الباب الثاني

التشريح الوظيفي لجهاز النطق

مقدمة

ثمة مجموعة من الأعضاء في جسم الإنسان تشارك بدور مباشر أو غير مباشر في إصدار أصوات الكلام. وقد اصطلح على تسميتها **أعضاء النطق** vocal organs أو **جهاز النطق** vocal apparatus.

وبدهي أن لهذه الأعضاء وظائف بيولوجية أساسية تتوقف على انتظام أدائها حياة الجسم، فلا حياة للإنسان - بل لكل الكائنات الحية بلا استثناء - بدون الماء والهواء والغذاء. والوظيفة الأولى التي تقوم بها هذه الأعضاء هي توصيل الماء والغذاء إلى الجهاز الهضمي، وتنظيم عملية التنفس. لذلك ينبغي أن يتحدد مفهوم مصطلحي «أعضاء النطق» و «جهاز النطق» - في ضوء هذه الحقيقة - بأنهما أقرب إلى مصطلحات علم الأصوات منهما إلى مصطلحات علمي الفسيولوجيا والتشريح.

وقد كان نشاط الأعضاء الظاهرة من جهاز النطق موضوعاً للملاحظة العلمية من جانب علماء اللغة الهنود واليونان منذ قديم الزمان، وضرب المسلمون في ذلك بسهم وافر، ولا تزال جهود سيبويه والسيرافي والمبرد وابن جني وغيرهم موضع التقدير والدراسة في شتى مراكز البحث الأكاديمي العالمي حتى الآن.

غير أن التقدم الذي حققه العلم في مجال علمي التشريح ووظائف الأعضاء - والذي لا يزال مطرداً ومستمرّاً - قد مكن العلماء من دراسة عملية النطق على أسس تجريبية كشفت كثيراً مما كان يبدو غامضاً، وصححت كثيراً من الأفكار غير الصائبة. وأعانت على دقة الوصف، وعلى علاج عملية النطق من زواياها المختلفة علاجاً متكاملاً.

ولا تعني دراسة النطق أكثر من الوصف التفصيلي لعملية التحكم في جهاز النطق بالطرق التي يتم بها إصدار أصوات الكلام المختلفة. ولابد لإدراك هذه الغاية من تحصيل قدر مناسب من المعرفة بالوصف التشريحي لهذه الأعضاء، وبالكيفية التي تؤدى بها وظيفة التنفس وهي أولى الوظائف، وأكثرها عُلقة بعملية النطق.

ويمكن تصنيف الأعضاء المكونة لجهاز النطق إلى مجموعات ثلاث:

اولاها : مجموعة الأعضاء المكونة للجهاز التنفسي تحت الحنجرة؛ وتشمل: القفص الصدري، وعضلات البطن، بالإضافة إلى القصبة الهوائية، والشعب الهوائية، والرئتين.

والثانية: الحنجرة، وهي المصدر الأساسي للصوت الإنساني. وتمتاز بتركيب دقيق محكم، يشمل مجموعة من الغضاريف والمفاصل والعضلات والأغشية. ووظيفتها الأولى الإسهام في عمليتي التنفس والبلع، إلى جانب أهميتها الصوتية العظمى.

والثالثة: تجاويف ما فوق الحنجرة. وتتكون من ثلاثة تجاويف أساسية: هي تجاويف البلعوم، والأنف، والفم. ويشمل الأخير الفك العلوي، والفك السفلي، والحنك، واللسان، والأسنان، والشفتين.

وسنتناول هذه المجموعات الثلاث على الترتيب في الفصول الثلاثة الآتية التي يتألف منها هذا الباب إن شاء الله.

الفصل الأول
أعضاء ما تحت الحنجرة

١- القفص الصدري bony thorax

يتكون القفص الصدري من عظمة القص (أو عظمة الصدر) في الأمام، واثنى عشر زوجاً من الضلوع على الجانبين، واثنتي عشرة فقرة من العمود الفقري في الخلف. أما أرضية القفص الصدري فتشكلها عضلة الحجاب الحاجز. وسنعالج الآن الحدود الأمامية والجانبية والخلفية للقفص الصدري، مرجئين علاج حدّه السفلي (وهو الحجاب الحاجز) إلى مكانه عند الكلام على عضلات القفص الصدري.

(أ) عظمة القص sternum

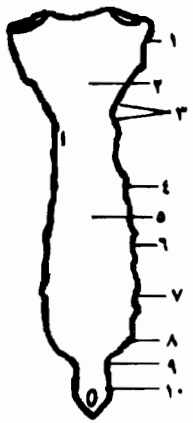
عظمة القص (أو عظمة الصدر breast bone) هي صفيحة عظمية مستطيلة الشكل إلى حد ما. وتشكل الجزء الأمامي الأوسط من القفص الصدري، وتقع تحت الجلد، ويمكن التعرف إليها بالضغط بالأصابع فوق الجلد.

ويتميز السطح الأمامي لعظمة القص بأنه ذو ملمس خشن، وذلك على العكس من سطحها الداخلي الذي هو ناعم الملمس. وعظمة القص ذات شكل محدب، وتنحرف إلى الأمام كلما انحدرت إلى أسفل، مما يجعلها تعطي القفص الصدري اتساعاً. ومن أهم وظائفها توفير الحركة المفصلية للأزواج السبعة من الضلوع الواقعة على جانبي القفص الصدري.

وتتكون عظمة القص (شكل ٢١) من ثلاثة أجزاء هي: **قبضة القص** manubrium، **وجسم القص** corpus، **والنتوء الخنجري** xiphoid process (أو ensiform process).

وقبضة القص هي أعلى أجزاء العظمة وأعرضها، ويندمج أسفل القبضة مع جسم القص بواسطة غضروف ليفي fibrocartilage.

ويشكل هذا الاتصال نشوزاً عظمياً يسمى زاوية القص sternal angle.



١ - مكان التحام الفضروف الضلعي الأول
٢ - قبضة القص
٣ - مكان التحام الفضروف الضلعي الثالث
٤ - مكان التحام الفضروف الضلعي الثالث
٥ - جسم القص
٦ - مكان التحام الفضروف الضلعي الرابع
٧ - مكان التحام الفضروف الضلعي الخامس
٨ - مكان التحام الفضروف الضلعي السادس
٩ - مكان التحام الفضروف الضلعي السابع
١٠- النتوء الخنجري

شكل (٢١)
عظمة القص

ويشتمل الحدان الجانبيان العلويان لقبضة القص على ثلمتين تسمى كل منهما **ثلمة الترقوة** clavicular notch، يتم فيها استقبال رأس عظمة الترقوة، حيث يوجد **المفصل القصي - الترقوي** sternclavicular joint. أما الحدان الجانبيان للقبضة فيستقبلان في ثلمتين منهما غضروفي الضلعين الأولين، ويستقر غضروف الضلع الثالث في زاوية القص.

[**ملاحظة:** كل كلام عن الضلع الأول أو الثاني أو الثالث يصدق على الضلع مع نظيره المقابل له في الجانب الآخر.. وهكذا] .

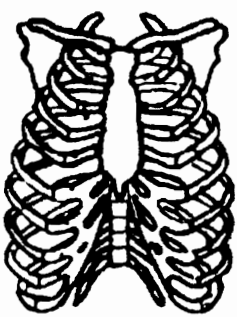
ويشكل جسم القص ثلثي عظمة القص، ويبلغ عرضها حوالي ثلاثة أمثال سمكها. وتستقر غضاريف الضلوع من الثاني إلى السابع في وجيهات facets على كلا جانبي عظمة القص. ويتميز الضلع السابع بأن الثلمة التي تستقبله مشتركة بين جسم القص والنتوء الخنجري القصي الذي يشكل الجزء السفلي من عظمة القص. ويتخذ النتوء الخنجري القصي شكل الملوق أو لباسة الحذاء، وهو أقل سمكاً من عظمة القص، ويُعَدُّ امتداداً للسطح الخلفي للعظمة، وهذا يعني انخفاض مستوى عظمة القص عند نهايتها السفلى.

(ب) العمود الفقري vertebral column

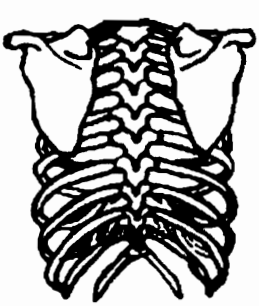
هو عند الإنسان عمود متعدد المفاصل، يتكون من ست وعشرين فقرة. وبين كل فقرة وأخرى يوجد **قرص غضروفي** cartilaginous intervertebral disk، مهمته الربط بين تلك الفقرات. وتتوزع هذه الفقرات على النحو الآتي:

- الفقرات السبع الأولى تقع في الرقبة وتسمى **الفقرات العنقية** cervical vertebrae.
- الفقرات الاثنا عشرة التالية، وتقع في الظهر، وإليها تشد الضلوع، وتسمى **الفقرات الظهرية (أو الصدرية)** thoracic vertebrae.
- الفقرات الخمس التالية الفقرات الظهرية وتسمى **القَطَنية** lumbar vertebrae.
- **العجز** sacrum، ويتكون من خمس فقرات مندمجة في وحدة واحدة.
- **عظمة العصعص** coccyx، وهي الفقرة الأخيرة من العمود الفقري.

ويقع الحد العلوي لقبضة القص في مستوى الحد السفلي لجسم الفقرة الظهرية الثانية، كما تقع زاوية القص في مستوى الحد العلوي لجسم الفقرة الظهرية الخامسة. أما النتوء الخنجري القصي فيقع في مستوى الفقرة الظهرية التاسعة. (انظر الشكلين ٢٢، ٢٣).

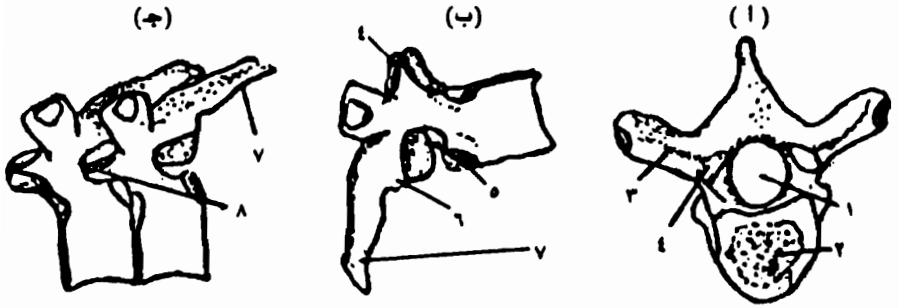


شكل (٢٢)
الإطار العظمي (منظر أمامي)



شكل (٢٣)
الإطار العظمي للعمود الفقري
(منظر خلفي)

وتتكون الفقرة الظهرية العادية (الشكل ٢٤) من **الجسم** body، وهو الجزء الأمامي الأسطواني. ويتفرع من هذا الجزء ساقان، يمتد منهما إلى الخلف صفيحتان عريضتان تندمجان من الخلف لتصنعا قوساً كاملاً في داخله فراغ يسمى **الثقب الفقري** vertebral foramen . ويقوم هذا القوس بحماية **الحبل الشوكي** spinal cord الذي يوجد في داخل الثقب الفقري.



شكل (٢٤)
فقرة ظهرية نمطية

ويدعم كل قوس من هذه الأقواس مجموعة من النتوءات العظمية، ففيه نجد **النتوء الشوكي** spinal process، وهو المسقط الظهري الوحيد في كل فقرة. كما يوجد - بالإضافة إلى ذلك - **نتوءان مفصليان علويان** superior articular processes، **ونتوءان مفصليان سفليان** inferior articular processes، وتقوم النتوءات بربط الفقرة بالفقرتين المجاورتين لها من أعلى ومن أسفل.

وتشكل هذه النتوءات المفصلية مفاصل حرة الحركة، كما أن الأقراص الفضروفية التي تربط ما بين الفقرات تؤمن لها قدرة أخرى على الحركة، ولكن بدرجة أقل. أما **النتوءان المستعرضان** transverse processes الواقعان على جانبي كل فقرة فيقومان بمهمة الربط بين العضلات التي تتحكم في حركة الضلوع والفقرات.

(جـ) الضلوع ribs

تشكل الضلوع الاثنا عشر على جانبي القفص الصدري سلسلة من العظام المرنة ذات الشكل المنحني، وتكوِّن غالبية **الإطار الهيكلي** للقفص الصدري.

وتشتمل الضلوع السبعة العليا (وهي زوجية بطبيعة الحال كغيرها من الضلوع) على غضاريف ترتبط مباشرة بالقص، ولذلك تسمى **الضلوع**

القصية sternal ribs (أو الضلوع الحقيقية true ribs). وتتصل الأزواج الثلاثة التالية بالقص بطريق غير مباشر، وذلك بواسطة غضاريف الضلوع costal cartilages (وتسمى الضلوع الزائفة أو الخلوف) false ribs .

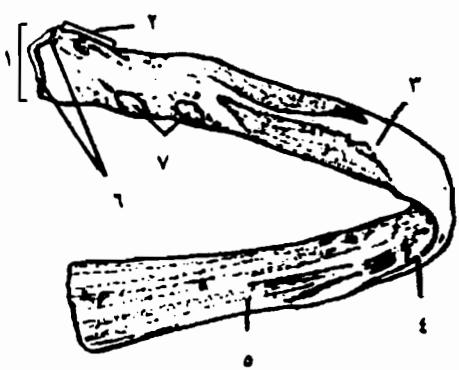
أما الزوجان السفليان من الضلوع فيعدان أيضاً من الضلوع الزائفة، ولكن أطرافهما الأمامية تشكل جزءاً عضوياً من الجهاز العضلي للبطن.

ولا تتخذ الضلوع وغضاريفها دائماً اتجاهاً واحداً في مسارها نحو القص، فالغضروف الأول يواصل مساره إلى أسفل في نفس اتجاه الضلع الأول، على حين يتخذ غضروف الضلع الثاني مساراً مستعرضاً. أما غضاريف الضلوع من الثالث إلى العاشر فتأخذ مساراً مخالفاً لمسار ضلوعها باتجاهها اتجاهاً صاعداً منحرفاً.

ويقع أكبر تجويف في القفص الصدري فيما بين الضلع الثالث إلى الضلع الحادي عشر، كما تصل حركة الضلوع إلى أقصى اتساعها في تلك المنطقة. أما الضلوع الواقعة فوق هذه المنطقة وتحتها فتكون الضلوع فيها أقصر، واتساع حركتها أقل إلى حد كبير.

ولانحناء الضلع من الوسط في سلسلة ضلوع القفص الصدري أهمية كبيرة في عملية التنفس. ولكي نعرف طبيعة هذا الانحناء، وما يقوم به في عملية التنفس سنلقي نظرة سريعة على التكوين النمطي لضلع من هذه الضلوع.

يتكون الضلع عادة (شكل ٢٥) من رأس الضلع head ، ورقبة الضلع neck، والدرينة tubercle، وساق الضلع shaft .

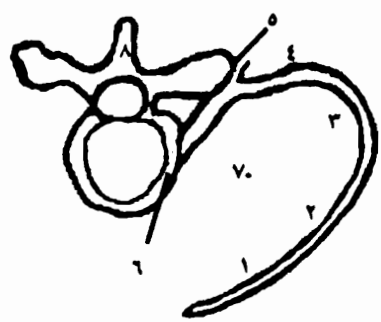


١ - رأس الضلع
٢ - رقبة الضلع
٣ - الزاوية
٤ - الأخدود العظمي
٥ - قسم الضلع
٦ - مكان التحامه
٧ - الدرينة

شكل (٢٥) ضلع نمطي بولغ في انحنائه لإظهار أجزائه المختلفة

ويشتمل رأس الضلع على وُجيهين facets، يشكلان مفصلاً مع فقرتين من الفقرات الظهرية والقرص الوسيط بينهما، على حين تشد رقبة الضلع إلى النتوء المستعرض للفقرة السفلى من الفقرتين اللتين يتصل بهما الضلع (انظر الشكل ٢٦) . وتوجد في نهاية رقبة الضلع درينة تشكل مفصلاً مع وجيه النتوء المستعرض. وبهذه الطريقة يكوّن الضلع مفصلين من نوعين مختلفين مع العمود الفقري، أحدهما بين الضلع ومركز العمود الفقري costocentral joint، والآخر بين الضلع والنتوء المستعرض costotransverse joint. وبذلك تصبح حركة التنفس الصاعدة والهابطة أثناء الشهيق والزفير ممكنة بواسطة هذه المفاصل.

ويلاحظ أن الضلوع التسعة الأولى يتصل كل منها بفقرتين من فقرات الظهر، هما: الفقرة المناظرة للضلع في العدد، والفقرة التي تعلوها. أما الضلوع الثلاثة الباقية فيتصل كل منها بجسم فقرة واحدة من فقرات الظهر بواسطة مفصل واحد.



١ - الوصلة الغضروفية العظمية
٢ - قصبة الضلع
٣ - الزاوية
٤ - الدرينة
٥ - الوجيه العظمي المستعرض
٦ - الوجيه العظمي العلوي
٧ - رقبة الضلع
٨ - رأس الضلع

شكل (٢٦) العلاقة بين الضلع والفقرة

وتتخذ قصبة الضلع في الناحية الجانبية الخلفية اتجاهاً منحنياً، لتكوّن بذلك زاوية الضلع rib angle، ويُكسب هذا الانحناء التجويف الصدري الأمامي اتساعاً أكبر. وتحدد زاوية الضلع النقطة التي يتغير فيها اتجاه الضلع بشكل مفاجئ ليتخذ مساراً أمامياً - هابطاً. وحينئذ يتجه منحنى الضلع والحد السفلى له إلى الخارج. على حين يسير سطحه الخارجي صاعداً في الوقت نفسه.

بذلك يزيد هذا التغيير المفاجئ الذي يحدث للجانب السفلي في الضلع من عرض قطر التجويف في القفص الصدري، حيث يصل أقصى اتساع له عند مستوى الضلع الثامن، وهذا بدوره يمكن الرئتين من الاتساع أثناء التنفس. ويلاحظ أن جميع الضلوع في الناحيتين الجانبية والخلفية تنحني في اتجاه هابط - متقدم، ويصل الانحناء إلى أعلى نسبة عند مستوى الضلع التاسع. وبما أن نسبة الانحناء في الجهة الخلفية أكبر منها في الجهة الأمامية فإن العضلات العنقية - حين تقوم برفع عظمة القص -تحمل الضلوع المرتبطة بها على أن تتمدد مباشرة إلى الأمام؛ مما يؤدي إلى زيادة الطول في القطر الأمامي - الخلفي لتجويف الصدر أثناء الشهيق. أما أثناء الزفير فتهبط عظمة القص، وبذلك يتقلص طول القطر الأمامي - الخلفي لتجويف الصدر.

٢- عضلات التنفس

العضلات التي تشارك في عمليات التنفس بشكل مباشر هي:

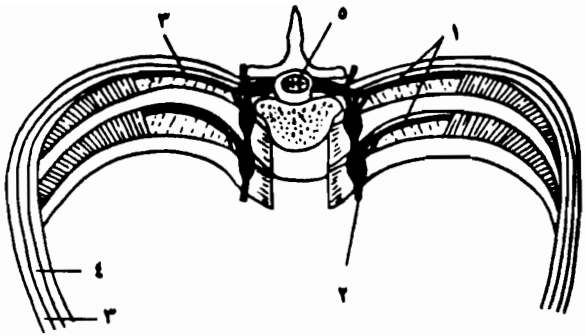
(أ) العضلات بين الضلعية الخارجية external intercostal muscles

وهي مجموعة من العضلات الزوجية (أي أن لكل منها نظيراً مماثلاً تماماً في الاتجاه المقابل). وتحتوي على طبقات رفيعة من الألياف المنحرفة تملأ المسافة الواقعة ما بين الضلوع ، ويوجد من هذه العضلات أحد عشر زوجاً.

ويمتد كل زوج منها خلال المساحة الخاصة به بين الضلعين، ابتداءً من العمود الفقري حتى الطرفين الجانبيين لغضروفي الضلعين. أما المنطقة الوسطى التي تبدأ من الطرف الجانبين لغضروف الضلع وتستمر إلى القص، فيملؤها الغشاء ما بين الضلعي الأمامي anterior intercostal membrane. وتمتد ألياف هذه العضلة (الشكلان ٢٧، ٢٨) فيما بين الضلعين، بحيث تبدأ من الحد السفلي للضلع العلوي إلى الهامش العلوي للضلع السفلي. أما اتجاه انحرافها فيختلف في الأمام عنه في الخلف، حيث تنحرف في اتجاه الوسط من الأمام، وتنحرف في اتجاه الجنب من الخلف.

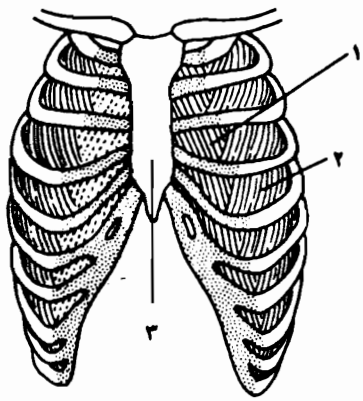
(ب) العضلات بين الضلعية الداخلية internal intercostal muscles

تمتد هذه العضلات الزوجية بين الضلعين بحيث تبدأ من الحد السفلي للضلع العلوي إلى الحد العلوي للضلع السفلي. وهي مغطاة بالعضلات بين الضلعية الخارجية، كما أنها أضعف منها.



١ - العصب بين الضلعي
٢ - القدة السميثاوية
٣ - العضلة بين الضلعية الخارجية
٤ - العضلة بين الضلعية الداخلية
٥ - الحبل الشوكي

شكل (٢٧) قطاع عرضي لجدار الصدر

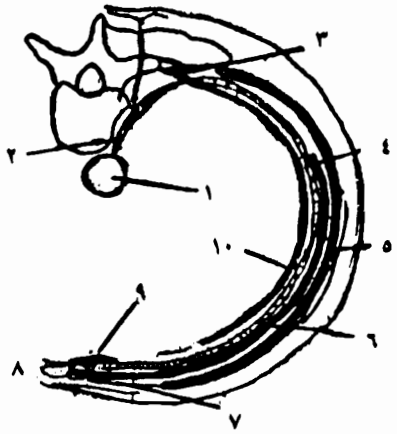


١ - العضلات بين الضلعية الداخلية
٢ - العضلات بين الضلعية الخارجية
٣ - المثلث القَصّي

شكل (٢٨) العضلات بين الضلعية منظر أمامي جانبي

ويبدأ الزوج الحادي عشر من هذه العضلات (ومقابله في الجهة الأخرى) في الأمام عند القص أو بين غضروفي الضلعين، ولكنهما لا يمتدان في اتجاههما الخلفي - الوسطى إلى أبعد من زاويتي الضلعين، حيث يتم ملء مساحة القصور العضلي بالغشاء بين الضلعي اللفافي (الصفيق) poneurotic posterior intercostal membrane.

ويتعامد اتجاه الألياف المكونة للعضلات بين الضلعية الداخلية على اتجاه العضلات بين الضلعية الخارجية في شكل زوايا قائمة تقريباً. وبذلك تعمل هذه الشبكة المتقاطعة من الألياف على تقوية جدار الصدر. (انظر الشكلين ٢٨، ٢٩).



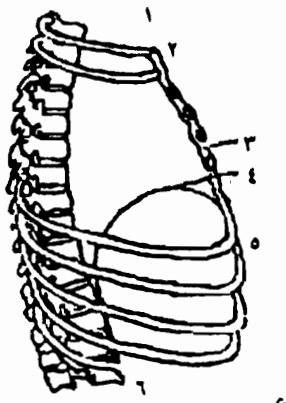
١ - الأورطي
٢ - الشريان بين الضلعي الخلفي
٣ - الغشاء بين الضلعي الخلفي
٤ - الطبقة الخارجية من العضلة بين الضلعية الداخلية
٥ - العضلة بين الضلعية الخارجية
٦ - الشريان بين الضلعي الأمامي
٧ - الغشاء بين الضلعي الأمامي
٨ - العضلة الصدرية المستعرضة
٩ - الشريان الثديي الداخلي
١٠- الطبقة الداخلية من العضلة بين الضلعية الداخلية

شكل (٢٩) قطاع عرضي في جدار الصدر

(جـ) الحجاب الحاجز diaphragm

ذكرنا أن الحجاب الحاجز يشكل أرضية القفص الصدري، وهو **فاصل عضلي وتري** muscolotendinous partition يفصل تجويف الصدر عن تجويف البطن فصلاً تاماً.

ويمكن أن نميز في الحجاب الحاجز جزأين: أحدهما في اليمين، والآخر في اليسار. وتتداخل ألياف الجزأين لتصنع كتلة على هيئة قبة، وتشكل في أعلى **وتراً مركزياً لفافياً (صفيقاً)** aponeurotic central tendon، والحجاب الحاجز (الشكل ٣٠) مشدود من الأمام إلى القص وعضلات الأزواج الستة السفلى من الضلوع، ومشدود من الخلف إلى فقرة القَطَن في أسفل الظهر.



١ - الفقرة الظهرية الأولى
٢ - الضلع الأول
٣ - القص
٤ - الحجاب الحاجز
٥ - الضلع السابع
٦ - الفقرة القطنية الثالثة

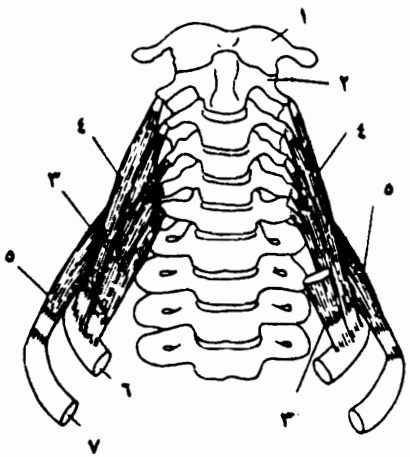
شكل (٣٠) العلاقة بين الحجاب الحاجز والضلوع

(د) العضلات الأخمعية scalenus muscles

هي ثلاثة أزواج من العضلات يكوّن بعضها مع بعض مثلثاً (شكل ٣١)، وتشمل: العضلة الأخمعية الأمامية scalenus anterior، والعضلة الأخمعية الوسطى scalenus medius، والعضلة الأخمعية الخلفية scalenus posterior.

وتقع العضلة الأمامية في المنطقة الأمامية الجانبية من الرقبة. وتبدأ أصول أليافها من النتوءين المستعرضين في الفقرة العنقية الثالثة، وتواصل امتدادها عبر الفقرة العنقية السادسة، ثم تهبط الألياف بشكل عمودي تقريباً حتى تتغرز على طول الحد العلوي للضلع الأول.

وتقع العضلة الأخمعية الوسطى خلف العضلة الأمامية مباشرة، وتبدأ أليافها من النتوءات المستعرضة للفقرات العنقية الست السفلى، ثم تمتد على جانبي العمود الفقري لتتغرز على طول الحد العلوي للضلع الأول. أما العضلة الأخمعية الخلفية فهي أصغر العضلات الثلاث وأعمقها داخل الرقبة. وتقع في أرضية المثلث الخلفي للرقبة خلف العضلة الأخمعية الوسطى مباشرة. وتبدأ أصول أليافها من النتوءات المستعرضة للفقرتين العنقيتين السفليتين (السادسة والسابعة)، وتمتد لتتغرز في السطح الخارجي للضلع الثاني.

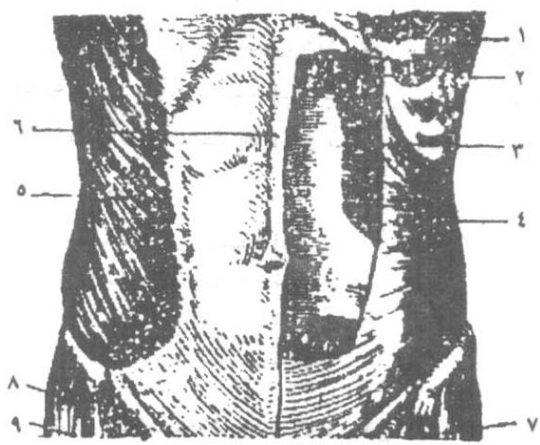


١ - الفقرة العنقية الأولى
٢ - الفقرة العنقية الثانية
٣ - العضلة الأخمعية الأمامية
٤ - العضلة الأخمعية الوسطى
٥ - العضلة الأخمعية الخلفية
٦ - الضلع الأول
٧ - الضلع الثاني

شكل (٣١) العضلات الأخمعية

(هـ) العضلة البطنية الخارجية المنحرفة external oblique abdominal muscle

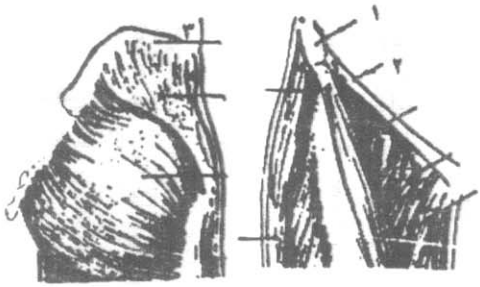
تسهم أكثر عضلات البطن في عملية التنفس، ومن ثم في عملية الكلام. وتُعَدُّ العضلة البطنية الخارجية المنحرفة من أهم العضلات المشاركة في هذا النشاط. وتسمى بالعضلة الخارجية لأنها أقرب العضلات إلى سطح الجلد. وهي عضلة زوجية تتركب من مسطح عريض من الألياف العضلية تغطى سطح جدار البطن والجزء الأسفل من جدار الصدر. وتبدأ أليافها من السطح الخارجي والحد الخلفي للضلوع الثمانية السفلى، ثم تسير أليافها إلى أسفل وفي اتجاه الوسط، لتتفرع إلى ثلاثة اتجاهات، فمعظم أليافها تربط أقرب طبقات اللفافة البطنية الوترية إلى السطح (وسيأتي الكلام عن هذه اللفافة). ومن خلال اللفافة البطنية الوترية تندمج ألياف العضلة مع ألياف العضلة المناظرة القادمة من الاتجاه المقابل عند **الخط الأبيض** linea alba (الشكل ٣٢) الذي يتخذ شكل



١ - العضلة بين الضلعية الخارجية
٢ - العضلة البطنية المستقيمة
٣ - العضلة المستعرضة.
٤ - العضلة المنحرفة الداخلية
٥ - العضلة المنحرفة الخارجية
٦ - الخط الأبيض
٧ - القناة الإربية
٨ - الرباط الإربي
٩ - الحلقة الإربية الخارجية

شكل (٣٢) منظر امامي لعضلات البطن

ضفيرة من العضلات، تمتد في الوسط على طول جدار البطن. وتسير المجموعة الثانية من الألياف العضلية إلى أسفل لتشكل **الرباط الإربي** inguinal ligament أو **رباط بوبارت** poupart's ligament، وهو حبل في أصل الفخذ يقع بين **شوكة الحرقفة** iliac spin من أعلى، **ودرينة العانة** tubercle pub من أسفل. ويمثل هذا الرباط خطّاً فاصلاً بين جدار البطن والفخذ. أما المجموعة الثالثة من الألياف فتهبط عمودياً؛ لتنتهي على طول الجانب الخارجي **لعرف الحرقفة** iliac crest (انظر الشكل ٣٣).

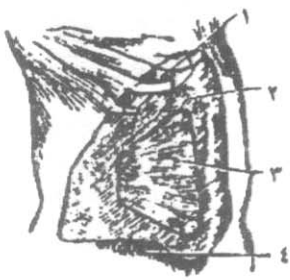


١ - شوكة الحرقفة
٢ - الرباط الإربي
٣ - عرف الحرقفة

شكل (٣٣) امتدادات عضلات البطن

(و) العضلة البطنية الداخلية المنحرفة internal oblique abdominal muscle

هي أيضاً عضلة زوجية أعمق من العضلة الخارجية. وتقع في الجنب الأمامي من جدار البطن، وتبدأ أليافها من اللفافة الظهرية - القطنية thoraco - lumbar fascia في الجنب الأمامي من جدار البطن. ويتجه كثير من أليافها عمودياً إلى أعلى، وينتهي عند غضاريف الضلوع الثلاثة أو الأربعة السفلية. أما الكتلة الرئيسة من أليافها فتمر من عرف الحرقفة إلى ما حول البطن، وتندمج آخر الأمر في الخط الأبيض بعد مرورها خلال اللفافة البطنية.



١ - العضلة بين الضلعية الداخلية
٢ - العضلة الداخلية المنحرفة
٣ - العضلة البطنية المستعرضة
٤ - العضلة الخارجية المنحرفة

شكل (٣٤) عضلات جدار البطن في العمق

١ - العضلة الداخلية المنحرفة
٢ - العضلة الخارجية المنحرفة
٣ - العضلة البطنية المستقيمة اليسرى
٤ - العضلة البطنية المستعرضة
٥ - العصب البطني

شكل (٣٥) قطاع عرضي في جدار البطن
يبين العلاقة بين طبقات العضلات البطنية

(ز) العضلة البطنية المستعرضة transverse abdominal muscle

هي عضلة زوجية، وهي أعمق العضلات البطنية الأمامية. وتبدأ أليافها من السطح الداخلي للضلوع الست السفلى والحرف الداخلي لعرف الحرقفة ورباط بوبارت. وتسير أليافها أفقية إلى الأمام وحول البطن، وتندمج بعض أليافها في أعمق طبقات اللفافة البطنية، ثم تمتد منها إلى الخط الأبيض.

(ح) العضلة البطنية المستقيمة rectus abdominal muscle

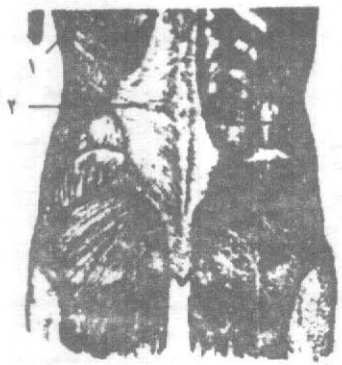
وهي عضلة زوجية طويلة مسطحة تقع على طول الجدار الأمامي للبطن. وتسير أليافها موازية لخط المنتصف على كلا الجانبين، أي على جانبي الخط الأبيض مباشرة. وتبدأ أليافها من السطح الخارجي لنتوء العجز xiphoid process وغضاريف الضلوع الخامس والسادس والسابع. وتسير عمودياً حتى تنغرز في جسم العانة (الشكل ٣٢).

(ط) اللفافة البطنية abdominal aponeurosis

تتكون اللفافة البطنية من ثلاثة أزواج من اللفافات، يلتصق بعضها ببعض، وإلى ذلك يرجع السبب في قوة تركيبها. وتوجد كل لفافة من هذه اللفافات الثلاث على جانبي جدار البطن، وتمتد كل واحدة منها مع واحدة من عضلات البطن الثلاث على الجانبين. ولذلك تسمى أولاها **اللفافة البطنية الخارجية المنحرفة**، وتسمى الثانية **اللفافة البطنية الداخلية المنحرفة**، والثالثة **اللفافة البطنية المستعرضة**. ويكون تداخل الألياف أكثر بروزاً في خط الوسط؛ حيث تتقابل ألياف الجانب الأيمن مع ألياف الجانب الأيسر لتكون الخط الأبيض.

(ي) اللفافة الظهرية - القطنية thoracolumbar aponeurosis

هي غشاء قوي مشدود إلى العمود الفقري؛ وخاصة في منطقة القطن، وإلى هامش الظهر من عظمة الحرقفة (انظر الشكل ٣٦). وتتكون اللفافة الظهرية - القطنية من جزأين: أحدهما ظهري thoracic والآخر قطني lumbar، فأما الجزء القطني فهو لفافة الظهر الرابطة للعضلة البطنية المستعرضة، وأما الجزء الظهري فهو صفيحة رقيقة تمتد من الشوكات الفقرية إلى زوايا الضلوع، كما تمتد على هيئة جسر فوق عضلات الظهر العميقة.



١ - الصفحة الأمامية
٢ - الصفحة الخلفية

شكل (٣٦)
اللفافة الظهرية - القطنية

٣- القصبة الهوائية trachea

تقع القصبة الهوائية تحت الحنجرة، وتُعَدُّ استمراراً لها. وهي أنبوب مرن يبلغ طوله ٤ بوصات، ويزيد طوله في الرجال نصف بوصة تقريباً عنه عند النساء. أما عرضه في المنطقة الممتدة ما بين الفقرة العنقية السادسة والفقرة الظهرية الرابعة أو الخامسة فيبلغ بوصة واحدة تقريباً، حيث تنقسم القصبة الهوائية إلى الشعبتين: اليمنى واليسرى bronchi.

ويتكون الجدار الخارجي للقصبة الهوائية من عدد يتراوح بين ١٦ و٢٠ من الحلقات الغضروفية والنسيج الليفي بالتبادل. وتتكلس هذه الحلقات فتفقد جانباً من مرونتها بتقدم السن .

ويلاحظ أن غضاريف القصبة الهوائية ناقصة من الخلف. ويحتوي هذا الجزء الناقص غضروفيّاً على العضلات التي تتحكم في تغيير طول تجويف الأنبوب.

ولسان المزمار والحنجرة هما خط دفاع أمامي للقصبة الهوائية، يقوم بحمايتها وحماية الجهاز التنفسي من تسلل الأجسام الغريبة كفتات الطعام أو قطرات الماء أثناء البلع. (انظر الشكل ٣٧).

١ - العظم اللامي
٢ - لسان المزمار
٣ - الغضروف الحلَقي
٤ - الغضروف الدرقي

شكل (٣٧) القصبة الهوائية

٤- الشعب الهوائية bronchi

تنقسم القصبة الهوائية فيما بين الفقرة العنقية السادسة والفقرة الظهرية الرابعة أو الخامسة - كما ذكرنا - إلى شعبتين هوائيتين أساسيتين: يمنى ويسرى، تدخل كل منهما إلى جذر الرئة hulus. وتتميز الشعبة اليمنى بأنها أقصر وأوسع من اليسرى، كما أنها تتخذ اتجاهاً أكثر تعامداً.

ويوضح الشكل ٣٧ كيف تنقسم الشعبة اليمنى إلى ثلاثة أفرع؛ يغذى كل فرع منها فصاً من فصوص الرئة اليمنى الثلاثة.

وتنقسم الشعبة اليسرى إلى فرعين يغذى كل منهما أحد فصي الرئة اليسرى. وتتميز جدران الشعبة الهوائية بأنها نصف صلبة؛ لاشتمالها على حلقات غضروفية يرتبط بعضها ببعض بواسطة أغشية، ثم تحل محل الحلقات رقائق غضروفية غير منتظمة. وحين تتفرع الشعبة الهوائية إلى فروعها الجانبية تختفي الغضاريف تدريجيّاً حتى تختفي نهائيّاً، عندما يصل قطر الشعيبات الهوائية إلى ملليمتر واحد.

٥- الرئتان lungs

تقع الرئتان على جانبي خط المنصف mediasternum. وهو الحيز الذي يشغله القلب في منتصف التجويف الصدري. وهما كتلتان مخروطيتان من مادة أسفنجية عظيمة المرونة يغطيها غشاء بللوري. وفي الرئتين يتم بعملية كيميائية تخليص الدم من حمولته من ثاني أكسيد الكربون بواسطة إمداده بالأكسجين النقي من الهواء الخارجي. وهذه هي الوظيفة الحيوية الأولى لدورة التنفس respiratory cycrle بجانبيها: الشهيق inspiratoion والزفير expiration.

ولكل رئة ثلاث أسطح: أحدها السطح الضلعي costal surface، وهو سطح محدب يلامس السطوح الداخلية للضلوع والعضلات بين الضلعية. وثانيها السطح المنصفي mediasternal surface، وهو مقعر بوجه عام، ويتميز السطح المنصفي للرئة اليسرى بوجود ثلمة مناسبة لاستقبال القلب. أما السطح

المواجه للحجاب الحاجز diaphragmatic surface، حيث تستقر قاعدتا الرئة، فهو محدب الشكل ليناسب ارتكازها على الحجاب الحاجز. وتنقسم الرئة اليمنى - كما ذكرنا - إلى ثلاثة فصوص: الفص العلوي superior lobe والفص الأوسط middle lobe والفص السفلي inferior lobe. على حين تنقسم الرئة اليسرى إلى فصين علوي وسفلي فحسب.

وتنتهي الرئة عند الشعبة الهوائية، التي تنقسم بدورها إلى شعب هوائية أصغر، ثم إلى حويصلات هوائية وأوعية دموية وأعصاب، ثم النسيج الضّامّ. ويصل تعداد الحويصلات الهوائية في رئتي الإنسان إلى حوالي ٧٠٠ مليون حويصلة.

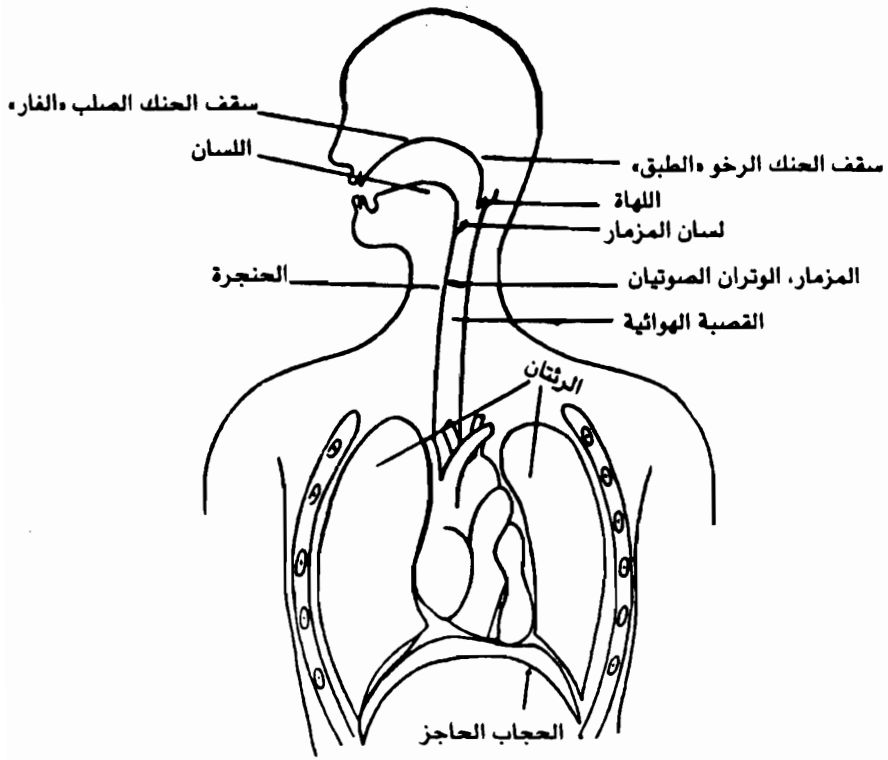
ويمكن تلخيص الملامح العامة للتكوين الأساسي في الرئتين بأنها عدد كبير جداً من الحويصلات الدقيقة المرنة، ونظام من الأنابيب المفتوحة يقود إلى هذه الحويصلات.

٦- آلية التنفس mechanism of respiration

التنفس ليس أكثر من عملية تبادل للغاز والطاقة بين الكائن الحي والبيئة المحيطة به، يتم بمقتضاها عند الحيوان تخليص الدم الفاسد من حمولته من ثاني أكسيد الكربون بواسطة إمداده بالأكسجين من الهواء الخارجي.

وتتكون دورة التنفس من عمليتين تتمان بالتتابع هما الشهيق والزفير. وفي العملية الأولى يتسع حجم القفص الصدري ويسحب الهواء الخارجي إلى داخل الرئتين. أما في العملية الثانية فيعود القفص الصدري إلى حجمه الأول، ويندفع الهواء المحمل ببقايا عملية الاحتراق في الدم إلى الخارج.

ويصل عدد دورات التنفس في الدقيقة إلى ١٦ دورة عند الذكر البالغ، وتختلف هذه الكمية اختلافاً طفيفاً حسب الجنس، إذ تزيد إلى ١٧ أو ١٨ دورة عند الأنثى.



شكل (٣٨) منظر تخطيطي عام لجهاز النطق

وينقسم الزمن الذي تستغرقه دورة التنفس الهادئ مناصفة تقريباً بين العمليتين. وإذا علمنا أن الكلام يتم أساساً في طور الزفير، توقعنا أن توزيع المدة بين العمليتين سيختلف أثناء الكلام عنه أثناء التنفس الهادئ، بحيث تطول مدة الزفير على حساب مدة الشهيق. ويمكن للإنسان أن يتحكم في هذه النسبة حتى تصل نسبة الوقت المخصص للزفير إلى ٨٥٪ من مدة دورة التنفس.

ولا شك أن تغير حجم القفص الصدري يرجع إلى النشاط العضلي الذي تقوم به العضلات بين الضلعية الخارجية والعضلات بين الضلعية الداخلية، وعضلة الحجاب الحاجز وعضلات البطن. وقد سبق تناول الخصائص التشريحية لهذه العضلات. ونحاول الآن أن نتناول الجانب الوظيفي من نشاطها.

والحق أن معلوماتنا عن هذا الجانب إنما هي نتيجة تجارب معملية كثيرة، قام بها العلماء باستخدام عدة أجهزة من أشهرها الراسم العضلي electromyography. وقد أثبتت هذه التجارب أن عملية الشهيق تحتاج إلى مجهود عضلي إيجابي واضح، على حين تتميز عملية الزفير بطابع سلبي إلى حد كبير.

وبالرغم من أن ثمة شكوكاً حول تصنيف هذه العضلات تصنيفاً ثنائياً صارماً إلى عضلات الشهيق inspiratory mulcles، وعضلات الزفير expiratory muscle، إلا أن هذا التصنيف يمكن الأخذ به على نحو مرن؛ ذلك أن نشاط هذه العضلات يرتبط ارتباطاً وثيقاً بنوع التنفس، إذ يختلف في التنفس الهادئ عنه في التنفس العميق والتنفس القسري forced respiration.

ونظراً لأن الحجاب الحاجز يمثل العضلة الرئيسة في عملية التنفس، لذا يمكن اتخاذ نشاطه محوراً للتصنيف. وبذلك تُعَدُّ العضلات التي تنشط أثناء انكماش الحجاب الحاجز من عضلات الزفير، والتي تنشط أثناء تمدده من عضلات الشهيق. وبناء على هذه القاعدة يمكن أن تعزى معظم عضلات الصدر إلى مجموعة عضلات الزفير،

وتتم عملية الشهيق عندما يتمدد الحجاب الحاجز فيسحب الوتر المركزي إلى أسفل، فيزيد القفص الصدري اتساعاً عمودياً في المقام الأول. فتتمدد الرئتان في تجويف القفص الصدري حين يتم تفريغه جزئياً. وحينئذ يضغط الوتر المركزي على الأمعاء، دافعاً إياها إلى أسفل وإلى الأمام، حتى يبرز الجدار الأمامي للبطن أثناء الشهيق.

وتتم عودة الحجاب الحاجز إلى وضعه الأصلي نتيجةً لتقلص عضلات جدار البطن الأمامي وارتداد الأمعاء التي سبق أن ضغط عليها الحجاب الحاجز إلى منطقة الضغط داخل البطن، كما أن مرونة الوتر المركزي تساعد على عودته إلى وضعه الأصلي.

وعلى حين يقوم الحجاب الحاجز بتوسيع تجويف الصدر عمودياً تقوم الضلوع في الوقت نفسه (نتيجة تمددها في حركة أمامية صاعدة) بزيادة القطر الأمامي - الخلفي لتجويف الصدر. وتعمل عظمة القص بحركتها

الصاعدة المتقدمة أثناء التنفس على زيادة حجم القفص الصدري عمودياً وفي جميع الاتجاهات. وتقوم العضلات بين الضلعية الخارجية بتوسيع الأبعاد الجانبية والأمامية - الخلفية، كما تقوم أليافها بتثبيت حركة الضلوع حتى لا تقوم أثناء الكلام أو التنفس بأي حركة انكماشيّة أو تمددية مفاجئة.

أما العضلات بين الضلعية الداخلية فمن المحتمل أنها تشارك في رفع الضلوع، وإن كان الدليل على ذلك لا يزال غير حاسم. أما المقطوع به فهو مشاركتها مع العضلات بين الضلعية الخارجية في عملية التنفس القسري، كما أنها تشارك أثناء إنتاج الصوت بالتحكم في تيار الهواء لتوفير قدر من ضغط الهواء فيما تحت الحنجرة، وهو أمر لابد لإنتاج الصوت والكلام منه. وتشارك العضلات الأخمعية في النشاط التنفسي بإيجادها نقطة ثبات للعضلات بين الضلعية أثناء هبوطها في عملية الزفير.

وتبعاً لتغير حجم تجويف الصدر يتغير ضغط الهواء فيه. ومن المعلوم أن ضغط الهواء في التجاويف المغلقة يتناسب مع حجم التجويف تناسباً عكسيّاً، فيزيد الضغط بنقص الحجم، كما يقل الضغط بزيادة الحجم. ونظراً لاتصال الهواء داخل الرئتين بالهواء الخارجي، فإن اتساع حجم تجويف الصدر يؤدي إلى وجود منطقة ضغط خفيف بالنسبة لضغط الهواء الجوي، وبذلك يتم سحب الهواء إلى داخل الرئتين. وبعودة تجويف الصدر إلى حجمه الطبيعي أثناء الزفير تؤدي هذه العملية العكسية إلى إيجاد منطقة ضغط ثقيل بالنسبة لضغط الهواء الجوي، فيندفع الهواء إلى الخارج، وبذلك تتم دورة التنفس.

وينتج عن سحب الهواء إلى داخل الرئتين وطرده منهما إلى الخارج تمدد الرئتين وانكماشهما. وهذه الحركات المتتابعة من التمدد والانكماش لا تأتي نتيجة حركة ذاتية منهما، بل هي نتيجة مباشرة للنشاط العضلي الذي يتحكم في توسيع حجم تجويف الصدر، وإعادته إلى وضعه الأصلي.

٧- التنفس والكلام

ثمة عدد قليل من الأصوات المستخدمة في لغات البشر يتم إصدارها أثناء الشهيق. وتسمى في علم الأصوات **الأصوات الشفطية** click sounds، ولكن

هذه الحالات تبقى استثناء من القاعدة العامة؛ وهي أن الكلام هو في جوهره نوع من الاستغلال لهواء الزفير والتحكم فيه. ولذلك يقول روبنز R. H ., Robins :

«هل تستطيع أن تدلني على أحد يستطيع أن يستغل النفايات بطريقة أجدى وأكثر كفاءة وأهمية من استعمال الإنسان لنفايات عملية التنفس؟».

ويعلق الدكتور نايف خرما في كتابه «أضواء على الدراسات اللغوية المعاصرة (ص ٢٥٤) - وهو مَن نقلنا عنه هذا القول -

«والجواب «لا» طبعاً، فليس الكلام في واقع الأمر إلا اعتراضاً لسبيل الهواء الفاسد المطرود من الرئتين والمشبع بثاني أكسيد الكربون في أثناء صعوده في المجاري الهوائية، واستغلال هذا الهواء الفاسد أفضل استغلال. وهذا لا يكلفنا الكثير من العناء، فالهواء الفاسد لم يعد ينفع الجسم وهو خارج منه، شئنا أم أبينا. وكل ما نفعله هو أن نعترض سبيله؛ إما عند الحنجرة أو ما فوقها حتى الأسنان والشفتين، ونصنع منه معجزة الكلام التي وهبها لنا الله».

وخلال التنفس العادي يتنفس الإنسان حوالي نصف لتر من الهواء، على حين تصل أقصى كمية لهواء الشهيق إلى ما بين ٤ أو ٥ لترات. وتسمى كمية الهواء التي يقوم الإنسان بطردها بعد شهيق عميق كامل الوسع الحيوي للرئتين vital capacity. ويبدأ الكلام العادي بعد أن يصل حجم الهواء المستنشق إلى نصف كمية الوسع الحيوي.

والاحتفاظ بكمية ما من ضغط الهواء تحت الحنجرة أمر جوهري طوال عملية التكلم. وقد أثبتت بحوث درابر، ولاديفوجد، وهوايتبردج أنه عند بدء الكلام تكون قوة المرونة في أنسجة الرئتين المتمددة كافية للاحتفاظ بضغط ثابت تحت الحنجرة، ولكنّ تناقص هذه القوة تدريجيّاً تعوضه العضلات بين الضلعية التي تتولى الاحتفاظ بمستوى ثابت من ضغط الهواء تحت الحنجرة حتى تتم عملية التصويت.

ولقد ذكرنا أن العضلات المستخدمة في الشهيق الهادئ غالباً ما تكون صدرية، وأن العضلات المستخدمة في الزفير الهادئ غالباً ما تكون بطنية، وأن الطابع العام لعملية الزفير الهادئ سلبي يتمثل في استرخاء العضلات أكثر من

تنشيطها، وأن هذا التنشيط لا يحدث بوضوح إلا في حالات الزفير القسري ومن أمثلتها التنفس الصناعي.

غير أننا نواجه بموقف مختلف بالنسبة للكلام؛ فحدوث الكلام في طور الزفير يقتضي ضرورة التحكم في عملية الزفير، وذلك بأن تنشط عضلات البطن لتنظيم عملية التصرف في الهواء، بحيث تحتفظ بقدر من الضغط تحت الحنجرة يكفي لإتمام عملية التصويت.

ويزيد ضغط الهواء في أثناء الزفير العادي على ضغط الهواء الجوي العادي بنسبة $\frac{1}{4}$٪، أما في حالة الكلام فيزيد الضغط بنسبة ١٪. ويتوقف إصدار أي صوت من أصوات الكلام على وجود هذا القدر من الضغط، واعتراض جهاز النطق لهواء الزفير المضغوط بطرق مختلفة يترتب عليها زيادة اهتزاز جزيئات الهواء، وزيادة قوة اندفاعها.

وأول نقطة يمكن أن يتم فيها اعتراض تيار الهواء المضغوط هو تجويف المزمار في الحنجرة؛ أي المنطقة الواقعة ما بين الوترين الصوتيين. وهناك يتخذ الوتران الصوتيان أوضاعاً مختلفة ينتج عنها بطبيعة الحال أصوات مختلفة. ومن أهم هذه الأوضاع - إن لم يكن أهمها جميعاً - اعتراض مجرى الهواء بالإغلاق والفتح المتتابعين، وبذلك ينطلق الهواء من فتحة المزمار على هيئة دفعات متتابعة يهتز معها الوتران الصوتيان، مما يؤدي إلى صدور نغمة الحنجرة glottal tone (أو ما اصطلح على تسميته الجهر voice أو التصويت phonation). وتقوم تجاويف ما فوق الحنجرة supraglottal cavities (أو ما يسمى قناة الصوت vocal tract) بالتدخل واعتراض مجرى الهواء، إما بمصاحبة نغمة الحنجرة وإما بمفردها، وذلك بطرق وأنماط مختلفة تنتج لنا هذا التنوع العظيم والإمكانات التي لا تقع تحت حصر في جميع لغات البشر.

وسنقدم في الفصلين التاليين - إن شاء الله - وصفاً تشريحيّاً وظيفيّاً للحنجرة، ثم للتجاويف والأعضاء الواقعة فوقها على الترتيب.

الفصل الثاني
الحنجـرة

١- وصف عام

تحتل الحنجرة قمة القصبة الهوائية في المنطقة العليا من البلعوم تحت جذر اللسان وأمام المرئ esophagus مباشرة. ويقع فصا الغدة الدرقية thyroid gland على كلا جانبيها، كما يمر أمامها البرزخ الواصل بين هذين الفصين، وذلك عند الجزء السفلى منها. ويفصل البلعوم الحنجري بين الحنجرة والفقرات الرابعة والخامسة والسادسة من فقرات العنق.

والحنجرة إطار من الغضاريف يرتبط بعضها ببعض، بمفاصل وأربطة وأغشية. وتُعَدُّ الأغشية المبطنة للحنجرة امتداداً للأغشية المبطنة للبلعوم من أعلى، والقصبة الهوائية من أسفل. 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.

وتقوم الحنجرة بوظيفتين أساسيتين؛ فهي تقوم أولاً بدور الصمام الذي يحمي ممر الهواء إلى الرئتين من تسلل أي جسم غريب إليهما أثناء البلع، كما تقوم ثانياً بوظيفتها بوصفها العضو الأساسي في عملية التصويت.

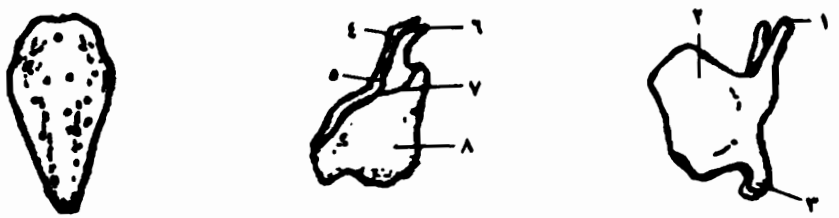
٢- غضاريف الحنجرة laryngeal cartilages

يتكون الهيكل الغضروفي للحنجرة من ثلاثة غضاريف فردية، وثلاثة غضاريف زوجية. والغَضاريف الثلاثة الفردية هي **الغضروف الدرقي** thyroid **والغضروف الحَلَقي** (بفتح اللام نسبة إلى الحلَقة لا إلى الحلْق) cricoid، **ولسان المزمار** epiglottis.

أما الغضاريف الثلاثة الزوجية فهي: **الغضروف الهرمي** arytenoid، **والغضروف المقرن** (أو قُرين الحنجرة) corniculate، **والغضروف الوتدي** cuneiform. (يرجع إلى الأشكال ٣٩، ٤٠، ٤١، ٤٢ لمتابعة الوصف).

(أ) الغضروف الدرقي thyroid cartilage

هو أكبر غضاريف الحنجرة. ويشبه في شكله العام الرقم ٧. وإذا نظرت إليه من أعلى فستكون الناحية المفتوحة إلى الخلف. ويرى رأس الزاوية واضحاً عند الرجال، وهو ما يسمى البروز الحنجري laryngeal prominence (أو تفاحة آدم Adam's apple). أما عند النساء فتكون الزاوية أكثر انفراجاً، ويؤدي ذلك إلى عدم وضوح البروز.



(أ) الغضروف الدرقي

(ب) الغضاريف الحَلَقية والهرمية والمقرنة والوتدية

(جـ) لسان المزمار (منظر أمامي)

١ - القرن العلوي
٢ - الصفيحة الدرقية
٣ - القرن السفلي
٤ - الغضروف الهرمي
٥ - النتوء الصوتي
٦ - الغضروف المقرن
٧ - النتوء العضلي
٨ - الصفيحة الدرقية

شكل (٣٩) غضاريف الحنجرة (منفصلة)

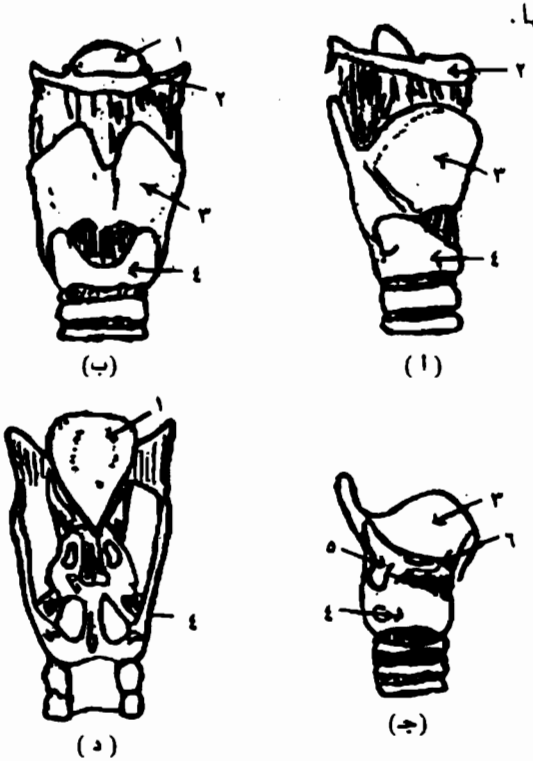
ويتكون البروز الحنجري نتيجة التقاء الجزأين المناظرين لضلعي الرقم (٧). وهما صفيحتان غضروفيتان مربعتا الشكل، تسمى كل منهما الصفيحة الدرقية thyroid laminae. وينتهي الطرف الخلفي لكل من الصفيحتين الدرقيتين بقرنين: أحدهما القرن العلوي superior horn، ويتصل بالعظم اللامي hyoid bone بواسطة بعض الأربطة، على حين يشكل القرن السفلي inferior horn المتجه إلى أسفل مفصلاً مع الغضروف الحلقي الذي هو قاعدة الحنجرة. ويتميز القرن السفلي بأنه أقصر وأقوى من القرن العلوي كما أنه ينحني في اتجاه مركز الحنجرة.

وتقوم الأغشية المخاطية بشد الغضروف الدرقي من أعلى إلى العظم

اللامي، ومن أسفل إلى الغضروف الحلقي. وبهذا تؤثر حركة أي مكون من مكونات الحنجرة على وضع بقية المكونات.

(ب) الغضروف الحَلَقي cricoid cartilage

هو الغضروف الفردي التالي للغضروف الدرقي من حيث الحجم، وإن كان أكبر منه سمكاً وأقوى تكويناً. ويقع أمام الفقرة العنقية السادسة فيما بين الغضروف الدرقي والقصبة الهوائية. ويشبه الغضروف الحلقي في تكوينه العام خاتماً ذا فص عريض من الخلف. ويسمى جداره الخلفي الصفيحة الحلقية cricoid laminae، ويبلغ ارتفاعها حوالي ٢٥مم. أما الجزء المناظر لحلقة الخاتم فيتناقص ارتفاعه من الجانبين حتى يصل من الأمام إلى ٨ مم تقريباً. وتغطي الأغشية المخاطية من الداخل جميع جدران الغضروف الحلقي، وتشكل امتداداً للأغشية المبطنة للبلعوم من أعلى، والقصبة الهوائية من أسفل. ويمتاز الحد السفلي للغضروف الحلقي باتجاهه الأفقي تقريباً، ويعد محيطاً للحنجرة وقاعدة لها.



(أ) منظر جانبي
(ب) منظر أمامي
(جـ) قطاع طولي جانبي
(د) منظر من الخلف
ويظهر في الشكل:
١ - لسان المزمار
٢ - العظم اللامي
٣ - الغضروف الدرقي
٤ - الغضروف الحلقي
٥ - الغضروفان الهرميان
٦ - الوتر الصوتي

شكل (٤٠) مناظر متنوعة للحنجرة

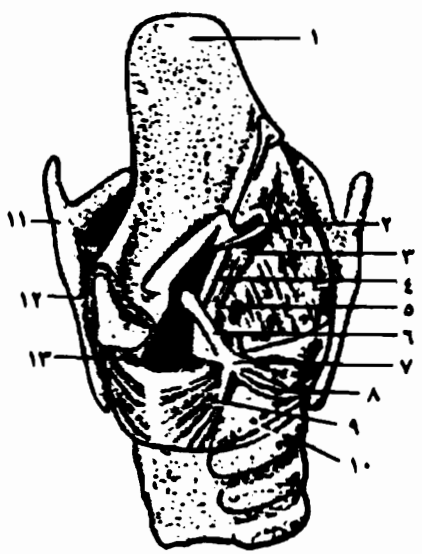
(جـ) الغضروفان الهرميان arytenoid cartilages

هذا الغضروف هو أحد الغضاريف الزوجية في الحنجرة. (وسنورد وصفه التشريحي بصيغة المفرد اقتصاداً في استعمال صيغة التثنية، على أن يكون مفهوماً أن الوصف صادق على الغضروفين معاً، سواء في التشريح أو الوظيفة، إذ هما في الظروف العادية يعملان بصورة متناسقة متزامنة).

يقع الغضروف الهرمي على قمة الصفيحة الحلَقية. ويتخذ شكل هرم ذي ثلاثة أسطح. ويؤدي الجانب السفلي من الغضروف وظيفته بوصفه وجهاً مفصلياً مقعراً، يرتكز على وجه مفصلي أسطواني محدب يواجهه في أعلى الصفيحة الحلقية. أما قاعدة الغضروف الهرمي فتشتمل على نتوأين: أحدهما من الأمام، ويسمى **النتوء الصوتي** vocal process؛ لاتصال الوترين الصوتيين به، والثاني خلفي، ويسمى **النتوء العضلي** musclar process؛ حيث تنغرز فيه ألياف العضلات المحركة.

(د) الغضاريف المقرنة والوتدية corniculate and cuneiform cartilages

يوجد الغضروف المقرن (وهو غضروف زوجي)، والغضروف الوتدي (وهو زوجي أيضاً) عند النهاية العليا للغضروف الهرمي (انظر شكل ٣٩)،



١ - لسان المزمار
٢ - ثنايا مورجاجني
٣ - العضلة الدرقية - الهرمية
٤ - وتر صوتي
٥ - النتوء الصوتي
٦ - غضروف هرمي
٧ - النتوء العضلي
٨ - العضلة الحلقية - الهرمية الجانبية
٩ - العضلة الحلقية - الهرمية الخلفية
١٠- الغضروف الحلقي
١١- الغضروف الدرقي
١٢- جزء من الرباط الذي يغطي السطوح الداخلية للحنجرة
١٣ - المزمار

شكل (٤١) منظر تفصيلي لمكونات الحنجرة (من الخلف)

وهما ينفرزان في غشاء مخاطي يصل إلى غطاء الحنجرة (وهو لسان المزمار)، ثم يمتد ليبطّن المدخل العلوي للحنجرة.

وليس ثمة دليل حاسم على أنهما يشاركان بشكل مباشر في إصدار الكلام، ويعتقد أنهما يقومان بتثبيت الغشاء المخاطي وشده.

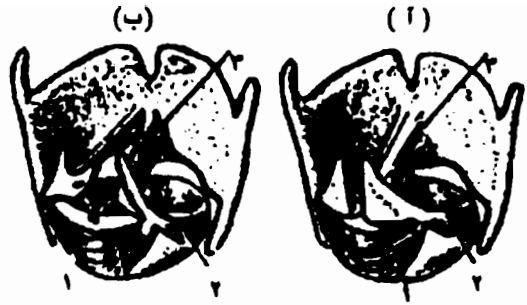
(هـ) لسان المزمار: epiglottis

هذا الغضروف المفرد هو أعلى غضاريف الحنجرة. وهو غضروف مطاط يشبه ورقة الشجرة، ويقع في مقدمة الحنجرة وخلف جذر اللسان مباشرة، مشكّلاً جداراً أماميًا منحرفاً لمدخل الحنجرة vestibule (شكل ٣٩). وللسان المزمار سطحان: أحدهما علوي ويسمى السطح اللساني lingual surface لمواجهته جذر اللسان، والثاني سفلي ويسمى السطح الحنجري laryngeal surface لمواجهته فتحة الحنجرة. وتقوم الأغشية المخاطية بتغطية السطح اللساني، وتمتد كذلك لتغطي جذر اللسان والثنايا اللسانية - المزمارية linguaepiglottic folds. أما السطح الحنجري فيمتاز بشكله الذي يبدو محدباً من أعلى، ثم يميل إلى التقعر كلما هبط إلى أسفل. وجذر لسان المزمار طويل وضيق، ويرتبط من الأمام بالرباط الدرقي - المزماري thyroepiglottic legament، الذي يلتقي مع زاوية الغضروف الدرقي من الداخل، ومع الرباط اللامي - المزماري hyoidepiglottic legament، الذي يربط لسان المزمار بالحد العلوي من جسم العظم اللامي. ويقوم لسان المزمار بتنظيم الحركة بين الهواء والغذاء أثناء البلع، وذلك باندفاعه إلى أسفل تبعاً لحركة جذر اللسان والعظم اللامي ليغلق مدخل الحنجرة.

ويمكن للسان المزمار أن يسهم في تكييف الرنين بما يحدثه من تغيير في حجم تجويف الحنجرة، أما أهميته بالنسبة للتصويت (أو الجهر) فلا تزال موضع نظر.

٣- مفاصل الحنجرة joints of the larynx

تقوم مفاصل الحنجرة بدور أساسي في عملية التصويت. ولذلك كان من الضروري التعرف إلى هذه المفاصل، وتركيبها، وإمكاناتها في تحريك غضاريف الحنجرة.



شكل (٤٢) الغضروفان الهرميان والوتران الصوتيان في حالتي:
(أ) الإغلاق (ب) الفتح

(أ) المفصل الحلقي - الدرقي cricothyroid joint

هما زوجان من المفاصل يسهم في تشكيل كل منهما القرن السفلي للغضروف الدرقي والسطح الخارجي للغضروف الحلقي. ويقع المفصل على وجه التحديد فيما بين السطح الدائري الجانبي الذي يوجد فوق السطح الخارجي للغضروف الحلَقي وبين الوُجيه الموجود في وسط القرن السفلي للغضروف الدرقي.

وباستخدام هذا المفصل يدور الغضروف الحلقي حول محور دوران أفقي مستعرض. وهذا المحور مشترك بين هذا المفصل ونظيره المقابل له من الناحية الأخرى.

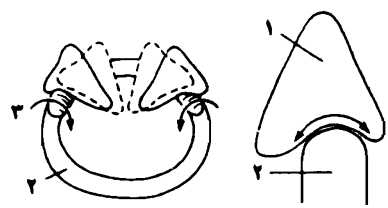
وعند الدوران حول هذا المفصل يرتفع القوس الأمامي للغضروف الحلقي في اتجاه الغضروف الدرقي. وهنا تميل الصفيحة الحلَقية إلى الخلف بطريقة تشبه حركة مسند الكرسي عند الاستناد عليه وتحريكه إلى الخلف مع الارتكاز على رجلَي الكرسي الخلفيتين. ومن الطبيعي أن يترتب على مثل هذه الحركة تطويل الوترين الصوتيين وزيادة توترهما؛ نظراً لأنهما يمتدان ما بين زاوية الغضروف الدرقي، والغضروفين الهرميين اللذين يقعان على الصفيحة الحلقَية، ولما يترتب على هذه الحركة من زيادة المسافة ما بين زاوية الغضروف الحلقي والنتوأين الصوتيين.

أما حين يهبط القوس الأمامي للغضروف الحلقي ويتحرك بعيداً عن الغضروف الدرقي، فإن الصفيحة الحلَقية تعود إلى وضعها الأصلي بتحركها إلى

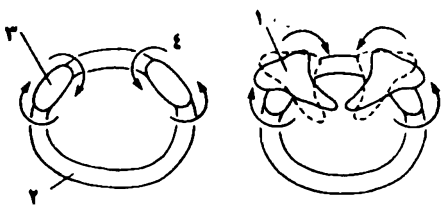
الأمام، وبذلك تقصر المسافة ما بين النتوأين الصوتيين وزاوية الفضروف الدرقي. ويترتب على ذلك تقصير الوترين الصوتيين وارتخاؤهما.

(ب) المفصل الحلقي - الهرمي cricoarytenoid joint

يتكون المفصل الحلقي - الهرمي، كما سبق أن ذكرنا، بواسطة الوجه المفصلي المحدب للجانب السفلي من الفضروف الهرمي، والوجه الأسطواني المقعر المقابل له على قمة الصفيحة الحلَقية. ويختلف محور الدوران في هذا المفصل عن محور الدوران الأفقي المستعرض في المفصل الحلقي - الدرقي، حيث يتخذ مساراً منحرفاً؛ أي أنه بحكم دوران الوجه المفصلي الهرمي حول الوجه الأسطواني الحلقي سيتحرك حركة صاعدة متقدمة (أي من أسفل إلى أعلى مع التقدم إلى الأمام) أو عكس هذه الحركة (أي حركة هابطة متراجعة) (انظر الشكلين ٤٣، ٤٤).



(٤٣) - النمط الأول من حركة المفصل الحلقي - الهرمي



(٤٤) - النمط الثاني من حركة المفصل الحلقي - الهرمي

١ - الفضروف الهرمي
٢ - الفضروف الخلفي
٣ - منظر من أعلى
٤ - منظر جانبي

وبالإضافة إلى هذين المفصلين توجد مجموعة من الأربطة التي تشارك في تحديد وضع الفضروف الهرمي وكيفيات تحريكه؛ فهناك رباط غشائي يغلف المفصل الحلَقي - الهرمي، كما أن الفضروف الهرمي مربوط بالفضروف الحلَقي برباط غشائي قوي يسمى **الرباط الخلفي** posterior legament، وفي داخل الغشاء المخاطي المبطن للحنجرة يوجد غشاء ذو نسيج ضام قوي يسمى

القمع المطاط conus elastic، ويمتد من الغضروف الحلَقي إلى أعلى ليربط الغضروف الحلقي بالغضروف الدرقي. ويسمى الجزء العلوي السميك من القمع المطاط والممتد إلى داخل تجويف الحنجرة **الرباط الصوتي** vocal iegament، ويقع على حافتي الوترين الصوتيين فيما بين النتوء الصوتي والزاوية الدرقية، ويمكن رؤيته ورؤية تجويف المزمار باستخدام مرآة الحنجرة (انظر فيما بعد الأشكال ٥٤، ٥٥، ٥٦).

وتبعاً لهذا النظام من الأربطة يصبح الغضروف الهرمي معلقاً من الأمام بالرباط الصوتي، ومن الخلف بالرباط الحلَقي، ومثبتاً من أسفل بواسطة الوجه المفصلي الواقع فوق الغضروف الحلقي.

ويتخذ محور الحركة في هذا المفصل الشكلين الآتيين:

الأول : حركة دورانية rotation movement

والثاني: حركة انتقالية (أو انزلاقية) transition movement

وعندما تتخذ حركة الغضروف الهرمي شكل الحركة الدورانية، (والكلام صادق على الغضروفين الهرميين معاً؛ لأنهما يتحركان حركة واحدة متزامنة كما ذكرنا) حينئذ يرتفع النتوء الصوتي، ويدور إلى الجانب، أي بعيداً عن خط وسط الحنجرة أو - إذا عكسنا الحركة - يهبط النتوء الصوتي متجهاً في الوقت نفسه إلى الداخل نحو خط الوسط في تجويف الحنجرة (يتابع الشرح على الشكل ٤٣). وهكذا تتم الحركة الدورانية حول المحور.

أما الحركة الانتقالية فتتم بإزاحة الغضروف على طول المحور، وحينئذ إما أن يتحرك الغضروف حركة منحرفة تبدأ من الخلف إلى الأمام (أي صاعدة متقدمة)، وإما أن تبدأ الحركة المنحرفة من الأمام إلى الخلف (أي هابطة متراجعة)، (يتابع الشرح على الشكل ٤٤).

ويؤدي قيام الغضروفين الهرميين بهذه الحركات إلى تغيير أوضاع الوترين الصوتيين، فبإمكانهما أن يتحركا متباعدين إلى جانبي تجويف الحنجرة، أو أن يتحركا في اتجاه خط الوسط. كما أن في إمكانهما أيضاً أن يتحركا إلى الأمام وإلى الخلف.

٤- عضلات الحنجرة muscles of the larynx

تنقسم العضلات التي تتحكم في أداء الحنجرة لوظائفها إلى مجموعتين:

الأولى: مجموعة العضلات الداخلية intrinsic muscles، وهي العضلات التي تتحكم في العلاقات المتبادلة بين غضاريف الحنجرة نفسها. وتسمى أيضاً **العضلات الحنجرية الخالصة** proper laryngeal muscles.

والثانية: مجموعة العضلات الخارجية extrinsic muscles، وهي العضلات التي تربط الحنجرة بأجزاء الهيكل العظمي الأخرى. ويؤدي عمل هذه العضلات إلى تغيير وضع الحنجرة في الرقبة، وإن كان في إمكانها أن تؤدي بشكل غير مباشر إلى التأثير على مدى توتر الوترين الصوتيين.

ويلاحظ أن جميع عضلات الحنجرة زوجية باستثناء **العضلة الهرمية المستعرضة** transverse arytenoid muscle.

أولاً: عضلات الحنجرة الداخلية

يمكن تصنيف العضلات الداخلية (أو الخالصة) بحسب نوعية تحكمها في تجويف الحنجرة بالإغلاق أو الفتح إلى الأنواع الآتية:

١ - العضلات المبْعدة.
٢ - العضلات المقرِّبة.
٣ - العضلات الموترة للوترين الصوتيين.
٤ - العضلات المتحكمة في مدخل الحنجرة.

وسنعالج هذه المجموعات من العضلات على الترتيب (يرجع مع الشرح إلى الأشكال ٤٥، ٤٦، ٤٧، ٤٨).

١ - العضلات المبعدة abductor muscles

تعمل العضلات المبعدة على فتح تجويف الحنجرة. ولا يوجد من هذا النوع في الحنجرة إلا عضلة زوجية واحدة هي **العضلة الحلقية - الهرمية الخلفية** posterior cricoarytenoid muscle. وتبدأ هذه العضلة بتركيب مسطح على شكل مثلث فوق السطح الخلفي من الفضروف الحلَقي، ثم تسِّير في اتجاهين: اتجاه صاعد واتجاه جانبي نحو النتوء العضلي لكل من الفضروفين

الهرميين. وتقوم هذه العضلة بإدارة الغضروف الهرمي إلى الخارج. وبذلك تسحب النتوء العضلي إلى الخلف والنتوء الصوتي إلى الجنب، فيتسع المجال الواقع بين الوترين الصوتيين، وهو ما يسمى المزمار glottis.

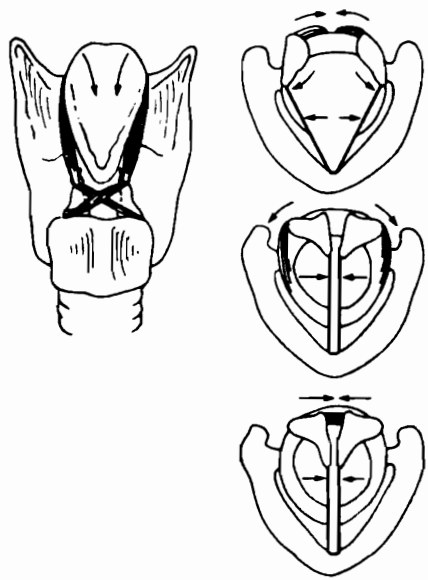
٢ - العضلات المقربة adductor muscles

يشمل هذا النوع جميع عضلات الحنجرة الأخرى. ولهذا الأمر ارتباط - بطبيعة الحال - بوظيفة الحنجرة الأساسية، بوصفها صماماً يعمل لحراسة القصبة الهوائية والرئتين.

والعضلات المقربة هي:

(أ) العضلة الهرمية المستعرضة transverse arytenoid muscle

وهي عضلة فردية سميكة على شكل مستطيل، تغطي عمق السطح الخلفي كله للغضروفين الهرميين. وتبدأ ألياف هذه العضلة من النتوء العضلي والطرف الجانبي للغضروف الهرمي، ثم تسير حتى تنتهي عند الطرف الجانبي للغضروف الهرمي المقابل. وتقوم هذه العضلة بسحب الغضروفين الهرميين في اتجاه الوسط بحركة انزلاقية بدون دوران؛ لتقرب كلا من الوترين الصوتيين إلى الآخر. ومن المحتمل أن تكون بداية عملية التصويت مرتبطة بتنشيط هذه العضلة.



شكل (٤٥) رسم تخطيطي لعضلات الحنجرة

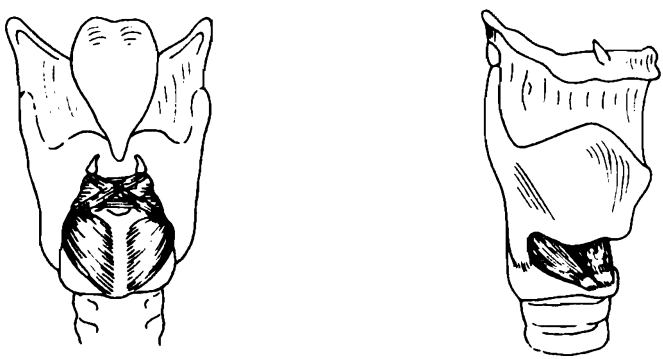
وتشير الأسهم إلى اتجاهات القوة التي تمارسها العضلات.

(ب) العضلة الهرمية المنحرفة oblique arytenoid muscle

وهي عضلة زوجية تقع من الخارج فوق العضلة الهرمية المستعرضة، ويتخذ ذراعاها شكل حرف (×). ويبدأ كل ذراع من ذراعيها عند السطح الخلفي السفلى لأحد الغضروفين الهرميين، ثم تصعد أليافه عبر خط المنتصف إلى أن تتفرز في قمة الغضروف الهرمي الآخر. وتغلق العضلة الوترين الصوتيين، كما تعمل بوصفها عضلة مضيقة ضعيفة للفتحة العليا من الحنجرة.

(جـ) العضلة الحلقية - الهرمية الجانبية: lateral cricoarytenoid muscle

وهي عضلة زوجية صغيرة على شكل مستطيل في الجدار الجانبي للحنجرة، وهي أعمق من الغضروف الدرقي، ويستقر سطحها العميق على القمع المطاط. وتبدأ أليافها منه وتستمر حتى تتفرز في الجزء الأمامي من النتوء العضلي للغضروف الهرمي المجاور لها. وتقوم هذه العضلة بالضغط على النتوء الصوتي، وتحركه في اتجاه الوسط لتغلق تجويف الحنجرة.



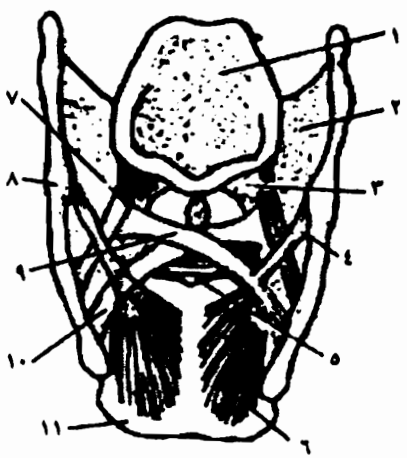
منظر جانبي　　منظر خلفي

شكل (٤٦)

(د) العضلة الدرقية - الهرمية thyroid arytenoid muscle

وهما عضلتان زوجيتان، تمتد إحداهما في موازاة أحد الوترين الصوتيين، وتمتد العضلة المناظرة على الجانب الآخر في موازاة الوتر الصوتي الآخر. وتبدأ العضلة من السطح الخلفي للغضروف الدرقي، وتتخلل أليافها الجانبية الطرف الجانبي للغضروف الحلَقي والنتوء الصوتي.

ويمكن تقسيم هذه العضلة إلى جزأين: أولهما الجزء الجانبي؛ ويؤدي بالاشتراك مع العضلة الحلقية - الهرمية الجانبية إلى إغلاق فتحة المزمار بتحريك النتوء الصوتي إلى أسفل، ثم في اتجاه الوسط. وثانيهما الجزء الأوسط؛ وهو الذي يسمى كذلك **العضلة الصوتية** vocal muscle، وتشكل هذه جزءاً من الوترين الصوتيين. ولا تأثير لهذا الجزء في عملية إغلاق المزمار، وإنما تقتصر وظيفته على التحكم في مدى توتر الوترين الصوتيين. وسنخصص الفقرة التالية - إن شاء الله - لمعالجة أكثر تفصيلاً لوصف العضلة الصوتية.



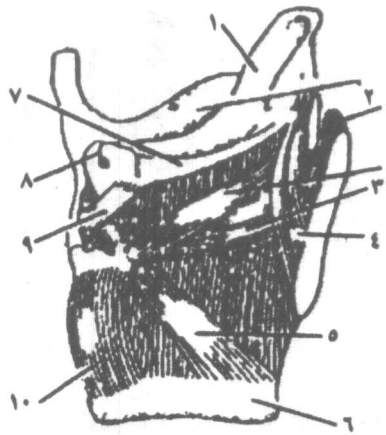
١ - لسان المزمار
٢ - الغشاء اللامي - الدرقي
٣ - العضلة الهرمية - المزمارية
٤ - العضلة الدرقية - الهرمية
٥ - العضلة الهرمية المستعرضة
٦ - العضلة الحلقية الهرمية الخلفية
٧ - العضلة الدرقية المزمارية
٨ - القرن الدرقي العلوي
٩ - العضلتان الهرميتان المنحرفتان
١٠- العضلة الحلقية - الهرمية الجانبية

شكل (٤٧) عضلات الحنجرة الداخلية (من الخلف)

٣ - العضلات الموتِّرة للوترين الصوتيين

الوتران الصوتيان هما **ثَنيَّتان** two folds، تتكونان من الرباط الذي يغطي الجدار الداخلي للحنجرة والعضلة الدرقية من الأمام إلى الغضروف الهرمي في الخلف، ويسمى المجال الواقع بينهما **المزمار** glottis؛ حيث ينشأ عن اعتراض الوترين الصوتيين لهواء الزفير في هذه المنطقة بطرق مختلفة إنتاج أنواع مختلفة من الأصوات.

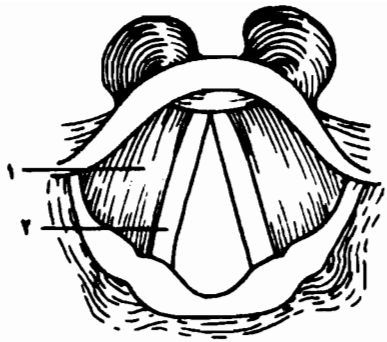
١ - لسان المزمار
٢ - الغضروف الدرقي
٣ - العضلة الدرقية - الهرمية
٤ - العضلة الدرقية - المزمارية
٥ - العضلة الحلقية - الهرمية
٦ - الغضروف الحلقي
٧ - العضلة الهرمية - المزمارية
٨ - الغضروفان الهرميان
٩ - العضلة الهرمية المنحرفة
١٠- العضلة الحلقية - الهرمية الخلفية



شكل (٤٨) عضلات الحنجرة الداخلية (على جوانب الحنجرة)

ويعلو هاتين الثيتين ثنيتان أخريان، تمتدان أيضاً فيما بين الزاوية الدرقية والغضروف الهرمي. وهما **الثنيتان البُطينيتان** ventricular folds، وهما تبدءان من أكثر مناطق الزاوية الدرقية بروزا (تفاحة آدم). ويبدو أن هاتين الثيتين لا تقومان بأي دور أثناء الكلام العادي، وإن كانتا تسهمان مع الوترين الصوتيين في إغلاق تجويف الحنجرة إذا اقتضت ذلك ضرورة بيولوجية. ومن ثم يميز العلماء بين هاتين الثيتين والوترين الصوتيين فيطلقون على الثيتين البُطينتين مصطلح **الوترين الصوتيين الكاذبين** false vocal cords، وعلى المجال الواقع بينهما **المزمار الكاذب** false glottis، وذلك تمييزاً لهما من **الوترين الصوتيين الصادقين** true vocal cords، **والمزمار الصادق** true glottis. ويوضح (الشكل ٤٩) العلاقة بين الوترين الصوتيين الصادقين والكاذبين.

وتشكل العضلة الصوتية (التي هي الجزء الأوسط من العضلة الدرقية - الهرمية) جزءا من الوترين الصوتيين الصادقين. [ملاحظة: لن نحتاج فيما بعد إلى إضافة هذا الوصف، فحيثما يذكر الوتران الصوتيان بدون قيد فاعلم أن المراد بهما هو الوتران الصادقان]. وتساعد هذه العضلة على تنظيم توتر الوترين الصوتيين؛ لأنها كما ذكرنا تمتد ما بين الزاوية الدرقية والنتوء الصوتي.



١ - الوتران الكاذبان
٢ - الوتران الصادقان

شكل (٤٩) رسم يبين العلاقة بين الوترين الصادقين والوترين الكاذبين

ويبلغ طول الجزء الفشائي الأمامي من الوترين الصوتيين حوالي ١٥,٥ مم عند الرجال، و ١١,٥مم عند النساء. أما الجزء الغضروفي (أي الواقع ما بين النتوء الصوتي والغضروف الحلقي) فيبلغ طوله حوالي ٧,٥مم عند الرجال، و ٥,٥ مم عند النساء؛ أي أن متوسط الطول الكلي لمنطقة المزمار يبلغ ٢٣مم عند الرجال، و ١٧ مم عند النساء.

(و) العضلة الحلقية - الدرقية cricothyroid muscle

هذه العضلة الزوجية هي عضلة عريضة تقع على الحنجرة من الخارج، ويبدأ الجزء الأمامي منها على طول الحد السفلي والسطح الخارجي للقوس الحلَقي، ثم يصعد عمودياً تقريباً إلى الصفيحتين الدرقيتين. أما الجزء الخلفي فيبدأ من المكان نفسه، ولكنه يمضي إلى أعلى وإلى أسفل حتى القرن السفلي للغضروف الدرقي.

ويعمل الجزء الأمامي من العضلة على تقريب الغضروف الحلقي من الغضروف الدرقي، على حين يعمل الجزء الخلفي على دفع الغضروف الدرقي إلى الأمام فيؤدي إلى إطالة الوترين الصوتيين وزيادة توترهما.

٤ - العضلات المتحكمة في مدخل الحنجرة

تشمل هذه الطائفة من العضلات ما يسمى **العضلات المزمارية** epiglottic muscles. وهما عضلتان مهمتان تتحكمان في مدخل الحنجرة وتكيفان اتساعه: إحداهما تسمى **العضلة الهرمية - المزمارية** aryepiglottic muscle ، وتسمى الأخرى **العضلة الدرقية - المزمارية** thyroepiglottic muscle.

وتتميز العضلة الهرمية - المزمارية بكونها عضلة زوجية، كما أن أليافها امتداد لبعض ألياف العضلة الهرمية المنحرفة. وتواصل هذه الألياف مسارها إلى أعلى لتتخلل الثنايا الغشائية للسان المزمار، وتنفرز من الخارج في الحرف الجانبي للسان المزمار. وتعمل هذه العضلة مع العضلة الهرمية المنحرفة على ضم الثنايا المزمارية بعضها إلى بعض، وعلى تقريب الفضروفين الهرميين من لسان المزمار.

أما العضلة الدرقية - المزمارية فهي عضلة زوجية رقيقة تقع فوق العضلة الدرقية - الهرمية مباشرة. وتبدأ أليافها من السطح الداخلي للغضروف الدرقي بجوار الزاوية الدرقية، ثم تمتد أليافها إلى أعلى وإلى الخلف نحو الثنايا الهرمية - المزمارية وهامش لسان المزمار. ويمكن لهذه العضلة أن تضغط على لسان المزمار وتوسع باب الحنجرة من أعلى.

ثانياً، عضلات الحنجرة الخارجية

يطلق مصطلح عضلات الحنجرة الخارجية extrinsic laryngeal muscles - كما ذكرنا - على مجموعة العضلات التي تربط الحنجرة بالأجزاء الأخرى من الهيكل العظمي. ويمكن لهذه العضلات أن تغير من موضع الحنجرة في الرقبة، كما يمكن أن يؤدي تنشيطها إلى التأثير على مدى توتر الوترين الصوتيين.

ونظراً لارتباط هذه المجموعة من العضلات تشريحياً ووظيفياً بالعظم اللامي hyoid bone يحسن أن نقدم لمعالجتها بوصف مختصر له.

يقع العظم اللامي (انظر الشكل ٥٠) فوق الحنجرة مباشرة. وهو عظمة وحيدة تتلخص وظيفتها الأساسية في كونها دعامة للسان، وإن كانت تُعَدّ جزءا من الإطار العظمي للحنجرة، إذ إنها - في واقع الأمر - معلقة بهذا العظم، كما أن كثيراً من عضلاتها على اتصال به.

وليس للعظم اللامي أي اتصال مباشر بأي عظمة أخرى، فهو يقف وحيداً في هذه المنطقة، وتقوم بتدعيمه مجموعة من الأربطة والعضلات تصله من أعلى إلى عظام الجمجمة ومن أسفل إلى غضاريف الحنجرة.

١ - القرن الأكبر
٢ - القرن الأصغر
٣ - جسم العظم

شكل (٥٠) العظم اللامي (أ) منظر امامي. (ب) منظر جانبي

والعظم اللامي هو شكل أسطواني على هيئة حدوة الحصان أو الحرف U، يتخذ وضعاً أفقياً يتجه فيه ذراعاه إلى الخلف. ويسمى الجزء الأمامي الجسم body. أما الذراعان المتجهان إلى الخلف فيسمى كل منهما القرن الأكبر greater horn. ويشتمل القرنان الأكبران في نهاية كل منهما على دُرينة متصلة بالرباط الدرقي الجانبي، ويعمل هذا الرباط على تثبيت المفصل الذي يصل القرنين الأكبرين بالقرنين العلويين للغضروف الدرقي.

وعند اتصال جسم العظم اللامي بالقرنين الأكبرين يبرز على الجانبين نتوءان قُمميان صغيران يسميان القرنين الأصغرين lesser horns، ومن هذين القرنين وبواسطة الرباط الإبري - اللامي stylohyiod legament، يرتبط العظم اللامي بالعظم الصدغي temporal bone في الجمجمة.

ويقوم العظم اللامي بعدة وظائف: فهو يقوم - أولاً - بوظيفة غذائية؛ وذلك باشتراكه في توصيل الغذاء إلى الجهاز الهضمي والمساعدة على إتمام عملية البلع. وهو يقوم - ثانياً - بوظيفة الدعامة التي تتدلى منها الحنجرة. ويقوم - ثالثاً - بوظيفة تنفسية بمشاركته في إغلاق مدخل الحنجرة أثناء مرور الطعام إلى المرئ.

والآن - وبعد هذا التعريف بالعظم اللامي - يمكننا أن نتناول العضلات الخارجية للحنجرة فنقسمها إلى مجموعتين: الأولى هي مجموعة العضلات الواقعة تحت العظم اللامي infrahyoidal muscles وتسمى أيضاً العضلات الخافضة depressor muscles، والثانية: مجموعة العضلات الواقعة فوق العظم اللامي suprahyoidal muscles وتسمى العضلات الرافعة levator muscles (انظر الشكلين ٥١، ٥٢).

١ - العضلات الخافضة depressor muscles

تقوم العضلات الخافضة بالضغط على الحنجرة وخفضها إلى أسفل وهي:

العضلة القصّية اللامية sternohyoid muscle

وهي عضلة زوجية مسطحة تقع في عمق مقدمة الرقبة، وتبدأ من قبضة القص ثم تصعد لتتفرز في الحد السفلي للعظم اللامي. ومهمتها خفض العظم

اللامي ومقاومة العضلات الرافعة عند الضرورة. وتقوم أثناء التصويت بتثبيت الحنجرة، بل إنها أحياناً تخفضها إلى أسفل، فيؤدي ذلك إلى توسيع تجويف البلعوم توسيعاً يؤثر على الرنين.

٢ - العضلات الرافعة levator muscles

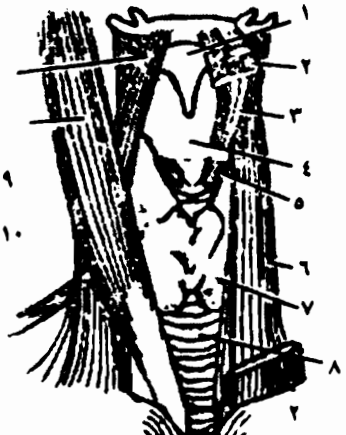
تقوم العضلات الرافعة levator muscles إما برفع الحنجرة والعظم اللامي، وإما برفع الحنجرة فقط إلى العظم اللامي مع تثبيته. ويؤدي تنشيط هذه العضلات إلى إنقاص طول البلعوم الحنجري وحجمه إنقاصاً يؤثر على الرنين.

وهذه هي أهم العضلات الرافعة:

(أ) العضلة ذات البطينين digastricus muscle

هي عضلة زوجية ذات بطينين (أي جزأين بارزين). ويبدأ البطين الأول من قاعدة الجمجمة خلف الأذن. وبالتحديد من **النتوء الحَلَمي - الصدغي** - mastoid temporal process، ثم تمضي إلى أسفل، ثم إلى الأمام حتى تصل إلى حبل ليفي أو وتر في وسط قاع الفم متصل بجسم العظم اللامي. أما البطين الثاني فيهبط من السطح الداخلي للفك السفلي إلى ذلك الوتر الوسيط وجسم العظم اللامي.

وتقوم العضلة بسحب العظم اللامي إلى أعلى وإلى الخلف. وعند تثبيت الفك السفلي تقوم العضلة بشد العظم اللامي في اتجاه متقدم صاعد.



١ - الغشاء الدرقي - اللامي
٢ - العضلة القصيّة - اللامية
٣ - العضلة الدرقية - اللامية
٤ - الغضروف الدرقي
٥ - العضلة الحلقية - الدرقية
٦ - العضلة القصية - الدرقية
٧ - الغدة الدرقية
٨ - القصبة الهوائية
٩ - العضلة اللوحية اللامية
١٠- العضلة القصية - الإبرية

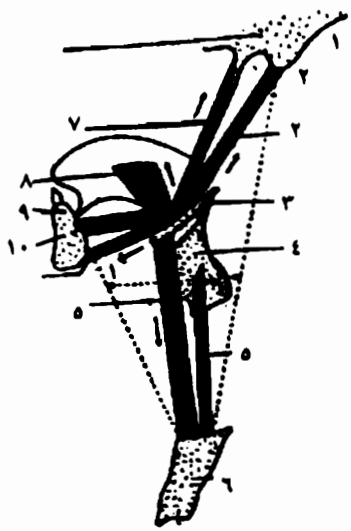
شكل (٥١) العضلات الخارجية للحنجرة (منظر لمقدم الرقبة)

(ب) العضلة الذقنية - اللامية genihyoid muscle

تتجه هذه العضلة الزوجية من العظم اللامي إلى الأمام. وتقوم عند تثبيت الفك السفلي برفع العظم اللامي واللسان، كما يمكنها أن تضغط من أسفل على الفك السفلي.

(جـ) العضلة الإبرية - اللامية stylohyoid muscle

هي عضلة زوجية أسطوانية الشكل، تمتد على طول الحد العلوي للبطين الخلفي من العضلة ذات البطينين، أي أنها تسير بموازاة هذا البطين. وتبدأ العضلة من النتوء الإبري لعظمة الصدغ في الجمجمة، ثم تسير في اتجاه هابط متقدم حتى تصل إلى القرن الأكبر من العظم اللامي. ومن ثم يمكنها رفع العظم اللامي (ومعه الحنجرة).



١ - قاعدة الجمجمة
٢ - العضلة ذات البطينين
٣ - العظم اللامي
٤ - الحنجرة
٥ - العضلة القصيّة - اللامية
٦ - القص
٧ - العضلة الإبرية - اللامية
٨ - العضلة اللامية - اللسانية
٩ - الفك السفلي
١٠- العضلة الذقنية - اللامية

شكل (٥٢) رسم تخطيطي لعضلات الحنجرة الخارجية

(د) العضلة اللامية - اللسانية hyoglossus

وتبدأ من مرفق الفك السفلي، وتنغرز أليافها في جسم العظم اللامي والقرنين الأكبرين، ثم تمضي صاعدة في خط مستقيم تقريباً؛ لتنغرز في المناطق السفلى والجانبية من اللسان.

وهكذا يمكن تحريك الحنجرة إلى أعلى بواسطة العضلات الرافعة، وإلى

أسفل بواسطة العضلات الخافضة، أو أن تتعاون المجموعتان على تثبيت وضع الحنجرة، كما يمكن أيضاً تحريك الحنجرة إلى الأمام وإلى الخلف بواسطة تنشيط العضلات الخافضة وبعض العضلات الرافعة.

٥ - الأوضاع الأساسية للوترين الصوتيين

يمكن أن نستنتج مما سبق أن الوترين الصوتيين يتمتعان بقدرة كبيرة على إحداث أنماط متنوعة ودقيقة من التدخل والاعتراض لمجرى الهواء؛ وذلك بفضل تكوينهما الغشائي والعضلي، ونظام الحركة المفصلي، ومجموعة العضلات الحنجرية الخالصة، والخارجية أحياناً. وهذه هي أهم ما يتخذه الوتران الصوتيان من أوضاع: (انظر الشكلين ٥٣، ٥٤).

(أ) وضع الراحة resting position

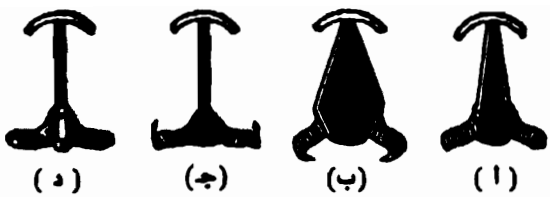
يكون المزمار في وضع الراحة على هيئة شق طولي مثلث الشكل، يحده من كلا جانبيه الرباط الصوتي والغضروف الهرمي، ومن الخلف العضلة الهرمية. ولا يختلف وضع التنفس العادي كثيراً عن وضع الراحة، ففيهما تكون العضلات في حالة استرخاء بوجه عام، وإن تميزت فتحة المزمار في حالة الشهيق بأنها أوسع نسبياً منها في حالة الزفير.

(ب) وضع الإغلاق المحكم

يتم في هذا الوضع اعتراض مجرى الهواء وإغلاق الوترين الصوتيين إغلاقاً محكماً في طريقه. ويتحقق ذلك نتيجة تقلص العضلة الهرمية - الحلقية وجذبها الغضروف الهرمي إلى الخلف، مع تنشيط العضلات الهرمية المقربة. ويتخذ الوتران الصوتيان هذا الوضع عند النطق بهمزة القطع العربية، ولذا تسمى **الوقفة الحنجرية** glottal stop.

(جـ) وضع الوشوشة whispering

يتميز الصوت الصادر عن جهاز النطق في حال الوشوشة بانعدام الاهتزاز المنتظم للوترين الصوتيين، بل إن بعض أصوات الوشوشة يمكن أن تصدر دون أي مشاركة من جانب الوترين الصوتيين؛ حيث يتولى تجويف البلعوم وتجويف الفم مهمة اعتراض الهواء لإنتاج الصوت.



(أ) التنفس العادي
(ب) التنفس العميق
(جـ) الوشوشة
(د) الجهـر

(د) (جـ) (ب) (أ)

شكل (٥٣) بعض أوضاع الوترين الصوتيين.

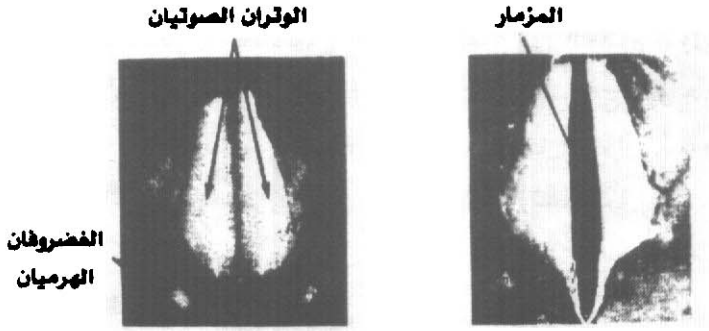
ويمكن أن تصنف الوشوشة إلى نوعين:

أولهما: **الوشوشة العادية**. وفي هذا الوضع يتم تضييق تجويف المزمار بدرجات متفاوتة؛ حيث يتقارب الجزء الأمامي الغشائي من الوترين الصوتيين وبشكل ثلثي طولهما، ويتباعد الجزء الخلفي الغضروفي، مشكلاً الثلث الباقي. ويتحقق صوت الهاء في العربية نتيجة لمثل هذا الوضع، حين يعبر الهواء مجال المزمار وقد تقارب الوتران الصوتيان، واتخذ المزمار شكلاً مثلثاً يطلق عليه مثلث الوشوشة.

وثانيهما: **الوشوشة الشديدة**، أو ما يسمى **الوشوشة المسرحية** stage whisper. وفيه يغلق الجزء الأمامي (الغشائي) إغلاقاً محكماً، على حين يبقى الجزء الغضروفي مفتوحاً. كما يستخدم في مثل هذا النوع من الكلام دفعة هواء أكبر من المعتاد، مع بقاء الضغط فيما تحت الحنجرة أقل منه في حالة المحادثة العادية التي تشتمل على الجهر.

(٤) وضع التصويت phonation; voicing

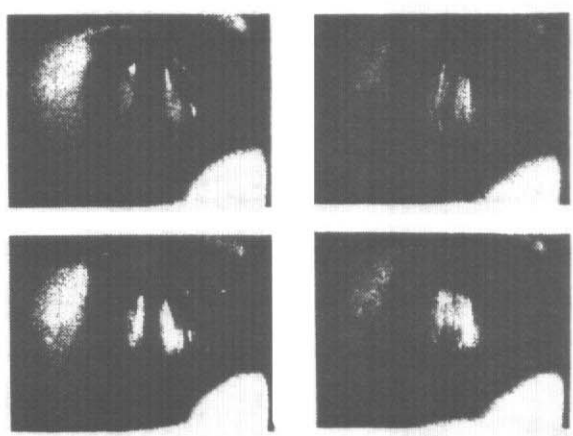
لإنتاج نغمة الجهر يلتقي الوتران الصوتيان بكامل طولهما التقاء تاماً، ولكن من غير توتر. ويتم التقاؤها على خط الوسط في تجويف الحنجرة قبل البدء في التصويت. وبهذه الطريقة يعترضان هواء الزفير، ولكنهما لا يمنعان تيار الهواء الصاعد، ولا يحول التقاؤها هذا بينهما وبين الاستجابة بالاهتزاز نظراً لعدم تصلبهما. ويترتب على هذا أن يتبادل الوتران الصوتيان فتح المزمار وإغلاقه لفترات قصيرة جداً. (انظر الشكلين ٥٥، ٥٦). وتعتمد استجابة الوترين الصوتيين بالاهتزاز على عوامل منها: ضغط الهواء، ومرونتهما، وانتظام هامشيهما بدرجة كافية حتى يكونا متوازيين توازياً دقيقاً عند تقاربهما.



شكل (٥٤)

وقد لوحظ أنه عند إغلاق الوترين الصوتيين للمزمار أثناء الجهر يكون هامشاهما حادين، وسطحهما العلوي مستوياً، كما يتقوس سطحهما السفلي. ويعتقد أن هذه التغيرات الطارئة عليها أثناء التصويت تجعل انفتاحهما أمام ضغط الهواء أكثر يسراً.

وعندما يهتز الوتران الصوتيان فإنهما لا يهتزان على هيئة رباطين متصلبين، ولكن انفتاحهما قد يبدأ من الخلف ثم يتقدم إلى الأمام، أو يبدأ من الأمام ليتراجع إلى الخلف في حركة تشبه حركة الموجة. وإن كانت بعض الأدلة التجريبية ترجح أن الاهتزاز في الأحوال العادية يبدأ من الخلف ثم يتقدم إلى الأمام.

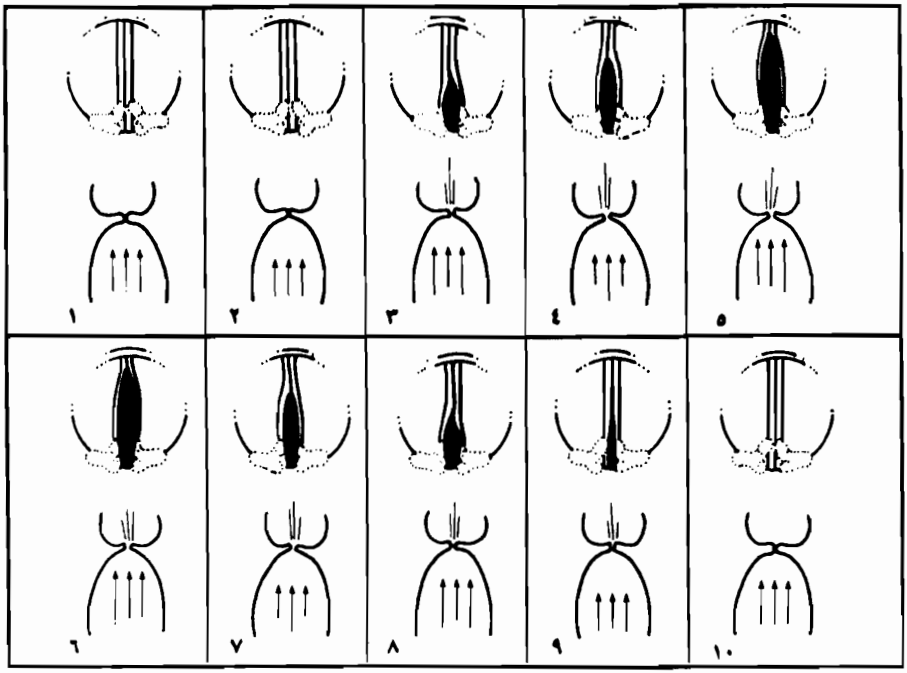


شكل (٥٥) صور فوتوغرافية ملتقطة للوترين الصوتيين تبين تغير وضعهما من التنفس إلى الجهر

ويهتز الوتران الصوتيان اهتزازاً أفقيّاً في المقام الأول، وتصل أقصى الإزاحة الأفقية إلى حوالي ٤مم، على حين تتراوح الإزاحة الرأسية بين ٠,٢مم ٠,٥مم. وتسمى المدة التي يستغرقها الوتران الصوتيان في الفتح والإغلاق الدورة الاهتزازية vibratory cycle. وتستغرق هذه الدورة بالنسبة لصوت الذكر حوالي $\frac{١}{١٢٠}$ من الثانية، وحوالي نصف هذه المدة بالنسبة للأنثى (انظر الشكل ٥٦).

أما عن دور عضلات الحنجرة في عملية التصويت، فإن العضلات الخارجية والداخلية تنشط لإحداث الجهر، فتقوم العضلات الخارجية بضبط الهيكل الخارجي للحنجرة، على حين تتولى العضلات الداخلية القيام بالتأثير على شكل المزمار، وتحديد مدى توتر الوترين الصوتيين.

وتبدأ العضلة الهرمية أولاً في العمل لكي يتقارب الغضروفان الهرميان، كما تتولى العضلتان الحلَقيتان - الهرميتان الجانبيتان المساعدة في إغلاق الوترين الصوتيين لكي يغلقا المزمار. وحين يحدث التوازن بين تقلصات العضلتين الحلَقيتين - الدرقيتين، والعضلتين الدرقيتين - الهرميتين (وهي العضلات التي تتحكم في طول الوترين الصوتيين)، حينئذ تتحقق المرونة للوترين الصوتيين، ويستجيبان بالفتح والإغلاق المتتابعين لهواء الزفير. أما تنظيم عملية التقارب بين الوترين الصوتيين فتقوم بها العضلتان الحلَقيتان - الهرميتان الجانبيتان، وكذلك الجزءان الواقعان على جانبي تجويف الحنجرة من العضلتين الدرقيتين - الهرميتين. وبذلك تقوم العضلة الصوتية والعضلة الدرقية - الهرمية بدور حاسم في تحديد شكل الوترين الصوتيين ومدى توترهما، على حين تتدخل العضلة الحلَقية - الدرقية لضبط المبالغة في زيادة التوتر، وإطالة الوترين الصوتيين لإصدار النغمات العالية.



شكل (٥٦) رسم تخطيطي لدورة حنجرية كاملة مقسمة إلى عشرة اجزاء زمنية متساوية.

وقد أمكن التوصل إلى هذه النتائج وغيرها باستخدام الراسم العضلي electro - myograph، الذي يسجل كمية النشاط الكامن في العضلات إبان تقلصها واسترخائها. ووجد باستخدام هذا الجهاز أن التنفس يصحبه نشاط كهربي ضعيف في عضلات الحنجرة، وأن النشاط يتزايد مع بداية التصويت. وتسجل العضلات الخافضة ارتفاعاً واضحاً في نشاطها مع التردد المنخفض، أما مع الترددات العالية فيرتفع نشاط العضلات الخافضة والرافعة جميعاً، وقد يفسر هذا بقيام النوعين بمهمة تثبيت الحنجرة في موضعها من الرقبة. ومن النتائج التي أثبتتها تجارب الجهاز الراسم لنشاط عضلات الحنجرة أن تزايد شدة النغمة لا يصحبه زيادة مقابلة في نشاط العضلات الداخلية، وذلك على عكس الزيادة في التردد، فحينئذ يسجل الجهاز تزايداً في نشاط العضلات المنظمة لتوتر الوترين الصوتيين.

٦ - نظريات في تفسير الجهر

نشأت عدة نظريات تحاول تفسير النشاط الاهتزازي للوترين الصوتيين أثناء الجهر.

فقديماً شبه أرسطو حنجرة الإنسان بآلة الفلوت (انظر لمزيد من التفصيل: Kaplan's Anatomy and Physiology of Speech)، وعدّ القصبة الهوائية جسم الآلة ومصدر الصوت الذي يجري تكييفه وتعديله بواسطة اللسان والشفتين في الفم.

ويمكن أن نلمس صدى غامضاً لهذا الفهم وتكييفه عند ابن جنى؛ فيكاد التشبيه يوجد لديه مفصلاً حين يقول:

> «وقد شبه بعضهم الحلق والفم بالناي، فإن الصوت يخرج فيه مستطيلاً أملس ساذجاً، كما يجري الصوت في الألف غفلاً بغير صنعة، فإذا وضع الزامر أنامله على خروق الناي المنسوقة، وراوح بين أنامله اختلفت الأصوات، وسمع لكل خرق منها صوت لا يشبه صاحبه. فكذلك إذا قطع الصوت في الحلق والفم بالاعتماد على جهات مختلفة كان سبب استماعنا هذه الأصوات المختلفة» (ابن جني: سر صناعة الإعراب، تحقيق: حسن هنداوي ١/٨ - ٩).

وقد سادت هذه النظرية طوال العصور الوسطى مع تعديلات وإضافات حتى جاء العالم أنطوان فيرين Antoine Ferien، فأثبت بتجربة عملية قام بها أمام أكاديمية العلوم بباريس عام ١٧٤١ استخدم فيها قصبة هوائية لكلب مذبوح، أن اهتزاز الوترين الصوتيين أساسي لإحداث الجهر. ولتأكيد هذه النتيجة أعاد التجربة نفسها مستخدماً قصبة هوائية لإنسان ميت. وبذلك نقض فيرين تشبيه القصبة الهوائية بالفلوت أو الناي، واقترح بديلاً له تشبيه الوترين الصوتين بوتر الكمان الذي يتحرك بتعرضه لتيار الهواء، وحدد دور العضلات بأنها القوة التي تقوم بالتحكم في توتر الوتر. وبذلك كان فيرين أول من اقترح مصطلح الأوتار الصوتية Vocal cords، الذي لا يزال استعماله شائعاً في كثير من المصنفات الغربية والعربية. (شاع فيما بعد استخدام مصطلح: الشفتان الصوتيتان vocal lips مرادفاً له).

وقد أثبت تقدم علم التشريح أن الشبه بعيد بين وتر الكمان والوترين الصوتيين، كما أن تصور الاهتزاز على أنه نتيجة لمجرد التعرض لتيار الهواء

ليس دقيقاً. لذا تعرضت هذه النظرية للنقد، ووردت عليها ملاحظات وتعديلات أدت إلى ظهور عدد من النظريات الأخرى.

ومن أهم النظريات في هذا المجال نظرية العالم الفرنسي هاسون التي أعلن عنها عام ١٩٥١، وأطلق عليها النظرية العصبية - العضلية neuromusclar theory. وموجز النظرية أن اهتزاز الوترين الصوتيين هو نتيجة لإثارتهما عصبياً، وأن الإثارة العصبية للعضلتين الدرقيتين - الهرميتين تحدث بشكل إيقاعي منتظم، يؤدي إلى حدوث التقلص والاسترخاء على نحو متتابع ومنتظم. وهذه الخاصية الإيقاعية لانتظام الإثارة تَنتُج بدورها عن نشاط مماثل في خلايا المخ التي تحكم العصب المثير لهاتين العضلتين.

ومن ثم تفترض هذه النظرية أن الهواء لا يقوم بفتح الوترين الصوتيين، وليس له أي دور محرك لهما. بل إن الأمر على عكس ذلك تماماً، فاهتزاز الوترين الصوتيين هو الذي يقوم بالتدخل وتعديل تيار الهواء أثناء الجهر.

وقد تعرضت هذه النظرية أيضاً للنقد. ويرجع الفضل في اكتشاف جوانب الخطأ فيها إلى تطور الأدوات والوسائل المعملية التجريبية واستخدامها في البحث؛ إذ أثبتت التجارب التي أجريت على القطط باستخدام الراسم العضلي عدم وجود علاقة بين نشاط العضلات وتردد الإثارة العصبية للوترين الصوتيين. كما لوحظ أنهما لا يبدءان عملية الاهتزاز، بل لابد لكي تبدأ عملية الاهتزاز من وجود كمية - ولو ضئيلة - من هواء الزفير.

وقد نقضت هذه النتائج الفكرة الأساسية التي قامت عليها النظرية السابقة وهي سلبية الهواء أثناء الاهتزاز، وإسناد الدور الإيجابي في العملية كلها إلى اهتزاز الوترين الصوتيين الذي يتم - حسب مقولات هذه النظرية - بإثارة عصبية مباشرة من المخ.

أما النظرية التي تجد قبولاً عامّاً بين الدارسين اليوم فتكاد تناقض النظرية السابقة في أساسها، إذ ترى أن علة حدوث الجهر هي حركة تيار الهواء الصادر من الرئتين بالإضافة إلى المرونة العضلية للوترين الصوتيين، ومن ثم تسمى نظرية المرونة العضلية وديناميكية الهواء mylastic - aero dynamic

theory. وتفسر هذه النظرية حدوث الاهتزاز بأنه بمجرد انطلاق دفعة من هواء الزفير خلال المجال الضيّق للمزمار يرتد الوتران الصوتيان إلى وضع الإغلاق في حركة شفطية سريعة، وحينئذ يقوم ضغط الهواء بحملهما على الانفصال مرة أخرى، ثم تنطلق دفعة جديدة من الهواء فيرتد الوتران إلى وضع الإغلاق، وهكذا.

ويتم أداء هذه الحركات الاهتزازية بتردد معين يحدده أساساً مدى توتر الوترين الصوتين، كما يحدد ترددهما مِن ثَمّ تردد دفعات الهواء التي هي المصدر الرئيس للصوت.

الفصل الثالث
تجاويف ما فوق الحنجرة

تجويف البلعوم

١- وصف عام

البلعوم أنبوب عضلي جلدي على هيئة قمع، وهو مدخل للجهازين الهضمي والتنفسي، ويبلغ طوله حوالي ٥,٥ بوصة. وتمثل قاعدة الجمجمة الحد العلوي للبلعوم، كما تمثل الحنجرة حده السفلي، والفقراتُ العنقية حده الخلفي. ويكتسب شكله القمعي من كونه عريضاً من أعلى عند **البلعوم الأنفي** nosopharynx، ثم يضيق كلما اتجه إلى أسفل حتى يصل إلى **البلعوم السفلي** hypopharynx، وهناك تقوم الحنجرة بدور الصمام الفعال؛ بأن تعمل العضلة الحلَقية - البلعومية المضيقة (العاصرة) على إبقاء الممر الواقع بين البلعوم والمرئ مغلقاً إلا في حالة البلع، وهكذا يتم فصل مجرى الغذاء عن مجرى الهواء.

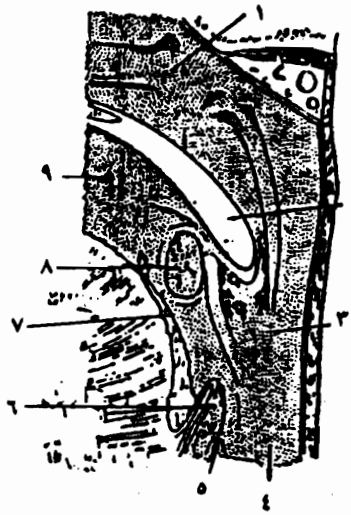
والنهاية السفلى للبلعوم امتداد للمرئ عند مستوى الفقرة العنقية السادسة. ويصل البعد الأمامي - الخلفي للبلعوم في منطقة البلعوم الأنفي إلى حوالي بوصتين، على حين يصل في البلعوم السفلي إلى بوصة واحدة تقريباً. ويتيمز الجدار الأمامي لتجويف البلعوم بوجود فتحتين كبيرتين توصله إحداهما بتجويفي الأنف، وتوصله الأخرى بتجويف الفم، أما باقي الجدار الأمامي فيشكله **جذر اللسان** root ومن ثم فالجدار الأمامي من النوع المتحرك شأنه في ذلك شأن الجدارين الجانبيين. ويتصل كلا الجدارين - كما سيتضح فيما بعد - من أعلى بالجزء الغضروفي من **قناة استاخيو** Eustachian tube التي تنفتح على تجويف البلعوم في هذه المنطقة. كما يتصلان من أسفل بجذر اللسان، والعظم اللامي، والغضروفين الدرقي والحلقي (انظر الشكل ٥٧).

٢- أقسام البلعوم

اصطلحت أكثر المصنفات على تقسيم البلعوم إلى ثلاثة أقسام هي: البلعوم الأنفي. والبلعوم الفموي، والبلعوم الحنجري. على حين يفضل بعض العلماء استخدام ثلاثة مصطلحات بديلة هي على الترتيب: **البلعوم العلوي**

epipharynx، والبلعوم الأوسط meso pharynx، والبلعوم السفلي hypopharynx. وعلة هذا التفضيل عندهم اعتقادهم بأن العلاقات التشريحية ليست جامدة ولا ثابتة بحيث ينسب الجزء العلوي من البلعوم إلى الأنف، والأوسط إلى الفم، والثالث إلى الحنجرة. وأن الأولى هو نسبة أجزاء البلعوم بعضها إلى بعض، وتحديد تغير الحدود بين الأجزاء بالقياس إلى مَعْلَمَيْن أساسيين هما الحنك، ولسان المزمار.

وبناء على هذا يكون المراد بالبلعوم العلوي هو المنطقة الواقعة فوق الحنك، وبالبلعوم الأوسط هو المنطقة الممتدة من السطح السفلي للحنك اللين إلى الأخدود valleculae (وهو المنطقة الواقعة ما بين جذر اللسان والسطح اللساني للسان المزمار)، كما يطلق مصطلح البلعوم السفلي على المنطقة الواقعة ما بين الأخدود وفتحة المرئ.



١ - تجويف الأنف
٢ - الحنك الليّن
٣ - البلعوم
٤ - المريء
٥ - قمة الحنجرة
٦ - لسان المزمار
٧ - اللسان
٨ - اللوزة
٩ - الفم

شكل (٥٧) البلعوم من الداخل

ونحاول الآن أن نستعرض الملامح الأساسية لكل قسم من هذه الأقسام.

(أ) البلعوم الأنفي (أو العلوي) nosopharynx (epipharynx)

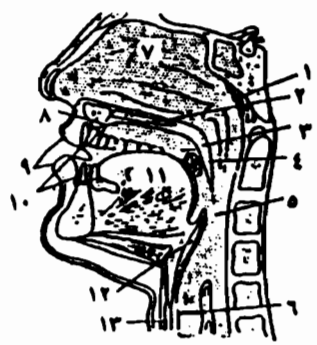
هو تجويف مثلث الشكل يقع إلى الخلف من تجويف الأنف مباشرة، وفوق الحنك اللين الذي يشكل سطحه العلوي بدوره جانباً من الجزء الأمامي للبلعوم الأنفي.

ويتحكم في هذا الجزء صمام متحرك هو الصمام اللهوي - البلعومي

velo - pharyngeal valve، وهو صمام ذو أهمية كبيرة في عمليات حيوية كالبلع؛ حيث يندفع في اتجاه الجدار الخلفي للبلعوم ليسد البلعوم الأنفي ويفصله عن القسم الأوسط (وهو البلعوم الفموي)، وحينئذ يشكل الصمام استمراراً أفقياً مباشراً لسقف الفم.

أما دور هذا الصمام في عملية الكلام فلا يقل أهمية، ذلك أن درجة فتحه أو إغلاقه تحدد درجة الرنين الأنفي الذي يمكن أن يشتمل عليه الصوت. وحين يكون برزخ البلعوم مغلقاً إغلاقاً غير تام فإن ذلك يؤدي إلى انطلاق موجات الهواء عبر تجويفي الأنف، مما يكسب الصوت صفة الأنفية nasality. أما الأصوات غير الأنفية فتقتضي إغلاق برزخ البلعوم بحيث تنطلق موجات الهواء خلال تجويف الفم وحده. ويتم هذا الإغلاق باستخدام العضلات الحنكية الرافعة levator palatine muscles، التي تشد الجزء اللين من الحنك إلى جدار البلعوم، كما يجري تضييق البلعوم بواسطة العضلات البلعومية - الحنكية pharyngo palatine muscles.

ويتصل البلعوم الأنفي من الأمام بتجويفي الأنف بواسطة فتحتين؛ كل منهما على شكل مستطيل يبلغ طوله بوصة واحدة وعرضه نصف بوصة تقريباً، ويسميان المنخرين الخلفيين (انظر فيما بعد حديثنا عن تجويفي الأنف)، وفي الجدارين الجانبيين للبلعوم الأنفي تقع قناة استاخيو، وهي قناة زوجية توصل كلا من تجويفي الأنف بالأذن الوسطى، ويقوم الجزء الغضروفي من هذه القناة بشد الأغشية المخاطية من الجانبين ورفعها على هيئة وسادة. وفي الجدار الخلفي للبلعوم تقع اللوزتان tonsils، وكلتاهما بروز تمتد منه الأغشية المخاطية إلى كثير من ثنايا تجويف الأنف.



١ - اللوزة
٢ - الحنك الصلب
٣ - الحنك الليِّن
٤ - اللـــوز
٥ - البلعوم
٦ - الوتران الصوتيان
٧ - تجويف الأنف
٨ - حافة الأسنان
٩ - الشفتان
١٠- الأسنان
١١- اللسان
١٢- لسان المزمار
١٣- الغضروف الدرقي

شكل (٥٨) قناة الصوت

(ب) البلعوم الفموي (الأوسط) oropharynx (mesopharynx)

البلعوم الفموي هو القسم الأوسط من تجويف البلعوم. ويقع تحت البلعوم الأنفي مباشرة شاغلاً التجويف الواقع خلف الفم واللسان، ممتداً في اتجاه عمودي يبدأ من أعلى على مستوى السطح السفلي من الحنك اللين وبرزخ البلعوم، وينتهي عند مستوى امتداد العظم اللامي. أما الجدار الخلفي للبلعوم الفموي فيشمل الفقرات العنقية الثانية والثالثة والرابعة، على حين يتصل بواسطة المبلع fauces بالفم من الأمام، ويشكل جذر اللسان بقية جداره الأمامي.

وأهم ما يشتمل عليه البلعوم الفموي اللهاة uvula، التي تتدلى من الحنك اللين، ولسان المزمار الذي يبرز في وسط هذا التجويف.

ويستخدم البلعوم الفموي ممرّاً للطعام ولهواء التنفس، كما يعد من أهم تجاويف الرنين بالنسبة للكلام.

(جـ) البلعوم الحنجري (السفلي) laryngopharynx (hypo pharynx)

هو الجزء السفلي من البلعوم، وعنده يتناقص العرض بشكل مفاجئ، ويُعَد امتداداً للمرئ عند مستوى الحد الخلفي من الفضروف الحلَقي.

ويتكون الجدار الخلفي للبلعوم الحنجري من الفقرتين العنقيتين الخامسة والسادسة. أما جداره الأمامي فيتكون جزئياً من الحد الخلفي للحنجرة، ويتصل بالحنجرة من خلال لسان المزمار، حيث تقوم الثنايا الهرمية - المزمارية بتكوين جداريه الجانبيين. وتتكون المنطقة الواقعة في أعلى أجزاء البلعوم من تجويفين في شكل منخفضين يتشكلان على جانبي الرباط اللساني - المزماري median glossoepiglottic legament، الذي يمتد ما بين قاعدة اللسان ولسان المزمار. كما يتشكل حداهما الجانبيان بواسطة الشيتين اللسانيتين المزماريتين الجانبيتين، ويسمى هذان التجويفان الواقعان ما بين جذر اللسان ولسان المزمار بالأخدود (وقد سبقت الإشارة إليهما).

٣- عضلات البلعوم pharyngeal muscles

تشكل العضلات - بالإضافة إلى الأنسجة الضامة - معظم الجدارين

الجانبيين والجدار الخلفي للبلعوم. ويمكن تصنيف عضلات البلعوم إلى نوعين أساسيين:

النوع الأول : العضلات المضيقة constrictor muscles

والنوع الثاني: العضلات الرافعة levator muscles

وتنتظم هذه العضلات في طبقتين: الأولى عميقة؛ وتتكون من العضلات المضيقة، والثانية سطحية؛ وتتكون من العضلات الرافعة.

وتسير ألياف العضلات (المضيقة العميقة أو الداخلية) في اتجاه دائري، ولكنها لا تشكل دائرة كاملة بحكم عدم وجود جدار أمامي للبلعوم، ومهمتها تغيير أبعاد البلعوم. كما أنها تسهم في تحريك العظم اللامي، من ثم في تحريك الحنجرة إلى أعلى وإلى أسفل.

أما العضلات الرافعة (السطحية أو الخارجية) فتتخذ أليافها مساراً طولياً، وهي أيضاً للسبب نفسه لا توجد إلا في الجدران الجانبية والخلفية للبلعوم، ومهمتها الإسهام في رفع البلعوم وخفضه، أو تمدده وانكماشه. وينفرد البلعوم الأنفي من بين أقسام البلعوم بعدم اشتمال جداره على عضلات، بل تتكون جدرانه من أغشية ليفية قوية.

وتشمل العضلات المضيقة العضلات الثلاث الآتية (يتابع الشرح على الشكلين ٥٩، ٦٠):

(أ) العضلة البلعومية المضيقة العليا

superior pharyngeal constrictor muscle

وهي عضلة زوجية رباعية الشكل على هيئة كتلة عريضة من الألياف. وتتخذ معظم أليافها شكل خط منحن، متجهة اتجاهاً خلفياً صاعداً لتلتقي في خط المنتصف الذي يقسم الجدار الخلفي للبلعوم مع نظائرها من الألياف القادمة من الاتجاه المقابل. وتشكل هذه العضلة جدران البلعوم الفموي.

(ب) العضلة البلعومية المضيقة الوسطى

middle pharyngeal consrictor muscle

وهي عضلة زوجية تبدأ من القرون الصغرى والكبرى في العظم اللامي، وتمتد على طول المناطق المتاخمة للرباط الإبري - اللامي.

وتقع هذه العضلة فيما بين الطرف السفلى للعضلة المضيقة العليا والطرف العلوي من العضلة المضيقة السفلى. وتنتشر أليافها في مكان منشئها، ثم تتخذ اتجاهاً منحنياً إلى الخلف لتلتقي في خط المنتصف الخلفي بالألياف المناظرة القادمة من الاتجاه الآخر.

١ - العضلة المضيقة العليا
٢ - العضلة المضيقة الوسطى
٣ - العضلة المضيقة السفلى
٤ - العضلة الرافعة للحنك اللين
٥ - العضلة الموترة للحنك اللين
٦ - العضلة الإبرية - البلعومية
٧ - القرن الأكبر للعظم اللامي
٨ - المريء

شكل (٥٩) التكوين العضلي للبلعوم (منظر من الخلف).

وتصعد الألياف العليا من هذه العضلة في اتجاه منحن حتى تغطي العضلة المضيقة العليا، على حين تتخذ أليافها الوسطى اتجاهاً أفقياً نحو العضلة المضيقة السفلى.

(ج) العضلة البلعومية المضيقة السفلى

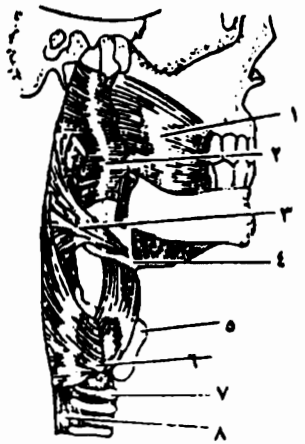
inferior pharyngeal constrictor muscle

وهي عضلة زوجية تتداخل مع العضلة الوسطى من الخلف. وهي أعرض العضلات الثلاث وأكبرها سمكاً. وتنشأ من جوانب الغضروفين الحلَقي والدرقي، وتنحني أليافها إلى الخلف والوسط حتى تلتقي في خط المنتصف الخلفي. وتتخذ أليافها السفلي اتجاهاً أفقياً. أما أليافها العليا فتنحرف لتصل إلى مفرز العضلة الذي يغطي بدوره معظم العضلة الوسطى.

أما مجموعة العضلات الرافعة فتظهر على الجدار الجانبي للبلعوم، وأهم هذه العضلات **العضلة الإبرية - البلعومية** stylo -pharyngeal muscle.

وتبدأ من الجزء الأوسط في قاعدة النتوء الإبري لعظمة الصدغ. وتهبط أليافها لتدخل إلى البلعوم فيما بين العضلتين البلعوميتين المضيقتين العليا

والوسطى، لتتصل جزئياً بالتركيب العضلي للبلعوم. وتنتشر ألياف هذه العضلة على جانبي البلعوم، وتقوم برفع الجزء السفلي من البلعوم والحنجرة، أما الجزء العلوي من البلعوم فينضغط بطريقة سلبية. وتكون العضلات المضيقة في هذه الحال أكثر دائرية كما تؤدي عملها بوصفها عضلات عاصرة sphincters.



١ - العضلة المبوقة
٢ - العضلة المضيقة العليا
٣ - العضلة المضيقة الوسطى
٤ - العظم اللامي
٥ - الغضروف الدرقي
٦ - العضلة المضيقة السفلى
٧ - القصبة الهوائية
٨ - المريء

شكل (٦٠) منظر جانبي يوضح العلاقة بين العضلات المضيقة

٤- وظائف البلعوم في عملية الكلام

ألمحنا إلى الوظيفة البيولوجية لتجويف البلعوم. ونود أن نشير هنا باختصار إلى أهميته لعملية الكلام.

يقوم نظام العضلات المضيقة والرافعة - بالإضافة إلى ما يتمتع به الحد الأمامي للبلعوم من قدرة عظيمة على الحركة - بالتحكم في أبعاد تجويف البلعوم وتغيير شكله. ولهذه التغييرات تأثيرات كبيرة على تجويف البلعوم، من حيث كونه واحداً من أهم تجاويف الرنين التي تتعرض لنغمة الحنجرة بالتكييف والتعديل بوسائل شتى من الترشيح والتقوية والرنين.

وتمتاز اللغة العربية من كثير من اللغات الأخرى باستخدامها تجويف البلعوم مخرجاً لبعض الأصوات التي تمثل صوتيمات في نظامها. وسنعود إلى هذا بمزيد من التفصيل في موضعه إن شاء الله.

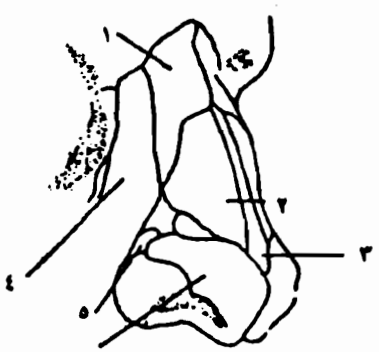
تجاويف الأنف

رأينا عند الكلام على البلعوم أن القسم العلوي منه وهو البلعوم الأنفي يقع خلف تجويفي الأنف مباشرة، وأنه يتصل بهما بواسطة فتحتين يسميان بالمنخرين الخلفيين. وسنستعرض الآن الخصائص التشريحية الوظيفية لتجويفي الأنف، خاصة فيما يتعلق بإسهامهما في عملية الكلام.

١- الأنف الخارجي external nose

يبدأ جذر الأنف الخارجي (الشكل ٦١) من تحت الجبهة مباشرة، ثم يمتد على شكل هرم ذي زوايا ثلاث حتى طرف الأنف apex، وهو الجزء السفلي الذي يمكن تحريكه. أما الجزء الجانبي العلوي من الأنف الخارجي فهو غير قابل للحركة بسبب تكوينه العظمي. وترجع قابلية الجزء السفلي للحركة إلى تكونه من غضاريف وأنسجة دهنية.

ويبدأ التكوين العظمي للأنف الخارجي بعظمة زوجية تسمى الجسر bridge، ويشتمل هذا التكوين على: **النتوءين الأنفيين** nasal processes، **والنتوءين الجبهويين** frontal processes في الفك العلوي، فهذه النتوءات لا تشارك في تشكيل هيكل الخدين فحسب، بل تساعد أيضاً على تشكيل جانبي الأنف الخارجي.



١ - عظمة الأنف
٢ - الفضروف الجانبي العلوي
٣ - الحاجز
٤ - النتوء الجبهوي للفك العلوي
٥ - الفضروف الجناحي الأصغر
٦ - الفضروف الجانبي السفلي

شكل (٦١) الإطار الخارجي للأنف

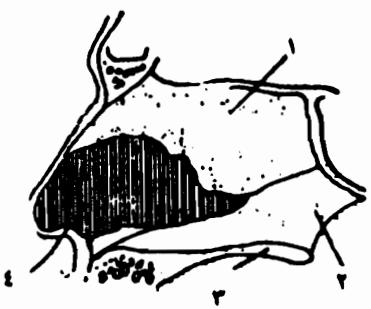
أما الغضاريف المكونة للجزء السفلي من الأنف الخارجي فتشمل **الفضروف الأنفي الحاجز** nasal septum، الذي يشتمل في القطاع السفلي منه

على عمود مركزي يفصل بين فتحتي الأنف اليسرى واليمنى. هذا بالإضافة إلى الغضروفين الجانبيين العلويين upper lateral cartilages، والغضروفين الجانبيين السفليين lower lateral cartilages، والغضروفين الجناحيين الأكبرين major alar cartilages، ومجموعة من الغضاريف الجناحية الصغرى minor alar cartilages (وهي زوجية طبعاً).

والغضروف الجناحي الأكبر تكوين رفيع مرن ذو شكل منحن يحدد شكل فتحتي الأنف وشكل طرف الأنف، وذلك بتشكيله الجدارين الأوسط والجانبي للجهة التي يقع فيها.

٢- التجاويف الأنفية nasal cavities

يقوم الحاجز الأنفي بالفصل بين التجويفين الأنفيين (ويسميان أيضاً الحفرتين الأنفيتين nasal fossae). ويكمل هذا الحاجز القصور الناشئ عن انتهاء صفيحة العظم الغربالي ethimoid bone، والتي يشتد انحدارها في المساحة الأمامية (انظر الشكلين ٦٢، ٦٣). ويتداخل الحاجز من الخلف مع العظم الغربالي، ويتصل من أعلى بعظام الأنف والغضاريف الجانبية. أما حدها الخلفي فيتصل بعظمة الميكعة vomer، والنتوءات الحنكية لعظام الفك العلوي.



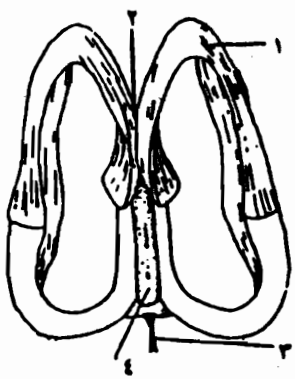
١ - العظم الغربالي
٢ - عظمة الميكعة
٣ - الحنك الصلب
٤ - الغضروف الأنفي

شكل (٦٢) الحاجز الغضروفي الأنفي

ويستقر الجزء الأمامي من الحاجز الأنفي (وهو غضروفي في الأساس) في داخل إسفين عظمي مثلث الشكل. ويساعد عرف العظم الغربالي crista gallae، الذي هو امتداد العظم الغربالي داخل الجزء الأمامي من تجويف

الجمجمة مع الشوكة الجبهوية fronta spine على تشكيل الناحية الأمامية من الحاجز الأنفي، على حين تقوم صفيحة العظم الغربالي بتشكيل القسم الأوسط، وتقوم عظمة الميكعة بتشكيل الناحية الخلفية. ويتداخل الجزء الشديد الانحدار مع الحد الأمامي العلوي من عظمة الميكعة. ومن نقطة التداخل يمتد عظم الميكعة إلى الأمام بحيث يتداخل هذا الامتداد الأمامي مع الهامش السفلي للفضروف الحاجز.

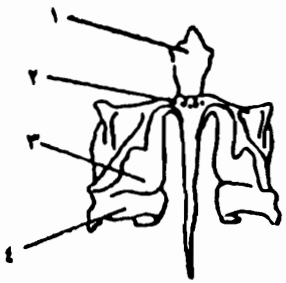
ويمتد العظم الغربالي إلى أعلى - كما ذكرنا - داخل الجزء الأمامي من تجويف الجمجمة، مكوناً بذلك بروزاً يشبه عرف الديك في الحفرة الجبهوية الأمامية (ولذلك يسمى عرف العظم الغربالي). وهكذا يتخذ العظم الغربالي إذا ما نظرت إليه من الأمام شكل حرف T (انظر الشكل ٦٤). ويقابل ذراعه المستعرض الصفيحة الغربالية الأفقية horizontal cribriform plate، وامتدادها الذي يشكل في الوقت نفسه فاصلاً ما بين تجاويف الجمجمة والتجاويف الأنفية.



١ - الساق الجانبية
٢ - الساق الوسطى
٣ - الشوكة الأنفية
٤ - الفضروف الحاجز

شكل (٦٣) غضاريف الأنف (منظر امامي)

ويظهر الامتداد الجانبي والجزء الأفقي من العظم الغربالي في كلا الجانبين على هيئة دهليز، يتكون من مجموعة من التجاويف (وتسمى أيضاً بالخلايا الغربالية أو الجيوب الأنفية) ذات جدران رقيقة تنتظم على الجانبين في مجموعات ثلاث: أمامية ووسطى وخلفية [ملاحظة: يوجد بالإضافة إلى ذلك أربعة جيوب أنفية أخرى مساعدة على الجانبين لا توجد أدلة قوية على أن لها تأثيراً واضحاً على الرنين].



١ - عرف العظم الغربالي
٢ - الصفيحة الغربالية
٣ - القرينة الأنفية العليا
٤ - القرينة الأنفية الوسطى

شكل (٦٤) تجاويف الأنف

وينشئ الدهليز من الوسط مكوناً رفاً منحرفاً يقع بين القرينة العليا upper concha (أو upper turbinate)، والقرينة الوسطى middle concha. أما القرينة الخلفية posterior concha؛ فهي عظمة مستقلة تبرز أيضاً على هيئة رف عظمي في تجويف الأنف.

وهكذا ينقسم تجويف الأنف على الجانبين بواسطة هذه القرينات الثلاث إلى ثلاث غرف زوجية تمتد من الأمام إلى الخلف في كلتا الفتحتين. وتشتمل كل غرفة على ممر (أو صماخ) يتصل بالهواء الخارجي من الأمام بواسطة القمع الأنفي (أو المنخر الأمامي) anterior nais، وبالبلعوم الأنفي من الخلف بواسطة المنخر الخلفي posterior nais. وتقوم الصماخات بتفريغ الهواء من الجيوب الأنفية المختلفة.

٣- وظائف الأنف

يقوم الأنف بعدة وظائف حيوية في عملية التنفس منها: ترطيب الهواء وتدفئته humidification، heating، وترشيحه filtering.

وفي أثناء الكلام تقوم تجاويف الأنف بوظيفتها حين تستجيب بالترشيح والرنين والتقوية لبعض مكونات النغمة الحنجرية. ويتم ذلك حين يكون برزخ البلعوم (أو ما يسمى ممر الأنف nasal passage) مفتوحاً؛ بحيث يسمح لبعض دفعات من هواء الزفير بالانطلاق عبر التجاويف الأنف في أثناء الأداء.

ويتبين من الوصف الذي أوردناه أن من الخطأ تصور تجويفي الأنف على أنهما غرفتان أنفيتان كبيرتان. إنهما - على العكس من ذلك - ينقسمان إلى عدد من تجاويف الهواء المتنوعة شكلاً وحجماً، بما يعطي تجويف الأنف صفة تجويف الرنين المركب multi resenator، وإن يكن ليس من السهل التحكم في شكل التجويف بسبب تكوينه العظمى في الناحية العليا. أما من أسفل فمن الممكن التحكم في تحريكه باستعمال العضلات الخارجية، كما يمكن كذلك التحكم في المنخرين الخلفيين بواسطة الحنك اللين والعضلة البلعومية المضيقة العليا.

وتتوقف نوعية الرنين الناتج على درجة فتح الصمام اللهوي - البلعومي، وينشأ عن ذلك الإمكانات الآتية:

١- الصوت الأنفي nasal sound

ويحدث نتيجة إغلاق تام في تجويف الفم مع السماح للهواء بالانطلاق عبر تجاويف الأنف، من غير أن يقوم الصمام بعزل الهواء الموجود في تجويف الفم عن الهواء المنطلق عبر الأنف. (وسنعود لهذه النقطة بشيء من التفصيل في الباب القادم إن شاء الله، تصحيحاً لبعض ما كتب بالعربية عنها).

٢- الصوت الأنفمي nasalized sound

ويحدث نتيجة السماح لأكثر الهواء بالانطلاق عبر تجويف الفم، والتدخل في مساره بالتكييف والتعديل المطلوب لإنتاج الصوت من الفم، مع السماح لجانب من الهواء بالمرور عبر برزخ البلعوم والمنخرين الخلفيين إلى تجاويف الأنف؛ لإكساب الصوت الفموي عنصراً إضافياً من الرنين الأنفي. وهو ما يسمى الغنة nasality؛ وتُعَدُّ الغنة في هذه الحال خاصة نطقية ثانوية مصاحبة للنطق.

٣ - انعدام الرنين الأنفي denasalization (الصوت الفموي الخالص oral sound)

حين يعزل الصمام اللهوي - البلعومي تجاويف الأنف عن عملية النطق

بإغلاق برزخ البلعوم إغلاقاً تاماً ينطلق هواء الزفير عبر تجويف الفم وحده أثناء الأداء، وبذلك ينعدم الرنين الأنفي من تكوين النغمة الناتجة، فيكون الصوت الناتج فموياً خالصاً.

ومن الملاحظ أن تورم تجاويف الأنف أو انكماشها يؤثر على طبيعة الرنين الصادر عنها. كما أن اتصال البلعوم الأنفي بقناة استاخيو يساعد على وجود علاقة قوية بين التهابات الأنف والتهابات الأذن الوسطى، ومن ثم تشكل أمراض الأنف وعلاجها حلقة مهمة في مجال علاج أمراض الكلام، ومن أشهرها الغنة (أو الخنف).

تجويف الفـــم

تجويف الفم هو ثالث أنواع التجاويف الواقعة فوق الحنجرة وأهمها جميعها، وهو يكتسب أهميته العظمى في عملية الكلام من اشتماله على عدد كبير من الأعضاء ذات الأهمية المباشرة في اعتراض تيار الهواء وتشكيل الأصوات، ومن تعدد الوظائف التي يقوم بها. ويقتضي حديثنا عن تجويف الفم أن نتناول الملامح التشريحية الوظيفية للحنك بأقسامه المختلفة، واللسان، والفك السفلي، والأسنان، والخدين، والشفتين، والعضلات التي تشارك في تحريك هذه الأعضاء، وأنماط الحركة التي تمارسها، وأثر ذلك على إصدار الكلام.

١- الحنـك palate

ينقسم الحنك إلى:

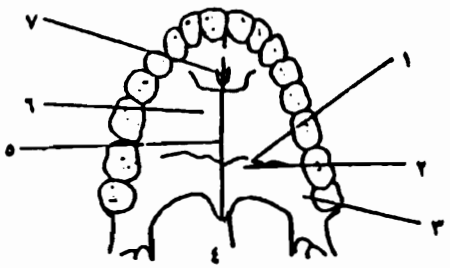
(أ) الحنك الصلب hard palate

وهو الجزء العظمي الأمامي من الجدار الفاصل ما بين تجاويف الأنف وتجويف الفم، ويتخذ شكل قبة يحدها من الأمام اللثة والقوس الحامل للأسنان في **الفك العلوي** maxilla. ويحده من الخلف الحنك اللين. ويمكن التعرف إلى الحد الفاصل ما بين الحنك الصلب والحنك اللين بالضغط بالإصبع أو بطرف اللسان على مقدمة الحنك، ثم التراجع بالضغط تدريجياً إلى الوراء حتى يستجيب نسيج الحنك للضغط. وينقسم الحنك الصلب طولياً إلى قسمين بواسطة الشوكة الأنفية الوسطى والخلفية (انظر الشكل ٦٥). ويتخذ الحد الخلفي لكل من هذين القسمين شكلاً هلالياً. أما نتوء اللثة alveola فيتخذ شكل حدوة الحصان.

وعند انتصاب الرأس يكون الحنك الصلب أفقياً تقريباً وعلى مستوى الفقهة atlas (وهي الفقرة العنقية التي تشكل مفصلاً مع الجمجمة).

ويشكل النتوء الحنكي لعظمة الفك العلوي palatine process الثلثين الأماميين من الحنك الصلب على الجانبين. أما الثلث الباقي فيتكون من

الصفيحة الأفقية الحنكية horisontal plate. وتظهر منطقة الاندماج بين هذه العظام على هيئة خياطة تسمى الخياطة الحنكية المستعرضة transverse palatine suture.



١ - الخياطة الحنكية المستعرضة
٢ - العظم الحنكي
٣ - الثقب الحنكي الأكبر
٤ - الشوكة الأنفية الخلفية
٥ - الخياطة الحنكية الوسطى
٦ - النتوء الحنكي للفك العلوي
٧ - ثقب القواطع

شكل (٦٥) صورة للحنك الصلب من اسفل

(ب) الحنك اللين soft palate

هو الجزء العضلي المتحرك من الحاجز الفاصل بين تجاويف الأنف وتجويف الفم من جهة، وبين الفم والبلعوم من جهة أخرى.

ويتصل الحنك اللين من الأمام بالحنك الصلب، ومن الجانبين بالجدران الجانبية للبلعوم كما ينحني إلى أسفل وإلى الخلف داخل البلعوم. وينتمي الحنك اللين إلى اللفافة الحنكية palatine appeneurous التي هي صفحة ليفية تتصل بها عدة عضلات.

(جـ) اللهاة uvula

وهي تركيب مخروطي الشكل ذو حجم قابل للتغيير، ويتدلى إلى أسفل من منتصف الحد السفلي للحنك الليّن في اتجاه المبلع fauces (انظر الشكل ٦٦). ويشتمل التركيب على بعض الغدد والنسيج الضام وبعض الألياف العصبية.

وتقوم اللهاة بوظائف حيوية مهمة عند البلع، إذ تغلق بحركتها البلعوم الأنفي، فاصلة إياه عن البلعوم الفموي. أما وظيفتها عند الكلام فقد سبقت

الإشارة إليها عند الكلام على الغنّة والصوت الأنفي. ونضيف هنا أنها قد تشكل بالاشتراك مع مؤخر اللسان نقطة اعتراض للهواء ينتج عنها بعض الأصوات اللغوية. وسنعرض لذلك تفصيلاً في موضعه من الكتاب إن شاء الله.

٢ - عضلات الحنك الليّن

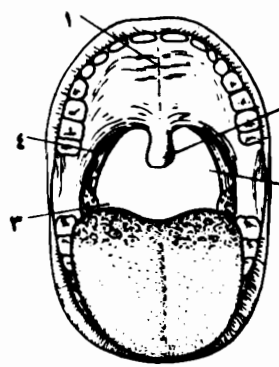
تتنوع العضلات المتحكمة في الحنك الليّن إلى ثلاثة أنواع:

أولها : عضلات الإرخاء الخافضة depressor - relaxer muscles ، وتشمل هذه الطائفة من العضلات: العضلة اللسانية - الحنكية، والعضلة البلعومية - الحنكية.

وثانيها: العضلات الرافعة elevator muscles، وتشمل: العضلة اللهوية - الحنكية الموترة.

وثالثها : العضلات الموترة الرافعة tensor elevator muscles، وتشمل: العضلة اللهوية - الحنكية الموترة.

وتستخدم العضلات الرافعة عند البلع، حيث يتجه البلعوم الأنفي إلى وضع الإغلاق. وتستخدم العضلات الخافضة عند التنفس العادي حتى يظل برزخ البلعوم مفتوحاً. وتنتمي العضلات الرافعة والموترة إلى الحنك وحده، وأما العضلات الأخرى فَتُعَدُّ - بالإضافة إلى ذلك - جزءًا من آلية اللسان والبلعوم.



١ - الحنك الليّن
٢ - اللهاة
٣ - القوس البلعومي - الحنكي
٤ - القوس اللساني - الحنكي
٥ - المبلع

شكل (٦٦) تجويف الفم

وسنتناول هذه العضلات تفصيلاً فيما يأتي:

(أ) العضلة اللهوية uvular muscle

تشتمل اللهاة على عضلة هي العضلة اللهوية، وهي عضلة زوجية تتكون - في معظمها - من قصاصات رقيقة من الألياف، تنشأ عند الشوكة الأنفية واللفافة الحنكية. وتجري أليافها خلال الحنك الليّن، ثم تلتقي في الوسط من كلا الجانبين لتندمج معاً قبل اتصالها بالغشاء المخاطي للهاة. وتقوم هذه العضلة بتقصير اللهاة، وتحريكها إلى أعلى وإلى الخلف.

(ب) العضلة الرافعة للحنك الليّن soft palate elevator muscle

توجد هذه العضلة الزوجية في الجدار العلوي الجانبي للبلعوم على جانبي المنخرين الخلفيين. وتبدأ من عظمة الصدغ وكذلك من الجزء الفضروفي لقناة استاخيو. وتتجه أليافها إلى أسفل وإلى الوسط حتى تتصل باللفافة الحنكية، حيث تندمج أليافها بألياف نظيرتها القادمة من الاتجاه المقابل.

وتقوم هذه العضلة بتوسيع المبلع، وذلك بواسطة رفع الحنك الليّن إلى أعلى وإلى الخلف، كما تقوم أيضاً برفع فتحة قناة استاخيو الواقعة في البلعوم الأنفي وتوسيعها خلال عملية البلع. وتشكل هذه العضلة الكتلة الرئيسة من الحنك اللين.

(جـ) العضلة الموترة للحنك الليّن soft palate tensor muscle

هي عضلة زوجية تقع إلى الأمام من العضلة الرافعة للحنك الليّن وعلى جانبيها. وتبدأ عند قاعدة الجمجمة والجزء الفضروفي من قناة استاخيو، وتمر أليافها إلى أسفل وإلى الأمام، وتنتهي بوتر يسير نحو الوسط إلى الحنك الليّن، وتتفرز ألياف هذه العضلة في الحد الخلفي من عظمة الحنك، وتندمج جزئياً في الألياف الموجودة على الجانبين.

وتقوم العضلة الموترة بتوتير القطاع الأمامي من الحنك الليّن، وبذلك تؤدي وظيفتها بوصفها حزمة ثابتة من الألياف تتصل بها العضلات الحنكية

الأخرى. وتساعد أيضاً العضلة الرافعة في رفع الحنك الليّن وفي تحريكه إلى الخلف نحو جدار البلعوم، وكذلك في فتح قناة استاخيو بتأثيرها على الجدار الغضروفي لهذه القناة.

(د) العضلة اللسانية - الحنكية glosso - palatal muscle

توجد على الجدارين الجانبيين للبلعوم مجموعتان زوجيتان من الثنايا البارزة تسميان **القوسين اللسانيين - الحنكيين** glosso - palatal arches (أو **العمودين الأماميين للمبلع** anterior pillars of the fauces)، ويحتوي كل من المجموعتين (انظر الشكل ٦٦) على العضلة اللسانية - الحنكية مغطاة بأغشية مخاطية. وتسمى هذه العضلة أيضاً بالعضلة المضيقة للمبلع. وتمتد فيما بين الحنك الليّن وكلا جانبي اللسان. وتنشأ عند الجهة الأمامية للحنك الليّن، ثم تمضي إلى الأسفل وإلى الأمام وعلى الجانبين، وتتفرز أليافها في جانبي ظهر اللسان.

ويمكن لهذه العضلة أن تسحب اللسان إلى أعلى وإلى الخلف، كما يمكنها أن تسحب القوس اللساني - الحنكي إلى أسفل، وإلى الوسط مما يؤدي إلى إنقاص حجم الجهة الأمامية من مدخل المبلع.

(هـ) العضلة البلعومية - الحنكية pharyngo - platal muscle

خلف القوس اللساني - الحنكي يقع قوس آخر يسمى **القوس الخلفي أو العماد الخلفي للمبلع** posterior faucial pillar. وهو مجموعتان من الثنايا على كلا جانبي البلعوم، تشتمل كل منهما على إحدى العضلتين البلعوميتين الحنكيتين مغطاة بالأغشية المخاطية. وتبدأ هذه العضلة من الحنك الليّن، وتتجه جانبياً وإلى أسفل، وتتفرز (بالاشتراك مع العضلة الإبرية - البلعومية) في الحد الخلفي للغضروف الدرقي.

وتقوم هذه العضلة بتقريب القوسين البلعوميين - الحنكيين، ويؤدي ذلك إلى خفض الحنك الليّن، وتضييق المدخل الخلفي للمبلع. وفي الوقت نفسه تقوم العضلة بعملية عكسية يتم بها رفع الحنجرة بمساعدة العضلة الإبرية - البلعومية.

(و) عضلة قناة استاخيو - البلعومية slapingo - pharyngeal muscle

وهي عضلة زوجية (تسمى أيضاً العضلة القنوية - البلعومية اختصاراً).

وتمتد أليافها فيما بين الحد السفلي لقناة استاخيو بالقرب من فتحتها والناحية الجانبية - الخلفية من البلعوم، وتقوم هذه العضلة بفتح قناة استاخيو أو رفع البلعوم وتضييقه من الجانبين.

وهكذا يستطيع الحنك الليّن بما توفره له هذه العضلات من إمكانات أن يقوم بالعمليات الأساسية الآتية:

أولاً: التحكم في مدى إغلاق البلعوم الأنفي ودرجة انفتاحه في أثناء النطق.
ثانياً: الفصل ما بين تجويفي الفم والأنف.
ثالثاً: رفع الحنك الليّن إلى أعلى وإلى الخلف، وشده في اتجاه البلعوم أو إرخائه.

٢ - اللسان lingua, tongue

هو عضو يتصل من ناحية قاعدته والجزء الأوسط منه بأرضية الفم. ويرتبط **جذر اللسان** the root بالعظم اللامي، ولسان المزمار، والحنك الليّن، والبلعوم. ويمتد طرفه إلى الأمام حتى القواطع السفلى، كما يتصل سطحه السفلي **بالفك الأسفل** the mandible.

ويرتد الغشاء المخاطي من سطحه السفلي إلى أرضية الفم، مكوناً بذلك **لجام اللسان** frenulum lingua، الذي يربط اللسان إلى قاع الفم على نحو يوفر له حرية الحركة.

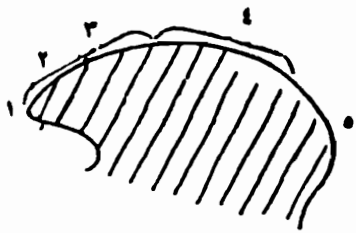
وينقسم **السطح العلوي للسان (أو ظهر اللسان)** the dorsum إلى قسمين؛ يفصلهما خط طولي في الوسط يسمى **الأخدود الأوسط** median sulcus. ويلاحظ أنه عند انطباق الفكين في وضع الراحة ينطبق ظهر اللسان انطباقاً تاماً على سقف الفم. ولذلك، ونظراً للمرونة الكبيرة التي يتمتع بها اللسان والثبات النسبي لسقف الفم، يستعان عادة بمعالم سقف الفم لتقسيم ظهر اللسان إلى أجزائه المتنوعة (الشكل ٦٧) وهي:

(أ) نصل اللسان the blade، وهو الجزء المقابل عند الانطباق لحافة اللثة، ويسمى الطرف الأمامي القصي من نصل اللسان: طرف اللسان apex.

(ب) مقدم اللسان the front، وهو الجزء المقابل عند الانطباق للحنك الصلب.

(جـ) مؤخر اللسان the back، وهو الجزء المقابل عند الانطباق للحنك الليِّن.

(د) جذر اللسان the root, the radix، وهو الجزء الذي يشكل في وضع الراحة الجدار الأمامي لتجويف البلعوم.



١ - طرف اللسان
٢ - نصل اللسان
٣ - مقدم اللسان
٤ - مؤخر اللسان
٥ - جذر اللسان

شكل (٦٧) أقسام اللسان

٤ - عضلات اللسان muscles of the tongue

اللسان أعظم أعضاء النطق مرونة وقدرة على تنويع الحركة. وذلك بفضل عدد كبير ومتنوع من العضلات التي تقوم بتنشيطه. وتنقسم العضلات إلى نوعين:

الأول: هو **عضلات اللسان الداخلية** intrinsic muscles. وتوجد جميعها في جسم اللسان نفسه. وينشأ عن تنشيطها التغيرات المتنوعة التي تحدث في شكل اللسان.

الثاني: هو **عضلات اللسان الخارجية** extrinsic muscles. وتقع بداياتها في الهيكل العظمي، وتربط اللسان بغيره من أجزاء الجسم المجاورة، كما تتحكم أيضاً في تحديد موقع اللسان في تجويفي الفم والبلعوم.

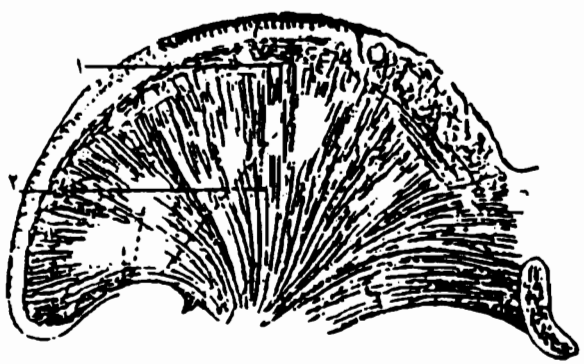
وتتنوع **عضلات اللسان الداخلية** (الشكلان ٦٨، ٦٩) حسب اتجاهات أليافها إلى: **عضلات طولية** longtitudinal، **وعضلات مستعرضة** transverse، **وعضلات عمودية** vertical. وها هو ذا بيانها:

(أ) العضلة الطولية العليا superior longtitudinal muscle

عضلة فردية تتشكل من كتلة رئيسة من الألياف الطولية والمنحرفة تقع مباشرة تحت الغشاء المخاطي. وتمتد خلال ظهر اللسان من الجذر إلى الطرف، وتقوم (بالاشتراك مع العضلة الطولية السفلى) بتقصير اللسان، وبذلك يصبح أعرض وأكبر سمكاً. كما يمكنها أيضاً إطالة اللسان بحيث يبرز جسمه إلى أعلى ويستدق طرفه.

(ب) العضلة الطولية السفلى inferior longtitudinal muscle

هي عضلة زوجية تمتد طولياً فيما بين العضلتين الذقنية - اللسانية genioglossus muscle واللامية - اللسانية hyoglossus muscle (انظر بعده) خلال أسفل اللسان وجانبيه. ويقع أصل العضلة في الغشاء المخاطي لجذر اللسان، كما تنفرز بعض جذور أليافها في جسم العظم اللامي. وتتجه الألياف إلى أسفل وإلى الأمام، ثم يتم تجميعها في حزمة واحدة تسير في اتجاه طرف اللسان مع العضلتين اللامية - اللسانية، والإبرية - اللسانية. وتتجه معظم أليافها إلى الأمام لتنفرز في الغشاء المخاطي لسطح اللسان السفلي، على حين يتجه بعض أليافها إلى أعلى لتتصل بالغشاء المخاطي لظهر اللسان. وتقوم هذه العضلة بتقصير اللسان من الأمام إلى الخلف، كما يمكنها خفض طرف اللسان إذا كان مرتفعاً.



١ - العضلة الطولية

٢ - العضلة الذقنية اللسانية

شكل (٦٨) عضلات اللسان الداخلية (منظر جانبي)

(جـ) العضلة المستعرضة transvers muscle

هي عضلة زوجية تكوّن معظم الجزء اللحمي من اللسان. وتتكون من طبقات أفقية، وتنتشر أليافها جانبيّاً حتى تصل إلى الهامشين الجانبيين للسان. وتقوم بطيّ اللسان من الجانبين مما يساعد اللسان على أن يتخذ شكلاً أخدودياً.

١ - العضلة العمودية

٢ - العضلة المستعرضة

شكل (٦٩) عضلات اللسان الداخلية (منظر أمامي)

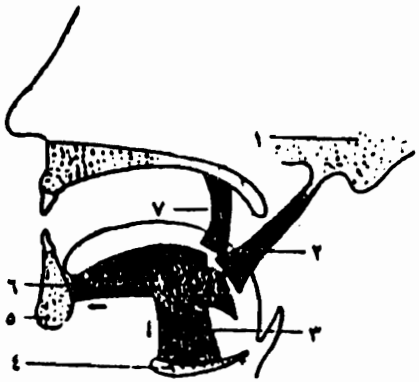
(د) العضلة العمودية vertical muscle

تكوّن هذه العضلة الزوجية مع العضلة المستعرضة معظم الجزء اللحمي من اللسان. وتبدأ أليافها من الغشاء المخاطي لظهر اللسان، ثم تنحدر إلى أسفل لتتفرز في الغشاء المخاطي للسطح السفلي من اللسان.

أما العضلات الخارجية (شكل ٧٠) التي تتحكم في تحديد موضع اللسان في تجويفي البلعوم والفم فهي:

(أ) العضلة الذقنية - اللسانية genioglossus muscle

وهي عضلة زوجية مسطحة مثلثة الشكل، تنتشر في شكل مروحي في اتجاه أماكن انفرازها. وهي أقوى العضلات الخارجية. وتشكل معظم مادة اللسان، وتتجه أليافها السفلية أفقياً إلى قاعدة اللسان، وتتفرز في جسم العظم اللامي، على حين تتجه معظم أليافها إلى ظهر اللسان، حيث يمتد مفرز هذه الألياف من طرف اللسان إلى قاعدته.



١ - قاعدة الجمجمة
٢ - العضلة الإبرية - اللسانية
٣ - العضلة اللامية - اللسانية
٤ - العظم اللامي
٥ - الفك الأسفل
٦ - العضلة الذقنية - اللسانية
٧ - العضلة الحنكية - اللسانية

شكل (٧٠) رسم تخطيطي لعضلات اللسان الخارجية

(ب) العضلة الإبرية - اللسانية styloglossus muscle

وهي عضلة زوجية تمتد من النتوء الإبري إلى طرف اللسان. وتتجه إلى أسفل وإلى الوسط، ثم إلى الأمام إلى حد ما في اتجاه نهاية اللسان، ثم عمودياً إلى طرف اللسان. وتتداخل بعض أليافها السفلي مع ألياف العضلة اللامية - اللسانية. وتعمل العضلة على تحريك اللسان، ورفع العضو كله إلى أعلى.

(جـ) العضلة الحنكية - اللسانية palatoglossus muscle

هي عضلة زوجية سبق أن وصفت من بين العضلات الخافضة للحنك اللين. وعند تثبيت الحنك الليّن تعمل هذه العضلة على رفع الجزء الخلفي من اللسان.

(د) العضلة اللامية - اللسانية hyoglossus muscle

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. وتتجه مجموعة الألياف عمودياً، وتتشابك في طريقها مع الألياف الأفقية للعضلة الإبرية - اللسانية.

ويلاحظ أن ثمة تضاداً بين الوظيفة الخافضة التي تقوم بها هذه العضلة والنشاط الرافع الذي تقوم به العضلات الخارجية الأخرى.

٥ - الشفتان والخدان lips and cheeks

الشفتان: زوجان من الثنايا اللحمية يحيطان بالفم، ويحتويان على عدد من الأوعية الدموية والأعصاب والغدد، بالإضافة إلى النسيج الضام.

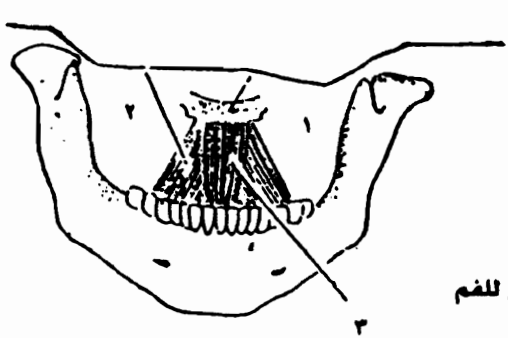
والأجزاء الخارجية من الشفتين مبطنة بجلد يندمج عند خط الالتحام الأحمر مع الأغشية المخاطية الداخلية. وترتبط الشفتان بعدد كبير من العضلات التي تنتمي إلى مجموعة **عضلات الوجه التعبيرية** facial muscles of expression؛ وهي عضلات ذات أهمية كبرى في التعبير عن الانفعالات، وتستخدم على أوسع نطاق في التمثيل والخطابة والإلقاء، كما أنها قد تكفي وحدها أحياناً بنشاطها التعبيري فتقوم مقام الكلام المنطوق المسموع.

أما الخدان فيشكلان الناحيتين الجانبيتين من الوجه. وهما كتلة لحمية. وتتكونان أساساً من مجموعة من العضلات الزوجية هي: **العضلة المبوقة** buccinator muscle، **والعضلة المسطحة** platysma muscle، **والعضلة العارضة** zygmatic muscle. ويحدهما من الخارج غطاء خارجي، ومن الداخل غشاء مخاطي يندمج من أعلى ومن أسفل بالغشاء المخاطي للحنك الليّن. ويتصل الغشاء المخاطي المبطن للخدين اتصالاً وثيقاً **باللفافة المبوقة** buccinator fascia، ومن ثم تتبع هذه اللفافة في حركتها حركة العضلات.

٦ - الفك السفلي والأسنان the mandible and teeth

الفك السفلي هو العظمة الوحيدة والقابلة للحركة من عظام الوجه.

وتصحب حركته دائماً حركات اللسان أثناء مضغ الطعام أو الكلام. ويتحكم من ثم في تشكيل تجويف الرنين في الفم، فيؤثر بذلك على تجويف البلعوم (انظر الشكل ٧١).



١ - العظم اللامي
٢ - عضلة البروز الفكي
٣ - العضلة الذقنية - اللامية

شكل (٧١) الفك السفلي والقاع العضلي للفم

ويمكن للفك السفلي أن ينخفض حتى تصل المسافة ما بين القواطع السفلى والقواطع العليا حوالي البوصة والنصف تقريباً، ويمكنه كذلك أن يتحرك حركة طفيفة في اتجاه أفقي من جانب إلى جانب. كما يمكنه أيضاً أن يبرز إلى الإمام حتى تتمكن الأسنان السفلى من لمس الشفة العليا. غير أن الأهمية اللغوية لحركة الفك تكمن في عملية الإغلاق والفتح [ملاحظة: سنرى كيف ربط بعض علماء الأصوات بين هذه العملية والتقسيم المقطعي للكلام]. أما حركته الجانبية أو الأمامية فليس لها أهمية لغوية تذكر.

وبالرغم من ارتباط حركة الفك بحركة اللسان فإن تغيير شكل تجويفي الفم والبلعوم وحجمهما يكن أن يتم بواسطة اللسان مع تثبيت الفك. وتتحرك الأسنان السفلى نحو الأسنان العليا، ويمكن أن يكون لهذه الحركة أهمية لغوية إذا تدخلت أعضاء أخرى كاللسان أو الشفة السفلى.

ولا شك أن للأسنان العليا أثراً مهماً على سلامة النطق بكثير من الأصوات، فسقوطها أو اختلال تركيبها يؤدي غالباً إلى اضطراب الخصائص النطقية - ومن ثم الأكوستيكية - لهذه الأصوات. وبالنظر إلى ثبات وضع الأسنان في الفك العلوي فقد اقترح العلامة ج. ر. فيرث J. R. Firth أن تتخذ العلاقات الطبوغرافية بينها وسيلة مباشرة لتحديد مخارج أصوات اللثة والحنك الصلب، ووسيلة غير مباشرة لإدراك بعض الصفات المخرجية لأصوات الحنك الصلب، وذلك عند استخدام **الحنك الصناعي** artificial palate لدراسة الوضع الاستاتيكي لنطق هذه الأصوات. (يمكن الرجوع إلى شرح لتقنية الحنك الصناعي ورسم الأستاذ فيرث في كتاب الدكتور أيوب «أصوات اللغة»، وكتاب الدكتور تمام حسان «مناهج البحث في اللغَة) أما في التقنيات المختبرية الحديثة فقد حل سقف **الحنك الإلكتروني** محل التقنيات القديمة، ويمكن باستخدامه تعيين المواضع النشطة عند النطق وتصويرها بدقة بالغة.

٧ - عضلات الوجه التعبيرية muscles of expression

تنتمي العضلات المتحكمة في حركة الشفتين أيضاً إلى مجموعة عضلات تسمى **عضلات المحاكاة** mimic muscles، أو **عضلات التعبير** (انظر الشكل ٧٢).

وتتمتع هذه المجموعة بأهمية خاصة في عملية الاتصال اللغوي، فهي تشكل في الغالب جانباً مهماً من ماجريات الموقف اللغوي يتوقف عليه في الكثير من الأحيان فهم الرسالة الملفوظة verbal message؛ بل إنها - كما ذكرنا - قد تتكفل وحدها بمهمة التعبير من غير أن يصاحبها نطق ما. وثمة ارتباط وثيق بين الرسالة الملفوظة والحركات التعبيرية التي تقوم بها عضلات الوجه خاصة والجسم بعامة، فيما يدخل تحت علم الإشاريات kinetics أو لغة الجسد body language. كما أنها تستند في تأويلها وحلّ شفرتها أحياناً إلى العادات والأعراف الثقافية عند الشعوب المختلفة. ويكفي لإثبات أهميتها أن تلاحظ متكلماً يستخدم جهاز الهاتف في التخاطب، فعلى الرغم من أنه قد يكون وحيداً، كما أنه على يقين من أن سامعه لن يلاحظ ما يعبر عنه بعضلات وجهه من انفعالات - إلا أنه يستخدم عضلات وجهه - وجسمه كله أحياناً، للتعبير عن انفعالات الغضب أو الحزن أو الخوف أو السرور، وكأن محدثه أو سامعه يقف أمامه وجهاًلوجه بلا فارق يذكر بين الموقفين.

وهذه هي أهم عضلات الوجه التعبيرية مع الإشارة إلى وظائفها:

(أ) عضلة الفم المدارية oral bicularis oris

عضلة فردية تسمى أيضاً العضلة الفموية العاصرة oral sphincter muscle. وهي حلقة عضلية بيضاوية توجد خلال الشفتين، وتحيط بالفم إحاطة تامة. وتشتمل على ألياف علوية وأخرى سفلية. وكل من المجموعتين مستقل عن الأخرى. وتتداخل الألياف العلوية القادمة من الناحية اليمنى مع الألياف العلوية القادمة من الناحية اليسرى، ويندمجان في خط الوسط، وكذلك الأمر بالنسبة للألياف السفلية.

والمهمة الأساسية لهذه العضلة هي تقريب الشفتين بعضهما من بعض أو تضييقهما، وذلك بضغطهما إلى الأسنان، أو إبرازهما وسحب الشفة السفلى إلى أعلى أو الشفة العليا إلى أسفل، ويؤدي إلى التعبير المعروف «بالتبويز» أو مط الشفاه.

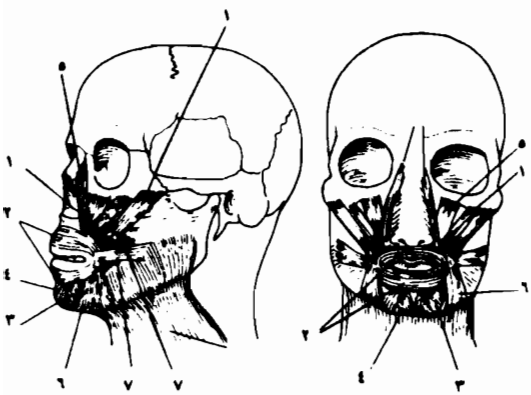
ويرجع تعدد الوظائف التي يمكن لهذه العضلة القيام بها إلى أنها تنتج

مجموعة من الأحداث المستقلة، كما أنها تعمل أيضاً مرتبطة مع عضلات الشفتين الأخرى.

(ب) العضلة الشفوية المربعة العليا quadratus labii superioris

عضلة زوجية مسطحة تقع فوق الجزء الجانبي من الشفة العليا. وتتكون من ثلاثة رؤوس أو مجموعات من الألياف. وعلى الرغم من أن هذه الرؤوس منفصل بعضها عن بعض - إلا أنها تتجمع لتلتقي قريباً من زاوية الفم. والعمل المشترك لهذه الرؤوس هو رفع الشفة العليا ورفع زاوية الفم وجناحي الأنف.

وبذلك تتسع فتحة الأنف، فتمنح قسمات الوجه تعبيراً قريباً من «الازدراء».



١ - العضلة العارضة
٢ - عضلة الفم المدارية (العليا والسفلى)
٣ - العضلة السفلى الخافضة للشفتين
٤ - عضلة الذقن
٥ - العضلة المربعة الشفوية العليا
٦ - العضلة الخافضة لزاوية الفم (المثلثة)
٧ - العضلة المبوقة

شكل (٧٢) منظر لبعض عضلات الوجه التعبيرية

(جـ) عضلة الخد (العارضة) zygmaticus muscle

هي عضلة زوجية مستطيلة الشكل توجد تحت السطح بالنسبة للفك العلوي وعظام الخد. وتنشأ من النتوء الصدغي لعظمة الخد، وتتجه إلى أسفل وإلى الوسط لتتغرز في عضلة الفم المدارية وفي الجلد عند زاوية الفم، وتقوم برفع زاويتي الفم في الاتجاه الجانبي العلوي، وتستخدم في الضحك والابتسام.

(د) العضلة المبوقة buccinator muscle

عضلة زوجية هي العضلة الأساسية للخد؛ إذ تشكل الجدار الجانبي للفم. وتتجه أليافها إلى ركني الفم، وتدخل إلى الشفتين العليا والسفلى، حيث تتداخل مع ألياف نظيراتها القادمة من الاتجاه المقابل، وتتقاطع أليافها الوسطى على هيئة حرف × عند زاوية الفم بحيث تسير الألياف السفلى إلى الشفة العليا والألياف العليا إلى الشفة السفلى.

ويمكن لهذه العضلة أن ترفع زاوية الفم إلى الجانبين أو الخلف. كما يمكنها تضييق الفم، ويتضح نشاطها أثناء المضغ.

(هـ) عضلة الذقن mentalis muscle

وهي عضلة زوجية تنشأ من نقرة القواطع في الفك السفلي فوق مرتفع الذقن mental tuberosity مباشرة. وتسير الألياف الوسطى في اتجاه الوسط، وتقطع خط الوسط لتلتقي بألياف نظيرتها القادمة من الاتجاه المقابل. وتتجه أليافها العليا إلى أعلى حتى تصل إلى الجزء السفلي من عضلة الفم المدارية. أما الألياف الجانبية فتنتهي في الجلد وفي الاتجاه نفسه.

وتقوم هذه العضلة برفع غطاء الذقن integument of the chin وتجعيده، كما تقوم بإبراز الشفتين مما يعطي انطباع الشك أو الاستهزاء.

(و) العضلة المثلثة triangular muscle

تسمى أيضاً العضلة الخافضة لزاوية الفم depressor anguli oris وهي عضلة زوجية مسطحة على هيئة مثلث يقع إلى جانب العضلة الشفوية المربعة السفلى. وينغرز جزء من أليافها في جلد زاوية الفم، وجزء آخر في غطاء الشفة العليا.

وتقوم هذه العضلة بخفض زاوية الفم. وعندما تنشط مع نظيرتها الأخرى على الجانب المقابل فإنهما تقومان بإغلاق الفم بسبب ضغطهما للشفة العليا.

(ز) العضلة المربعة الشفوية السفلى quadratus labii inferioris

وهي عضلة زوجية مسطحة ذات زوايا أربع. وتقع تحت الجزء الجانبي من الفم، وتنشأ عند السطح الخارجي للفك السفلي، وتتجه إلى أعلى وإلى الوسط داخل عضلة الفم المدارية وجلد الشفة السفلى. أما أليافها العميقة فتتغرز في الغشاء المخاطي للشفة السفلى. وتوجد لها بعض ألياف تتغرز في غطاء الذقن. وتقوم هذه العضلة بسحب الشفة السفلى إلى أسفل وقليلاً إلى الجانب، مما يمكن أن يكون تعبيراً عن التهكم أو الاستخفاف.

٨ - وظائف الشفتين في الكلام

بالإضافة إلى مشاركة الشفتين مشاركة أساسية في عمليات التعبير المصاحبة للكلام فإن للشفتين وظائف مهمة في عملية الكلام نفسها، ويمكن إجمال هذه الوظائف في نقاط: (وسنعود لذلك بتفصيل إن شاء الله في موضعه من الكتاب):

أولاً: تعدّ الشفتان - وكذلك الشفة السفلى مع الأسنان العليا - من أهم مخارج الأصوات في كثير من اللغات.

ثانياً: للشفتين دور أساسي في النطق بالصوائت، ولعل شكل الشفتين كان لدى أسلافنا المميز الوحيد لهذه الأصوات، ومنه جاءت مصطلحات الفتحة والضمة والكسرة وغيرها. ويلاحظ أيضاً أن شكل الشفتين يؤثر على الشكل العام لتجويف الفم أثناء النطق.

٩ - خاتمة وتحصيل

تضمن الباب الأول من هذا الكتاب إيضاحاً للمظهر الفيزيائي من عملية الكلام، على حين تولى الباب الثاني بيان المظهر التشريحي الوظيفي لجهاز النطق. وكلا هذين البابين مهاد لا بد منه لإيضاح وجوه الارتباط بين المظهرين وتحديد مظاهر التقابل بين كل صورة من صور النشاط النطقي والكميات الفيزيائية للموجة الصوتية المتولدة عنه، وأثر التحولات المتتابعة

في آلية إنتاج الكلام، وفيما يطرأ على الموجة الصوتية من ألوان التعديل والتكييف.

أما وقد بلغنا غايتنا من فحص كل من: المظهر الفيزيائي، والمظهر التشريحي الوظيفي كلٌ على حدة، فسنأخذ الآن في عقد الصلة بين المظهرين، وفي تصنيف أصوات الكلام عامةً، والعربي خاصة بالاعتبارين: النطقي والفيزيائي، واستيضاح وجوه الارتباط بينهما، وتحصيل ما به يكون تمايز الأصوات من جهة الإنتاج، ثم من جهة الانتقال، تمهيداً لفحصها من جهة السمع والإدراك. وذلكم هو موضوع البابين: الثالث والرابع على الترتيب والتعقيب.

* * *