تيار الهواء الضروري لإصدار الأصوات اللغوية.
- **الحنجرة** التي تُمثل مصدر الطاقة الصوتية الموظفة في الكلام ويطلق عليها **تسمية الجهاز الصوتي.**
- **التجاويف ما فوق المزمارية** التي تُعرف **بالجهاز النطقي** لأنها هي التي تقوم بدور الطنين فسميت كذلك بالتجاويف الرنّانة وفيها تتشكل أغلب الأصوات المستعملة في الكلام.

(حنفي بن عيسى، 2003، ص109)

وهذه التجاويف هي (**التجويف الحلقي البلعومي – التجويف الفمي والتجويف الأنفي** الذي يشمل الأنف والجيوب).

فمن خلال ما تمّ ذكره من تقديمات لهذه الأقسام، والتمييز بينها في التموقع والأعضاء مع الوظائف المتباينة لكل منها، هذا ما جعلنا نقوم بتقسيم الجزء الأول (جهاز التصويت لدى الإنسان) من وحدتنا والذي سيُنجز خلال السداسي الثالث، إلى ثلاثة محاور حسب الأجهزة الثلاث المذكورة سابقاً والمختصة بعملية التكلّم وذلك بعملها متحدة فيما بينها.

وعليه هنا تكمن استفادة طلبة الأرطفونيا من التكوين في مقياس تشريح الأجهزة، حيث شمل هذا الجزء العديد من المحاضرات موزعة لتقديم البنى التشريحية التكوينية والوظيفية لها.

❖ المحور الأوّل: تشريح وفيزيولوجيا الجهاز التنفسي.

- **تمهيد:**

التنفس عموماً عملية لا إرادية يتم تنظيمها عن طريق الجهاز العصبي، فيدخل الهواء إلى الرّئتين من خلال الفم والأنف ماراً عبر الحلق (البلعوم) ثمّ الحنجرة ليصل إلى القصبة الهوائية التي تتفرع إلى شعبتين هوائيتين إحداهما تُغذي الرئة اليمنى وأخرى تُغذي الرئة اليسرى، وتُسمى هذه العملية بالشهيق، تعقبها عملية خروج الهواء من الرّئتين والتي تسمى بالزفير.

➢ الدّرس الأول: الجهاز التنفسي (القسم العلوي)

" الأنف "

1- نظرة عامة عن الجهاز التنفسي:

يُمكن تقسيم هذا الجهاز إلى **جزئين رئيسيين** يشمل كلّ جزء مجموعة من الأعضاء:

- **الجهاز التنفسي العلوي:**

والذي يشمل القنوات والممرات الهوائية، فنجد فيه كلّ من الأنف والجيوب الأنفية، الفم، البلعوم والحنجرة.

- **أمّا الجهاز التنفسي السّفلي:**

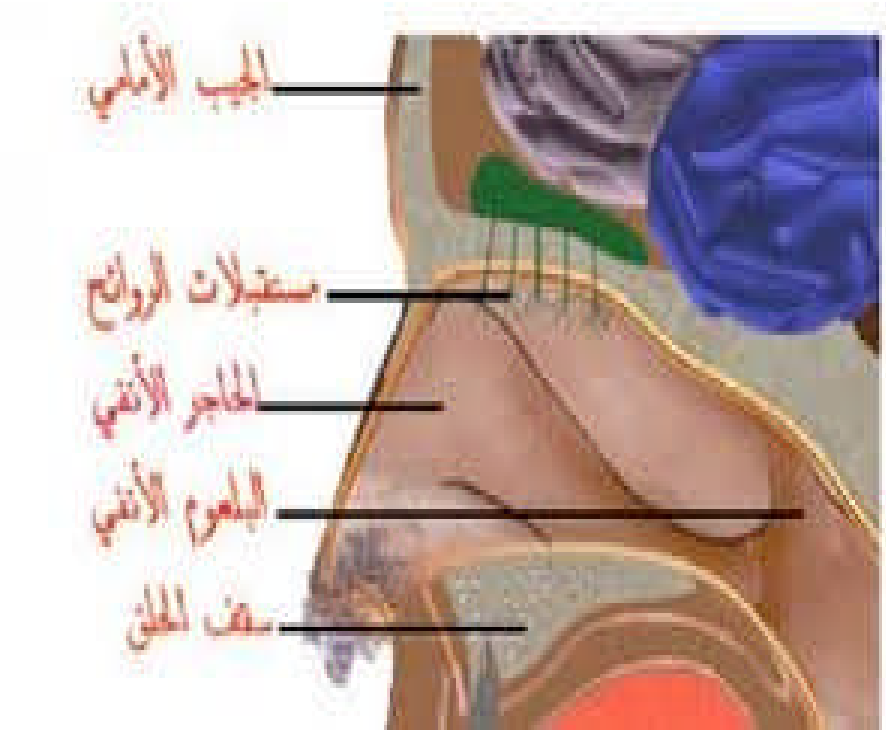
فنجد فيه القصبة والشعب الهوائية، الرئتين، القفص الصدري والحجاب الحاجز.

✓ كما يُمكن تقسيمه إلى: **أعضاء وظيفية – داعمة ومساعدة.**

- **فالأعضاء الوظيفية** تشمل (الرّئتين – القصبة والشعب الهوائية والحنجرة).
- أما **الأعضاء الحامية الداعمة** فتشمل (الأنف والجيوب الأنفية – البلعوم والقفص الصدري).
- وأخيرا **الأعضاء المساعدة** تشمل هي الأخرى (العضلات والحجاب الحاجز).

2- تعريف الأنف:

يُعتبر الأنف عضو هام من أعضاء الجسم، وهو بوابة الجهاز التنفسي إذ يحميه بتسخين الهواء وترطيبه وتنقيته من العوائق والغبار وتدفئته، فهو المسؤول عن التنفس والشمّ حيث يتصل بالجهاز التنفسي الصوتي والنطقي.



- الشكل رقم (1): بنية الأنف -

يمثل الأنف – كما هو معلوم- الجزء الأساسي من الجهاز التنفسي حيث يدخل الهواء عادة إلى الجهاز التنفسي من خلال فتحتا المنخر الخارجية التي تؤدي إلى تجويف الأنف ويحتوي النسيج الطلائي للدهليز الأنفي على شعيرات خشنة تمتد عبر فتحة المنخر الخارجية وتقوم باعتراض الجسيمات الكبيرة الموجودة في الهواء مثل ذرات الغبار والأجسام الغريبة وبعض الحشرات وتمنعها من الدخول إلى تجويف الأنف،ومن هنا فالأنف يقوم بعدة وظائف حيوية في عملية التنفس منها : ترطيب الهواء، وتدفئته، وترشيحه... ومن الخطأ تصور تجويفي الأنف على أنهما غرفتان أنفيتان كبيرتان، إنّما – على العكس من ذلك – ينقسمان إلى عدد من تجاويف الهواء المتنوعة شكلاً وحجما مما يعطي تجويف الأنف صفة تجويف الرنين المركب. **(سعد مصلوح ، 2000، ص 128)**

كما نجد تجويف الأنف ثابتاً في الشكل والحجم، فدوره في الرنين ثابت كون بعض الحروف ممزوجة بالغنة، وذلك من خلال انفتاح وانغلاق مجرى التنفس الأنفي عن طريق انطباق شراع الحنك على الحافة الخلفية من البلعوم.

وقد قدّم الطبيب ابن سينا دراسة تشريحية للمنخر، فقال : أما طرفا الأرنبة فقد يتصل بهما عضلتان صغيرتان قويتان، أما الصغرى فلكي لا تضيق على سائر العضل التي الحاجة إليها أكثر لأنّ حركات أعضاء الخد والشفة أكثر عددا وأكثر تكرارا ودوما، والحاجة إليها أحسن من الحاجة إلى حركة طرفي الأرنبة ...

(ابن سينا، 1987، ص 62)

3- مكوّنات وأعضاء التجويف الأنفي "الأنف":

تشريح الأنف: يشمل الأنف جزءان:

3. 1 - الجزء الخارجي:

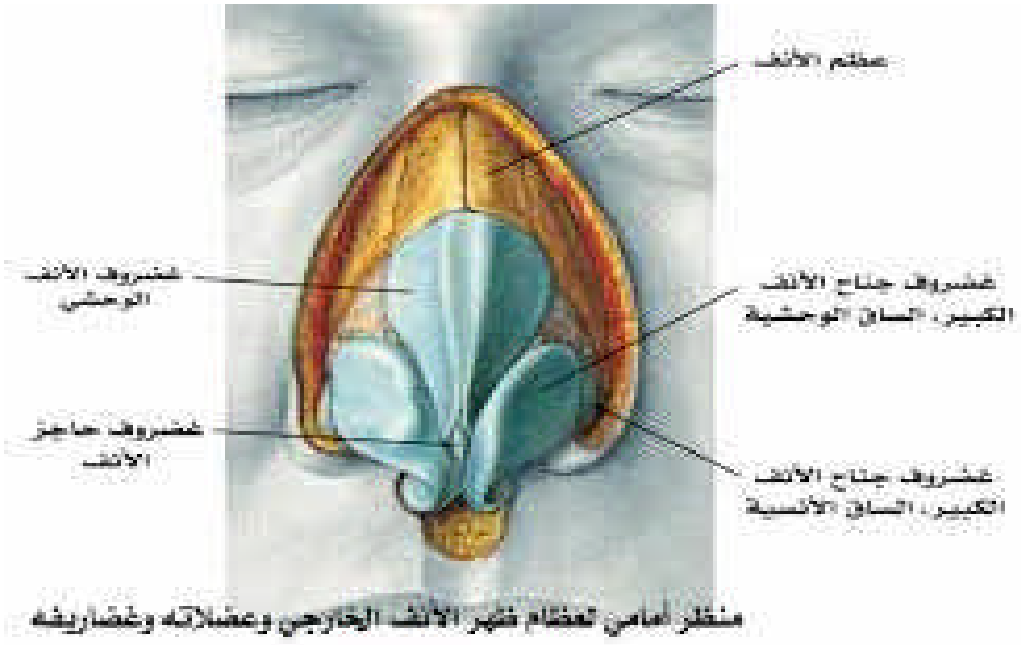
نجد فيه الهرم الأنفي الذي يتكوّن من هيكل عظمي غضروفي وهو موجود في الوجه، يوجد في قاعدته فتحتان متجاورتان تُسمى المنخارين Les narines منفصلين عن بعضهما بفاصل غضروفي يسمى بالحاجز الأنفي أو الوتيرة La closion والذي يمتد حتى نهاية التجويف الأنفي.

يتركب من الأعلى بمادة غضروفية مرنة مكسوة بالجلد من الدّاخل والخارج ممّا يُسهل من تحريك مقدمة أوأرنبة الأنف، كما أنّ تلك الطّبقة الجلدية Les sébacées تُفرز مادة مرطبة دهنية Le sabum.

وظيفة المنخارين هي إدخال الهواء إلى تجويف الأنف.

(الهادي زغينة، 2018، ص 4-5)

إذ يضم هذا الجزء قسم عظمي، قسم غضروفي وقسم عضلي.



- الشكل رقم (2): غضاريف وعظم الأنف-

- **فالقسم الغضروفي يتألف من:**

- غضاريف جانبية سفلية وعلوية Les cartilages latérales du nez.

- غضاريف المنخارين Les cartilages des narines

- غضروف الحاجز الأنفي Le cartilage de la closion

- **أمّا القسم العظمي فيتألف من:**

- عظمي الأنف حيث أنّ العظم الأنفي مزدوج إذ يتصلان في الخلف مع العظم الجبهي.

- النّاتئ الأنفي للعظم الجبهي L'os propre du nez .

- النّاتئ الصاعد لعظم الفك العلوي L' hypophyse du l'os frontale .

- النّاتئ الصّاعد لعظم الفك العلوي L' hypophyse montante du maxillaire

- **أمّا عضلات الأنف فنجد:**

- العضلة الهرمية Muscle pyramidal.

- العضلة المثلثية Muscle triangulaire .

- العضلة الرّافعة لأجنحة الأنف Muscle élévateur de l'aile du nez

- العضلة الأنفية الفمية Muscle naso-bucale

- عضلات متعددة الأشكال Muscles multi-forme

3. 2- الجزء الدّاخلي:

يقع تحت قاعدة الجمجمة يفصله عن الفم الحنك العظمي La voute palatine يتألف من ثلاث قرون (العلوي، الأوسط والسّفلي)، هي عبارة عن صفائح عظمية ملتفة حول نفسها لها شكل وتد رأسها عريض ونهايتها ضيقة، تُقسم الأنف الدّاخلي إلى تجاويف أساسية.

إذ يتكوّن الأنف في جزئه الدّاخلي من التجويف الأنفي والذي يُبطّنه غشاء مخاطي رقيق ومهدب تتخلله شبكة كثيفة من الشّعيرات الدموية ويعمل هذا الغشاء على تسخين أو تبريد وترطيب الهواء الدّاخل إلى الرئة.

بينما تقوم الأهداب بتحريك المخاط باتجاه البلعوم، وينمو على الجبد الدّاخلي لمقدمة الأنف أو المنخار شعر خفيف يعمل على منع الغبار من الدّخول مع الهواء بينما يقوم السّائل المخاطي الذي تفرزه بطانة التجويف الأنفي بامتصاص جزيئات الغبار وإخراجها عند التّمخط.

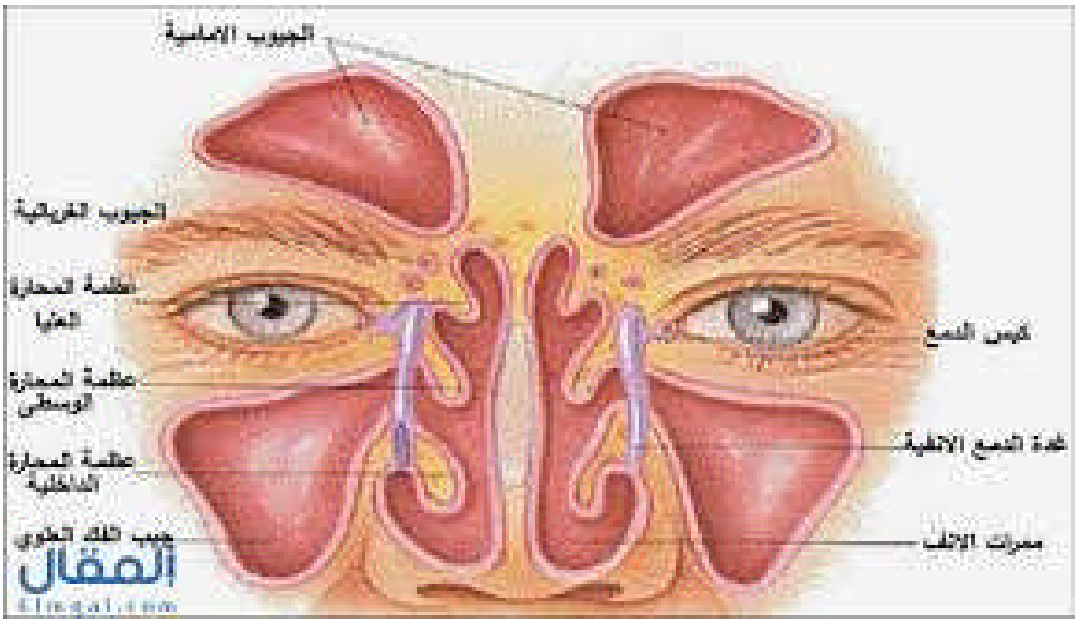
(الهادي زغينة، 2018، ص 4-5)

- **التجويف السفلي (الصّماخ):**

يضمّ القناة الدّمعية التي يبلغ طولها 12 – 24 ملم تصل لجوف الأنف مع كيس الدّمع.

- أما التجويف العلوي أو الأوسط:

ففيهما تنفتح جيوب الوجه إلى الحلق، فتضيق القنوات الأنفية أكثر فأكثر على طول ممّرها حتى تصل إلى فتحتين بيضاويتي الشّكل تُسمى كلّ منهما بمنخر أو قمع الأنف، وهما فتحتي الاتصال مع الحلق في جزئه الدّاخلي.



- الشكل رقم (3): جيوب وعظام الأنف -

يعتبر الأنف صمام الأمان للجهاز التنفسي ففيه تتم تنقية هواء الشهيق من الأتربة، ويتم ترطيب وتدفئة هواء الشهيق قبل دخوله إلى الرئتين، ولهذا يكون التنفس الصحي عن طريق الأنف، وليس عن طريق الفم كما يفعل بعض الناس.

ويتنفس الإنسان الذي يزاول أنشطة رياضية كمية أكبر من الهواء الجوي فيؤدي هذا إلى تنشيط جهازه التنفسي، وتجديد هوائه باستمرار، ولقد خلق الله سبحانه وتعالى الجهاز التنفسي كاملاً ومتكاملاً، بحيث يصل الهواء نقيًا إلى الرئتين.

➢ **الدّرس الثاني: أغشية ووظائف الأنف.**

1- أغشية جوف الأنف:

كما يتكوّن الأنف في جزئه الدّاخلي من التجويف الأنفي الذي يُبطّنه **غشاء مخاطي** رقيق ومهدّب تتخلله شبكة كثيفة من الشّعيرات الدّموية، إذ يُفرش **جوف الأنف** نوعين من الأغشية:

1. 1- الأغشية التّنفسية:

تمتدّ على طول الطّريق التنفسي من الأنف والجيوب حتى القصبات الصّغيرة باستثناء البلعوم.

فمدخل الأنف الدّاخلي عبارة عن **دهليز الأنف (الرّواق)** Le vestibule مغطى بغشاء مزوّد بشعيرات طويلة توصل الهواء الدّاخل إلى القنوات الأنفية الدّاخلية، كما يُبطّن معظم القنوات الأنفية أغشية مخاطية، وطبقة من الخلايا ذات أهداب كأسية الشّكل جدّ غنية بالأوعية الدّموية لتسخين الهواء وترطيبه، بينما تقوم الأهداب بتحريك المخاط باتجاه البلعوم.

كما ينمو على الجلد الدّاخلي لمقدمة الأنف أو المنخار شعر خفيف يعمل على منع الغبار من الدّخول مع الهواء، بينما يقوم السّائل المخاطي الذي تفرزه بطانة التجويف الأنفي بامتصاص جزيئات الغبار وإخراجها عند التّمخط.

1. 2- الأغشية الشّمية:

أمّا الجهة العلوية للأنف الدّاخلي توجد فيها أغشية مخاطية شمية (حسية – داعمة وقاعدية) تنطلق منها ألياف عصبية حسية شميّة مكوّنة للعصب الشّمي (المستقبلات الحسية للشمّ).

فحسب **LE HUCHE F** عندما ينخفض شراع الحنك، يتصل التجويف الفموي مع مؤخرة الأنف، فيمر الهواء عبر المنفذ الأنفي، يمكن تشبيه شراع الحنك بصمام عند ارتفاعه يمنع عبور الهواء من الأنف.

(LE HUCHE F. et ALLALI A., 2007, pp. 16-17)

2 – فيزيولوجيا التجويف الأنفي (وظائف الأنف):

يعتبر الأنف عضو للشّم وذلك لوجود الظّهارة الشّمية في جوفه، كما يعتبر جزءاً من الجهاز التنفسي لأنه الطّريق الرّئيسي لدخول الهواء إلى الرّئتين.

2. 1– دوره في عملية التنفس:

وظيفته الرّئيسية هي الحيلولة دون دخول الهواء من الجوّ مباشرة إلى الرّئة بحيث يتم تسخينه ترطيبه وتنقيته من الجراثيم العالقة به، لأنّ درجة الحرارة في الجو تختلف كثيراً عن درجة الحرارة داخل الرئة، فقد يُدمّر الهواء البارد أو السّاخن الخلايا المبطنة للحويصلات الهوائية في الرّئة.

(الهادي زغينة، 2018، ص 4–5)

2. 2– دوره في وظيفة التصويت:

له وظيفة مزدوجة كتجويف أنفي الذي يضفي كيفية الغنة على بعض الأصوات (م – ن).

2. 3– دوره في حاسة الشمّ:

هي أشدّ من حاسة الذّوق اذ يستطيع الإنسان تمييز ما يزيد عن 10000 رائحة، هي مكملة لحاسة الذّوق كما لها وظيفة تحذيرية (أخطار الأدخنة والغازات السامة).

تتواجد الخلايا الشّمية داخل باحة متخصصة (الظّهارة الشمّية) تمتد أليافها إلى داخل البصلة الشمية (الباحات في الدّماغ)، فجزيئات الرّوائح تذوب وتُنبه النّهايات العصبية مُولّدة سيالة عصبية متجهة إلى الدّماغ لترجمتها وتحديدها.

– الشكل رقم (4): الآلية العصبية لوظيفة الأنف–

إذن التركيب الداخلي للأنف يكون متخصص لأداء ثلاث وظائف:

- تدفئة وترطيب وترشيح الهواء الداخل أثناء الشهيق.
- استقبال منبهات الشم.
- التجاويف المتسعة الرنانة تتحكم في صوت الكلام.

فعندما يدخل الهواء من فتحتي الأنف وهى تكون مبطنة بطبقة من الجلد تحتوى شعيرات خشنة تعمل على ترشيح جزيئات الأتربة الكبيرة ،بعد ذلك يمر الهواء في تجويف الأنف الذي يقسم طولياً بواسطة الحاجز الأنفي إلى تجويفين أيمن وأيسر، كل من هذين التجويفين يحتوى على ثلاث حواجز تمتد من الجدار الجانبي لكل تجويف وتمتد حتى تصل إلى الحاجز الأنفي وبالتالي ينقسم كل من التجويفين إلى سلسلة من الأخاديد.

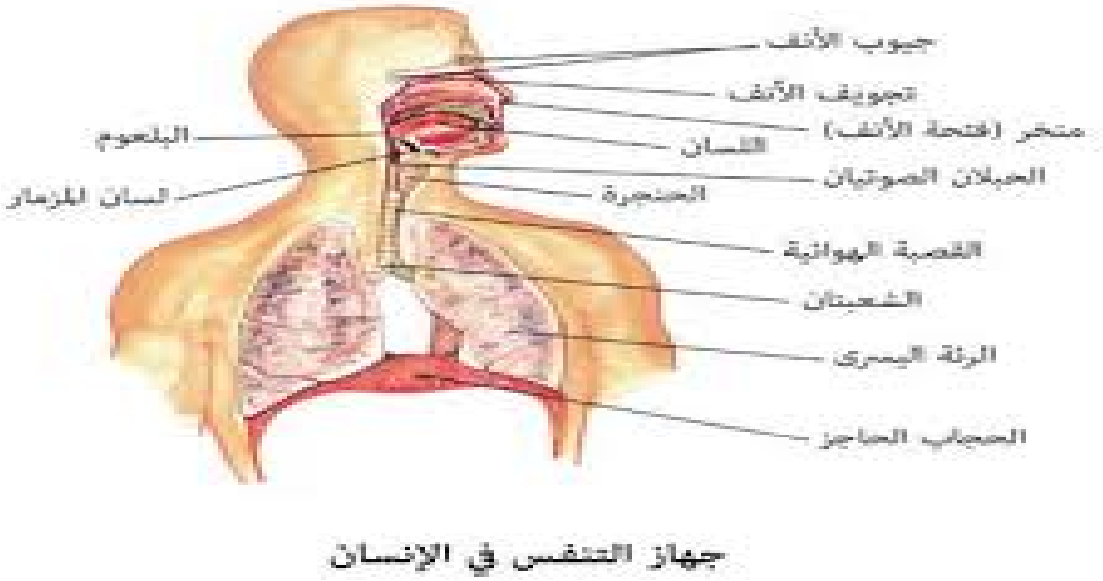
ويبطن تجويف الأنف بغشاء مخاطي ويلاحظ أن مستقبلات الشم توجد في الجزء العلوي من تجويف الأنف ويسمى النسيج الطلائي الشمي ويقع أسفله نسيج طلائي مخاطي يتكون من خلايا طلائية عمودية مهدبة (طباقى كاذب) وعديد من الخلايا والشعيرات الدموية .

وعندما يمر الهواء بين الحواجز الموجودة على جانبي التجويف الأنفي يحدث تدفئة له عن طريق الدم الموجود في الشعيرات الدموية، من ناحية أخرى نجد أن المخاط المفرز بواسطة الخلايا فيرطب الهواء الداخل ويحجز جزيئات الأتربة، ويلاحظ أن الأهداب الموجودة على قمة الخلايا الطلائية تقوم بطرد المخاط العالق به الأتربة إلى البلعوم وبالتالي يتخلص منه عن طريق البلع أو عن طريق البصاق.

جوف الأنف أو الحفرة الأنفية هو الجزء العميق من الأنف والممتد من المنخرين في الأمام وحتى المنعرين في الخلف، أي حتى البلعوم الأنفي.

➢ الدّرس الثالث: الأعضاء الوظيفية للجهاز التنفسي.

لقد تمّ تناول التجويف الأنفي في المحاضرة السابقة المخصصة لتشريح وفيزيولوجيا الجهاز التنفسي، وذلك باعتبار الأنف بوابة هذا الجهاز كما ذكرنا سابقاً، وعليه سنتعرض في محاضرتنا مباشرة إلى الأعضاء الوظيفية للجهاز التنفسي والمتمثلة في القصبة الهوائية، الرئتين والشعب الرئوية، وثمّ ننتقل لأعضاء المساعدة من الحجاب الحاجز والقفص الصدري (مساعد حامي دعامي)، مع تخصيص باقي المحاضرات للحنجرة وكذا التجويف الحلقي والفمي.



جهاز التنفس في الإنسان

– الشكل رقم (5): مكوّنات الجهاز التنفسي –

1- مكوّنات الجهاز التنفسي السّفلي:

يشمل الجهاز التنفسي أعضاء هامة لتأدية وظيفته وتتمثل في:

1. 1 – قصبة الرّئة: *La trachée*

تُمثّل مجرى عضوي يمرّ بواسطته الهواء أو النفس الصاعد إلى الحنجرة، حيث أثبتت الدراسات أنها عامل مباشر وأساسي في تنويع درجة الصّوت.

وتعرف أيضا بالقصبة الهوائية Trachée Artère وهي عبارة عن أنبوب أسطواني الشكل يمتد من أسفل الحنجرة إلى الفقرة الصدرية الخامسة وطوله حوالي 10 سم وقطره 3سم تقريبا سطحه الأمامي محدب وسطحه الخلفي مستوي تقريبا حيث يلامس المريء.

وتتكون القصبة الهوائية من سلسلة حلقات غضروفية غير مكتملة من الخلف حيث تكملها عضلات لا إرادية تتحكم في تضييق وتوسيع القصبة الهوائية كما تربط الحلقات ببعضها أغشية ليفية.

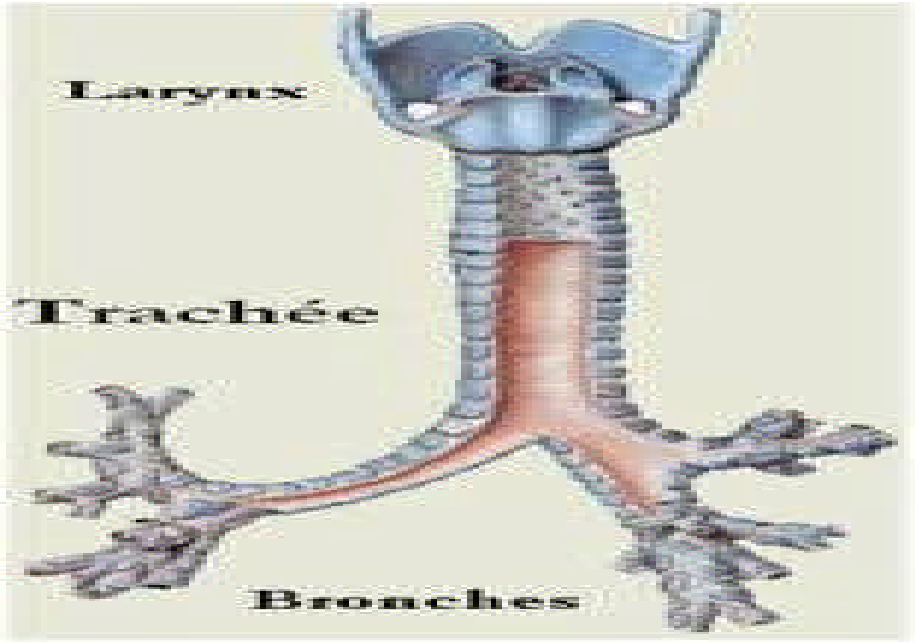
ويبطن القصبة الهوائية من الداخل غشاء مخاطي تمتاز خلاياه بوجود أهداب تعمل على دفع الإفرازات وذرات الغبار إلى أعلى نحو البلعوم للتخلص منه.

(حنفي بن عيسى، 2003، ص 112)

هذا الأنبوب يمتدّ من الرقبة ويتوغل في الصّدر يقع أمام المريء متكوّناً من سلسلة من الغضاريف على شكل حلقات (18 حلقة غضروفية) غير مغلقة من الخلف فعند الشهيق والزفير القسري تتسع، كما توجد بها ألياف عضلية لا إرادية تعمل بانقباضاتها على التحكم في اتساع القصبة الهوائية، حيث تنقسم إلى فرعين حسب الرّئتين، إذ تعتبر الرئة والقصبة الهوائية منبعا للهواء الذي يُغذي الحنجرة فيسمح باهتزاز الأوتار الصوتية وإصدار الأصوات.

La trachée est un organe du système respiratoire qui protège les poumons des impuretés

تكون القصبة الهوائيّة وتفرعاتها مبطنّة من الدّاخل بنسيج طلائي تنفسي (ظهارة تنفسيّة) يحتوي على أهداب، ويكون النّسيج الطّلائي مغطى بسائل منخفض اللزوجة تعلوه طبقة من المخاط اللزج الذي يُبقي المسالك التنفسية رطبة ويصطاد الأوساخ الموجودة في الهواء، وتقوم الأهداب بدفع المخاط وما يحتويه من أوساخ باتجاه البلعوم ليتم ابتلاعها.



– الشكل رقم (6): يُوضح القصبة الهوائية –

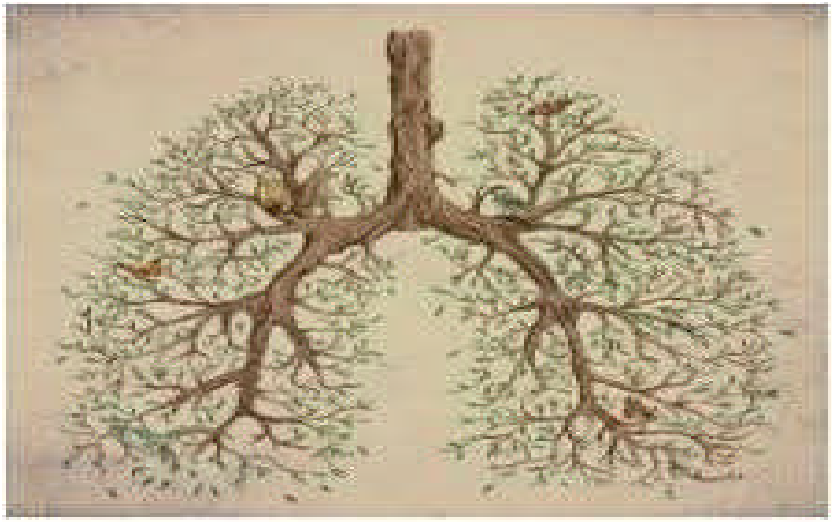
1. 2- الشّعبتان: bronches respiratoires :

تتفرّع القصبة الهوائية عند طرفها السفلي إلى شعبتين رئيسيتين على شكل حرف Y مقلوب حيث تتجه كلّ شعبة إلى إحدى الرّئتين لتهويتهما، والشعبتان تُشبهان القصبة الهوائية في التركيب مع بعض الاختلافات.

1. 3 – الشعيبات: les bronchioles respiratoires:

تتفرّع الشعبتان إلى شعيبات وهي أضيق من سابقتها، إذ تكون مبطنة بخلايا ذات أهداب التي تختفي عند الاقتراب من الأسناخ (الحويصلات الرئوية les alvéoles) أمام فروعها الصغيرة مشكلةً الشجرة الشعبية l'arbre aérien ، فمن الدّاخل مغطاة بغشاء هدبي مخاطي مرطب للقصبة الهوائية.

Les bronchioles sont les premières branches des voies **respiratoires** qui ne contiennent plus de cartilage. Elles sont des prolongements des bronches et elles ont moins d'un millimètre de diamètre, elles permettent l'accès de l'air aux alvéoles.



– الشكل رقم (7): يُبيّن الشّعيبات الهوائية –

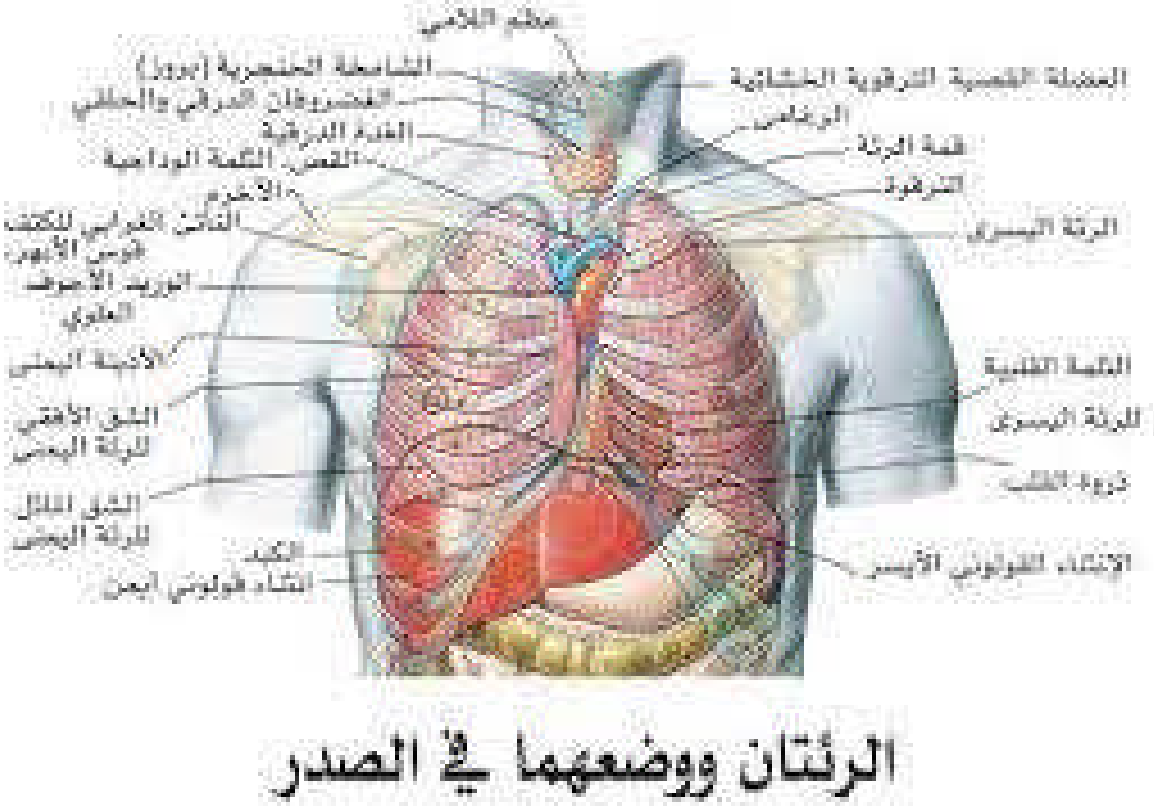
2 – موقع تبادلات الغازات:

2. 1– الرّئة: le poumon

الرّئة هي العضو الذي تجري فيه عملية التبادلات الغازية بين الهواء والدّم، إذ تشغل الرّئتين كلّ تجويف الصّدر تقريباً فالرّئة اليُسرى أصغر قليلاً من الرّئة اليُمنى وذلك لوجود القلب على اليسار.

إنّ سطح الرّئتين ليس أملس تماماً بل توجد فيه أخاديد تُقسمه إلى فصوص، وكلّ فص ينقسم إلى فصيصات، فالرّئة اليسرى بها فصين علوي وسفلي، أما اليمنى ففيها ثلاثة فصوص، إذ لكلّ منها أوعيتها الدّموية وشعيباتها الهوائية الخاصة بها.

تُحاط كلّ رئة بغشاء ليفي مرن مزدوج يُسمى الجنبة غشاء الجنب (البلورا) la plèvre بداخلها أوتحصر فراغاً يُسمى فضاء داخل الجنبة أو التجويف الجنبي espace intra–pleural ممتلئ بسائل مصلي لزج يُساعد طبقتي الجنبة أن تنزلق إحداهما على الأخرى بنعومة مما يحمي الرّئتين من الحركات العنيفة والمفاجئة، فعند تقلص أو انتفاخ الرّئتين تزلق لعدم تمزقها بعظام القفص الصّدري.



– الشكل رقم (8): يُمثل أعضاء الجهاز التنفسي–

2. 2– الحويصلات الهوائية الرئوية: des alvéoles pulmonaires

داخل كلّ رئة توجد أكياس الحويصلات sac alvéolaires وهي مجموعة من الأسناخ على شكل عنقودي ممتلئة بالهواء، لها جدران دقيقة ورقيقة جدّا، فكل رئة تحتوي على حوالي ثلاث مائة مليون حويصلة هوائية مساحتها مجتمعة تُعادل بأقل نصف مساحة سطح ملعب كرة السلة.

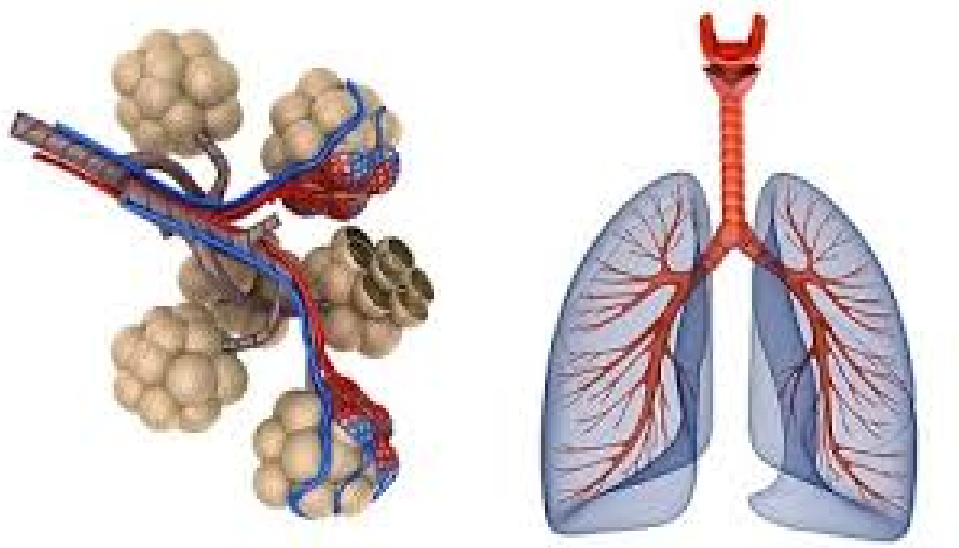
2. 3 – مميزات الرئة:

تمتاز الرئة بكثرة الشّعيرات الدّموية (شريانية – وريدية) إذ هناك مسافة ضئيلة بين الحويصلات الهوائية والشعيرات الدّموية، فالمسافة صغيرة جدّا بين الدّم والهواء 0.0005 ملم، حيث نجد داخل الحويصلات أمرين مهمين:

- **عامل الضغط.**

- **والخلايا المناعية** ودورها ابتلاع الميكروبات كي لا تُسبب المرض فهي تُسمى أيضاً البلاعم مبتلعةً الأجسام الغريبة.

فالرئتان كتلتان مخروطيتان من مادة أسفنجية عظيمة المرونة يغطيها غشاء بلوري، فهناك اتفاق حاصل بين علماء التشريح والمهتمين بالدراسات الصوتية على أن الرئة ما هي إلا جسم مطاطي قابل للتمدد والانكماش، لكنه لا يستطيع أن يتحرك لذاته، ولذا فانه بحاجة إلى القفص الصدر ي والحجاب الحاجز – عضلة قي هيأة صحيفة من الورق – يكسوها من كلا جانبيها نسيج أبيض يفصل بين الجزء الأسفل والجزء الأعلى. **(عبد القادر عبد الجليل، 1998، ص 26)**



- الشكل رقم (9): رسم توضيحي للأسناخ الرئوية-

إذن يحتوي الصّدر على رئة يمنى مكونّة من ثلاثة فصوص، ورئة يسرى مكونة من فصين وهي أصغر حجماً من الرّئة اليمنى لميلان القلب باتجاه الجهة اليُسرى من الجسم، وتُحاط كل رئة بغشاء رقيق يُسمى كيس جَنْبِيّ، وتحتوي الرئتان على 480 مليون حويصلة هوائيّة محاطة بشبكة من الشّعيرات الدّمويّة.

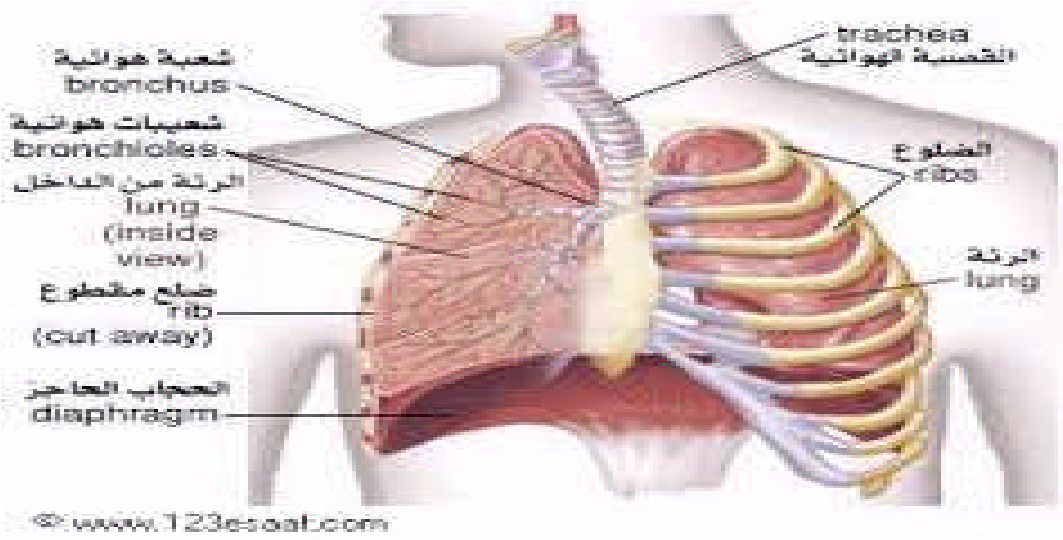
في حين أنّ آلية التنفس تشمل عمليّة التنفس والتي تكون في ثلاث مراحل أولها الشّهيق ويُقصد به دخول الهواء إلى الرّئتين، وثانيها تبادل الغازات، أما المرحلة الأخيرة فهي الزّفير، ويتم ذلك كله تحت إشراف الجهاز العصبي المحيطي.

➢ الدّرس الرّابع: الأعضاء المساعدة للجهاز التنفسي.

1- الحجاب الحاجز Le diaphragme :

وهو عبارة عن غشاء عضلي رقيق يقع بين الرّئتين والمعدة، كما يعتبر عضو فعال في تحسين عملية التنفس، إذ يعمل اثر خاصية التّمدد تبعاً لامتلاء الرّئتين بالهواء والعودة إلى موضعه الأصلي بعد خروج الهواء منهما.

Le diaphragme est une membrane musculo-tendineuse qui sépare le thorax et la cavité abdominale.

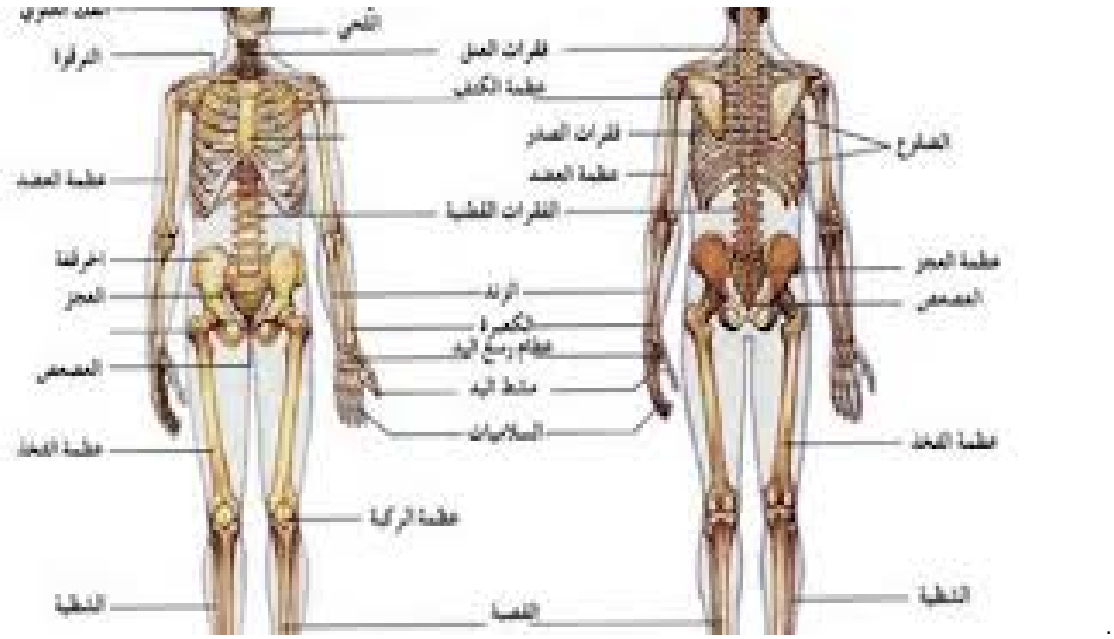


- الشكل رقم (10): بعض مكونات الجهاز التنفسي -

2 – القفص الصدري *La cage thoracique*:

يشبه الصّندوق في شكله، ويقع العمود الفقري في منتصفه الخلفي متوسط الأضلاع الأربعة والعشرين، تلتقي هذه الأضلاع في الأمام بعظمة الصّدر في استدارة، كما تُوجد عضلات في الأضلاع تُساعد على تحقيق مرونة القفص الصدري فيتسعّ عندما تمتلئ الرّئتان بالهواء ويعود إلى حالته الطّبيعية عندما يطرد الهواء خارجاً.

La cage thoracique est une partie du corps humain composée des os du thorax



- الشكل رقم (11): يُبيّن مختلف العظام والضّلوع -

فالجهاز التّنفسي هو الجهاز المسؤول عن تزويد خلايا الجسم بالأكسجين وهو ضروري لأنشطة الجسم، فإنّه يخلّصها من ثاني أكسيد الكربون.

إذ بواسطة عمليّة التّنفس يحصل الجسم على الأكسجين، حيث أنّ المهمة الأساسية لهذا الجهاز تقوم على تهيئة اللقاء بين الدّم والهواء، فيقوم الدّم بأخذ الأكسجين من الهواء ويطرد ثاني أكسيد الكربون.

حيث أنّ الجهاز التنفسي في الجسم قادر على سحب الهواء إلى داخل الجسم وإخراجه منه، فهو يتكوّن من أنابيب متفرّعة دقيقة، وتحتوي هذه التفريعات على حجرات صغيرة جداً يتم فيها تبادل الغازات في جدرانها، ويطلق على هذه العمليّة في الجسم عمليّة "الشهيق والزفير."

إذن التنفس عملية فسيولوجية تحصل بواسطتها الكائنات الحية على الطاقة اللّازمة للأنشطة الحيوية الأخرى بالجسم، فمحصلة التنفس هو الحصول على الأكسجين وطرد ثاني أكسيد الكربون.

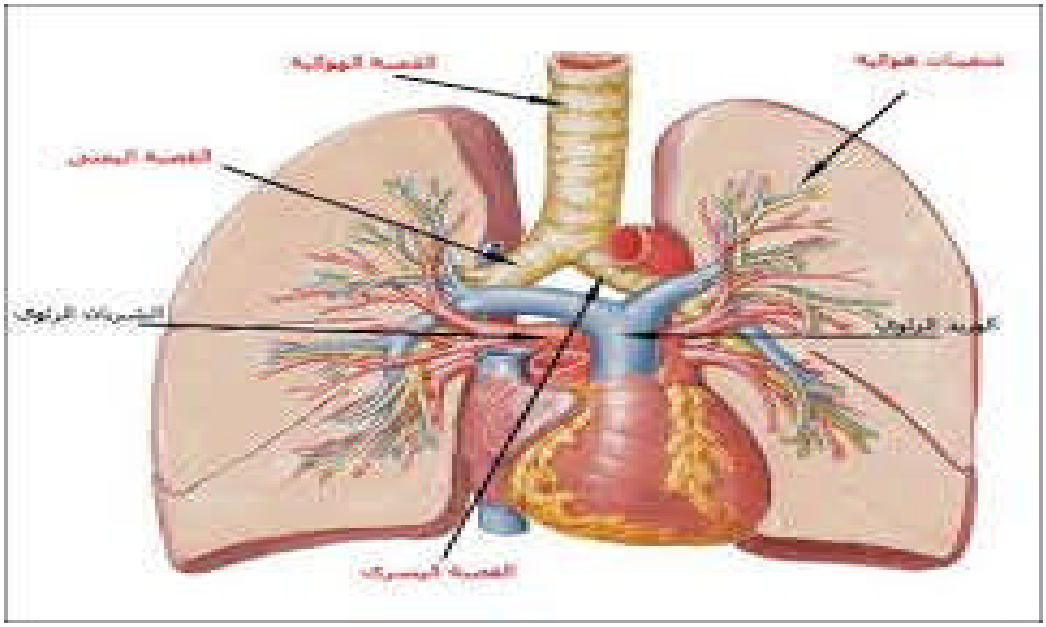
وذلك باستعمال الأكسجين في أكسدة الغذاء المهضوم بالخلايا وتحرير الطاقة نتيجة هذه العملية، كما يُطرد ثاني أكسيد الكربون الناتج عن أكسدة الغذاء خارج الجسم لأنه ضار بالجسم.

➢ الدّرس الخامس: فيزيولوجيا (وظيفة) الجهاز التنفسي.

يُعتبر التنفس العملية التي تُوفر للبدن ما يحتاج إليه من مولد الحموضة (الأوكسجين)، فيُمكن اعتبار الكلام عملا مزدوجا إضافيا يقوم به الجهاز التنفسي.

فالميكانيزم التنفسي عملية حيوية ضرورية لاستمرار عيش الكائنات الحية تحديدا الإنسان، إذ يقوم على أساس تهوية الرّئتين la ventilation pulmonaire والتي تتم في مرحلتين أساسيتين:

- **التنفس الخارجي** (التي تتكوّن من شهيق الهواء وزفيره).
- **نقل الغازات التنفسية** (مبادلات الغازات التّنفسية على مستوى الأسناخ الرئوية ومبادلات الغازات التّنفسية على مستوى أنسجة الأعضاء).



- الشكل رقم (12): صورة توضيحية للرئتين -

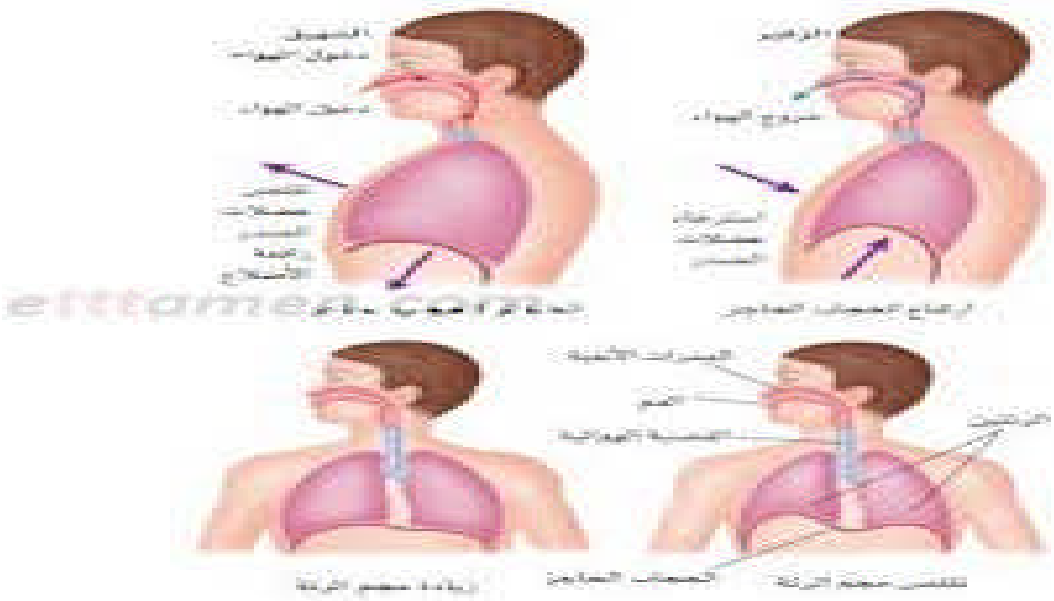
1 – الشهيق: l inspiration استدعاء الهواء إلى الرّئتين:

يتسع **القفص الصدري** بتدخل عضلات الشهيق لاستدعاء الهواء إلى الرّئتين، فيزداد حجم القفص الصّدري ويتولد ضغط سالب في الرّئتين (أقلّ من الضّغط الجوي السّائد في المحيط) وبالتالي يدخل الهواء

إلى الرّئتين حيث ينتقل من المنطقة ذات الضغط المرتفع إلى المنطقة ذات الضغط المنخفض (القانون الطبيعي).

فتتقلص **عضلة الحجاب الحاجز** بنزولها إلى الأسفل فيزداد طول **القفص الصّدري** ثمّ تتقلص العضلات الرّافعة للأضلاع **الوربية الخارجية** فتجلب القفص الصدري للخارج مما يزداد حجمه كما يتسع طولا وعرضاً، وباتساعه ينخفض ضغط الهواء داخل الرّئتين ممّا يستدعي ويُؤدي إلى دخول الهواء إليهما عن طريق الحفرتين الأنفيتين أو الفم بعد مروره بالبلعوم والرغامي (القصبة الهوائية)، وذلك من الأعلى إلى الأقل ضغط، فبذلك تنفتح الأسناخ الرّئوية ويدخل إليها مقدار نصف لتر من الهواء الجاري.

العضلات المساهمة في عملية الشهيق بالإضافة للمذكورة سابقاً هي: **العضلات المنشارية الأمامية، العضلات الأخمعية (الأخمعيات)، وأخيرا العضلية القترائية (الترقوية – القصية – الخشائية).**



– الشكل رقم (13): يُبيّن وضعيات الصدر أثناء التنفس –

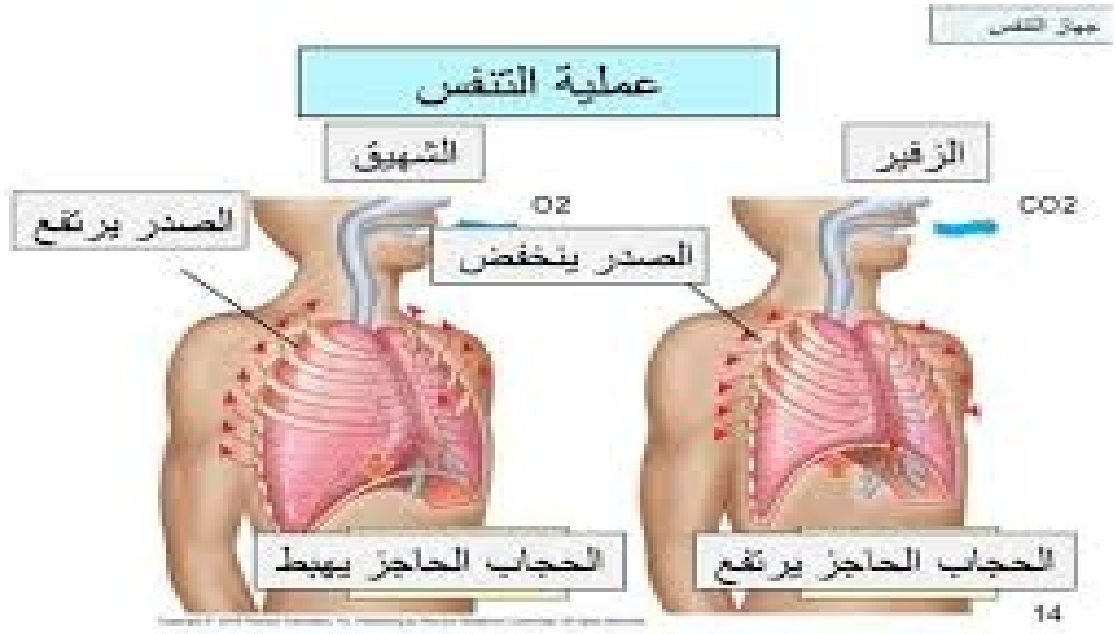
كما نجد هواء الرّئتين متصل بهواء المحيط فهما غير فارغتين، إذ أنّ الوهن الرئوي التصاق الرئتين وفراغهما من الهواء يُؤدي إلى الموت (collassement pulmonaire).

2 – الزّفير: l'expiration ظاهرة معاكسة طرد الهواء من الرّئتين:

الزفير عملية سلبية (لا تتطلب طاقة) حيث تسترخي عضلات الشهيق (فلا تعمل فيه) ويعود القفص الصدري والرّئتين إلى حجمهما الأصلي، وهذا كاف لطرد الهواء (الضغط الدّاخلي + إلى الخارج –).

Action par laquelle **l**'air inspiré par les poumons se trouve expulsé au dehors, phase de la respiration pendant laquelle **l**'air est expulsé.

إذ يتم بارتخاء الحجاب الحاجز الذي يتفع ويعود كما كان، كما ترتخي العضلات الرّافعة للأضلاع فتنضغط الرّئتان لمرونتهما، وبالتالي يزيد الضغط على الأسناخ فيخرج قسم من الهواء الموجود فيهما بمقدار نصف لتر أيضاً، وتُسمى كمية الهواء الدّاخلة أو الخارجة من الرّئتين في التنفس العادي بالهواء الجاري.



– الشكل رقم (14): حالات الحجاب الحاجز أثناء التنفس –

معدل التنفس الطبيعي عند البالغين خلال الراحة يصل إلى 12 – 20 نفس خلال الدقيقة الواحدة، فالأشخاص الذين تقل معدلات التنفس لديهم عن 12 وتزيد عن 20 في الدقيقة الواحدة قد يعانون من مشاكل في التنفس، في حين يعد معدل التنفس فوق 24 خطيرًا للغاية.

والجدير بالذكر أن معدل التنفس الطبيعي يكون أعلى لدى الرجال وكبار السن مقارنة بالنساء عادةً، فمتوسط عدد الحركات التنفسية يتراوح ما بين 15 و16 حركة في الدّقيقة لدى البالغ المستريح.

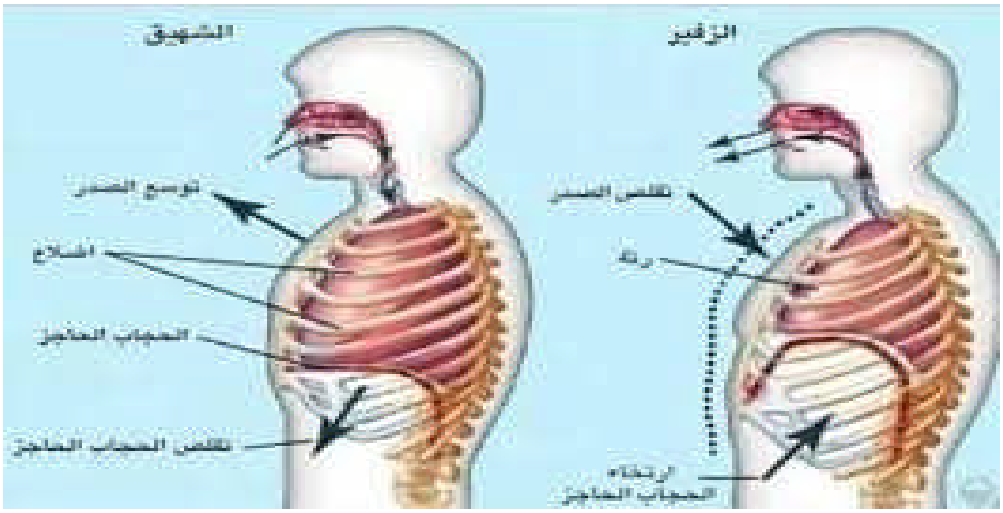
كما يعد معدل التنفس الطبيعي لدى الأطفال أكثر منه عند البالغين، ويختلف أيضًا حسب العمر، وتشمل هذه المعدلات حسب الأعمار كما يأتي:

معدل التنفس الطبيعي	العمر
30إلى 60 نفس في الدقيقة	المواليد الجدد
30إلى 60 نفسًا في الدقيقة الواحدة	الرضع من شهر إلى 12 شهرًا
24إلى 40 نفسًا في الدقيقة الواحدة	الأطفال من سن سنة إلى سنتين
22إلى 34 نفسًا في الدقيقة الواحدة	الأطفال من سن 3 إلى 5 سنوات
18إلى 30 نفسًا في الدقيقة الواحدة	الأطفال من سن 6 إلى 12 سنة
12 إلى 16 نفسًا في الدقيقة الواحد	المراهقين الذين تتراوح أعمارهم بين 13 إلى 17 سنة

- الجدول رقم (1): يُوضح معدّل التنفس حسب العمر -

3 – الزفير القسري: l'expiration forcée:

تتقلص عضلات الزّفير فيقلّ حجم القفص الصّدري، غذ يطرد الهواء من الرّئتين اللّتان تنكمشان إلى حدّ معين، عضلاته متمثلة في: العضلات الوربية الدّاخلية، العضلات الصّدرية المعترضة، العضلات المائلة (البطنية داخلية وخارجية) وأخيرا عضلة الحجاب الحاجز وهي مشتركة بين الشهيق والزفير القسري.

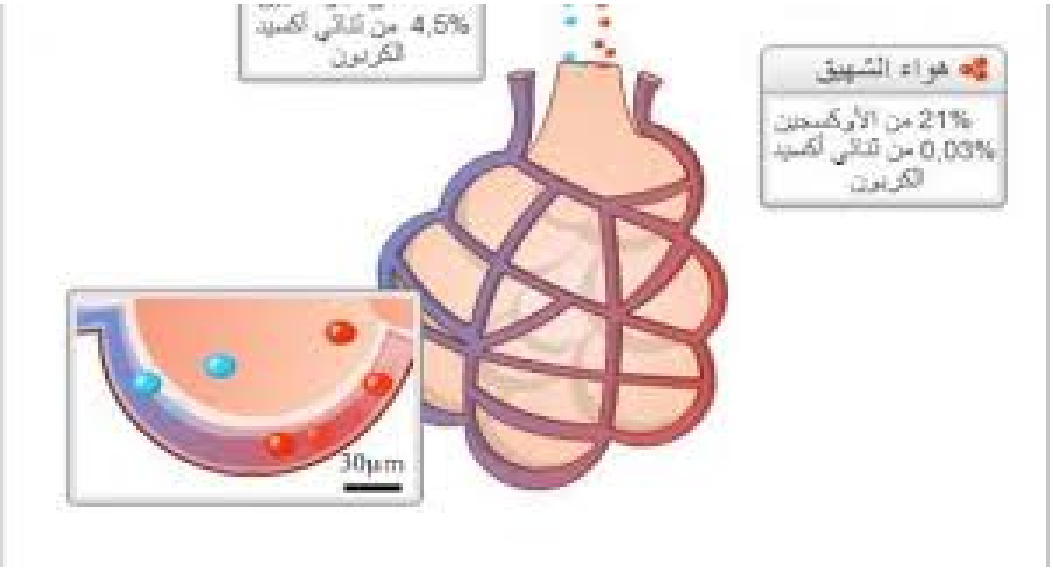


- الشكل رقم (15): حالات القفص الصدري أثناء التنفس -

➢ **الدّرسّ السّادس: تهوية الرئتين.**

1- كمية الهواء التّي تدخل الرّئتين:

كمية الهواء التّي نتنفسها تختلف حسب الرّاحة والجهد الجسماني، فسعة الرّئتين تختلف من شخص لآخر، حيث أنّ السعة الرّئوية للبالغ حوالي 5 لترات (السعة الحيوية).



- الشكل رقم (16): رسم توضيحي للحويصلة الرئوية -

1. 1 – الحجم العادي للهواء (vc) le volume courant:

هو كمية الهواء التّي نتنفسها في الظّروف العادية، وتُساوي لدى الذّكر البالغ 500 سل ويُسمى بالهواء الجاري.

1. 2 – الحجم الاحتياطي للهواء الشّهيقي (VRI) volume de réserve inspiratoire:

هو كمية الهواء التّي تُضاف إلى الرّئيتين أثناء الشهيق العميق وتُساوي حوالي 3 ل عند الرّجل و2 ل عند المرأة، يُسمى أيضا بالهواء المتمم.

1. 3 – الحجم الإحتياطي الزّفيري (VRE) volume de réserve expiratoire

هو كمية الهواء التّي تخرج في أقصى زفير ممكن وتُساوي عند الرجل 1 ل وعند المرأة 700 سل.

2 – السّعة الكاملة للرّئة (شهيق قسري) Capacité pulmonaire totale (CPT):

تُمثل 6 ل للرجال و 4.2 ل عند النساء.

2. 1 – الحجم المتبقي (VR) le volume résuduel:

هو كمية الهواء التي تبقى في الرئتين بعد الزّفير القسري ولا يُمكن إخراجها وتُساوي حوالي 1200 سم مكعب عند الرجل و 1 ل عند المرأة.

2. 2 – الحيّز الميت (EM) espace mort:

هو الممرات التنفسية (القصبة الهوائية، الشعبتان والشعب الرئوية) حيث تمتلئ بالهواء الذي لا يدخل في عملية تبادل الغازات ويبلغ حجمه حوالي 150 سل.

- إذن من 500 سل (VC) من الهواء الجاري الدّاخل إلى الرّئتين 350 سل فقط هي التي تصل إلى الحويصلات الرّئوية فتتبادل الغازات مع الدّم.

3- التّهوية القصوى وتبادل الغازات:

3. 1 – التّهوية القصوى:

تُمثل التهوية القصوى للرّئتين في الدّقيقة وتكون ما بين 80 و 150 ل في الدّقيقة.

إذن سعة الرّئتين العظمى تختلف من شخص لآخر، فالإنسان الكامل تبلغ سعته الرّئوية خمسة ليترات وتُدعى " **السّعة الحيوية Capacité vitale** " وتتوزع كما يلي:

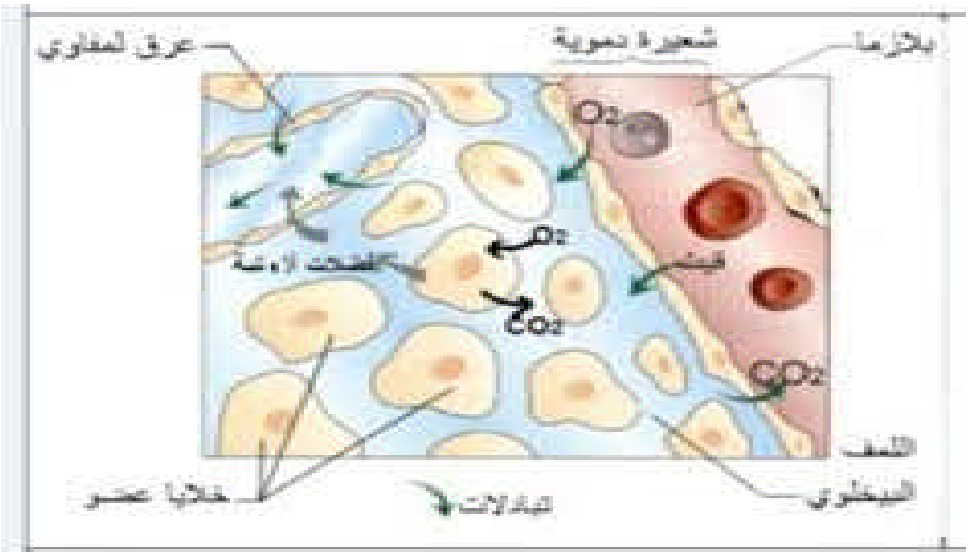
- نصف لتر من الهواء الجاري.
- لتر ونصف من الهواء المتمم وهي كمية الهواء التي تدخل في الشهيق القسري.
- لتر ونصف من الهواء الإحتياطي وهي كمية الهواء التي تخرج في الزفير القسري.
- لتر ونصف من الهواء الباقي وهي كمية الهواء المتواجدة باستمرار لأنّ الأسناخ الرّئوية لا يُمكن أن تفرغ انفراغا تاما مهما اشتدّ الزفير وذلك بسبب مرونة النّسيج الرّئوي.

(حنفي بن عيسى، 2003، ص ص 110 – 111)

– الشكل رقم (17): رسم يُبيّن تبادل الغازات مع الشعيرات الدّموية –

3. 2 – تبادل الغازات:

يمتاز بقدرة O2 وCO2 اختراق وعبور الحواجز خُصوصاً وأنّ الشعيرات الدّموية للأسناخ (الحويصلات الرّئوية) في منتهى الدّقة.



– الشكل رقم (18): رسم يُبيّن تبادل الغازات بين الشعيرات والأنسجة–

إنّ هواء الشّهيق غني بالأكسجين O_2 وفقير من غاز ثاني أكسيد الكربون CO_2 مقارنةً بالدّم الذي يصل إلى الشعيرات الدّموية المحيطة بالحويصلات الهوائية وهو دمّ فقير بالـ O_2 وغني بالـ CO_2، مع العلم أنّ كرية الدّم الحمراء تحديداً الهيموغلوبين لها قدرة عالية على امتصاص الـ O_2.

ولإيجاد توازن بين الجزيئات على جانبي جدار الحويصلات فإنّ الـ O_2 ينتقل من الهواء الأعلى تركيز (+) إلى الدّم الأقل تركيز (−)، والـ CO_2 ينتقل من الدّم (+) إلى الحويصلات الهوائية (−).

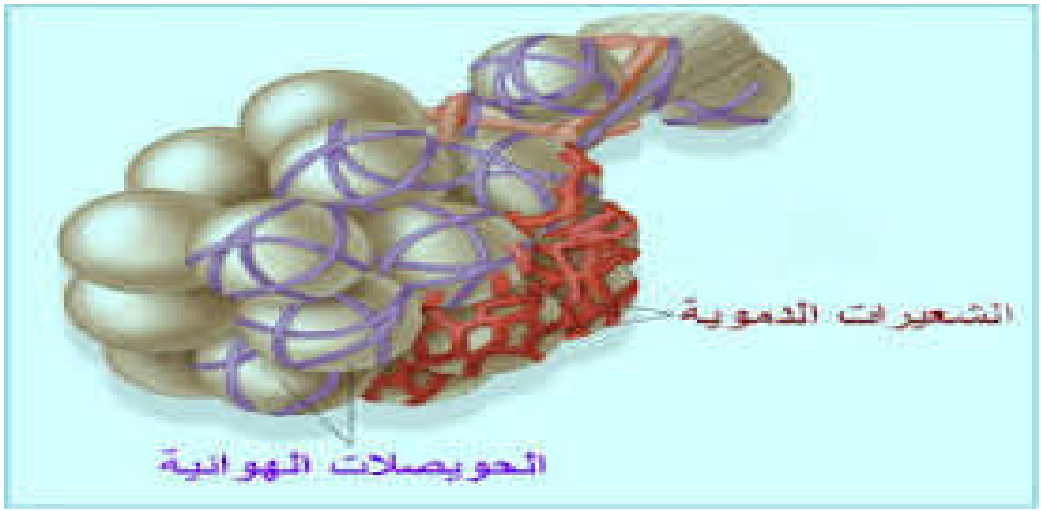
إذن الـ O_2 والـ CO_2 لديهما قدرة كبيرة على اختراق الحواجز والأغشية، إذ يستمر هذا الانتشار للتبادلات الغازية، وذلك للأسباب التالية:

أ – الحدّ الفاصل بين الدّم والهواء صغير جداً نظراً للدّقة المتناهية لغشاء الحويصلات والشعيرات الدّموية فالغازات O_2 و CO_2 تقطع مسافة متناهية من الصّغر.

ب – المساحة السّطحية للحويصلات (الأسناخ) كبيرة جدّاً ممّا يُتيح مجالاً هائلاً جداً لعملية انتشار الغازات.

ج – الشّعيرات الدّموية ضيقة جداً فالخلايا الحمراء تضطر لأن تُلوي نفسها لكي تنزلق فيها، فأغشية الحويصلات تحتك بجدار الشّعيرات ممّا يُسهل امتصاص الـ O_2 من طرف فأغشية الحويصلات تحتك بجدار الشعيرات ممّا يُسهل امتصاص الـ O_2 من طرف هيموغلوبين الخلية الحمراء.

حيث تتجمع الشعيرات الدّموية وتُشكل أوردة تتجه إلى القلب الذي يُوزع الدّم المؤكسج في جميع أنحاء الجسم هذا ما يُسمى بمبادلات الغازات مع خلايا أنسجة أعضاء الجسم.



– الشكل رقم (19): يُمثل التقارب بين الأسناخ والشعيرات (أوردة وشرايين) دموية –

❖ المحور الثاني: تشريح وفيزيولوجيا الجهاز الصوتي (الحنجرة):

- تمهيد:

بعد تطرّقنا للجهاز التنفسي ننتقل إلى الجهاز الصوتي والذي يعتبر مركز الطاقة الصوتية وهو أهم عضو لإنتاج الأصوات، كما يُمثل مصدر التصويت أي الحنجرة Le larynx.

لقد عرّف ابن سينا الحنجرة في العديد من المواضيع، مؤكدا على دورها في التصويت باعتبارها آلة الصوت، فقال " الحنجرة هي آلة الصوت والجسم الشبيه بلسان المزمار ".

➢ الدّرس السّابع: تشريح الحنجرة.

1- موقع الحنجرة:

لا تُعتبر الحنجرة عنصر للتصويت فحسب بل تُساهم في العملية التنفسية ولها دور في تشكيل ممرّ البلع، إذ تُمثل مصدر الطّاقة الصّوتية لدى الإنسان والحيوان المجهّز بالرّئتين، تبدو على شكل صندوق غضروفي، تقع في الخط المتوسط للعنق عند التقاء الطريق الهضمي مع الطريق الهوائي، إذ تتموضع أمام فقرات الرقبة من الفقرة الثالثة إلى الفقرة السادسة تتصل في الأعلى بالحلق، وفي الأسفل بالرّغامي فهي تقع فوق القصبة الهوائية أمام البلعوم، تحت العظم اللاّمي في قاعدة اللّسان (أي تحته في الخلف أو يُمكن القول وراءه).

وقد عرفها إبراهيم أنيس " هي عبارة عن حجرة متسعة نوعا ما، ومكونة من ثلاثة غضاريف الأول أو العلوي منها ناقص الاستدارة من خلف، وعريض بارز من الأمام، ويعرف الجزء البارز منه بتفاحة آدم، أما الغضروف الثاني فهو كامل الاستدارة، والثالث مكون من قطعتين موضوعتين فوق الغضروف الثاني من خلف، وتقوم مجموعة من العضلات الدقيقة بتحريك غضاريف الحنجرة، ويؤدي ذلك إلى حدوث تغيير في العلاقات المتبادلة بين هذه الغضاريف، والتأثير بطرق مختلفة على تيار الهواء الناتج عن عملية التنفس.

(ابراهيم أنيس، د ت، ص 17)

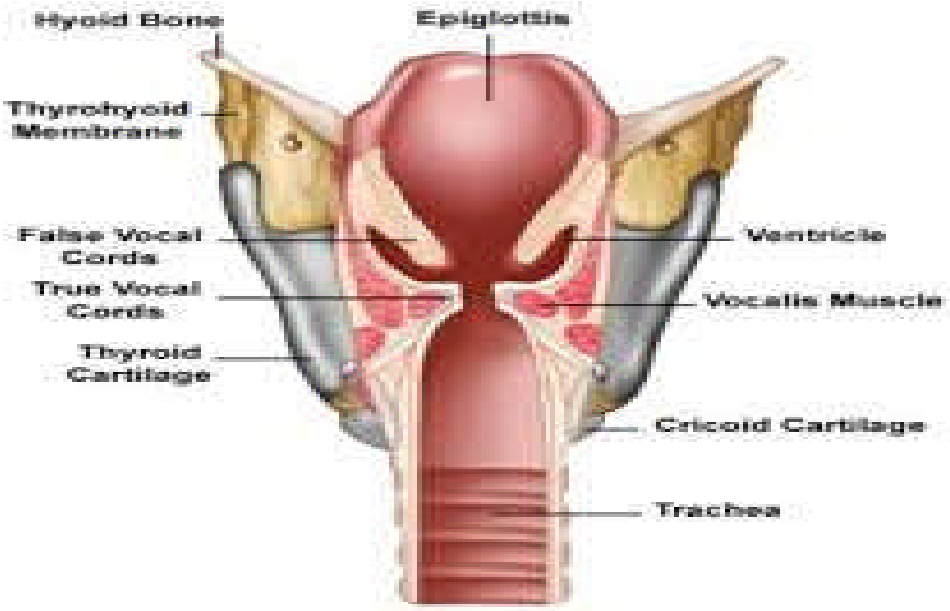
واعتبرها **حنفي بن عيسى** " مصدر الطاقة الصوتية المستخدمة في إصدار الكلام، تبدو على شكل صندوق غضروفي، وتحتوي الحنجرة على الوترين الصوتيين الذين يهتزان مع معظم الأصوات ونتج على معرفة عدد تلك الهزات الحكم على درجة الصوت.

وتقوم الحنجرة المعروفة أيضا بصندوق الصوت بوظيفتين مهمتين، فهي تقوم أولا بدور الصمام الذي يحمي ممر الهواء إلى الرئتين من تسلل أي جسم غريب إليهما أثناء البلع، كما تقوم بوظيفتها بوصفها العضو الأساسي في عملية التصويت.

(حنفي بن عيسى، 2003، ص 112)

مع العلم أنها مرتفعة عند المرأة أكثر من الرّجل (بسبب تفاحة آدم) كما يختلف حجمها حسب الجنس والسّن، إذ توجد لدى الرّاشد أمام الفقرة الرابعة كما يختلف حجمها وقوامها حسب عمر الإنسان، فعند الأطفال أصغر حجما وأعلى في العنق وقوامها ألين، ويزداد حجمها ويعلى موقعها عند الذّكور في سنّ البلوغ، فيتشكل النّتوء البارز من الغضروف الدّرقي والذي يدعى بتفاحة آدم.

يتألف هيكل الحنجرة من عدّة غضاريف (زوجية وغير زوجية)، كما يرتبط بعضها ببعض بأربطة مرنة تابعة لها وأغشية ليفية، كما أنها مبطنة بغشاء مخاطي حيث تتحرك بواسطة عضلات داخلية تربط ما بين الغضاريف وعضلات خارجية تربطها مع ما يجاورها في العنق.



– الشكل رقم (20): مقطع طولي لغضاريف الحنجرة –

2 – غضاريف الحنجرة:

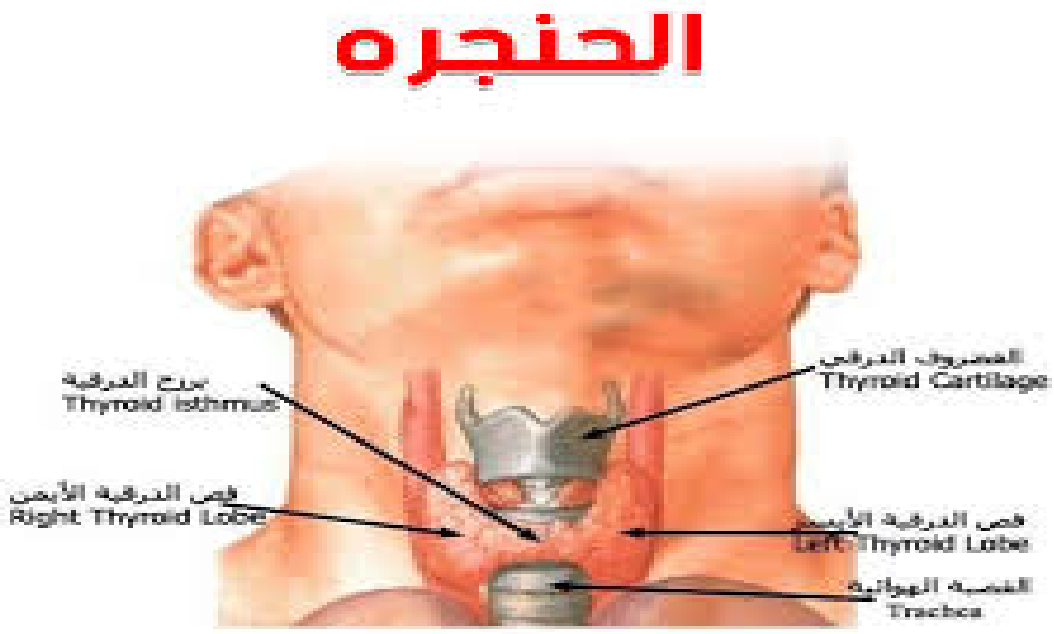
وهي نوعان غضاريف مفردة (غير مزدوجة) وغضاريف مزدوجة:

2. 1 – الغضاريف المفردة: تتمثل في:

2. 1. 1– الغضروف الدّرقي Le cartilage thyroide

وهو أكبر غضاريف الحنجرة يتألف من صفيحتين غضروفيتين مائلتين ملتحمتان في قسمهما الأمامي (الحافة الأمامية)، إذ تتلاقيان في الخطّ المتوسط حيث تُشكلان زاوية حادة 90 درجة عند الرّجال، ويُدعى هذا النّتوء المتشكل بتفاحة آدم إذ يغيب عند النساء لأن زاوية الالتقاء عند الصفيحتين منفرجة وتُعادل 120 درجة، أمّا الحافة الخلفية تُسمى بالأقران الكبرى في الأعلى المتصلة بالعظم اللامي، ومن الأسفل تُدعى بالأقران الصغرى والتي تكون متصلة بالغضروف الحلقي بواسطة المفصل الدّرقي الحلقي، فيُؤدي تحرّك الغضاريف بواسطة هذا المفصل إلى تغيير التّوتر في الأحبال الصّوتية (أي تغيير الصّوت).

كما يُمثل هذا الغضروف الحدود العلوية للغدّة الدّرقية، فالخط المنحرف على السّطح الجانبي يعتبر الارتباط بين العضلات القصية اللامية والدّرقية الحنجرية، إذ نجد الرّباط الحلقي الأمامي يربط الغضروف الدّرقي بالحلقي من الأمام.



– الشكل رقم (21): موقع الحنجرة –

2. 1. 2- الغضروف الحلقي Le cartilage circoide

هو أسمك وأقوى من الغضروف السابق، إذ يقع تحديداً فوق الحلقة العلوية للقصبة الهوائية حيث يرتبط بها عن طريق أغشية وأربطة حلقو – قصبية، فهو يُمثل القسم السفلي للحنجرة يأخذ شكل حلقة كاملة، كما أنّ جزءه الأمامي عبارة عن قوس ذو سمك صغير أي رقيق يُسمى بالقوس الحلقي، أمّا الجزء الخلفي فيتكوّن من فص يزيد ارتفاعا وعرضاً إلى الوراء، فالغضروف الحلقي له شكل خاتم ذو فص خلفي يُسمى بالتّاج الحلقي.

- الشكل رقم (22): مكوّنات الحنجرة -

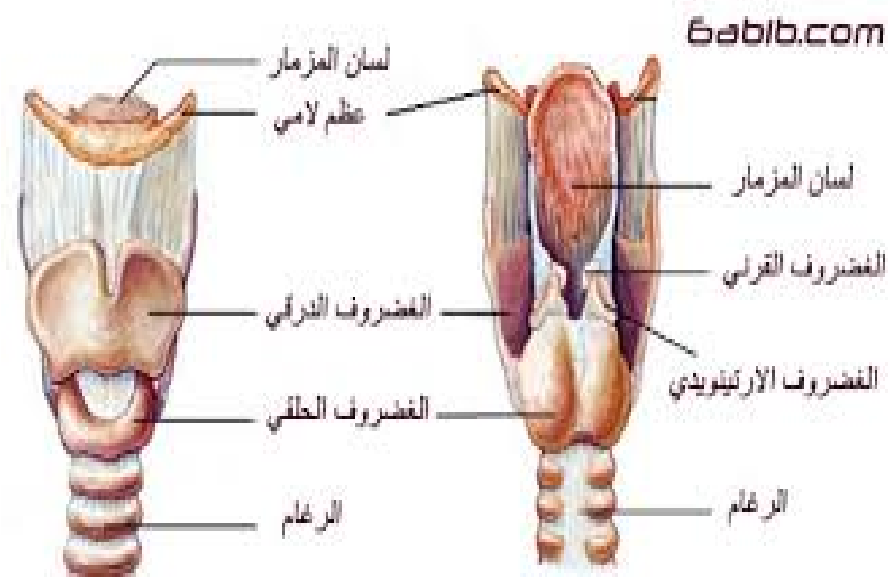
2. 1. 3- غضروف لسان المزمار Le cartilage épiglottique:

هو غضروف مطاطي مرن رهيف ولين يسمى أيضاً بالغضروف الغلصمي، يقع خلف الجزء المتوسط للغضروف الدّرقي إذ يرتبط به من الجهة السفلى عن طريق رابط غلصمي – درقي، كما يرتبط بالعظم اللامي برباط لامي – لساني (غلصمي)، فالجهة العليا مغطاة بمخاطية الحنجرة حيث يعلوها ويسدّها أثناء البلع، أي تأرجح لسان المزمار أثناء ارتفاع الحنجرة من أجل البلع يُساعد على حماية المجاري التنفسية.

فنجده يُشبه ورقة التّوت متموضعاً خلف قاعدة اللّسان متصلاً في قسمه السلفي مع السّطح الخلفي للغضروف الدّرقي، له حافة عريضة ومدوّرة متجهة إلى الأعلى لكي تُحقق وظيفة إغلاق الرّغامي.

كما تشير الكتب الأجنبية المتخصصة إلى أن مصطلح (épiglotte) هو " عبارة عن غضروف على شكل إجاصة poire يقع في أعلى الحنجرة، ويقوم بحماية مدخلها، ويتصل رأسه بتفاحة آدم، أما الطرف الآخر فيتميز بالحرية ... ".

(Jean Dubois et Autres;1999 P184)



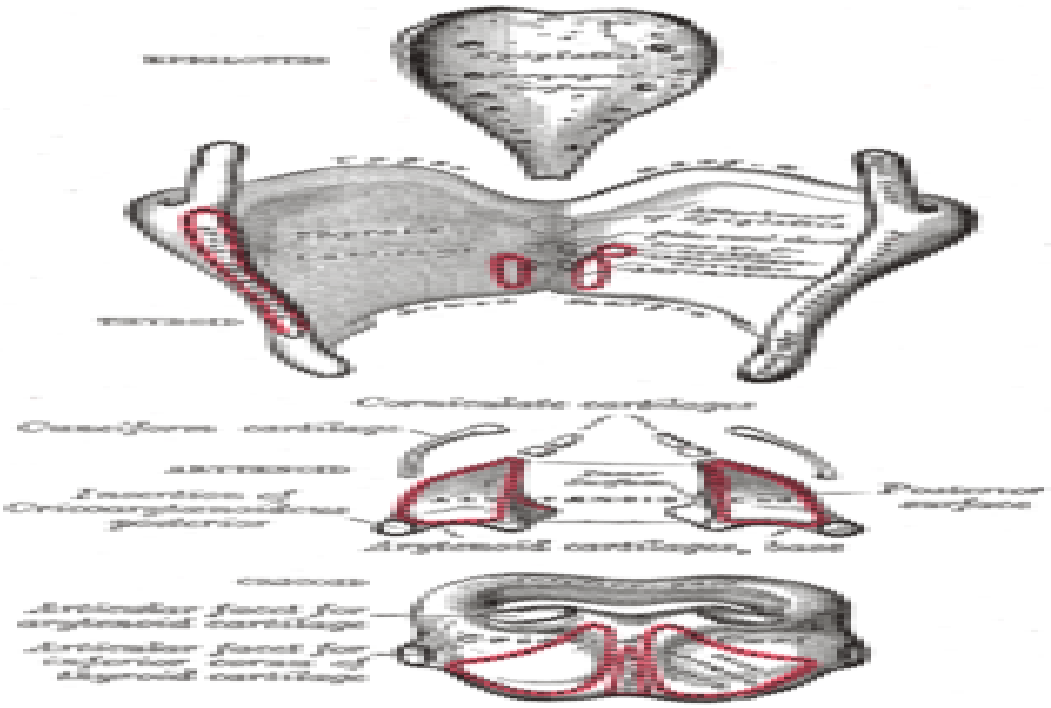
– الشكل رقم (23): منظر أمامي للحنجرة –

2. 2- الغضاريف المزدوجة: والمتمثلة في:

2. 2. 1- الغضروفان الطرجهاليان Le cartilage aryténoide

هما غضروفان صغيران هرميان الشكل متماثلان متناظران، يقعان في السّطح السفلي المقعر متموضعان على الحفرة الطّرجهالية قائمان على فصّ الغضروف الحلقي ترتبطان بالقسم الأمامي الداخلي الباطن منهما الأحبال الصوتية، أمّا القسم الخلفي منه فترتكز عليه العضلات المُحرّكة التّي يُمكن بواسطتها فتح المزمار أو غلقه.

عليه يُشبه كلّ منهما الهرم ولقاعدته نتوءان، نتوء في الأمام يُدعى الاستطالات الصوتية (مركز اندماج الثنايا الصوتية الذي يمتد إلى الأمام)، وآخر في الخلف يُدعى الاستطالات العضلية (مركز الاندماج العضلي الذي يمتد إلى الجوانب)، إذ تتمفصل القاعدة مع الغضروف الحلقي، أما ذروة (قمة) الهرم فيرتكز عليها غضروف سانتوريني.



– الشكل رقم (24): رسم يُوضح غضاريف الحنجرة منفصلة –

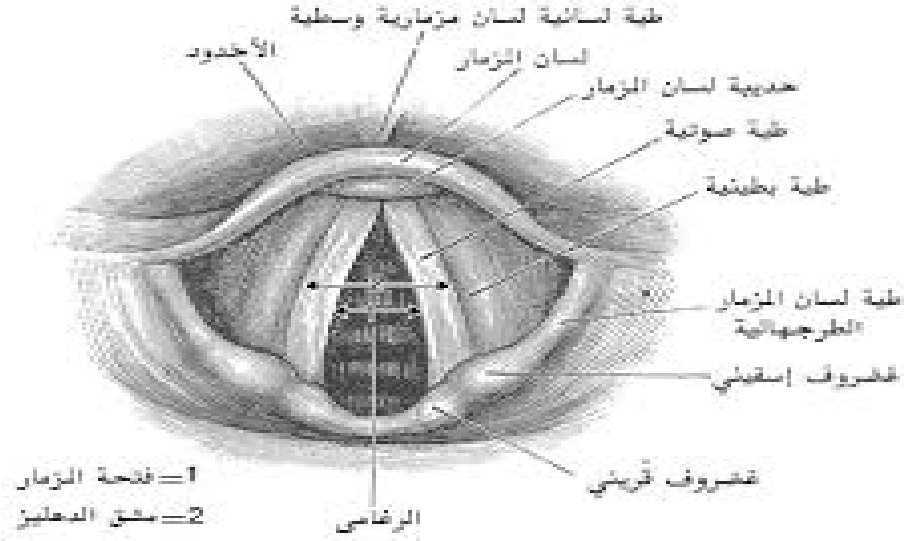
إذن وضعية وحركة هاذين الغضروفين ضرورية لتوظيف الحنجرة.

2. 2. 2– الغضاريف القرينية السانتوريني:

هي غضاريف مطاطية ذات شكل مخروطي تعلو رأس (قمة) الغضروفان الطرجهاليان، فهما يرتكزان على ذروة هاذين الغضروفين مع ارتكاز عليهما بعض الألياف العلوية للمرئ.

2. 2. 3– الغضاريف الاسفينية:

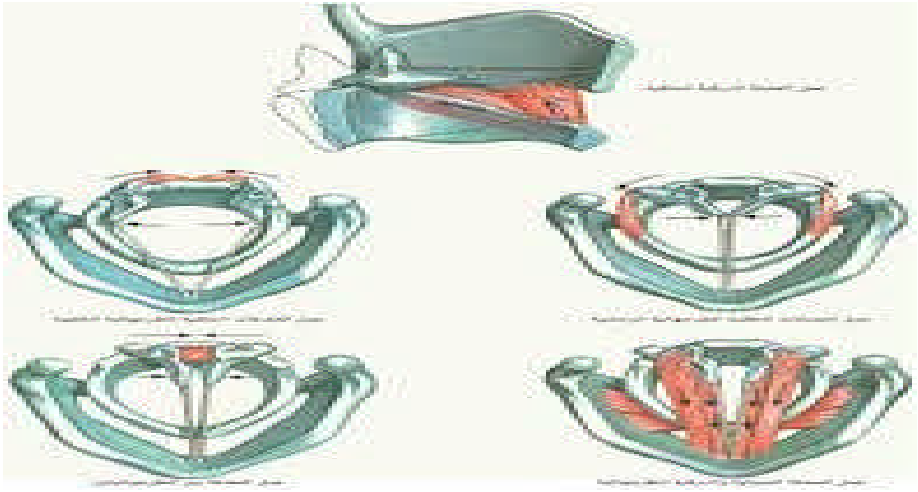
هي غضاريف مغلفة بنسيج رخو تقع داخل الثنايا الصوتية اللسانية أمام وأعلى الغضاريف القرينية، يتموضعان على الرباط الطرجهالي فيزيدان من قوته.



– الشكل رقم (25): يمثل تجويف الحنجرة والأوتار الصوتية –

2. 2. 4– الغضاريف القمحية والمسمارية:

هي غضاريف صغيرة تقع في الأربطة اللامية الدّرقية الجانبية.



– الشكل رقم (26): الغضاريف المزدوجة –

➢ الدّرس الثّامن: مفاصل وأربطة الحنجرة.

باعتبار الحنجرة صندوق غضروفي تحتاج هذه الغضاريف إلى مفاصل وأربطة تجمعها وتثبتها.

1 – مفاصل الحنجرة: Les articulations:

يوجد بها ثلاث أنواع من المفاصل تختلف وظيفياً في درجة حركتها.

- مفصل ليفي ثابت.
- مفصل غضروفي جزئي الحركة (حركة خفيفة).
- مفصل هلامي جد متحرك.

أهمها اثنان في كل جانب من الحنجرة، وهما:

1. 1- المفصل الدّرقي الحلقي:

مفصل خاص بالقرون السفلية للغضروف الدرقي، يقع في الجهتين الجانبيتين للغضروف الحلقي ما بين القرن الصغير للغضروف الدّرقي والسطح المفصلي للغضروف الحلقي، وهو مفصل بيضوي ذو محفظة وأربطة، له حركتان: حركة دورانية وانسحابية، يسمح بالحركة ما بين الغضروف الحلقي والدّرقي من أجل التحكم في طول وتوتر الثنايا (الأحبال أو الأوتار) الصوتية.

1. 2- المفصل الحلقي الطرجهالي:

هو مفصل خاص بالغضروفان الهرميان (الطرجهاليان) يقع في الخلف على الحواف العلوية أي ما بين قاعدة الغضروف الطرجهالي والسطح المفصلي الموجود على السطح العلوي الخلفي لصفيحة الغضروف الحلقي، وله حركتان: حركة دورانية حول محور قائم بحيث تُحرّك النّتوء المفصلي إلى الجانب وحركة انسحابية بحيث تُقرّب أو تُبعد الغضروفين الطرجهاليين أحدهما نحو الآخر، أي يسمح باقتراب وابتعاد الثنايا الصوتية.

2 – الأربطة والأغشية: Les membranes et les ligaments

ترتبط غضاريف وأجزاء الحنجرة بعضها ببعض وبمختلف البناءات المجاورة بواسطة أربطة وأغشية، والتي يوجد منها نوعان في الحنجرة:

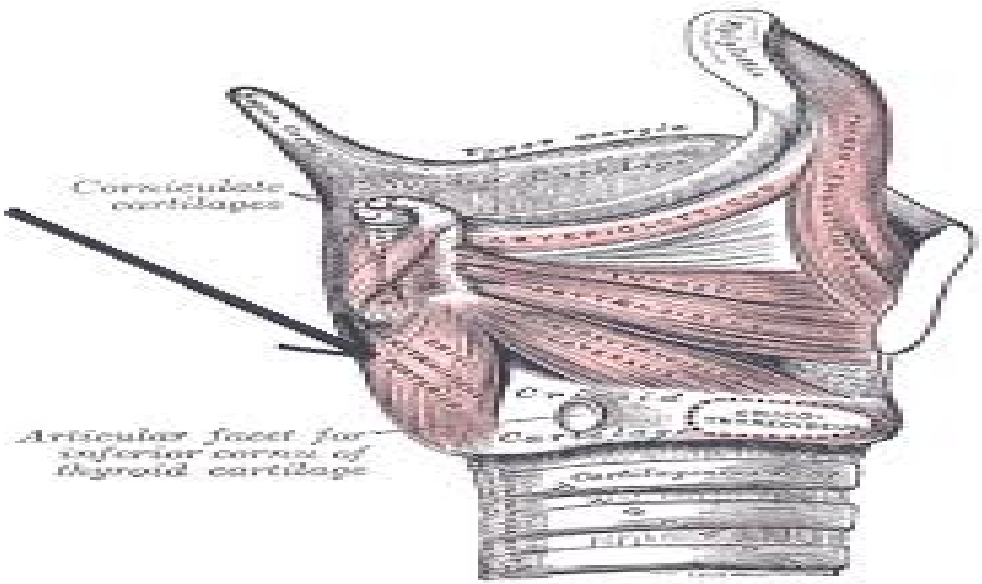
2. 1- أربطة داخلية: Les membranes et les ligaments extrinsèque

تربط غضاريف الحنجرة إلى بعضها فوظيفتها ربط ودعم الغضاريف فيما بينها، معظمها عبارة عن نسيج ضام يسمى الغشاء المطاطي، ينقسم إلى قسمين: العلوي هو الغشاء رباعي الزوايا أما السفلي فهو المخروط المطاطي.

2. 2- أربطة خارجية: Les membranes et les ligaments intrinsèque

وظيفتها تعليق وربط الأبنية المجاورة للحنجرة، إذ تربط غضاريف الحنجرة إلى العظم اللاّمي في الأعلى والرّغامي في الأسفل، وتتمثل في:

- الرّباط الدرقي اللامي (مكوّن للأربطة الدرقية اللامية الجانبية).
- الرّباط اللامي اللساني (الغلصمي) يربط العظم اللامي مع غضروف لسان المزمار.
- الغشاء الحلقي القصبي يربط الغضروف الحلقي بالحلقة الأولى للقصبة.



- الشكل رقم (27):عضلة حلقية طرجهالية-

➢ الدّرس التّاسع: عضلات الحنجرة وتجويفها.

1 – عضلات وعظام الحنجرة:

وتُقسم إلى قسمين داخلية وظيفتها تحريك الغضاريف المختلفة بالحنجرة، وخارجية تربط الحنجرة معها.

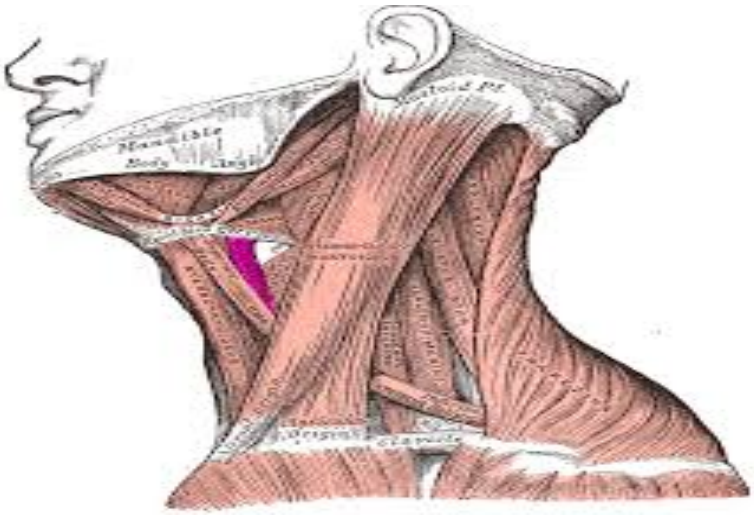
1. 1 – العضلات الدّاخلية:

وتنقسم إلى العضلات المبعدة والمقربة للحبلين الصوتيين بالإضافة للعضلات الموترة للحبلين الصوتيين، والعضلات الفاتحة والتي تغلق مدخل الحنجرة.

1. 2 – العضلات الخارجية:

تربط بين الحنجرة والبنى التشريحية المجاورة لها، وهي نوعان:

- العضلات المخططة في العنق: وهي العضلة **القصية** الدرقية والعضلة الدرقية **اللامية**.
- العضلة الإبرية البلعومية السفلية.



– الشكل رقم (28): عضلة درقية لامية–

1. 3 – العظم اللامي:

يعتبر العظم اللامي جزء من الجهاز المدعم للسان والحنجرة هو عبارة عن بناء متحرك، يتحرك بواسطة الأنظمة العضلية العديدة، حيث يمثل نظام عضلي معقد محاط بالأربطة الصادرة من اللسان والعضلات

الخارجية للحنجرة، مع البناءات الوجهية الجمجمية والهيكلية، إذ يقع العظم اللامي في الرقبة كما يُمكن اعتباره عضو إضافي لجهاز النطق.

2 – تجويف الحنجرة:

يمتد من مدخل الحنجرة إلى الحدود السفلية للغضروف الحلقي إلى الرغامي، وينقسم إلى ثلاثة أقسام بواسطة رباطين من الغشاء المخاطي هما اللّذان يُشكلان الحبلين الصوتيين الكاذبين والحبلين الصوتيين الحقيقيين، إذ يُبطّن جوف الحنجرة غشاء مخاطي يتصل في الأعلى مع الغشاء المخاطي للبلعوم والفم، وفي الأسفل مع الغشاء المخاطي للرغامي يلتصق بشدة فوق الحبال الصوتية الحقيقة وغضروف لسان المزمار، حيث يكون رخواً في بقية أجزاء الحنجرة كما يحتوي غددا مخاطية بأعداد كبيرة ما عدا الحبلين الصوتيين.

3 – الأوتار الصوتية:

كما يُطلق عليها مصطلح الثنايا الصوتية لوصف البناء التشريحي للحنجرة وتعيين مختلف المكونات التي تساهم في إنتاج الصوت الحنجري.

فهما زوجان من الثنايا الصوتية في وضعية متوازية متقابلة ذات اتجاه خلفي وداخلي، يُمثلان شفرتين أي عضلتين رقيقتين متناظرتين، حيث نجد ما يسمى **الأوتار الصوتية الكاذبة** وهي بطينية لا يمكن اعتبارها مصدرا رنينياً، أما **الثنايا أو الأوتار الصوتية الحقيقية** فهي تقع أسفل السابقة تنفصل عنها بواسطة شق أخدود صغير يسمى البطين.

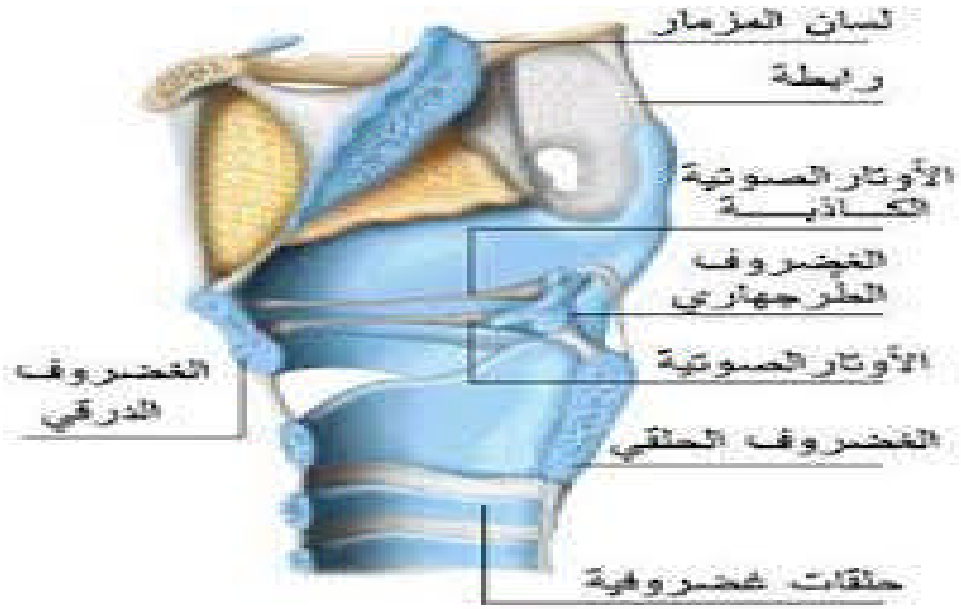
وقد أثبت علم التشريح أنه يوجد فوق الوترين الصوتيين ثنيتان بطينيتان على شكل الوترين الصوتيين تقريباً ولا تقومان بأي دور أثناء الكلام العادي، وان كانتا تسهمان مع الوترين الصوتيين في إغلاق تجويف الحنجرة إذا اقتضت ذلك ضرورة بيولوجية ... تسميان بالوترين الوترين الصوتيين الكاذبين أوالزائفين، تمييزا لهما عن الوترين الصوتيين الصادقين. **(أحمد عمر مختار، 1997، ص 81)**

حيث يقدر سمك الثنايا الصوتية بحوالي 5 ملم أما متوسط طولها ما بين 17 – 25 ملم عند الرجال وما بين 13 – 18 ملم عند النساء، إذ نجد ما بين الأوتار الحقيقية منطقة وسطى أو فراغ مثلثي يتسع ويتضيق بتقلص بعض الألياف العضلية، فتُسمى هذه المساحة ما بين الثنايا الصوتية **بالمنطقة المزمارية أوالشق المزماري** وهو الجزء الأكثر ضيقا في المجاري التنفسية **(المزمار La glotte)**.

➢ **الدّرس العاشر: وظيفة الحنجرة وتعصيبها.**

1- دراسة فيزيولوجية للحنجرة (وظائفها):

يُمكننا تركيب الوظائف الحنجرية حسب نموّها، فعندما تنفتح الحنجرة على البلعوم تُصبح ممرّاً إجبارياً للهواء المستنشق وانغلاقها يُؤدي إلى منع مرور الغذاء للمرئ كما تتحوّل الحنجرة إلى هزاز صوتي للقيام بعملية الكلام والغناء، فلها ثلاث وظائف أساسية وهي:



- الشكل رقم (29): منظر جانبي للحنجرة وغضاريفها -

1. 1 - وظيفة التنفس:

✓ **عند الشّهيق:**

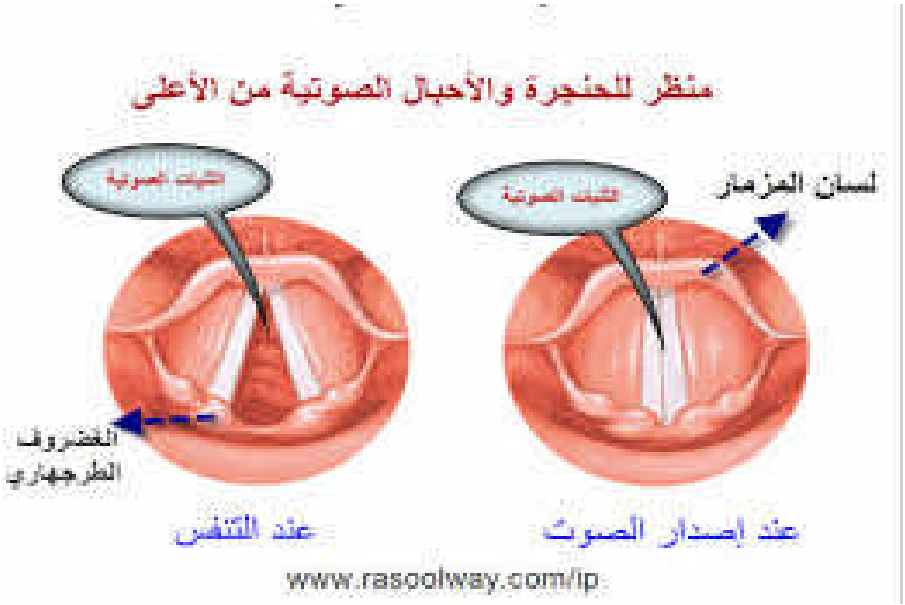
ينزل الطّرجهاليان في البداية نحو الخارج على الواجهة المفصلية الحلقية وبعدها عند الشهيق القويّ (عند بذل جهد) يرجع الطرجهالي إلى المؤخرة مكبوتاً، وهذه الحركة تجعل الأوتار الصّوتية تنفتح أكثر ممّا تكون عليه في حالة شهيق وأكثر عمقاً.

✓ **عند الزفير:**

تصعد الحنجرة مبتدئة بذلك تقطيب الوتران الصوتيان لأنّ القوة التي كانت تشدّ النّسيج المرن توقفت، وبذلك فإنّ تباعد الأوتار الصوتية ينقص، فالحنجرة ليست ثابتة أثناء عملية التنفس.

1. 2 – وظيفة البلع:

تتماشى حركات الحنجرة مع عملية البلع حيث يتم غلقها بواسطة الغضروف الغلصمي (لسان المزمار)، وذلك سدّ **فتحة المزمار** أثناء القيام بعملية البلع من أجل تفادي الطرق الخاطئة Les fausses routes.



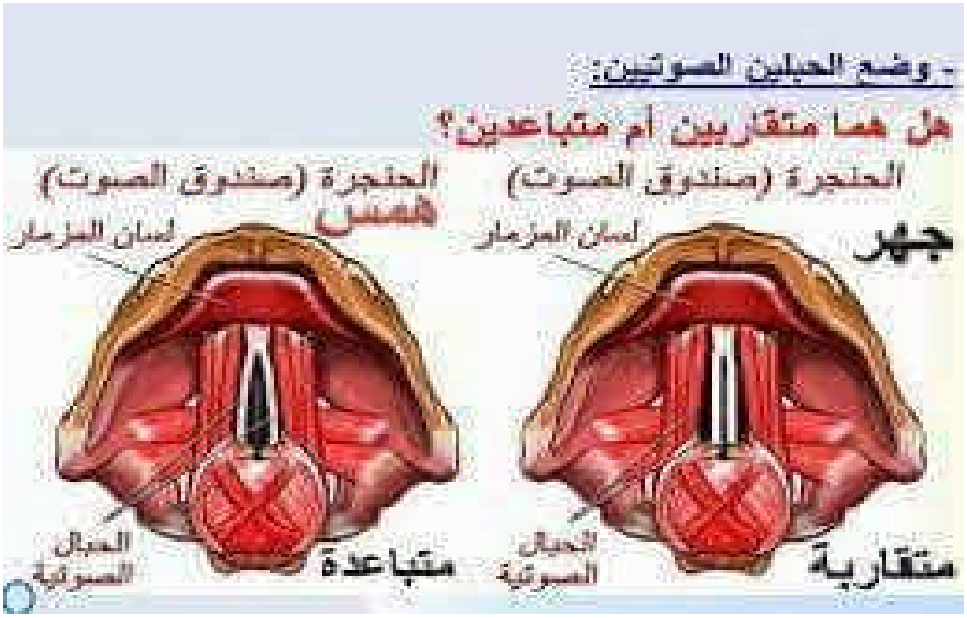
– الشكل رقم (30): منظر للحنجرة والأحبال الصوتية –

1. 3 – وظيفة التصويت:

يعتبر التنفس هو المحرك الأساسي لعملية التصويت فهو المسؤول الأول عن حركة اهتزاز الأوتار الصوتية عند الكلام والتصويت.

فالعملية التنفسية يحدث لها تغيرات فالزفير يكون أكبر إذ يخضع لنوعية العمل من حيث الطول والقصر، أما الشهيق فيكون أقرب وأسرع عند الكلام وخصوصا أثناء الغناء.

حيث يجب أن تكون العملية التنفسية بطنية صدرية فهي الطريقة الوحيدة التي تسمح بتهوية كاملة للجسم.



- الشكل رقم (31): أوضاع الأوتار الصوتية -

حيث نجد ثلاث أوضاع للأوتار الصوتية:

- **انفتاح مثلثي:**

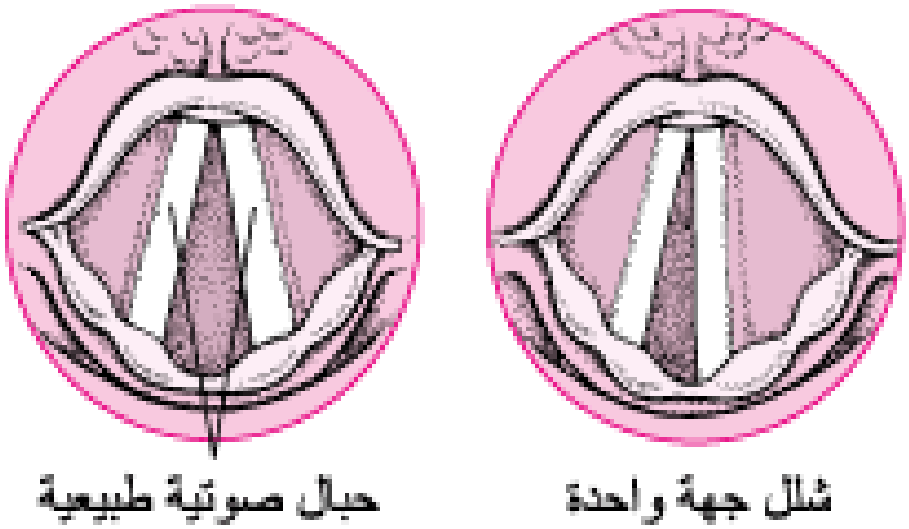
وذلك يكون أثناء عملية التنفس من شهيق / زفير، وشهيق وزفير قسري.

- **وضع اهتزازي:**

ارتجاج عمودي أثناء إصدار الأصوات والتحدث تتم ملاحظته بواسطة جهاز /Laryngoscopie stroboscopie

- **الانغلاق:**

يبدأ الانغلاق من الأسفل إلى الأعلى مع عدم تمكن الهواء من المرور وذلك أثناء عملية البلع.



- الشكل رقم (32): يُبين اضطراب صوتي عضوي

ناتج عن شلل في الأوتار الصوتية-

2 - تعصيب الحنجرة (الأعصاب):

تُغذى الحنجرة وجميع البناءات المجاورة بواسطة **العصب الحائر**.

- الفرع الدّاخلي للعصب الحنجري العلوي:

يُغذي حسيّاً الأغشية المخاطية للحنجرة فوق الثنايا الصوتية أما **الفرع الخارجي منه** يُغذي حركياً العضلة الحلقية الهرمية.

- العصب الحنجري المنشال:

يُوفر تغذية حركية لكل العضلات الحنجرية الداخلية.

- العصب الحسي تحت الثنايا الصوتية:

يُغذي الأغشية المخاطية تحت الثنايا وكذا الحلقة الهرمية.

- أما **الفرع الثالث للعصب الحائر عصب الحنجرة:**

فهو يعصب العضلات والأغشية المخاطية للحلق (البلعوم) والحنك اللين.

❖ المحور الثّالث: تشريح وفيزيولوجيا الجهاز النّطقي (التجاويف):

- تمهيد:

يشترك الجهاز التنفسي مع جهاز التصويت فيما يُسمى بالمزمار (أي الحنجرة) وكذا التجاويف الواقعة فوقه أي التجاويف فوق المزمارية أو الرّنانة، وهي التي تعطي رنيناً للأصوات اللغوية عند النطق بها، إذ تتفرع إلى ثلاث تجاويف هي: التجويف الحلقي، التجويف الأنفي، والتجويف الفمي الذي يشمل أعضاءا عديدة والتي يُطلق عليها تسمية مواضع ومخارج الأصوات.

تقوم هذه التجاويف بدور الرنانات (Résonateurs) من (الرنين إلى الطنين)، فإذا مر الصوت الصادر من الحنجرة عبر هذه التجاويف فإنه يرن.

➢ الدّرس الحادي عشر: مكوّنات الجهاز النّطقي

التجويف البلعومي - الحلقي (Pharynx)

1- الحلق:

هو الجزء الواقع بين الحنجرة والفم، أي بين أقصى اللسان والجدار الخلفي للحلق، وقد يسمى بالفراغ الحلقي أو التجويف الحلقي.

وهو أول مخارج الأصوات اللغوية عامة، ومخرج لأصوات معينة تسمى الأصوات الحلقية، وفراغ رنان يضخم بعض الأصوات بعد صدورها من الحنجرة.

هو الجزء الذي بين الحنجرة وأقصى الفم، وهو فضلا عن أنه مخرج لأصوات لغوية خاصة، يستعمل بصفة عامة كفراغ رنان يضخم بعض الأصوات بعد صدورها من الحنجرة.

وقد عرّف ابن سينا الحلق بأنه " هو الفضاء الذي فيه مجريا النفس والغذاء، ومنه الزوائد التي هي اللّهاة واللّوزتين والغلصمة ".

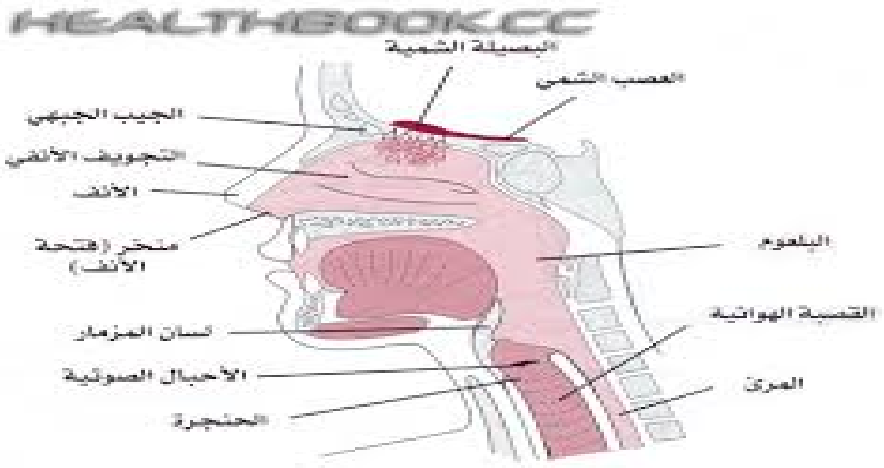
(ابن سينا، 1987، ص 113)

2 – البلعوم:

يتغير البلعوم وحجمه بتغيير رنين الأصوات المنطوقة، وتمتاز اللغة العربية عن كثير من اللغات باستخدامها تجويف البلعوم مخرجا لبعض الأصوات التي تمثل فونيمات في نظامها.

ويقسم البلعوم عادة إلى ثلاث مناطق هي:

- ✓ **البلعوم الحنجري:** ويمتد من الغضروف الحلقي في أعلى القصبة الهوائية حتى يصل العظم اللامي ويتصل بالمريء.
- ✓ **البلعوم الفموي:** كما يُدعى بالبلعوم الأوسط ، ويمتد من العظم اللامي إلى الفم، وأهم أجزائه اللهاة ولسان المزمار الواقع وسط هذا التجويف، ويعد من أهم تجاويف الرنين في عملية الكلام.
- ✓ **البلعوم الأنفي:** أو البلعوم العلوي، يقع فوق اللهاة ويتصل بالجزء الخلفي من تجويف الأنف، ويتحكم في هذا الجزء من البلعوم صمام متحرك يسمى الصمام اللهوي البلعومي مهمته سد هذا البلعوم وفصله عن البلعوم الفموي في حالة البلع، والذي يتحكم أيضا في نطق الأصوات الأنفية وتحديد درجات رنينها في الأنف حين يغلق ممر الهواء إلى الأنف إغلاقا غير تام لإحداث الأصوات الأنفية كالميم والنون.



– الشكل رقم (33): يُوضح أعضاء النطق والتصويت–

فالبلعوم ممر مشترك للطعام والهواء، لذلك يغلق لسان المزمار – وهو قطعة من الغضروف – مدخل الحنجرة عند مرور الطّعام لمنع التّعرّض للاختناق.

➢ الدّرس الثّاني عشر: أعضاء النّطق

بعد التّطرق في الدّرس السابق للتجويف الحلقي البلعومي سيتم تناول في هذا الدرس التجويف الأنفي بعجالة وذلك لسبق التعرّض له مفصلا في حصصنا الأولى، ومن ثم ننتقل إلى التجويف الفمي بمختلف أعضاءه ومكوّناته.

أولاً: التجويف الأنفي:

وهو فراغ يندفع من خلاله الهواء الخارج من الرئتين عندما ينخفض الحنك اللين فيفتح الطريق أمام الهواء ليمر من طريق الأنف.

وهذه هي الحال التي يتم فيها النطق بالنون والميم العربيتين، بالإضافة إلى وضيفته فراغا رنانا يضخم بعض الأصوات حين النطق.

ويعد هذا التجويف من أعضاء النطق الثابتة.

ثانياً: التجويف الفمي (الفموي):

يتبدل تجويف الفم شكلاً وحجما نتيجة لحركات اللّسان فيه ويتألف من قسمين أحدهما علوي والأخر سفلي.

القسم العلوي منه يسمى سقف الفم أو الحنك وهو ينقسم إلى قسمين:

الحنك الصلب في الأمام والحنك الرخو أو شراع الحنك في الخلف، فأما الأول فهو ثابت غير متحرك ويسمى بالغار أو السطح والثاني متحرك فهو الذي يفتح مدخل تجاويف الأنف ويشدها وينتهي شراع الحنك باللهاة وهي عبارة عن زيادة لحمية قصيرة من الأعلى إلى الأسفل الطرف الخلفي للحنك اللين. ودورها واضح في تشكيل صوت القاف العربية.

(عبد القادر عبد الجليل، 1998، ص:39)

والقسم السفلي من تجويف الفم يتألف من اللسان (Langue) وهو عضو هام في عملية النطق لأنه مرن وكثير الحركة في الفم، فهو ينتقل من وضع لآخر فيُكيف الصوت اللغوي حسب أوضاعه المختلفة.

1- اللسان:

اللسان عضو هام في عملية الكلام، حتى إن النطق ينسب إليه بصفة خاصة، بل إن اللغة نفسها تسمى باسمه، فيقال: اللسان العربي، واللسان عضو مرن يمكن تحريكه في جميع الاتجاهات لتكييف الصوت اللغوي حسب أوضاعه المختلفة، حيث يؤثر في مرور تيار الهواء عبر تجاويف الفم، ويمتد إلى الأمام حتى يخرج من بين الأسنان كما في نطق الثاء، وقد يلتصق جزء منه بسقف الفم كما في نطق اللام وهكذا.

وقد قسم علماء الأصوات اللسان إلى أقسام، يهمنا منها في هذا المقام ثلاثة أقسام رئيسية، بعضها يتضمن أقساما أخرى، وهي:

- **أقصى أو مؤخرة اللّسان**، وهو الجزء المقابل للحنك اللين المسمى بأقصى الحنك.
- **وسط أو مقدمه اللسان**، وهو الجزء الذي يقابل الحنك الصلب المسمى بوسط الحنك.
- **طرف اللسان**، وهو الجزء المقابل للثة ويدخل فيه ذولق اللسان.

يتكون اللسان من مجموعتين من العضلات:

أ – مجموعة العضلات الداخلية. ب – مجموعة العضلات الخارجية.

تتصل العضلات الخارجية **بثلاثة عظيمات:**

العظم اللامي، الفك، والمفصل الإبري، وهي التي تتحكم في تحديد موضع اللسان في الفم.

وتتكون مجموعة **العضلات الخارجية** من العضلات التالية:

أ- **العضلة الذلقية- اللسانية:** وهي عضلة زوجية مسطحة مثلثة الشكل، تنتشر في شكل مروحي في اتجاه أماكن انغرازها.

وهي أقوى العضلات الخارجية، وتشكل معظم مادة اللّسان، وتتجه أليافها السفلية أفقيا إلى قاعدة اللّسان وتنغرس في جسم العظم اللامي.

ب- العضلة الإبرية- اللسانية: وهي عضلة زوجية تمتد من النتوء الإبري إلى طرف اللسان، وتتجه إلى أسفل وإلى الوسط، ثم إلى الأمام إلى حد ما في اتجاه إلى طرف اللسان (...) وتعمل العضلة على تحريك اللسان ثم عموديا، ورفع العضو كله إلى أعلى.

ج - العضلة الحنكية- اللسانية: وهي عضلة زوجية تعمل على رفع الجزء الخلفي من اللسان.

د - العضلة اللامية-اللسانية: وهي عضلة زوجية على هيئة مستطيل من الألياف يمتد من العظم اللامي إلى جانبي اللسان.

وتنشأ عند الحد العلوي من القرنين الأكبرين للعظم اللامي والأجزاء المجاورة منه.

(سعد مصلوح، 2000، ص ص 138-139)

2- الحنك:

عضو يمتد على طول أعلى الفم، من الحلق إلى الأسنان الأمامية، ويتصل به اللسان في مواضع مختلفة، لكل موضع منها أصوات معينة.

ويمكن تقسيم الحنك إلى الثابت منه والمتحرك.

فنجد **مقدمة الحنك أو اللثة** وهو القسم الواقع خلف الأسنان العليا مباشرة، ويسمى أصول الثنايا، ويعد من أعضاء النطق الثابتة.

ثمّ **وسط الحنك الصلب** ويسمى الغار، ويقع بين اللثة والحنك اللين، وهو من أعضاء النطق الثابتة وفي الأخير**أقصى الحنك والحنك اللين** والذي يقع بين الحنك الصلب واللهاة، وهو عضو لين قابل للحركة ارتفاعا وانخفاضا، فإذا ارتفع إلى أقصى ما يمكن فإنه يمس الجدار الخلفي للفراغ الحلقي ويغلق طريق الأنف فلا يمر عبره الهواء الخارج من الرئتين، وكثير من أصوات اللغة العربية تتكون عندما يتخذ الحنك اللين هذا الوضع، مثل أصوات الباء والتاء والسين والصاد وغيرها.

أما إذا انخفض الحنك اللين فإن الطريق أمام الهواء الخارج من الرئتين يكون مفتوحا لكي ينفذ من الأنف، ولا يتم نطق النون والميم العربيتين إلا عندما يتخذ الحنك اللين هذا الوضع فتُسمى بأصوات الغنة.

3- اللّهاة:

تقع في نهاية الحنك اللين وتتدلى نحو طرفه الخلفي، وتفيد في نطق القاف العربية.

هي عبارة عن بروز عضلي يتكون من نسيج طلائي غدي مخروطي الشكل يتدلى من الحنك الرخو، يبلغ طولها 35 – 15 ملم، وتقع قرب خلف الحنجرة، وهي معلقة في قمة الجزء الخلفي للفم.

فأصل الكلمة Uvula الانجليزية مشتقة من الكلمة اليونانية" uva " وتعني العنب لأن شكل لهاة الحلق تشبه العنب، ومن المعلوم أن شراع الحنك ينتهي باللهاة وهي عبارة عن زائدة لحمية تتدلى من الأعلى إلى أسفل الطرف الخلفي للحنك اللين، ودورها واضح في تشكيل صوت القاف العربية.

(عبد القادر عبد الجليل، 1998، ص 39)

تقوم اللهاة بوظائف حيوية وهامة عند البلع، حيث تقوم بغلق الممر الأنفي، أما وظيفتها عند الكلام فهي تشكل مع مؤخرة اللسان نقطة اعتراض للهواء، فينتج عن ذلك تشكيل بعض الأصوات اللغوية مثل صوت القاف.

(كمال بشر، 2000، ص 7)

4 – الأسنان:

وهي من أعضاء النطق الثابتة، وللأسنان بنوعيها وظائف مهمة في نطق عدد من الأصوات.

يتألف تجويف الفم أيضا من الأسنان التي لها تأثير في التصويت لما تمتلكه من خاصية القدرة على التأثير في صفة الصوت ونوعه، فالأسنان بالرغم من ثباتها إلا أنها تحظى بدور مهم في بناء معالم البنية الصوتية وتعديد أشكالها، خصوصا في بعض الأصوات التي يتكأ اللسان عليها في صياغته النهائية كالحروف النطعية " **الدال والتاء** " مثلا أو في إنتاج الفاء حين تضغط الأسنان العليا على الشفة السفلى، مع فراغ لخروج هواء تلوين الفاء.

(فرغلي سيد عرباوي، 2011، ص 175)

وتؤثر الأسنان كذلك في الكمية الاندفاعية لهواء الرئتين حيث تضغطه إلى نسب متفاوتة من الانسياب أو التوقف أو الحر من حركتها بمساعدة اللسان.

وتتكون الأسنان من : الثنايا (Médianes Incisives) والرباعيات (extérieurs Incisives) والأنياب أو الضواحك (Canines) والأضراس (Molaires)

(حنفي بن عيسى، 2003، ص:114)

كما تلعب اللثة (Gencive) دور التأثير على صفة الصوت ونوعه.

يقول الجاحظ: " إذا كان في اللحم الذي فيه مغارز الأسنان تشمير وقصر سمك، ذهبت الحروف وفسد البيان، وإذا وجد اللسان من جميع جهاتهً يقرعه ويصكه ولم يمر في هواء واسع وكان لسانه يملأ جوبة فمه فشيئا لم يضره سقوط أسنانه ".

(عبد السلام هارون، 1980، ص 40)

أما الطبيب ابن سينا فيقول في هذا الصدد : أما الأسنان فهي اثنان وثلاثون سناً فمن عدمت النواجذ منها في بعض الناس، وهي الأربعة الطرفانية فكانت ثمانية وعشرون سنا الأسنان ثنيتان ورباعيتان من فوق ومثلها من أسفل للقطع ونابان من فوق ونابان من تحت للكسر، وأضراس للطحن من كل جانب فوقاني وسفلاني أربعة أو خمسة، فجملة ذلك اثنان وثلاثون أو ثمانية وعشرون.

«.ً من خلال ما تقدم يمكننا أن نخلص أن عدد الأسنان عند الإنسان البالغ اثنان وثلاثون سنا مثبتة على الفكين السفلي والعلوي، ولها أهمية بالغة في إنتاج الأصوات اللغوية.

(ابن سينا، 1987، ص 46)

5 – الشفتان:

عضوان لحميان مرنان من أعضاء النطق المتحركة، حيث تتخذان أوضاعا مختلفة حال النطق بعدد من الأصوات بين الاستدارة والإمالة والانفراج....

- إذن كل من **اللسان، الحنك الصلب واللين، كذا اللهاة، واللثة بالأسنان وأيضا الشفتان** تعتبر مواضع وأماكن نطق الأصوات التي تُمثل **المخارج** في ميدان الصوتيات، في حين أنّ **كيفية النطق** تتمثل في مجرى مرور الهواء من **حبس وتسريب** .... أما **الصفة** فهي **تميّز الأحبال الصوتية** وقوتها وشدة اهتزازها بين **الجهر والهمس** وهذا ما تمّ تدريسه وتناوله في وحدتي الصوتيات والفونولوجيا كوحدات أساسية للسنة الثانية أرطفونيا.

خـــــاتـــمـــة

- **خاتمة:**

نجد ميدان الأرطفونيا له علاقة وطيدة بالعديد من العلوم من بينها الطب تحديدا تشريح الأجهزة المرتبطة باللغة كالجهاز العصبي، التنفسي الصوتي النطقي وأخيرا السمعي الذي يسمح للإنسان باستقبال المثيرات السمعية وإدراكها ومن ثمة الاستجابة لها بالتواصل مع باقي أفراد المجتمع.

فمقياس تشريح الأجهزة الذي قدمناه في مجموعة من الدروس الشاملة لكل من جانبي اللغة الانتاجية عن طريق التكلم (نطق وتصويت) وذلك من خلال التطرق لتشريح وفيزيولوجيا الجهاز التنفسي ثم الصوتي (منبع الطاقة الصوتية أي الحنجرة) وكذا النطقي الذي يشمل بدوره التجاويف الرنانة ومختلف أعضاءها.

كما نجد أنّ اللغة السليمة العادية تتعدى جانب الإنتاج بل وتُمثل جانب الاستقبال والفهم والإدراك الذي يستلزم سلامة ونضج الجهاز السمعي بكل عناصره وأجزاءه إذ يتم التعرض له أيضاً.

فلوحدة تشريح وفيزيولوجيا الأجهزة فوائد وأهمية تطبيقية مباشرة في تخصصنا، فهي تُساعد على معرفة وفهم آلية عمل هذه الأجهزة وكل مكوناتها، مع تشخيص المشاكل التي قد تصيبها فتعرقل سير الاكتساب اللغوي السليم، على سبيل المثال أي خلل عضوي في التجاويف وأعضاء النطق يُؤدي إلى اضطرابات لغوية نطقية، وهذا ما سيتم دراسته في السنة المقبلة.

مما تمّ ذكره آنفا يتضح أنّ مجال الدرس اللغوي بمختلف العلوم التي تعتني به من لسانيات، صوتيات وفونولوجيا كلها تدرس اللغة بمختلف مستوياتها من الناحية العادية، وهذا ما يخدم الدراسة الأرطوفونية التي تقوم بتحليل، تقييم وصف وكذا إعادة تأهيل اللغة من ناحية تشوهها، اضطرابها وخللها عند التكفل بمختلف الاضطرابات اللغوية بشقيها الشفوي والمكتوب، وذلك دائماً بالاستعانة بهذه العلوم (لسانيات، صوتيات، فونولوجيا، وعلم النفس اللغوي...) كما أدرجت مقاييس التشريح بما فيها الجهاز العصبي 1و2 وتشريح الجهاز التنفسي الصوتي والسمعي أيضا 1و2، التي بُرمجت ضمن وحدات السنة الثانية من التكوين الأرطوفوني، بنوع من الشمولية (لا السّطحية أي عدم التعمق الشديد فيها كالدراسات اللغوية أو الطبية).

فقد حاولتُ بهذا المرجع تقديم مادة شاملة ومفيدة في مجال التشريح والفيزيولوجيا من خلال التّطرق لما يخدم التخصص والتي تهمنا في ميدان الأرطفونيا، عليه طلبة السنة الثانية يجب أن يكونوا ملمّين وعلى اطّلاع بما يشمله هذا العلم، وذلك من خلال برمجته في تكوين السنة الثانية شعبة الأرطفونيا (بدراسة كل ما هو عادي ارتقائي في الاكتساب اللغوي السليم ومختلف الأجهزة المشاركة فيه)، وكذا تحضيرهم للسنة المقبلة (عند دراسة الاضطرابات اللغوية).

" **اللهم انفعنا بما علّمتنا، وعلّمنا ما ينفعنا، وزدنا علما** "

قائمة المراجع

- **قائمة المصادر والمراجع:**

➢ **أولا باللغة العربية:**

- **ابن سينا** "**القانون في الطب**"، ج1، تحيين: إدوار الفش، (1987)، ط1، مؤسسة عز الدّين للطّباعة والنّشر، بيروت لبنان.
- **ابن سينا** "**أسباب حدوث الحروف**"، تحيين: فرغلي سيد عرباوي، (2011)، ط1، دار الكتب العلمية.
- إبراهيم أنيس، (د – ت): " **الأصوات اللغوية**"، ط 4، مكتبة الأنجلو المصرية.
- أحمد مختار عمر، (1997): " **دراسة الصوت اللغوي**"، د – ط، عالم الكتب، القاهرة، مصر.
- أحمد مختار عمر، (2001): " **دراسة الصوت اللغوي**"، عالم الكتب، القاهرة، مصر.
- حنفي بن عيسى، (2003): " **محاضرات في علم النفس اللغوي**"، ط5، ديوان المطبوعات الجامعية، بن عكنون، الجزائر.
- **الجاحظ** " **البيان والتبيين**" ،ج1، تحيين : عبد السلام هارون، (1980)، ط1، دار الفكر، بيروت، لبنان.
- السيد علي أحمد سيد وفائقة محمد بدر، (2001): " **الإدراك الحسي البصري والسمعي** "، ط1، مكتبة النهضة المصرية، القاهرة، مصر.
- سعد عبد العزيز مصلوح، (2000): " **دراسة السمع والكلام – صوتيات اللغة من الإنتاج إلى الإدراك** "، ط1، عالم الكتب، القاهرة، مصر.
- صبحي عمران شلش، (1999): " **الجهاز التنفسي** "، ط2، مؤسسة المجلس العربي للعلوم والطب والتكنولوجيا، الأردن.
- عبد القادر عبد الجليل، (1998): " **الأصوات اللغوية** "، ط1، دار صفاء للنّشر والتوزيع، الأردن.
- عصام حمدي الصفدي، (2003): " **الإعاقة السمعية** "، ط1، دار البازوري العلمية للنشر والتوزيع، عمان، الأردن.
- غايتون وهول، **المرجع في الفيزيولوجيا الطبية** منظمة الصحة العالمية المكتب الإقليمي للشرق المتوسط، ط9، 1979.
- كمال بشر، (2000): "**علم الأصوات** "، دار غريب ، القاهرة.

- الهادي زغينة، (2018): " **الجهاز التنفسي البنية الوظيفة الأمراض الوقاية** "، سلسلة جسم الإنسان، باتنة، الجزائر.
- **الموسوعة العربية العالمية**، (1999): " مؤسسة أعمال الموسوعة للنشر والتوزيع السعودية، مجلد1، ط 2.
- مصطفى نوري القمش، (1999): " **الإعاقة السمعية واضطرابات النّطق واللغة** "، دار الأفاق للطباعة والنشر والتوزيع.
- ماجدة السيد عبيد، (2000): " **السامعون بأعينهم** "، دار صفاء للنشر والتوزيع، ط1، عمان الأردن.

➢ **ثانيا باللغة الفرنسية:**

- Brin. F, et all, **(2004)** : **" Dictionnaire d'orthophonie"**, 2 éme édition **.**Ed. Ortho édition, France.
- David, H, Macfarlane : **« L'anatomie en orthophonie »**, 2 Edi, Masson, Paris.
- Dinville.C, (1993) : **« Les troubles de la voix et leur rééducation »**, 2 ed, Masson, Paris.
- Gribenski A., **« L'audition, que sais je»,** puf,1ere édition 1951. De Boeck, paris,1999.
- Jean Dubois et Autres, (1999) : **" Dictionnaire de linguistique et des sciences du langage "** éd Larousse.
- Kheireddine Ouennoughi, (2016) : **« Elements de biophysique et facteurs pronostiques dans la reconstruction de la chaine ossiculaire »**, OPU dz, Algerie.
- Le Huche.F et Allali. A, (1991) : **« Anatomie et physiologie des organes de la voix et de la parole »**, 2 Edi, Masson, Paris.
- Pialoux et al,(1975) : « **Précis d'orthophonie** »,Ed, Masson, paris
- Rondal j, A, (1978) : « **langage et éducation** », MARGADA Bruxelles.
- Sillamy. N, **(1979)** : **« Dictionnaire de la psychologie »**, La Rousse, France.
- Zellal. N, (1984) **: « Introduction a la phonetique orthophonique arabe »**, Collection Al Moujtamaa, opu, Ben Aknoun, Alger, Algerie.