**المحاضرة الأولى: جهاز التصويت ( الحنجرة)**

**تمهيد:**

تعتبر الحنجرة عضو التصويت الأساسي في جسم الإنسان نظرا لاحتوائها على الحبال الصوتية التي تعتبر مصدر الصوت الخام بفعل إهتزازها على إثر إعتراض الهواء القادم من الرئتين، و بهذا تصبح الحنجرة ثالث تجويف رنان بعد التجوف الأنفي و التجويف الفموي، التي تتموقع أسفلهما مباشرة في وسط العنق إبتداءا من الفقرة العنقية الرابعة إلى غاية الفقرة العنقية السابعة عند الفرد البالغ.

وهي جهاز غضروفي مغلف بعضلات وغشاء مخاطي ومتصل بأربطة و متحرك بمفاصل وأعصاب، وتتغذى دمويا بشرايين وأوردة، حيث يتشكل معظم هيكل الحنجرة من غضاريف منها ما هي زوجية ومنها ما هي أحادية ماعدا عظم وحيد هو العظم اللامي الذي يتصل بها من الأعلى، أما من الأسف فتتصل بالقصبة الهوائية ومن الأمام بالغدة الدرقية ومن الخلف تكون متصلة بالبلعوم، فهي تحتل موقع مهم في وحساس جسم الإنسان .

**1**- **غضاريف الحنجرة :**

تتكون الحنجرة من غضاريف أساسية منها غضاريف أحادية هي: الغضروف الحلقي وغضروف لسان المزمار، والغضروف الدرقي، وغضروف زوجي داخلي هو الغضروف الطرجهالي، كما تضم الحنجرة بضع غضاريف ملحقة وأقل أهمية مثل الغضاريف القرنية.

* الغضروف الحلقي:

يشبه شكل الخاتم أو الحلقة يقع في قاعدة الحنجرة بحيث يحده من الأعلى الغضروف الدرقي ويتمفصل معه أما من الأسفل فتحده القصبة الهوائية وهو يعتبر بمثابة امتداد لها.

يشكل الجزء الأمامي العلوي له الموضع الحلقي من الخاتم، أما الجزء الخلفي فيشكل القوس الحلقي كما تشكل كل واجهة خارجية للقوس مساحة مفصلية صغيرة من أجل القرن الصغير للغضروف الدرقي مكونة بذلك المفصل الحلقي-درقي.

* غضروف لسان-المزمار:

هو غضروف مرن ذو شكل بيضوي يشبه اللسان حيث لديه بداية ضيقة مع نهاية علوية عريضة، قمته السفلى تتصل مع الزاوية الداخلة للغضروف الدرقي بفضل الرباط الدرقي-المزماري ومن الأعلى يتفلطح حيث تكون واجهته الخلفية محدبة و مقعرة من الجهة السفلية .

* الغضروف الدرقي:

هو أكبر غضاريف الحنجرة يشكل جدار الحنجرة يشبه شكل كتاب نصف مفتوح، حيث يتكون من صفيحتين رباعية الأضلع عموديا وتتحد حافتيها من الأمام مشكلة زاوية قائمة بدرجة 90 ° عند الرجل ما يسمى بتفاحة آدم، وزاوية بدرجة 120° عند النساء، كما تستطيل الحافة الخلفية العمودية لكل صفيحة درقية نحو الأعلى مشكلة قرن كبير للغضروف الدرقي، و نحو الأسفل باستطالة أخرى هي القرن الصغير للغضروف الدرقي وتكون هذه الأخيرة منحنية نحو الداخل وتتمفصل مع النتوءات المفصلية الدرقية الحلقية للجانبين الأيمن والأيسر.

**(François Le Huche et André Allali, 2001,p 57)**

* الغضروفان الطرجهاليان:

هما غضروفان متناظران لهما شكل الهرم أو المثلث يقعان داخل الحنجرة بحيث تتصل قاعدة كل غضروف بالحافة العلوية للموضع الحلقي للفص من الخاتم، بحيث تتمفصل معه مشكلة المفصل الحلقي-الطرجهالي.

كما أنهما يمتلكان دور مهم جدا في التصويت نظرا لكونهما يحملان الأوتار الصوتية هذا من جهة وكونهما متحركان نحوى الداخل و الخارج بحركة نصف دائرية وهذا ما يؤمن حركة تباعد وتقارب الأوتار الصوتية هذا من جهة أخرى.

2**- العضلات و الأعصاب المحركة للحنجرة:**

هناك عضلات داخلية حيث تنتمي كليا للحنجرة وعضلات خارجية تربط الحنجرة بالأعضاء المحيطة، أما من حيث الوظيفة فهناك عضلات مقربة للحبال الصوتية وهناك عضلات مبعدة لها وهناك المكونة لها، وهناك عضلات موسعة لفم الحنجرة وعضلات خافضة وأخرى رافعة لها وهي كالتالي:

* العضلات الداخلية :

\_ العضلتان الحلقية الدرقية يكمن دورهما في أنهما الموترتان للأوتار الصوتية.

\_العضلتان الحلقية الطرجهالية الخلفية يكمن دورهما في أنهما الممددتان لمزمار الحنجرة.

\_عضلتان حلقية طرجهالية جانبية.

\_العضلة ما بين الطرجهالية.

\_عضلتان درقية طرجهالية علوية.

\_عضلتان درقية طرجهالية سفلية ( العضلة الصوتية)

* العضلة الحلقية الدرقية:

هي عضلة زوجية متناظرة تمتد من الطرف السفلي للغضروف الدرقي إلى الوجه الأمامي الجانبي للقوس الحلقي للغضروف الحلقي ، تقلص هذه العضلة يؤدي إلى تأرجح الغضروف الدرقي نحوى الخلف فوق الغضروف الحلقي مما يؤدي إلى تمدد الحبال الصوتية.

* العضلة الحلقية الطرجهالية الخلفية:

هي عضلة زوجية متناظرة تمتد من الخلفي للحلقة الحلقية إلى الزاوية الخارجية لقاعدة الغضروف الطرجهالي في شكل مروحة وهي أكبر عضلة حنجرية ، تقلص هذه العضلة يؤدي إلى تباعد النتوءات الصوتيان للغضروفان الطرجهاليان مما يسمح بتباعد الحبال الصوتية ، فهي من العضلات المبعدة أو الموسعة لفم الحنجرة أو ما يسمى بالمزمار la glotte .

* العضلة الحلقية الطرجهالية الجانبية:

هي عضلة زوجية متناظرة تمتد من الطرف العلوي للحلقة الحلقية أي القسم الأمامي للغضروف الحلقي إلى الزاوية الخارجية لقاعدة الغضروف الطرجهالي، تقلص هذه العضلة يؤدي إلى تقارب الحبال الصوتية، فهي من العضلات المقربة لفم الحنجرة أي المغلقة للمزمار la glotte .

* العضلة ما بين الطرجهالية :

و هي العضلة الحنجرية الوحيدة الفردية وسطى سميكة، و تتركب من ثلاث حزم عضلية، الأولى: مستعرضة (ما بين الطرجهالية المستعرضة) و الثانية و الثالثة منحرفة (ما بين الطرجهاليين المنحرفين)

تعصب هذه العضلة من طرف الفرع الامامي للعصب الراجع.

* العضلة الدرقية-الطرجهالية العلوية:

تدخل هذه العضلة في الجزء العلوي للزاوية الداخلة للغضروف الدرقي. تتجه نحو الأسفل و الخلف بالتصالب خارجيا مع العضلة الدرقية-الطرجهالية السفلية. و تنتهي على الواجهة الامامية الخارجية للاستطالة العضلية للطرجهالي اين يتم اندماج دخولها مع العضلة الحلقية-الطرجهالية الجانبية. كما تدخل هذه العضلة في تركيب الثنية الصوتية الكاذبة، وهي عضلة قابضة لمزمار الحنجرة، وتعصب هذه العضلة من طرف الفرع الأمامي للعصب الراجع.

* العضلة الدرقية-الطرجهالية السفلية:

تدخل هذه العضلة من الأمام في الزاوية الداخلة للغضروف الدرقي و تتجه نحو الخلف و تنقسم إلى طبقتين: الأولى خارجية و الثانية داخلية.

تنفرج الألياف العضلية للطبقة الخارجية على شكل مروحة لكي تنتهي من الأسفل نحو الأعلى كمايلي:

\*على الحافة الخارجية للغضروف الطرجهالي.

\*في الثنية الطرجهالية-لسانو-مزمارية.

\*على الحافة الجانبية للسان المزمار.

تشكل الألياف العضلية للطبقة الداخلية عضلة الثنية الصوتية، و تتصل هذه الألياف من الخلف على مستوى القمة و الجانب الخارجي للاستطالة الصوتية و كذلك على الواجهة الأمامية-الخارجية للطرجهالي في الحفرة النصف كروية، وهي تقوم بوظيفتان الأولى هي كونها عضلة عاصرة و قابضة لمزمار الحنجرة، والثانية هي وظيفة صوتية حيث تعد العضلة ذات أكبر تدخل مباشر في الإنتاج الصوتي، وهي تعصب من طرف الفرع الأمامي للعصب الراجع.

* وتعرف كذلك بعضلة الحبل الصوتي :

حيث قام الباحث قورتلر( Goerttler) بوصف تشريح الطبقة الداخلية للعضلة الدرقية-الطرجهالية السفلية بشكل خاص حيث أكد أنها تتشكل من عضلتين هما:

1. العضلة الطرجهالية-الصوتية: تدخل على مستوى طوليا على الغضروف الطرجهالي و تتجه أليافها العضلية بشكل مائل من الأمام و من الداخل، و تنتهي على الواجهة الخارجية للرباط الصوتي (الرباط الدرقي-الطرجهالي السفلي).

**(Francois Le Huche et André Allali, 2001, p71)**

1. العضلة الدرقية-الصوتية: تدخل على مستوى الزاوية الداخلة للغضروف الدرقي و الجزء المجاور للواجهات الداخلية للصفائح الدرقية و تتجه أليافها العضلية نحو الخلف والداخل وتنتهي بالتقاطع مع ألياف العضلة الطرجهالية-الصوتية على الواجهة الخارجية للرباط الصوتي.

* العضلات الخارجية : حيث يمكن تقسيمها إلى:
* عضلات رافعة للحنجرة: هي
* عضلة درقية لامية
* عضلة بطينين فوق اللامية
* العضلة الإبرية اللامية
* العضلة القرنية اللامية
* العضلة الذقنية اللامية
* العضلة تحت اللسانية
* العضلة الذقنية اللسانية
* عضلات خافضة للحنجرة: هي
* العضلة الكتفية اللامية
* العضلة القصبية الدرقية
* العضلة القصبية اللامية
* **الأعصاب :les nerfs**

العصب الرئوي المعدي (العصب Χ ) أو العصب التائه أو الراجع هو المسؤول عن تعصيب الحنجرة يتشعب ليعطي العصب الحنجري العلوي الذي يضمن حركة العضلة الحلقية الدرقية و التعصيب الحسي لمستوى ما فوق لسان المزمار و مستوى المزمار .

و العصب الحنجري السفلي مسؤول عن حركة العضلات الأصلية الخاصة بالحنجرة ما عدى العضلة الحلقية الدرقية . يضمن التعصب الحسي لمستوى ما تحت لسان المزمار .

(**Francois Le Huche et André Allali, 2001, p73)**

3**-: المفاصل : هناك تمفصلين أساسيين في الحنجرة هما :**

* مفاصل حلقية-درقية.
* مفاصل حلقية-طرجهالية.
* مفاصل حلقية-درقية:

هي زوجية ومتناظرة وتوحد النهاية الحدية السفلى للقرنين الصغيرين للغضروف الدرقي مع الواجهات الخارجية للقوس الحلقي، حيث تسمح هذه المفاصل بحركة الغضروف الدرقي بالنسبة للغضروف الحلقي أثناء التصويت.

(**François Le Huche et André Allali, 2001,p 63)**

* المفاصل الحلقية-الطرجهالية:

كذلك هي زوجية ومتناظرة، و توحد قاعدة الغضروفان الطرجهاليان على مستوى الحافة العلوية للموضع الحلقي للفص من الخاتم. تسمح هذه المفاصل بمايلي:

\*حركات انزلاق الغضروف الطرجهالي من الداخل نحو الخارج و من الخارج نحو الداخل مما يحقق تباعد و تقارب الثنايا الصوتية.

\*حركات دوران الغضروف الطرجهالي بالنسبة للمحور العمودي مما يؤدي الى تحرك الاستطالة الصوتية نحو الداخل او نحو الخارج.

**(François Le Huche et André Allali, 2001,p64 )**

4**- الأغشية و الأربطة:**

* الغشاء الدرقي-اللامي.
* الغشاء الحلقي-الدرقي.
* الغشاء الحلقي-الرغامي.
* الغشاء المطاطي للحنجرة.
* أربطة أخرى.
* الغشاء الدرقي-اللامي:

يكون الغشاء الدرقي-اللامي محدود من الأعلى: بالحافة الخلفية والعلوية للعظم اللامي و الحافة الداخلية للقرنان الكبيران لنفس العظم اللامي ومن الأسفل: بالحافة العلوية للغضروف الدرقي.

و يكون الغشاء مقوى ومعزز ليشكل :

* الأرباطة الدرقية-اللامية المتوسطة:
* التي تمتد على طول الحواف الجانبية للعضم اللامي من الأعلى ومن الأسفل تلتصق بشكل تام مع إمتداد الحواف العلوية للغضروف الدرقي العلوية .
* الأرباطة الدرقية-اللامية الجانبية :
* التي تمتد من الحافتين الأماميتين العلويتين على جانبي العظم اللامي إلى القرنان العلويان للغضروف الدرقي
* الغشاء الحلقي-الدرقي:

يكون الغشاء الحلقي-الدرقي مشدود من الحافة السفلية للغضروف الدرقي حتى الحافة العلوية للقوس الحلقي، و نجده مقوى من الأمام ليشكل الرباط الحلقي-الدرقي المتوسط.

* الغشاء الحلقي-الرغامي أو القصبي:

يربط الغشاء الحلقي-الرغامي الحافة السفلية للغضروف الحلقي بالحلقة الأولى للقصبة الهوائية.

* الغشاء المطاطي للحنجرة:

يقوم هذا الغشاء بازدواج و مضاعفة مخاطية الحنجرة، غالبا ما يتم وصف هذا الغشاء بأنه جزء من مخاطية الحنجرة و المشكل ل الأدمة أو ما تحت المخاطية.

نجد على كلا جانبي الغشاء المطاطي للحنجرة أربعة تعزيزات تشكل أربعة أربطة :

\* الأربطة الطرجهالية-المزمارية :( aryténo-épiglottiques Ligament ) التي تدخل كمايلي:

من الأعلى في المقدمة: على الحواف الجانبية لسان المزمار.

من الأسفل في المؤخرة: على الحافة الأمامية العلوية للطرجهاليان.

\* الأربطة الدرقية-الطرجهالية العلوية: (thyro-aryténoidien supérieur Ligament)

Vestibulair) ) وهي ماتعرف بالأشرطة البطينية أو الحبال الصوتية الكاذبة، والتي تدخل كمايلي:

من الأعلى في المقدمة: في الزاوية الداخلة الوسطى للغضروف الدرقي.

من الأسفل في المؤخرة: في الحفرة نصف كروية للطرجهاليان .

\* الأربطة الدرقية-الطرجهالية السفلية (thyro-aryténoidien inférieur Ligament)

Voco)) وهي ما تعرف بالحبال الصوتية أو الثانيا الصوتية ، و التي تدخل كمايلي:

من الأعلى: في الزاوية الداخلة السفلية للغضروف الدرقي على الحافة الداخلية ، تحت الأربطة السابقة مباشرة.

من الأسفل: على قاعدة الغضروفان الطرجهاليان.

* الرباط الدرقي-المزماري :( thyro-épiglottique Ligament )

الذي يدخل كالتالي:

من الأعلى في المقدمة: الحافة السفلية الخارجية لغضروف لسان المزمار.

من الأسفل في المؤخرة: في الزاوية الداخلة العلوية للغضروف الدرقي.

**(François Le Huche et André Allali, 2001,p62 )**

* أربطة أخرى:
* الأربطة البلعومية-لسانو-مزمارية: ) -glosso-épiglottique Pharyngo Ligament )

والتي تربط الحواف الجانبية للسان المزمار بمخاطية الحنجرة بواسطة و تشكل الطيات البلعومية-لسانو-مزمارية ، حيث يرتبط لسان المزمار بالمخاطية اللسانية بواسطة هذه الأربطة المتوسطة والجانبية.

* الأربطة الحلقية القرينية: ) -Corniculé Crico Ligament )

والتي تربط الحافة العلوية للقمة المتوسطة للموضع الحلقي للفصل مع الغضاروفان القرينيان الصغيران Corniculé) Cartilage) ، و التي تعلو قمم الغضاريف الطرجهالية بواسطة الرباط الوجني (الخدي) Ligamen

t jugal)) يصعد هذا الرباط عموديا بين الطرجهالين قبل أن ينقسم إلى فرعين أفقيين يلتصقان بالغضروفان القرينيان الأيمن والأيسر المحمولان على الغضروفان الطرجهاليان.

5**- الثنايا الصوتية:**

يوجد في الحقيقة زوجان من الثنايا الصوتية أي أربعة ثنايا صوتية ، موزعا بالتوازي و موجهة في منحى أمامي-خلفي، يمكن رؤية هذه البنية بوضوح عند إحداث مقطع طولي في الحنجرة في المنطقة تحت المزمارية ، كما يطابق مزمار الحنجرة الفراغ بين الثنايا الصوتية الحقيقية حيث:

\*يوجد الثنايا الصوتية الحقيقية ما يعرف بالحبال الصوتية هي المسؤولة عن التصويت بفعل إهتزازها.

\* كما يوجد الثنايا الصوتية الكاذبة (أو الأشرطة البطينية) وهي لا تحدث أي إنتاج صوتي إلا في حالة مرضية.

**(David Mc Farland, 2009,p84)**

* مكونات الثنايا الصوتية:

تكون الثنايا الصوتية الحقيقية عند الفرد البالغ أقل من الثنايا الصوتية الكاذبة و تنفصلان بواسطة شق صغير وتتكون من خمس طبقات وهي تختلف هذه الطبقات من حيث سمكها و صلابتها:

1- الظهارة ( L’épithéliu .(

هي التي تشكل الطبقة الصلبة التي تحافظ على شكل الثنايا الصوتية و لها بنية طبقية ، فسمك الظهارة يكون من حوالي 0,05 إلى 0,1 مم ، أما تحت الظهارة نجد بنية مشكلة من ثلاث طبقات بحد ذاتها تسمى الصفيحة المخاطية المخصوصة) (Mucoderm Lamina propria mucosea) (، ولها سمك قدره 1 مم و هي تصل الظهارة بالطبقة السطحية بواسطة غشاء قاعدي معقد.

2- الطبقة السطحية ( couche superficielle.La)

تتكون من ألياف تشكل نسيج جيلاتيني، سمكه حوالي 0,5 مم تعد هذه الطبقة هي المسؤولة عن حركات إهتزاز الثنايا الصوتية.

3- الطبقة المتوسطة( couche inter-médiaire.La)

تتشكل من مجموعة ألياف مطاطية، سمكها حوالي 0,5 مم.

4- الطبقة العميقة( couche profonde.La)

تتكون هذه الطبقة من ألياف الكولاجين، سمكها حوالي 0,5 مم.

وتشكل كل من الطبقة العميقة و المتوسطة الرباط الصوتي و لهما معا سمك يتراوح من 1 إلى 2 مم.

(**Da**v**id H.Mc Farland, 2009, pp 88-89)**

5**- العضلة الدرقية-الطرجهالية أو العضلة الصوتية:**

إن هذه العضلة تلعب دور المنظم الرئيسي في التواتر الأساسي بتمديد و ترقيق الثنايا الصوتية، وهذا بالإشتراك مع العضلة الحلقية-الدرقية، ولكن التغيرات في طول و إنشداد و كتلة الثنايا الصوتية هي التي تحدد التواتر الأساسي لإهتزاز الثنايا الصوتية والتي تكون وفق مراحل النمو للفرد ووفق جنسه من ذكر أوأنثى .

* الأوعية الدموية.
* الشرايين.
* الأوردة.
* الشبكة اللمفاوية.
* الشرايين Les artères :

يبلغ عدد شرايين الحنجرة ثلاثة وبها تؤمن التغذية الدموية لها و هي :

1. الشريان الحنجري العلوي: وهو الشريان الذي يغذي الجزء العلوي من الحنجرة.
2. الشريان الحنجري المتوسط أو الأمامي-السفلي : وهو ما يمثل الشريان الدرقي المتوسط ، حيث يتولد هذان الشريانين من الشريان الدرقي العلوي الذي هو بنفسه فرع من الشريان السباتي الخارجي.
3. الشريان الحنجري الخلفي-السفلي: الذي هو فرع من الشريان الدرقي السفلي حيث يغذي الفرع الحنجري السفلي للشريان الدرقي السفلي الجزء السفلي للحنجرة.

* الأوردة Les veines:

يبلغ عدد أوردة الحنجرة ثلاثة حيث أن النظام الوريدي يطابق بالضبط النظام الشرياني.

* الشبكة اللمفاوية:

توجد شبكة لمفاوية تحت مزمارية، و كذلك شبكة لمفاوية أخرى فوق-مزمارية و لكنهما منفصلتان تماما عن بعضهما مكونة من الخلايا اللمفاوية ، والغدد اللمفاوية، و سائل الليمف الذي يحتوي على خلايا الدم البيضاء و البلازما و صفائح دموية وبعض البروتينات ، وهي تلعب دور مهم في الجهاز المناعي للجسم.

**( David H.Mc Farland, 2009, p90)**

**خلاصة:**

فتعتبر الحنجرة جهاز التصويت الأساسي، لكنها تقوم بوظيفتها بالإشتراك مع أجهزة أخرى لا تقل أهمية عنها هي : الجهاز التنفسي ، و الجهاز الغدي ، و الجهاز العصبي .

حيث يزودها الجهاز التنفسي بكمية الهواء وبالقوة اللازمة حسب الوضعية الصوتية من صوت ضعيف أو قوي ، أما الجهاز الغدي فهو الذي يمنح الصوت خصائصه الجنسية حسب كل مرحلة عمرية من صوت حاد أو غليض، أما الجهاز العصبي فيؤمن حركة الحنجرة بفضل إحتوائه على أعصاب هامة ومناطق عصبية صوتية.

**- " آلية التنفس " ׃**

1- **التنفس العادي : دون تصويت**  ׃

تتكون دورة التنفس العادي من عمليتي الشهيق و الزفير اللذان يحدثان بالتتابع حيث يتسع حجم القفص الصدري و يسحب الهواء الخارجي المحمل بالأوكسجين إلى داخل الرئتين أثناء الشهيق و يعود القفص الصدري إلى حجمه السابق و يندفع الهواء المحمل بأكسيد الكربون إلى الخارج أثناء عملية الزفير .

يصل عدد دورات التنفس في الدقيقة إلى 15 أو 16 دورة عند البالغ و يتأثر هذا العدد بعدة عوامل ׃

- عوامل مرضية مثل كبر حجم القلب ، الربو...

- عوامل فيزيائية مثل النشاط الرياضي .

- عوامل نفسية مثل القلق ، الخوف ...

**أ- الشهيق : l’expiration**

يدخل الهواء المحمل بالأكسجين عبر التجاويف الأنفية و يعبر الحنجرة و القصبة الهوائية في مساره إلى الرئتين أين يتم تبادل الغازات في الحويصلات ، حيث تقوم الشعيرات الدموية الشريانية بنقل الهواء المحمل بالأكسجين من الحويصلات إلى خلايا الجسم ، في حين تقوم الشعيرات الدموية الوريدية بإعطاء ثاني أكسيد الكربون للحويصلات .

في هذه الأثناء و نتيجة دخول الهواء يتسع القفص الصدري بفعل النشاط العضلي الذي تقوم به كل من العضلات بين ضلعية الخارجية و الداخلية و عضلات البطن، بالإضافة إلى تمدد الحجاب الحاجز الذي يسحب الوتر المركزي إلى الوسط مما يزيد القفص الصدري اتساعا عموديا ، و تتمدد الرئتين في تجويف القفص الصدري حيث يضغط الوتر المركزي على الأمعاء دافعا إياها إلى الأسفل و الأمام ، و في حين يقوم الحجاب الحاجز بتوسيع تجويف الصدر عموديا تقوم الأضلاع نتيجة تمددها في حركة أمامية صاعدة بزيادة القطر الأمامي الخلفي للتجويف الصدري ، و تعمل عضلة القص le sternum بحركتها الصاعدة المتقدمة على زيادة حجم القفص الصدري أفقيا ، و تقوم العضلات بين الضلعية بتوسيع الأبعاد الجانبية و الأمامية و الخلفية للأضلاع و ينخفض ضغط الهواء الداخلي مقارنة بالضغط الخارجي .

**ب- الزفير : l’inspiration**

بخروج الهواء المحمل بثاني أكسيد الكربون عبر الفم تعود كل العضلات السابقة و الأضلاع إلى وضعيتها الأصلية حيث يعود الحجاب الحاجز إلى وضعه خلال تقلص عضلات جدار البطن الأمامي و ارتداد الأمعاء التي سبق أن ضغط عليها و تسمح مرونة الوتر المركزي بعودته إلى حالته العادية .

**2- التنفس أثناء التصويت :**

أثناء التنفس العادي يقسم الزمن المستغرق بالتساوي مناصفة بين الشهيق و الزفير ، لكن أثناء التصويت يفقد التنفس توازنه و يطول زمن الزفير مقارنة بالشهيق و ذلك راجع إلى أن التصويت يحدث أثناء الزفير، إذ يستطيع الإنسان التحكم في نفسه أثناء هذه العملية و يزيد الزمن المستغرق في الزفير إلى 85 ٪ من زمن التنفس فالزفير المستعمل في التصويت إذن هو زفير مصوت ، و نتيجة لهذا التصويت تحدث مجموعة من التغيرات نذكر منها :

- يجب أن نفرق بين الصوت و التيار الهوائي المستعمل لإنتاجه، فالهواء الصادر من الفم أثناء الكلام لا يذهب إلى أذن المستقبل دون الضغط الحاصل على مستوى الحنجرة الذي يؤدي إلى اهتزاز الهواء و يفرق بين هواء الرئتين و التيار المنتج للصوت (النفس الحيوي ، النفس الصوتي ) .

- لا يمكن أن يحدث التصويت أثناء الشهيق إلا في الحالات غير العادية حيث يمكن أن ينتج الصوت الحنجري عن إستعمال المرحلة الشهيقية مثلا يستطيع الإنسان نطق الكلمات أو حتى الجمل فيسمى الكلام بهذه الطريقة الكلام بالعكس ، مثلما هو الحال في بعض الاضطرابات أين يكون الكلام بالعكس مثل la dysphonie spasmodique هو الوسيلة الوحيدة للكلام في هذه الحالة وهي حالة نادرة جدا .

- عادة ما يكون الشهيق فمي و ذلك من أجل التنفس بسرعة و توفير الطاقة اللازمة ، كذلك يمكن أن يكون التنفس فمي و أنفي في نفس الوقت ، لكن من الناحية الصحية يشترط أن يكون التنفس أنفي و هذا غير ممكن أثناء عملية التصويت فالاحتفاظ بتنفس أنفي طول مدة التصويت يؤدي إلى اضطراب في الحركة الصوتية .

و ما يمكن قوله هو أن العملية التنفسية أثناء التصويت تفتقد توازنها و هذا لإنتاج صوت يتماشى مع خصائصه (الشدة ، الارتفاع ، الطابع).

**(** **( Ammann I sabelle,1999 , p 58**

**فيزيولوجية الحنجرة ׃ physiologie du larynx**

للحنجرة ثلاث وظائف هامة هي ׃

1- أثناء التنفس تقوم الحنجرة بتلطيف الهواء المستنشق و تنقيته و ذلك لاحتوائها على غشاء مزود بأهداب كما أنها تنخفض أثناء الشهيق نتيجة انجذاب القصبة الهوائية نحو الأسفل و تختفي الأشرطة البطينية جزئيا عن الضوء الحنجري موسعة القناة التنفسية هذا ما يسمى مجرى الهواء ، و عند الزفير ترتفع الحنجرة و تعود الأشرطة البطينية إلى مكانها .

2- أثناء التصويت تحتوي الحنجرة على الحبال الصوتية التي تعد العنصر الضروري لعملية التصويت وهذا بتقاربها مع إذ ترتفع الحنجرة أثناء هذه العملية .

3- أثناء البلع تحتوي الحنجرة على لسان المزمار الذي يغلق المجاري التنفسية أثناء الأكل لمنع حدوث أخطاء المسار كذلك ترتفع الحنجرة و تنغلق الحبال الصوتية.

**( cre**v**ier et all , 2003, p52.53 Lise )**