

Capítol 1.

ANATOMIA FUNCIONAL DE LA VEU

Dra. Begonya Torres

La veu es produeix gràcies a l'acció coordinada de quasi tot el nostre cos. L'aparell fonador o vocal és integrat per estructures musculars de diferents regions y per elements dels aparells respiratori y digestiu.

Abans de procedir a l'estudi de l'aparell fonador cal fer un aclariment terminològic. Coexisteixen dues nomenclatures, una internacional derivada del llatí i altra pròpia dels llibres d'anatomia humana classics (anomenada classica). La nomenclatura internacional llatina es troba recollida a la *Nomina Anatomica* i ha estat traduïda a múltiples llengües. La tendència dels últims anys és emprar la nomenclatura internacional traduïda a la llengua vernacle en substitució de la nomenclatura que s'ha utilitzat clàssicament. En el nostre text utilitzarem la nomenclatura internacional posant entre parèntesi el nom pertanyent a la nomenclatura classica, en cas de que aquest sigui àmpliament conegut.

1. PARTS DE L'APARELL FONADOR

Cal assenyalar que cap estructura del nostre cos té com a funció única ni primera la producció de la veu. La veu fou una adaptació evolutiva molt posterior a altres accions imprescindibles per a la vida. Així la laringe, a la que relacionem de forma automàtica amb la veu, té com a funció principal la de protecció de les vies respiratòries. Molts animals tenen plecs vocals (cordes vocals) i no emeten sons. En les aus la laringe no intervé en la producció de sons, ja que aquests s'originen a la *siringe* que es localitza a l'extrem inferior de la tràquea.

L'aparell fonador per al seu estudi es divideix en tres porcions:

Porcions de l'aparell fonador	
El vibrador	Constituït pels plecs vocals (cordes vocals) de la laringe.
La manxa	Formada per les estructures infraglòtiques (situades per sota dels plecs vocals) que determinen la major o menor pressió de l'aire expirat.
Els ressonadors	Integrats per les cavitats supraglòtiques (situades per sobre dels plecs vocals) en les que el so produït als plecs vocals és amplificat modificat.

Malgrat aquesta divisió, l'aparell fonador és un tot homogeni i inseparable, per la qual cosa, una alteració o modificació en alguna de les seves parts determinarà una modificació o alteració en les demés. Qualsevol tensió muscular excessiva produirà problemes en l'emissió de la veu i alteracions a llarg o curt termini en la laringe.

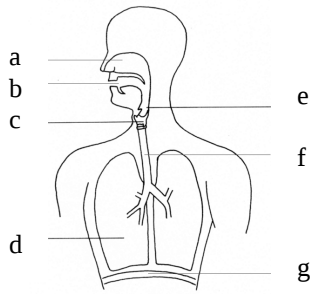


Fig. 1. *Aparell fonador*

a: cavitat nasal; b: cavitat bucal; c: laringe; d: pulmons; e: faringe; f: tràquea; g: diafragma. Els músculs de l'abdomen (que no apareixen al dibuix) seran junt amb el diafragma els responsables del control de la nostra veu.

2. LA MANXA DE L'APARELL FONADOR

El conjunt format pels pulmons i la musculatura que subministra l'energia necessària a l'aire expirat s'anomena *la manxa de l'aparell fonador o vocal*. Com a components de la manxa estudiarem la caixa toràtica i els pulmons, el diafragma (múscul inspirador) i els músculs de l'abdomen (expiradors) així com músculs accessoris de la respiració que actuaran únicament en casos molt concrets. Classicament es descriuen tres tipus bàsics de respiració: diafragmàtica, clavicular i intercostal.

La **respiració diafragmàtica** (també anomenada **costodiafragmàtica**, **abdominal** o **costoabdominal**) és la que es produeix a la part més baixa del tòrax i a la més alta de l'abdomen que és la zona on es troba el major control voluntari de la respiració. A ella el diafragma dur a terme un moviment ampli de descens. És la més òptima per a la fonació, principalment per al cant, ja que no provoca tensions musculars i deixa les estructures en la posició més adequada per a poder exercir un control voluntari sobre elles. Un bon control de l'expiració serà molt més important que un augment de la capacitat inspiratòria. Una inspiració massa àmplia dificultarà la fonació.

La respiració **clavicular** (**toràctica superior**) i la **intercostal** (**toràctica mitjana**) utilitzen músculs del coll i del tòrax que al contreure's creen tensions que dificulten la fonació i no seran, per això, òptimes per al cant.

2.1 CAIXA TORÀCICA

La caixa toràtica està integrada per la unió entre les costelles, l'estern i la porció toràctica (dorsal) de la columna vertebral. Aquesta unió es realitza mitjançant diverses articulacions que confereixen mobilitat i elasticitat a tot el conjunt, el que permetrà que durant la respiració els diàmetres de la caixa toràtica variïn i els pulmons s'omplin i buidïn d'aire.

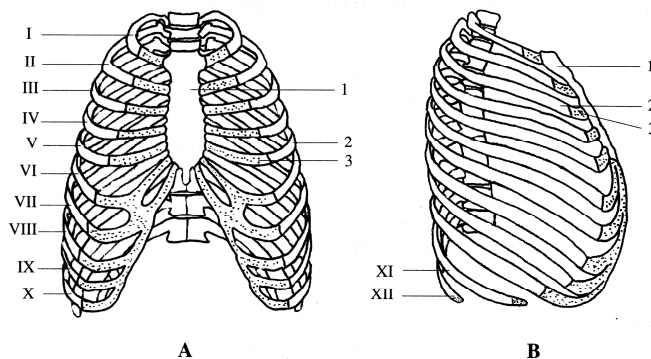


Fig. 2. *Caixa toràtica*

A: visió anterior, B: visió lateral. 1: estern, 2: porció òssia de la costella, 3: porció cartilaginosa de la costella, I-VII: costelles veritables, VIII-X: costelles falses, XI-XII: costelles flotants.

Els moviments del tòrax òssi són el sumatori dels moviments individuals dels seus components. Durant la inspiració es produeix l'elevació de les costelles, i durant l'expiració el seu descens. Així, qualsevol múscul que produeixi l'ascens costal serà inspirador, i tot aquell que en determini el seu descens expirador.

Durant la inspiració les costelles superiors es dirigeixen cap a davant produint un augment del diàmetre anteroposterior del tòrax. Les costelles inferiors es dirigeixen cap els costats produint-se un augment del diàmetres transversal de la caixa toràcica.

2.2 TRÀQUEA I PULMONS

La tràquea se situa anterior a l'esòfag. S'extén entre la laringe i els bronquis principals, dret i esquerra, on es bifurca. La seva funció és la de conduir l'aire cap als pulmons o fora d'ells (figs. 1, 3 a).

Els pulmons són els òrgans de la respiració, la seva funció bàsica és la d'oxigenar la sang. Són elàstics, suaus, esponjosos i suren en el aigua.

Cada pulmó es troba envoltat per la seva **pleura** o **sac pleural**. El pulmó dret està format per tres lòbuls i el esquerre per dos (fig. 3 b, c). La pleura és un sac de doble paret, una interna íntimament unida al pulmó i una externa adherida a la paret toràcica i a la cara cranial del diafragma. Gràcies a aquesta unió íntima de la capa interna i externa de la pleura, els pulmons seguiran al diafragma i a les costelles en els seus moviments respiratoris.

A la inspiració, la capacitat de la cavitat toràcica augmenta en les tres direccions de

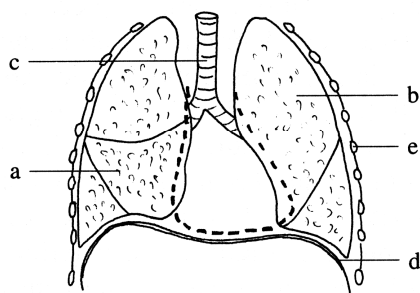


Fig. 3. Diafragma i estructures de la cavitat toràcica.

a: tràquea, b-c: pulmons, d: costelles, e: diafragma. En traç discontinu es marca la silueta del cor que es troba anterior a la tràquea.

l'espai (pels moviments costals i el descens del diafragma). Al eixamplar-se el pulmó, es produeix una reducció de la pressió intraalveolar i l'aire és inspirat cap a l'interior. L'aire entra al pulmó com ho fa un líquid a l'interior d'una xeringa a l'estirar l'èmbol.

L'expiració normal o tranquil·la és un procés passiu que es produeix degut a la relaxació dels diferents elements de la cavitat toràcica. Durant la fonació, i principalment durant el cant, es dona una expiració activa, en la que intervindran els músculs de l'abdomen.

2.3 DIAFRAGMA. INSPIRACIÓ

El diafragma és el múscul principal de la inspiració. Se situa com una làmina que separa la cavitat toràcica de l'abdominal. Té forma de doble cúpula i constitueix el sòl de la cavitat toràcica i el sostre de l'abdominal (figs. 3, 4, 6). Tanca l'obertura inferior de la caixa toràcica on s'insereix. La seva cara cranial és cònca i la caudal és convexa. Durant la inspiració, es contrau descendent, i durant l'expiració es relaxa ascendent (fig. 4). Cranialment es troba cobert per la pleura i el pericardi (que envolta el cor) i caudalment pel peritoneu (que envolta les vísceres abdominals).

El diafragma és el múscul més important de la respiració. Quan es contrau, les seves cúpules dreta i esquerra es desplacen cap avall aplanant-se (fig. 4 a). Aquest descens augmenta el diàmetre vertical de la cavitat toràctica; pel seu origen a l'obertura inferior de la caixa toràctica actuarà sobre les seves articulacions determinant el moviment de les costelles el que provoca l'augment dels diàmetres anteroposterior i transversal. Amb aquest augment dels tres eixos del tòrax, els pulmons s'omplen d'aire.

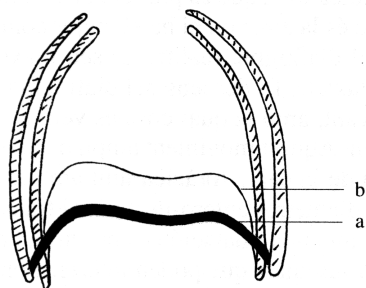


Fig. 4. Moviments del diafragma durant la respiració. a: inspiració, b: expiració.

El diafragma se situa més alt en la part anterior (on s'uneix a l'estern) que en la part posterior (unit a la columna lumbar). En la respiració diafragmàtica, utilitzada en el cant, quan el diafragma es contrau baixa i empeny les vísceres de l'interior de la cavitat abdominal (fig. 5). Aquestes empenyen la paret de l'abdomen (formada per la musculatura abdominal) que està relaxada i és per això que surt la panxa enfora.

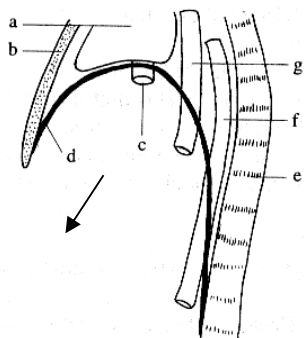


Fig. 5. Diafragma. Visió lateral.

En la respiració diafragmàtica, quan el diafragma es contrau baixa segons el sentit de la sageta i empeny les vísceres de l'interior de l'abdomen.

a: cor; b: estern; c: vena cava inferior; d: diafragma; e: columna vertebral; f: aorta; g: esòfag.

L'expiració tranquil·la és un procés passiu en el qual l'ascens del diafragma (fig. 4 b) es produeix per la seva elasticitat i la dels elements de la cavitat toràctica. Aquest retorn del diafragma determina la sortida d'aire intrapulmonar que passarà per la laringe en la qual els plecs vocals (cordes vocals) estan abduïts (separats). En la parla o en el cant l'expiració és activa i estarà controlada per la musculatura abdominal. En la fonació els plecs vocals (cordes vocals) estan aduïts (apropats) i l'aire expirat ha de sortir dels pulmons amb una certa pressió per a poder obrir la fenedura glòtica (glotis) i produir la vibració dels plecs vocals (cordes vocals); els músculs de l'abdomen determinaran aquesta pressió necessària.

En el procés de la inspiració podem trobar-hi diferents músculs implicats. La seva acció és molt limitada respecte a la del diafragma i sols actuaran en ocasions concretes. Són anomenats: músculs accessoris de la inspiració. Dintre d'aquets grup trobem músculs que s'insereixen a la caixa toràctica. Entre ells, els músculs pectorals, músculs del coll i petits músculs profunds del tòrax.

2.4 MÚSCULS ABDOMINALS. EXPIRACIÓ CONTROL·LADA

L'abdomen és la porció del tronc compresa entre el tòrax i la pelvis. Els músculs d'aquesta regió són molt importants i formen la major part de les parets abdominals. Constitueixen com una faixa que subjecta fortament les vísceres abdominals.

Durant la inspiració aquesta musculatura es relaxa i el diafragma es contrau. En l'expiració activa, els músculs de l'abdomen es contrauen mentre que el diafragma es relaxa. Aquesta acció coordinada constitueix l'anomenat *suport de la veu*. A la fonació, la contracció de la musculatura de l'abdomen produeix l'augment de la pressió intraabdominal. Les vísceres que es troben a l'interior de l'abdomen es veuen comprimides per aquest augment de pressió i empenyen el diafragma provocant el seu ascens. Aquest ascens del diafragma empeny els pulmons i determina l'augment de la pressió subglòtica ja que els plec vocals, com deien, es troben apropats impedit el pas de l'aire. Finalment la pressió és suficient i l'aire és expirat amb força produint-se l'obertura i vibració dels plec vocals (cordes vocals).

El mecanisme de suport de la veu en el cant pot explicar-se amb un exemple. El diafragma actua com l'embol d'una xeringa, desplaçant-se a l'interior de la caixa toràctica que es manté el major temps possible en posició inspiratòria, la musculatura abdominal actua sobre l'embol fent-lo pujar amb major o menor força.

Els músculs abdominals se situen a la paret anterior i parets laterals de l'abdomen (fig. 6). Són músculs plans i grans, a excepció del piramidal que és molt petit i de mida variable, sent la seva acció menyspreable.

Músculs de l'abdomen	
Paret anterior	Recte de l'abdomen (fig. 6 d)
	Piramidal (fig. 6 g)
Paret lateral	Oblic extern (major) de l'abdomen (fig. 6 b)
	Oblic intern (menor) de l'abdomen (fig. 6e)
	Transvers de l'abdomen (fig.6 f)

Els músculs de l'abdomen i el diafragma intervindran en tots els actes d'expulsió: tos, esternut, micció, defecació, vòmit i en el part. Per a que es pugui donar l'acció conjunta del diafragma i dels músculs abdominals és necessària l'acció de la laringe. Abans de qualsevol acte d'expulsió es produeix una inspiració profunda i l'adducció (apropament) dels plec vocals (cordes vocals), impedit la sortida de l'aire inspirat. Aquest aire quedarà contingut en els pulmons mentre els plec vocals romanguin tancats. Aquesta columna d'aire està subjectada pel diafragma que s'hi troba sota. De la mateixa manera, el diafragma està fixat en la posició d'inspiració ja que l'aire, que no pot sortir dels pulmons l'impedeix ascendir i relaxar-se. És ara quan els músculs de l'abdomen contraient-se augmentaran la pressió intraabdominal que pot determinar el buidat de les vísceres (si els plec vocals es mantenen apropats) o l'expulsió de l'aire pulmonar (si els plec vocals són finalment separats), de forma anàloga al que succeeix durant la fonació.

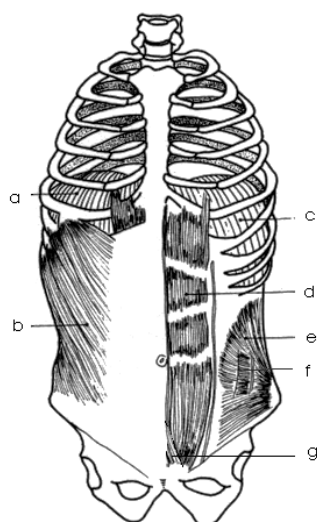


Fig. 6. Músculs de l'abdomen i diafragma.

a, c: cúpules dreta i esquerra del diafragma, b: oblic extern de l'abdomen, d: recte de l'abdomen, e: oblic intern de l'abdomen, f: transvers de l'abdomen, g: piramidal

Els músculs de la paret de l'abdomen se situen com les fulles d'un llibre. L'oblic extern cobreix l'oblic intern i aquest al tranvers que és el més profund de tots ells. A més de les accions esmentades, aquests músculs són responsables (junt amb d'altres músculs profunds del tronc) dels moviments de rotació, inclinació lateral i flexió ventral del tronc.

Com a la inspiració, trobem una musculatura accessoria de l'expiració. Donat que l'expiració tranquil·la és un procés passiu determinat per la relaxació dels pulmons, la caixa toràctica i el diafragma, la musculatura accessoria de l'expiració és de poca importància. Sols trobem petits músculs, alguns de funció molt controvertida, situats en diverses porcions del tòrax.

3. EL VIBRADOR DE L'APARELL FONADOR. LA LARINGE

La laringe té la funció de protegir les vés respiratòries i de produir els sons sota l'acció de l'aire expiratori. Se situa a la part medial i anterior del coll, per davant de la faringe. Cranialment es comunica, a través de la faringe, amb la cavitat bucal i les fosses nasals, i caudalment es continua amb la tràquea (fig. 1). Intervé a la respiració, la deglució i la fonació.

Com en els primats no humans, la laringe del nen es troba en una posició elevada en el coll, a l'alçada de la base occipital o de les primeres vèrtebres cervicals (en el nou-nat el caire inferior del cartílag cricoides se situa entre la tercera i la quarta vèrtebra cervical). Fins a l'edat d'un any i mig o dos, la posició de la laringe del nen segueix sent elevada, similar a la de qualsevol altre mamífer. Després, al voltant dels dos anys comença a baixar, el que farà que es modifiqui la forma de respirar, deglutir i emetre sons (a l'adult el caire inferior del cricoides es troba a l'alçada de la sisena o setena vèrtebra cervical). Degut al aquest descens de la laringe es produeix una cavitat molt desenvolupada per sobre dels plec vocals (cordes vocals) gràcies a la qual el sons emesos per la laringe poden ser modificats i fer-se audibles i el nen pot començar a produir el sons de la parla. A partir d'ara el nen no podrà deglutir i respirar alhora. Possiblement, la posició baixa de la laringe en l'ésser humà, amb la conseqüent expansió del tracte vocal, siguin la clau de la nostra capacitat per a produir tota la riquesa del llenguatge articulat.

Altre canvi important es dona a la laringe durant la pubertat. Per un efecte hormonal la laringe creix en longitud i diàmetre, amb la qual cosa els plec vocals (cordes vocals) creixen en longitud. Durant aquest procés es produeix la muda vocal. En el noi els plec

vocals creixen entre 4 i 11 mm i en la noia entre 1,5 i 4 mm, per això el canvi de la veu en el sexe masculí serà molt més evident. Abans de la pubertat els plecs vocals del noi i la noia tenen una longitud similar mentre que després de la pubertat els plecs vocals de l'home tenen quasi el doble de longitud, per terme mig, que els de la dona. El canvi que es dona a la veu durant la pubertat no només es relaciona amb l'augment de longitud dels plecs vocals sinó també amb canvis estructurals que es produeixen en l'estructura histològica (que estudiarem més endavant) del propi plec. Durant la pubertat, la veu femenina baixa al voltant de 2,5 semitons i la veu masculina al voltant d'una octava.

La laringe conté els plecs vocals denominats comunament cordes vocals. La presència d'aquests plecs determina la presència de tres regions diferents a l'interior de la laringe.

<i>Porcions de la laringe</i>	
Compartiment superior o vestíbul	Espai situat per sobre dels plecs vocals (cordes vocals)
Compartiment mitjà	Inclou glotis* i els ventricles laringis o de Morgagni
Compartiment inferior o regió infraglòtica	Espai laringi situat per sota dels plecs vocals (cordes vocals)

*Segons la *Nomina Anatomica*, la glotis és la porció de la laringe on es produeix la veu, i inclou els plecs vocals i l'espai comprès entre elles i els aritenoides anomenat fenedura glòtica. Cal assenyalar que molts autors utilitzen el terme glotis per a fer referència a aquests espai.

Les articulacions establertes entre els diferents cartílegs, es troben reforçades per petits lligaments que les subjecten. A més trobem lligaments que uneixen la laringe amb estructures veïnes, com el hioide, i altres que uneixen entre ells els diferents cartílegs (fig. 7).

El hioide és un os imparell que se situa sobre la laringe (fig. 7 b). És l'únic del cos que no s'articula amb altre os sinó que es troba suspès del crani per petits lligaments i estructures musculars. Té forma d'U, amb una part anterior o cos i unes banyes majors que constitueixen les branques de la U; ambdues estructures poden palper-se al coll. Té així mateix dues petites banyes menors que es dirigeixen cap amunt i no són palpables.

La laringe s'uneix al hioide mitjançant una membrana lligamentosa (membrana tirohioïdal). A l'os hioide s'insereixen, per una banda, la llengua i, per altre, els anomenats músculs extrínsecs de la laringe que estudiarem en un altre apartat. Aquests músculs porten cap amunt i cap aball l'os hioïdes i amb ell la laringe i la llengua. Aquestes tres estructures constitueixen així un bloc funcional inseparable tant durant la fonació com durant la deglució.

Dintre del grup de lligaments propis de la laringe destacarem els lligaments vocal i vestibular ja que constitueixen l'esquelet dels plecs vocals (cordes vocals) i vestibulars (cordes vocals falses) que estudiarem més endavant. Ambdós lligaments són bilaterals i s'extenen des del tiroide a l'aritenoides corresponent. Els vestibulars se situen cranialment als vocals.

CARTÍLAGS I ARTICULACIONS DE LA LARINGE

La laringe és formada per un esquelet de peces cartilaginoses que s'articulen entre sí. Els cartílags de la laringe són nou: tres de senars (tiroide, cricoide i epiglòtis) i tres de parells (aritenoides, corniculats i cuneiformes); existeixen, a més, petits cartílags inconstants. A ells s'insereixen petits músculs (musculatura intrínseca), que actuant sobre les seves articulacions, determinaran els moviments dels plec vocals (cordes vocals).

Estudiarem només els cartílegs principals.

<i>Cartílags de la laringe</i>	
Tiroide	Constitueix la major part de la paret anterior i lateral de la laringe i envolta parcialment als altres cartílags. És format per dues làmines (dreta i esquerra) que s'uneixen per davant formant la nou del coll (fig. 7 e).
Cricoide	És el més inferior de la laringe. Té forma d'anell sigil·lar amb una làmina quadrilàtera posterior disposada entre les làmines del tiroide i un arc estret en posició anterior que es palpa fàcilment en el coll (fig. 7 h).
Aritenoides	Són parells i simètrics respecte la línia mèdia . Tenen forma de piràmide triangular i en ells s'insereixen els plec vocals (cordes vocals) (fig. 7 k).
Epiglòtis	Té forma de fulla amb el seu pecíol en posició inferior (fig. 7 a).

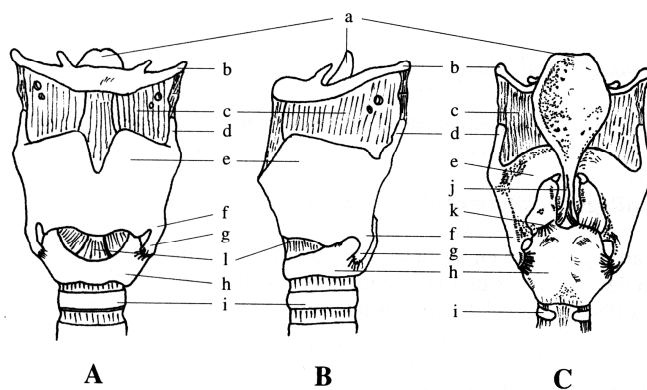


Fig. 7. Cartílags de la laringe.

A. visió anterior, B: visió lateral, C: visió posterior. a: epiglòtis, b: hioide, c: membrana tirohioïdal, d: banya superior del tiroide, e: tiroide, f: banya inferior del tiroide, g: articulació cricotiroïdal, h: cricoide, i: primer cartílag de la tràquea, j: lligament tiroepiglòtic, k: articulació cricoaritenoidel, lligament cricotiroïdal.

Els cartílags tiroide, cricoide i aritenoides són de tipus hialí (com els que formen la tràquea i els bronquis) i poden ossificar-se amb l'edat. El cartílag epiglòtis és de tipus elàstic (com el cartílag de l'orella) i no es calcifica.

El cartílag tiroide es troba integrat per dues làmines (dreta i esquerra) que s'uneixen per davant en la línia mèdia formant un angle obert cap endarrere. Aquest angle en els homes és d'uns 90° i en la dona d'uns 120°, és per això que protubera més en els homes per sota de la pell i la nou es veu i es palpa amb major facilitat.

El tiroide se situa cranial al cricoide i conté l'epiglòtis i els cartílags aritenoides (fig. 7).

El tiroide i el cricoide s'articulen entre sí donant lloc a les anomenades **articulacions cricotiroidals** (fig. 7 g). A elles el tiroide bascula cap a davant i cap endarrere. Aquest moviment serà de gran importància per a l'eleongació i tensió dels plects vocals (cordes vocals).

En els aritenoides s'insereixen el lligament i el múscul vocals, que són l'esquelet del plec vocal (corda vocal). La base d'aquests cartílags s'articula amb la làmina del cartílag cricoide donant lloc a les **articulacions cricoaritenoidals** (fig. 7 k). A elles s'hi produeixen dos tipus de moviments: de lliscament dels aritenoides sobre el cricoide i de rotació d'ells al voltant d'un eix vertical. Aquests moviments determinaran l'adducció (apropament) o abducció (separació) dels plects vocals (cordes vocals) (fig. 8).

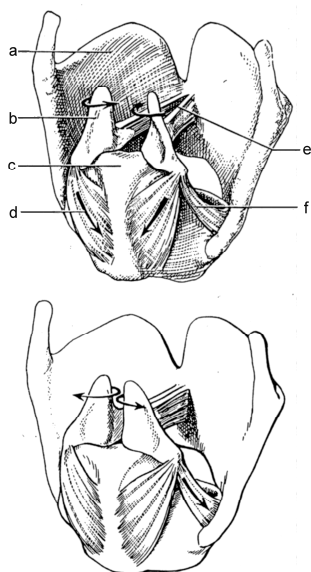


Fig. 8. Moviments dels aritenoides a les articulacions cricoaritenoidals

A la figura superior es mostra com per acció del múscul cricoaritenoidal posterior (d) els aritenoides (b) realitzen una rotación sobre el cricoide (c) produint l'abducció (separació) dels plects vocals (e).

A la figura inferior es mostra el moviment contrari d'adducció (apropament) dels plects vocals sota l'acció del múscul cricoaritenoidal lateral (f).

L'epiglotis se situa a la part posterior de l'angle del tiroide al que s'uneix per mitjà d'un petit lligament (fig. 7 j). Durant la deglució l'epiglotis s'abat tancant l'entrada del vestibul de la laringe, impedit així l'entrada de cossos estranys a les vies respiratòries.

3.2 MUSCULATURA INTRÍNSECA DE LA LARINGE I LA SEVA INNERVACIÓ

A la laringe podem distingir una musculatura intrínseca, que determina els moviments de les articulacions laríngies. Són petits músculs que s'insereixen a l'esquelet cartilaginós de la laringe.

<i>Músculs intrínsecs de la laringe</i>	
Cricotiroïdal	Allarga, tensa i addueix els plecs vocals (cordes vocals) (fig. 9e).
Cricoaritenoides posterior	És l'únic múscul abductor dels plecs vocals (cordes vocals) (figs. 8 d, 9 K).
Cricoaritenodeal lateral	Adductor dels plecs vocals (cordes vocals) (fig. 8 e).
Vocal*	Constitueix la major part del plec vocal (corda vocal). És el responsable de les seves variacions locals de tensió durant la fonació (fig. 11 e, 12 i).
Tiroaritenoides	Algunes de les seves fibres s'extenen fins a l'epiglotis formant el múscul tiroepiglòtic. És adductor dels plecs vocals (cordes vocals).
Aritenoïdal transvers**	Adductor dels plecs vocals (cordes vocals) (fig. 9 i).
Aritenoïdal oblic**	Algunes de les seves fibres es reflexen cap a l'epiglotis constituint el múscul aritenoepiglòtic. És adductor dels plecs vocals (cordes vocals) (fig. 9 j).

*Alguns autors l'anomenen fascicle intern del múscul tiroaritenoides.

** Aquests músculs han estat agrupats clàssicament sota la denominació de múscul interaritenoides o aritenoides.

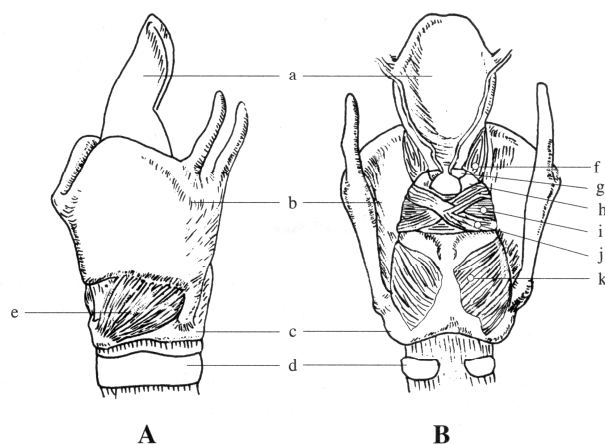


Fig. 9. Músculs intrínsecs de la laringe

a: epiglotis, b: cartílag tiroide, c: cartílag cricoide, d: primer cartílag traqueal, e: múscul cricotiroïdal, f: múscul tiroepiglòtic, g: cartílag corniculat, h: múscul aritenoïdal transvers, j: múscul aritenoïdal oblic, k: múscul cricoaritenoides

Els músculs intrínsecs són parells a excepció de l'aritenoides transvers que és únic. Tots ells són adductors dels plecs vocals llevat del cricoaritenoides posterior que els abdueix (fig. 8 d). Aquest múscul és el responsable de separar el plec vocal durant la respiració i permetre l'entrada i la sortida de l'aire. La resta de músculs apropen els plecs vocals tancant l'entrada a les vies respiratòries. Durant la fonació (en el període prefonatori) aquests músculs són els que apropen els plecs vocals i els interposen al pas de l'aire expirat que els farà vibrar.

A més de l'acció d'apropar els plecs vocals hi ha dos músculs intrínsecs que són els responsables dels canvis en el to fonamental de la veu: el cricotiroïdal i el vocal.

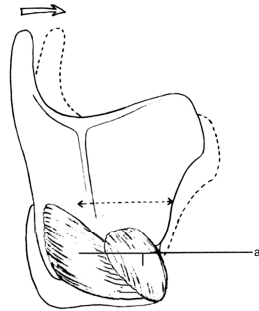


Fig. 10. Acció del múscul cricotiroidal
Quan el múscul cricotiroidal (a) es contreu, fa bascular el cartílag tiroide cap endavant (sageta) portant-lo a la posició marcada amb traç discontinu.

El múscul cricotiroidal fa bascular el cartílag tiroide sobre el cricoide (a l'articulació cricotiroidal) allargant i tensant els plecs vocals (fig. 10). Les variacions fines del to de la veu es deuen al múscul vocal. Aquest múscul, que es troba a l'interior del plec vocal (fig. 11 e, 12 i) en contraure's provoca el volum dels plecs vocals i modificant així les seves vibracions. L'acció d'aquest últim múscul la podem entendre si ens fixem en el que succeeix en el nostre braç quan "fem bola": observem que el múscul es posa tens i que de sobte augmenta el volum del braç. El múscul vocal fa quelcom semblant a l'interior del plec vocal i varia així les seves característiques físiques. A aquesta acció se suma la del múscul cricotiroidal que actuant conjuntament allarga i tensa més o menys el plec vocal. Així cada plec gràcies a l'acció combinada d'aquests dos músculs es comporta com si fos un conjunt de diferents estructures amb gruixos i tensions diferents. Com aquest procés es produeix a ambdós plecs, el resultat és que tenim dos cossos vibrants de característiques canviants que permetran emetre tota la rica gamma de sons de la veu humana al pas de l'aire expirat.

Els músculs intrínsecs de la laringe, a excepció del cricotiroidal, estan innervats pel **nervi laringi recurrent** (fig. 11). El recurrent esquerra és més llarg que el dret. El primer passa per sota de l'arc aòrtic i el segon per sota de l'artèria subclàvia dreta per arribar posteriorment fins a la musculatura laríngia. El múscul cricoaritenoidial es troba innervat pel **nervi laringi superior** (fig. 11 h).

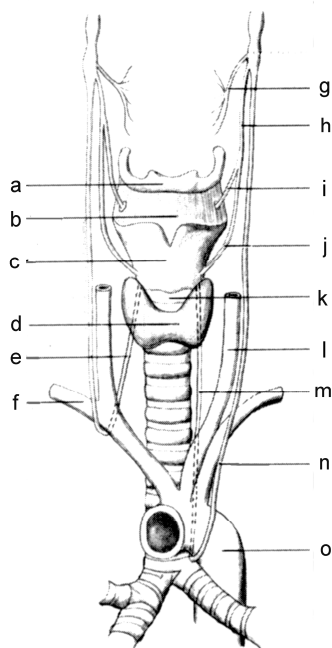


Fig. 11. Innervació de la laringe
a: hioide, b: membrana tirohioïdal, c: cartílag tiroide, d: glàndula tiroide, e: nervi recurrent dret, f: artèria subclàvia dreta, g: branca faríngia, h: nervi laringi superior, i: branca interna, j: branca externa, k: membrana cricotiroidal, l: artèria caròtida comuna, m: nervi recurrent esquerra, n: nervi vague o pneumogàstric, o: aorta.

3.3 CONSTITUCIÓ DELS PLECS VOCALS I VESTIBULARS

A cada costat de la superfície interna de la laringe trobem dos plecs de la seva mucosa superposats: els plecs vestibulars (plecs ventriculars, cordes vocals falses, cordes vocals superiors o bandes ventriculars) situats cranialment (fig. 12 e) i els plecs vocals (cordes vocals, cordes vocals veritables o cordes vocals inferiors) en posició caudal (fig. 12 g). El plec vestibular recobreix el lligament vestibular i es forma degut a la presència d'aquesta estructura. El plec vocal recobreix el lligament vocal i el múscul vocal (fig 12 i) i ve determinat per l'existència d'aquestes estructures que formen el seu esquelet.

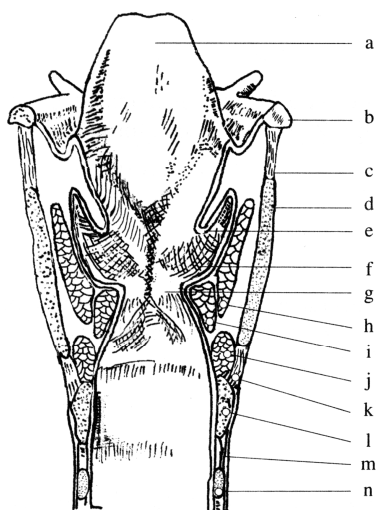


Fig. 12. Tall de la laringe que mostra els plecs vocals dret i esquerre

a: cartílag epiglòtis; b: os hioide; c: membrana tirohioide; d: cartílag tiroide; e: plecs vestibulars (cordes vocals falses; no tenen cap acció fonatoria); f: ventricle laringi; g: plec vocal (corda vocal); h: múscul tiroaritenoid; i: múscul vocal; j: múscul cricoaritenoid lateral; k: lligament cricotiroïdal; l: cartílag cricoide; m: lligament cricotraqueal; n: primer anell traqueal.

Els plecs vocals són altement elàstics i tenen una estructura histològica complexa que li permet a la veu la seva gran versatilitat.

Hirano (1974) va descriure cinc capes d'estructura histològica diferent en el plec vocal (corda vocal) (fig 13.). La més superficial d'elles és l'epiteli prim i lubrificat que cobreix la làmina pròpia, en la que s'hi distingeixen tres capes; sota d'ella, en la posició més profunda, es troba el múscul vocal.

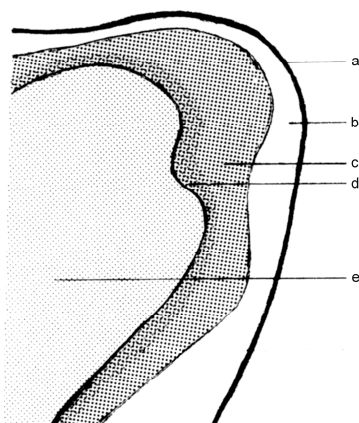


Fig. 13. Esquema de la constitució del plec vocal (corda vocal)

a: epiteli, b: espai de Reinke (capa superficial de la làmina pròpia), c: capa intermèdia de la làmina pròpia, d: capa profunda de la làmina pròpia, e: múscul vocal.

Capes del plec vocal (corda vocal)		
Epiteli (fig. 13 a)	L'epiteli dels plecs vocals és de tipus escamós pluriestratificat que els protegirà del continu fregament produït durant la fonació. La resta de la laringe està coberta per un epiteli cilíndric de tipus respiratori.	
Espai de Reinke (fig. 13 b)	És la capa superficial de la làmina pròpia. Està formada per un teixit conjuntiu extremament lax que permet a la mucosa realitzar els seus lliscaments i ondulacions durant la fonació.	
Capa intermèdia de la làmina pròpia (fig. 13 c)	Formada per fibres elàstiques.	Ambdues constitueixen el lligament vocal que confereix elasticitat al plec vocal.
Capa profunda de la làmina pròpia (fig. 13 d)	Formada per fibres de col·làgen.	
Múscul vocal (fig. 13 e)	Es la porció més profunda del plec vocal.	

En els plecs vocals, al pas de l'aire expirat, es produeix un to complex que serà modificat i amplificat en les cavitats de ressonància supraglòtiques. Sense elles el so produït no seria audible. Les diferents propietats mecàniques de les cinc capes són essencials per als suaus moviments dels plecs vocals i la seva vibració normal.

Durant tota la vida la laringe es veurà afectada pels diferents canvis produïts en els nivells d'hormones sexuals. Durant la pubertat, com hem vist anteriorment, es produeixen canvis importants a la laringe. Els plecs vocals creixen en longitud i es produeixen també canvis a la massa del plec vocal determinant ambdós processos els canvis de la veu. Però els plecs vocals també es veuen afectats en la seva constitució bioquímica durant altres processos que impliquen canvis hormonals importants, com són la menopausa, el període premenstrual o la vellesa.

La síndrome premenstrual es caracteritza per la fatiga vocal, el registre decreixent (pèrdua d'aguts), pèrdua de força de la veu i pèrdua de certs harmonics. Aquesta síndrome s'inicia habitualment entre 4-5 dies abans de la menstruació en el 33% de les dones. Les professionals de la veu en són especialment afectades.

La síndrome vocal de la menopausa es caracteritza per disminució de la intensitat de la veu, fatiga vocal, pèrdua dels tons més alts i de la qualitat vocal.

S'ha observat que la freqüència fonamental de la veu (en estudis fets amb veu parlada) decreix successivament aproximadament cada deu anys en ambdós sexes. Per les dones, la freqüència fonamental continua decreixent en edats avançades i sembla decreixer més ràpidament després de la menopausa. En els homes, per contra, la freqüència fonamental de la veu augmenta sobtadament cap als 60 anys i continua creixent una mica durant la resta de la vida. Així, mentre que als 20 anys hi ha grans diferències entre les freqüències fonamentals a ambdós sexes, als 90 hi ha molt poca diferència entre el to fonamental de la veu masculina i femenina.

3.4 FONACIÓ. TO, TIMBRE I INTENSITAT DE LA VEU

La fonació exigeix un tancament i una obertura continuus dels plecs vocals (cordes vocals) amb canvis en la longitud i tensió. Aquestes variacions requeriran fluctuacions contínues de la sortida d'aire. En la parla normal la regulació de la sortida d'aquest aire és bàsicament involuntària i automàtica. En els conferenciant, actors i cantants s'observa, però, un control en l'expiració que s'exerceix per l'acció dels músculs abdominals. La veu es produïda per l'expiració de l'aire a través de la fenedura glòtica (glotis) tancada; els plecs vocals són obligats a separar-se i a posar-se en vibració per la pressió de l'aire expirat (pressió subglòtica) exercida. El so produït als plecs vocals seria pràcticament inaudible si aquest no es modifiqués i ampliés a les cavitats supraglòtiques o ressonadors de la veu.

Just abans de la fonació (període prefonatori) els plecs vocals (cordes vocals) han d'estar en contacte (adduïts) mantenint la fenedura glòtica (glotis) tancada per tal d'interposar-se al pas de

l'aire expirat. A mesura que l'aire intrapulmonar és expulsat es produeix un augment progressiu de la pressió subglòtica o infraglòtica. Quan aquesta pressió és superior a la de tancament dels plecs vocals, aquests són obligats a separar-se (abduir-se) i l'aire surt amb força produint-se un descens brusc de pressió en la fenedura glòtica. Aquest efecte, conegut com *efecte Bernoulli*, junt amb l'elasticitat dels plecs vocals, fa que els plecs vocals s'apropin (adduïxin) i es tanqui novament la fenedura glòtica (glotis). Aquest fenomen es va produint de forma ràpida i repetida determinant la vibració dels plecs vocals i, per tant, la producció de la veu. S'anomena cicle fonatori o cicle vibratori a cada una de les fases d'obertura i tancament dels plecs vocals (fig. 14).

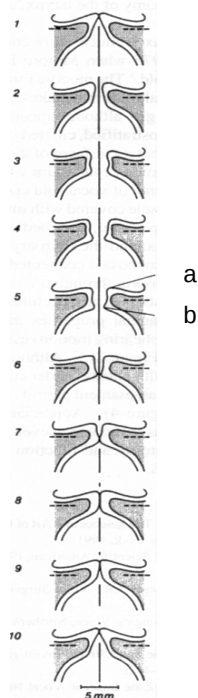


Fig. 14. Cicle fonatori

Les cordes vocals (que s'observen aïllades segons un tall com el de la fig. 12) estan en contacte just abans de cantar o parlar. La pressió de l'aire expirat procedent dels pulmons fa que les cordes vocals es vagin separant. Primer es separa el seu caire inferior (1) i a mesura que la pressió augmenta es separa el seu caire superior (2) i l'aire passa entre elles. És ara quan les cordes vocals vibren i es produeix so. Degut a que l'aire expirat surt amb força es crea una depressió entre les cordes vocals que fa que es tanquin novament; primer el caire inferior (7) i finalment el superior (8). Ara es torna a iniciar el procés. Aquest és l'anomenat cicle fonatori. a, b: caires superior i inferior de les cordes vocals.

Els plecs vocals no fan vibrar l'aire com les cordes d'un instrument, sinó que es creen remolins d'aire a través de l'obertura i el tancament de la fenedura glòtica. La interrupció del flux de l'aire provoca una vibració acústica per un mecanisme similar al que produeix el so d'una palmellada.

El so produït als plecs vocals és un to complex, que consta d'una freqüència fonamental o to fonamental i dels seus harmònics superiors. El to augmenta quan els cicles de tancament i obertura dels plecs vocals s'escurcen i es repeteixen amb més freqüència. L'ona composta formada a la laringe passa per les cavitats supraglòtiques que actuant com a filtres, deixaran passar només aquelles freqüències que coincideixin amb la de les pròpies cavitats de ressonància. El conjunt format pel to fonamental més els harmònics modificats constitueix el timbre de la veu.

El to de la veu està directament relacionat amb la longitud i el gruix dels plecs vocals de cada individu. Les diferències relatives entre homes i dones quant a la longitud (aproximadament 18 mm als homes i 10 a les dones) i el gruix dels plecs vocals serien els determinant primaris de la diferència de to entre individus adults d'ambdós sexes (la freqüència fonamental a l'home és d'uns 125 Hz i a la dona d'uns 200).

La intensitat o volum de la veu dependrà principalment de la pressió de l'aire expirat. L'energia amb la que l'aire és impulsat des dels pulmons determinarà una major o menor amplitud vibratòria dels plecs vocals, que provocarà un augment o disminució de la intensitat del so produït. A l'augmentar la pressió de l'aire expirat creix l'amplitud de les vibracions, ja que els plecs vocals es distancien i s'apropen amb major agilitat. El flux d'aire es talla bruscament i la intensitat de la veu augmenta.

3.5 MUSCULATURA EXTRÍNSECA DE LA LARINGE

Els músculs que s'originen o insereixen en l'os hioide actuaran sobre la laringe desplaçant-la verticalment durant la deglució i la parla. A la laringe es produiran també petits moviments anteroposteriors que s'associen normalment als moviments verticals; la laringe es dirigeix una mica cap endavant quan s'eleva i torna endarrere quan descendeix.

Els músculs extrínsecs de la laringe es classifiquen en dos grups: músculs que eleven la laringe i músculs que en produeixen el descens. Els músculs elevadors s'anomenen suprahioïdals ja que se situen per sobre de l'os hioide. Els que produeixen el seu descens reben el nom d'infrahioïdals per estar per sota de l'esmentat os.

<i>Músculs extrínsecs de la laringe</i>		
Suprahioïdals	Digàstric	Porta el hioide cap enderrere, cap amunt i cap endavant. Descendeix la mandíbula i col·labora en l'obertura de la boca (fig. 15 c, o).
	Estilohioïdal	Porta el hioide cap endarrere i cap amunt (fig. 15 b).
	Milohioïdal	Porta el hioide cap amunt i cap endavant. Descendeix la mandíbula i obre la boca (fig. 15 n).
	Geniohioïdal	Porta el hioide cap amunt i cap endavant (fig. 23 d).
Infrahioïdals	Esternohioïdal	Provoca el descens del hioide (fig. 15 k).
	Omohioïdal	Provoca el descens del hioide (fig. 15 e).
	Esternotiroïdal	Provoca el descens del hioide (fig. 15 j).
	Tirohioïdal	Apropa el hioide al cartílag tiroide (fig. 15 d).

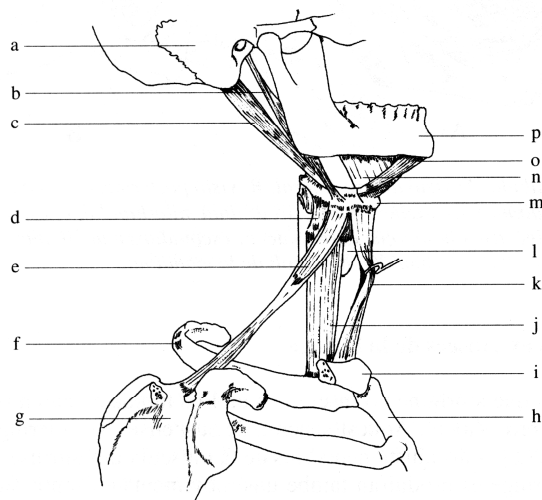


Fig. 15. Músculs extrínsecs de la laringe

a: os temporal, b: múscul estiloioïdal, c: ventre posterior del múscul digàstric, d: múscul tirohioïdal, e: múscul omohioïdal, f: primera costella, g: escàpula, h: estern, i: clavícula, j: múscul esternotiroïdal, k: múscul esternohioïdal, l: cartílag tiroide, m: hioide, n: múscul milohioïdal, o: ventre anterior del múscul digàstric,

De forma natural, sense entrenament previ, la laringe té tendència a pujar en la producció de notes agudes i a baixar en les greus per l'acció de la musculatura intrínseca. Al pujar la laringe s'amplifiquen els harmònics aguts que acompanyen el to fonamental i al baixar-la s'amplifiquen els greus. Per tant, la percepció que tenim si realitzem un so amb la laringe alta és que es tracta d'un so agut, encara que estem davant d'un so mig. Quelcom semblant passa al realitzar un so mig amb la laringe baixa, tímbricament és greu i ens donarà la sensació de ser una nota greu encara que no ho sigui. Per tant, és possible que en persones no entrenades, que només tenen un control auditiu de la seva veu, la laringe es desplaci per aconseguir la sensació auditiva que la persona desitja al emetre un so, sent més la recerca d'una sensació tímbrica que una necessitat per a produir el to buscat el que determina aquests moviments en la vertical.

Algunes escoles de cant consideren que aquesta tendència natural de la laringe en la producció d'aguts i greus ha de mantenir-se i utilitzen tècniques vocals que realitzen les notes agudes amb la laringe alta i les greus amb la laringe baixa en el coll. Així s'obté un timbre més clar en els aguts i més fosc en els greus, podent inclús semblar dues veus diferents en una o altra zona del registre.

Si aquesta tendència s'exagera el cantant tindrà problemes en l'emissió de la seva veu. Si realitza els greus amb la laringe en posició massa baixa la veu serà fosca, aparentment plena, però engolada, i tindrà problemes en la producció dels aguts. Si realitza els aguts amb la laringe massa alta, la veu serà oberta, rectilínia i sense cos i el cantant tindrà dificultats en l'emissió dels greus. En ambdós casos és produirà fatiga vocal i poden donar-se a més llarg o curt termini dolències en els plecs vocals (cordes vocals).

El **passatge de la veu o veu de pas** és considerat per alguns autors com un fet natural inherent a la veu, mentres que altres (entre els que m'incloc) consideren que es tracta d'un subproducte de la tècnica vocal utilitzada.

En aquelles tècniques en que els aguts es realitzen amb la laringe situada en posició elevada i els greus amb una posició baixa, s'observa que anant del greu a l'agut existeixen notes intermèdies que es realitzen amb dificultat i se senten destimbrades. Aquestes notes constitueixen el passatge de la veu. En aquestes tècniques, com deiem, es produeixen dos timbres diferents de la veu en el registre agut i en el greu. Altres escoles busquen un timbre homogeni de la veu en tot el seu registre. En aquests casos, mitjançant la musculatura

extrínseca es manté la laringe en una posició intermèdia quasi fixa en el coll, d'aquesta manera el timbre no varia i no es produeix el passatge de la veu.

En les tècniques que disposen la laringe en una posició baixa durant la producció de sons greus i alta per a l'emissió de les notes agudes, hi haurà una posició intermèdia en la qual la laringe no té una posició determinada, ni tampoc les cavitats de ressonància. Així, si es fa una vocalització partint d'una posició baixa de la laringe i es van realitzant notes successivament més agudes, la laringe s'haurà de desplaçar verticalment per a situar-se en la posició més alta que li permeti emetre les notes agudes. En la zona de trànsit entre ambdues posicions extremes es produirà l'anomenat passatge de la veu.

Al produir una nota aguda amb la laringe elevada el cantant nota que la veu li ressona amb força a la cara, es parla de **veu de cap o registre de cap**. De forma anàloga, al produir un so greu amb la laringe en posició baixa, el cantant nota que la veu li ressona al pit, es parla de **veu de pit o registre de pit**. Aquestes sensacions vibratòries es deuen a que l'ona sonora produïda als plecsc vocals (cordes vocals) es propaga per les estructures musculars cap a la cara (on es troben els sins paranasals que són cavitats buides) o cap a la caixa toràctica. En les tècniques que utilitzen els músculs extrínsecs per a mantenir la laringe en posició vertical quasi fixa en la zona intermèdia del coll la sensació de vibració al cap i al pit es perden quasi totalment.

4. ELS RESSONADORS DE L'APARELL FONADOR

Totes les cavitats situades per sobre dels plecsc vocals (cordes vocals) actuen, o poden actuar, com caixes de ressonància de la veu. Es parla de ressonadors o cavitats supraglòtiques. Distingim la boca, la faringe i les fosses nasals.

Hi ha ressonadors mòbils, com la boca o la faringe, que poden modificar la seva forma i volum adaptant-se al so produït, i altres fixos, com les fosses nasals, que no podran canviar la seva forma ni el seu volum. La boca es modificarà en funció de l'obertura mandibular i de la posició de llengua i llavis. La faringe canvia la seva morfologia principalment en funció dels desplaçaments de la laringe, la llengua i el vel de paladar o paladar tou.

Classicament, principalment en la veu cantada, s'ha donat gran importància als sins paranasals com a ressonadors de la veu, però aquestes cavitats actuaran com a zones en les que la veu vibrarà donant lloc a sensacions propioceptives pel cantant, i no com a cavitats de ressonància per amplificar el so i fer-lo més audible.

4.1 LA FARINGE COM A CAIXA DE RESONÀNCIA

La faringe és la part del tub digestiu situada per darrere de la cavitat nasal, bucal i de la laringe. Actua com a conducte comú per a la deglució i la respiració.

Per la seva part anterior comunica cranialment amb les fosses nasals, medialment amb la cavitat bucal i caudalment amb la laringe. La seva paret posterior es plana. S'hi distingeixen tres porcions:

<i>Porcions de la faringe</i>	
Porció nasal de la faringe (rinofaringe, nasofaringe o epifaringe) (fig. 16 c)	Se situa per darrere de les fosses nasals. Es comunica amb la porció oral de la faringe per l'istme faringe que es tancat completament pel vel del paladar durant la deglució separant ambdues parts.
Porció oral de la faringe (orofaringe, bucofaringe o mesofaringe) (fig. 16 f)	Comunica per davant amb la cavitat bucal per l'istme de la gola (fig. 18 f) que està limitat cranialment pel vel del paladar, a cada costat per l'arc palatoglós i palatofaringi (fig. 18) i caudalment per la llengua.
Porció laríngia de la faringe (hipofaringe o laringofaringe) (fig. 16 g)	S'estén des del caire superior de l'epiglòtis fins al caire inferior del cartílag cricoide, on es continua amb l'esòfag.

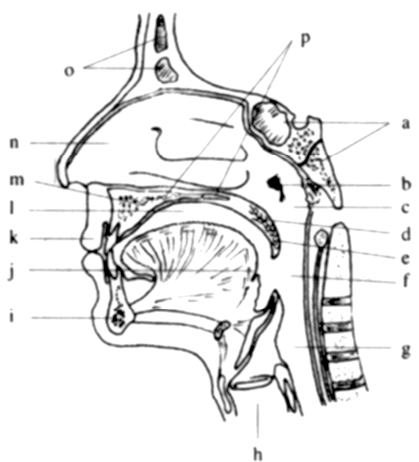


Fig. 16. Porcions de la faringe

a: os esfenoidal amb si esfenoidal i os occipital, b: orifici de la trompa auditiva, c: porció nasal de la faringe, d: vel del paladar, e: úvula palatina, f: porció oral de la faringe, g: porció laríngia de la faringe, h: laringe, i: mandíbula, j: llengua, k: llavi, m: maxil·lar, n: cavitat nasal, o: os frontal amb si frontal, p: paladar dur

La paret de la faringe es compon majoritàriament de dues capes musculars: músculs elevadors i constrictors de la faringe.

<i>Músculs de la faringe</i>	
Constrictor superior de la faringe	Disminueix els diàmetres anteroposterior i transversal de la faringe (fig. 17 a).
Constrictor mitjà de la faringe	Disminueix els diàmetres anteroposterior i transversal de la faringe (fig. 17 d).
Constrictor inferior de la faringe	Disminueix els diàmetres anteroposterior i transversal de la faringe. Pot actuar elevat la laringe (fig. 17 f).
Estilofaringi	És elevador de la faringe i la laringe.
Salpingofaringi	Eleva les parets faríngies durant la deglució.
Palatofaringi o faringoestafíli.	Pertany als músculs del vel del paladar. A més d'actuar sobre el vel el paladar produeix l'elevació de la faringe.

Els músculs constrictors de la faringe es contrauen activament durant la deglució, portant el bol alimentari cap a l'esòfag. Constitueixen una capa circular externa i se superposen d'aball cap amunt.

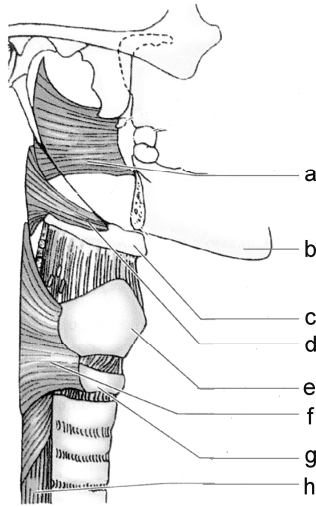


Fig. 17. Músculs constrictors de la faringe

a: múscul constrictor superior, b: mandíbula, c: hioide, d: múscul constrictor mitjà, e: cartílag tiroide, f: múscul constrictor inferior, g: cartílag cricoide, h: esòfag.

Els músculs elevadors de la faringe estan dèbilment desenvolupats. Formen una capa longitudinal interna que se situa per sota dels músculs constrictors. En general, els seus moviments són poc amplis i les variacions del volum de la cavitat faríngia es deuen principalment al desplaçament de la laringe, de la base de la llengua i del vel del paladar.

La faringe pot actuar com a ressonador de la veu. En funció de la mida d'aquesta cavitat l'aire espirat ressonarà en ella amb major o menor intensitat. Si durant la fonació, la laringe se situa en una posició massa baixa (per contracció dels músculs infrahioïdals), es produeix principalment un augment del volum de les porcions laríngia i oral de la faringe amb la qual cosa la veu hi ressona excessivament adquirint el timbre característic de l'anomenada veu engolada.

4.2 VEL DEL PALADAR

El paladar constitueix el sostre de la cavitat nasal i el sostre de la boca. Està format per dues porcions: el paladar dur o ossi i el vel del paladar o paladar tou (fig. 16 b, p).

El vel del paladar és una formació fibromuscular mobible que continua posteriorment el paladar dur. Constitueix una separació parcial entre la porció nasal i l'oral de la faringe. Com veiem anteriorment, tanca l'istme faríngi durant la deglució. Del seu caire posterior penja una petita prolongació carnososa, l'úvula palatina, anomenada comunament campaneta (fig. 16 e).

Lateralment el vel del paladar es continua amb dos plecs mucosos anomenats arc palatoglòs (pilar anterior del vel del paladar) i arc palatofaríngi (pilar posterior del vel del paladar) (fig. 18 a, b).

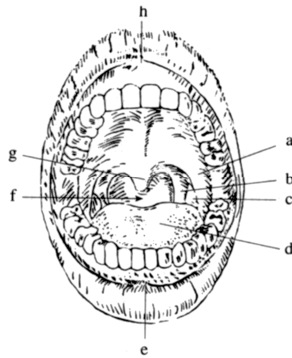


Fig. 18. Boca

a: arc palatoglòs, b: arc palatofaringi, c: amígdala palatina, d: llengua, e: fre del llavi inferior, f: istme de la gola, g: úvula, h: fre del llavi superior.

L'espai situat entre els arcs palatoglossos i palatofaringis dret i esquerra rep el nom d'istme de la gola (que, recordem, és la comunicació de la porció oral de la faringe amb la cavitat bucal) i el seu diàmetre augmenta quan el vel del paladar s'eleva (fig. 18 f). Durant la deglució aquest espai es tanca per la contacció dels arcs (que contenen al seu interior músculs que reben el seu mateix nom) impedit el retrocés del bol alimentari cap a la cavitat bucal.

Els moviments del vel del paladar seran de gran importàcia per la deglució, per la parla i el cant.

Durant la deglució el vel del paladar es tensat i elevat per acció de la seva musculatura separant totalment la porció nasal i oral de la faringe (fig 19). La paràlisi de la musculatura del vel del paladar dóna lloc a una veu nasal i a la regurgitació d'aliments (sòlids o líquids) cap a la cavitat nasal a la deglució.

En els sons nasals el vel del paladar es troba relaxat i l'aire passa cap a la cavitat nasal, on ressona; en els sons orals el vel del paladar està elevat i tensat tancant el pas cap a les fosses nasals, amb la qual cosa l'aire ressona únicament a la boca (fig. 19).

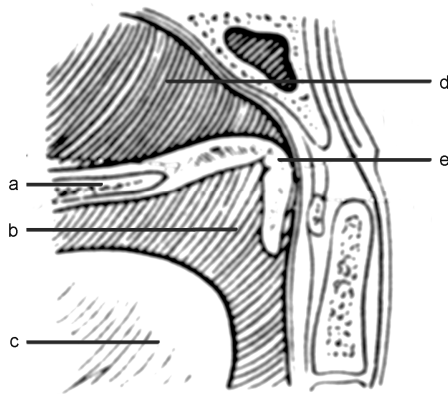


Fig. 19. Vel del paladar elevat i tensat

Durant la deglució i la producció de sons orals el vel del paladar (e) és tensat i elevat aplicant-se a la paret posterior de la faringe. Tanca totalment la comunicació entre la porció oral (b) i nasal de la faringe (d).

a: paladar dur, c: llengua.

A la figura 16 el vel del paladar (d) es troba relaxat permetent el pas de l'aire cap a les fosses

Per tossir, xiular, badallar o bufar el vel del paladar ha d'estar elevat. Durant la respiració tranquil·la es relaxa permetent el pas de l'aire des de les fosses nasals.

<i>Músculs del vel del paladar</i>	
Tensor del vel del paladar (periestafilí extern)*	Tensa el vel del paladar i contribueix a l'obertura de la trompa auditiva o de Eustaquí**
Elevador del vel del paladar (periestafilí intern)*	Eleva el vel del paladar i el porta cap endarrere, per exemple durant la succió de líquids. Obra, al mateix temps l'orifici faringi de la trompa auditiva.
Palatofaringi (faringopalatí, faringoestafilí)	Se situa a l'espessor de l'arc palatofaringi (pilar posterior del vel del paladar). Abaixa el vel del paladar i estreny l'istme de la gola. Al mateix temps eleva la faringe i la laringe.
Múscul de l'úvula (palatoestafilíno)	Eleva l'úvula palatina.
Palatoglós (glossopalatí, glosioestafilí)	Ocupa l'espessor de l'arc palatoglós (pilar anterior del vel del paladar). Abaixa el vel del paladar i estreny l'istme de la gola. Eleva la base de la llengua.

*Per l'acció d'aquests músculs sobre la trompa auditiva, quan se'ns tapen les oïdes per causa, per exemple, d'un canvi d'altitud, de manera instintiva empassen saliva o badallem.

**Trompa auditiva o de Eustaquí: conducte ossi i cartilaginós d'uns 3-4 cm situat entre l'oïda mèdia i la porció nasal de la faringe; iguala la pressió de l'aire extern i la del contingut en la cavitat timpànica. Quan es tanca notem les oïdes tapades com quan, per exemple, canviem bruscament d'altitud.

4.3 LA BOCA COM A CAIXA DE RESSONÀNCIA

La boca és el principal ressonador de la veu ja que pot adaptar la seva forma i volum al so emés als plecs vocals (cordes vocals) per mitjà dels canvis en la posició de la llengua, els llavis, el vel del paladar i la mandíbula.

En el cant el vel del paladar es troba elevat ressonant l'aire a la boca (fig. 19), sols s'abaixarà, permetent que aquest passi cap a la cavitat nasal, en la producció d'algunes onomatopeies (ding, dong...) o en la boca closa.

El so generat als plecs vocals és impartit a l'ambient per mitjà de la boca. La intensitat o volum final del so serà directament proporcional a l'àrea d'obertura d'aquesta. Això explica la importàcia que té en el cant l'obertura mandibular. Així mateix, l'obertura de la boca influirà en el timbre de la veu. Cal assenyalar, però, que la mandíbula mai ha d'obrir-se amb força, ja que això generaria tensions musculars que dificultarien la fonació. La mandíbula ha d'obrir-se a favor de la gravetat relaxant la musculatura de la masticació.

En la veu cantada, per a la producció de sons greus l'obertura de la boca ha de ser menor que per a les notes agudes. Cal que la boca s'adeqüi en cada cas al so emès.

La posició dels llavis influirà també en la forma de la cavitat de ressonància, i, per tant, en el timbre de la veu. Si obrim la boca horitzontalment, la veu tindrà un timbre o color més clar que si col·loquem els llavis en forma circular, en que el timbre serà més fosc. La posició dels llavis farà que la veu sigui projectada i dirigida cap a l'exterior, de forma semblant a com ho fa el pabelló d'un trompeta.

La forma i posició de la llengua produirà canvis en la forma i volum de la cavitat bucal, intervenint directament en el timbre de la veu. En el cant la llengua ha de situar-se plana al sòl de la boca, però sense realitzar una força muscular excessiva que dificultaria l'emissió sonora. Si la llengua s'aplana amb massa força es produïx un descens de la laringe

donant lloc a una veu engolada. Si aquest descens és encara més pronunciat l'arrel de la llengua se situa a l'interior de la cavitat faríngia impedit la fonació.

Per a que la boca sigui una caixa de ressonància eficient, és necessària la coordinació de totes les seves estructures. Aquestes actuaran de forma coordinada entre elles i amb les demés parts de l'aparell fonador. Una posició adequada de les estructures de la boca es la que es dóna en el badall. Tots els cantants hem sentit a parlar de la "posició de badall" i alguns mestres parlen de "tenir una patata calenta a la boca" o de "posar boca tonta". En tots aquesta casos el que s'està intentant és que l'alumne obri la boca relaxadament, que posi la llengua plana sense esforç i que elevi el vel del paladar.

En la boca trobem endemés les dents que són estructures no mòbils que influiran en la forma i mida de la cavitat bucal i, per tant, en les característiques tímbriques de la veu de cada persona.

La boca a més d'actuar com a cavitat de ressonància de la veu serà la responsable de l'articulació dels sons de la parla en la que intervindran les seves diferents parts anomenades articuladors.

Estudiarem a continuació les diferents estructures de la boca i la seva acció sobre la veu.

4.3.1 LLAVIS

Els llavis limiten la fenedura bucal (fenedura labial o fissura oral), que és la línia en la qual es toquen els llavis. Lateralment s'uneixen formant la comissura labial i l'angle de la boca. A l'interior dels llavis, entre d'altres teixits, trobem principalment un múscul: l'orbicular de la boca (orbicular dels llavis). Els llavis es continuen amb les galtes que contenen el múscul buccinador; principal múscul d'aquesta regió. Aquests dos músculs formen part de l'anomenada musculatura facial o de la mímica; conjunt de petits músculs subcutanis responsables de les diferents expressions de la cara.

Es descriuen 22 músculs facials que s'agrupen en: a) músculs cutanis del crani; b) músculs auriculars; c) músculs dels parpells i les celles; d) músculs del nas; i e) músculs dels llavis. Dintre d'aquest últim grup trobem la musculatura que pot modificar la posició i forma dels llavis i que, per tant, tindrà gran importància en el timbre i projecció de la veu.

<i>Músculs facials dels llavis</i>	
Elevador de l'angle de la boca (caní)	Eleva la comissura labial i el llavi superior.
Buccinador	Tira posteriorment de la comissura dels llavis. Augmenta la pressió de l'interior de la boca.
Depressor del llavi inferior (quadrat del mentó)	Tira inferolateralment de la meitat corresponent del llavi inferior.
Mentonià (borla del mentó)	Eleva el mentó i el llavi superior.
Elevador del llavi superior i de l'ala del nas	Atrau en direcció superior l'ala del nas i el llavi superior.
Elevador del llavi superior	La seva acció es confon amb la de l'anterior
Zigomàtic major	Desplaça la comissura dels llavis superolateralment.
Zigomàtic menor	Tira superolateralment del llavi superior.
Risori	Tira lateral i posteriorment de la comissura dels llavis.

Depressor de l'angle de la boca (triangular dels llavis)	Tira de la comissura labial inferolateralment.
Orbicular de la boca (dels llavis)	Produeix el tancament dels llavis i ajuda al buidat del vestibul de la boca (porció de la boca situada entre les llavis i les dents).

En funció de la posició dels llavis s'obtiniran canvis en el timbre de la veu. De tots els músculs esmentats l'orbicular de la boca i el buccinador (fig. 20) seran els més importants per a obtenir una o altra característica tímbrica.

L'orbicular, que es col·loca com un esfínter al voltant dels llavis, farà que la boca s'obri en forma circular, mentre que el buccinador, tirant de la comissura labial, determinarà una obertura horitzontal de la boca. De l'equilibri entre ambdós músculs es podran obtenir posicions intermèdies.

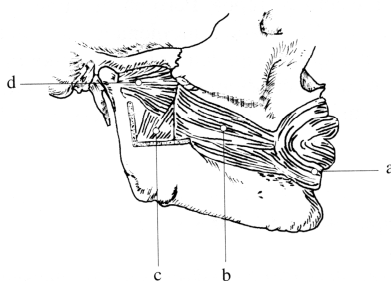


Fig. 20. Músculs de la mímica i de la masticació
a: orbicular de la boca, b: buccinador, c: pterigoïdal medial, d: pterigoïdal lateral

L'ús exagerat de la musculatura facial dels llavis pot fer que la boca s'obri sota una tensió muscular excessiva i que s'adoptin posicions incòmodes i innecessàries. Aquesta tensió muscular dificultarà la producció de la veu i obligarà al cantant a adoptar posicions incorrectes de la laringe o altres estructures de l'aparell fonador.

4.3.2 ARTICULACIÓ TEMPOROMANDIBULAR I MÚSCULS DE LA MASTICACIÓ

En l'obertura de la boca tindrà gran importància la posició de la mandíbula (maxil·lar inferior). Els seus moviments es duen a terme en l'articulació temporomandibular que s'estableix entre la mandíbula i l'os temporal del crani (fig. 21).

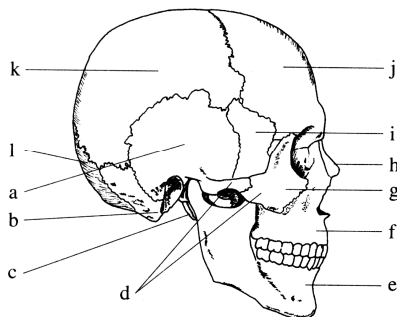


Fig. 21. Ossos del crani
a: porció escatosa del temporal, b: apòfisi mastoide, c: apòfisi estiloide, d: arc zigomàtic, e: mandíbula, f: maxil·lar, g: zigomàtic, h: nasal, i: ala major de l'esfenoide, j: frontal, k: parietal, l: occipital

L'articulació temporomandibular té una gran mobilitat necessària per a la masticació. Es donen principalment moviments d'ascens i descens que s'acompanyen de desplaçaments en sentit anterior i posterior. D'aquesta manera, les nostres dents poden tallar, moldre o esquinxar els diferents aliments. Els moviments de l'articulació temporomandibular són: a) Antepulsió (endavant) i retropulsió, que els trobem en els rossegadors; b) Elevació o ascens i descens; propis dels carnívors; i c) Lateralitat o diducció; típic dels herbívors. En el seu conjunt, en la nostra articulació es produeixen els moviments propis d'un omnívor.

L'articulació temporomandibular és subjectada per la musculatura de la masticació ja que no presenta lligaments importants que la reforcin (només presenta un petit lligament molt lax). Això fa que les luxacions siguin freqüents, ja que la seva integritat dependrà del major o menor to muscular de cada persona. En persones amb un to muscular baix es pot luxar la mandíbula només pel fet de badallar o obrir molt la boca com, per exemple, al menjar una poma.

La musculatura de la masticació té com a acció principal conjunta la d'eleva la mandíbula tancant així la boca. Quan aquesta musculatura es relaxa es produeix el descens de la mandíbula, i per tant, l'obertura de la boca, per l'acció de la gravetat. Un exemple d'això el veiem quan una persona es queda adormida estant asseguda i se li obra la boca de forma involuntària.

<i>Músculs de la masticació</i>	
Masseter	Eleva la mandíbula tancant fortament la boca (fig. 22 a).
Temporal	Es el més potent elevador de la mandíbula, tancant amb força la boca. Les seves fibres posteriors porten la mandíbula endarrere (fig 22. b).
Pterigoïdal lateral (extern)	Porta la mandíbula endavant i produeix el seu descens (fig. 20 d).
Pterigoïdal medial (intern)	És sinèrgic del temporal i del masseter produint l'elevació de la mandíbula (fig. 20 c).

Com la boca serà el principal ressonador de la veu, la seva major o menor obertura serà de gran importància per a la qualitat tímbrica i el volum final de la veu.

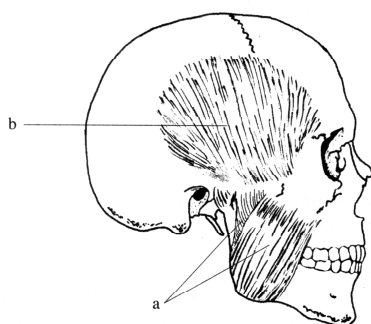


Fig. 22. Músculs de la masticació
a: masseter, b: temporal.

En el cant serà necessari obrir la boca per a crear una cavitat de ressonància adequada al to produït en els plecs vocals (cordes vocals), per això, relaxarem la musculatura de la

masticació i d'aquesta manera la boca s'obrirà sense produir-se tensions musculars que afectin a la qualitat de la veu. Per això alguns mestres de cant a l'hora de vocalitzar fan que els seus alumnes es donguin massatges a la cara per tal d'ajudar a relaxar aquesta musculatura.

Els músculs suprahioidals, que veiem anteriorment, al contreure's poden provocar el descens forçat de la mandíbula obrint la boca amb força i exageradament. Aquesta acció s'ha d'evitar durant la fonació ja que generarà tensions musculars en el coll que dificultaran la producció de la veu.

4.3.3 LLENGUA

La llengua és un òrgan musculós situat en el sòl de la boca, implicat en la succió, la masticació, la deglució i la fonació. En ella es distingeixen diferents porcions:

<i>Porcions de la llengua</i>	
Arrel	És la base de la llengua, que se situa por davant de l'epiglotis.
Cos	Se situa entre l'arrel i l'àpex.
Dors	És convex i es posa en contacte amb el paladar dur i el vel del paladar quan la boca està tancada.
Cara inferior	Descansa sobre el sòl de la boca.
Àpex, vèrtex o punta	Se situa habitualment entre les incisives.
Caire	Contacta a cada costat amb les genives i les dents.

La musculatura de la llengua es divideix en extrínseca i intrínseca. Els músculs intrínsecs es troben a l'interior de la llengua i variaran la seva forma. Els músculs extrínsecs uneixen la llengua a diferents porcions òssies i actuen canviant la seva posició en la boca encara que també poden determinar canvis en la seva forma.

<i>Músculs extrínsecs de la llengua</i>	
Geniogloss	És el més potent múscul de la llengua i constitueix el seu volum posterior. Les fibres més inferiors desplacen la llengua cap endavant; les restants d'atraccionen la llengua cap al sòl de la boca (fig. 23 c).
Hiogloss	Si el hioides està fix, porta la llengua cap endarrera i avall (fig. 23 g).
Condrogloss	És un fascicle variable que, en cas d'existir, té les mateixes accions que l'anterior.
Estilogloss	Tracciona l'àpex de la llengua cap endarrera i tota la llengua cap enderre i amunt (fig. 23 h).

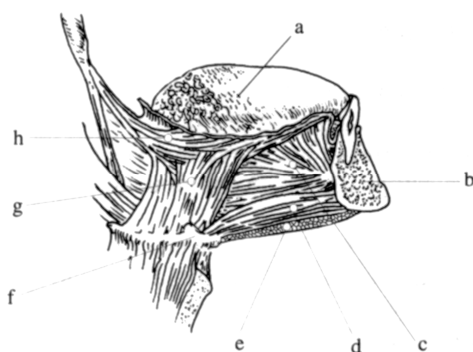


Fig. 23. Músculs extrínsecs de la llengua

a: dors de la llengua, b: mandíbula, c: múscul genioglòs, d: geniohioïdal, e: múscul milohioïdal, f: hioide, g: múscul hioglòs, h: múscul estiloglòs.

<i>Músculs intrínsecs de la llengua</i>	
Longitudinal superior	En la contracció del transvers i el vertical, es relaxen els longitudinals, cosa que determina que la llengua s'estrenyi i s'allargui. Si es contrauen els longitudinals i el transvers, es relaxa el vertical, i la llengua s'escurça i s'eleva. En la contracció dels longirudinals i del vertical es relaxa el transvers, la llengua s'escurça, s'abaixa i es fa més ampla.
Longitudinal inferior	
Transvers de la llengua	
Vertical de la llengua	

Com deiem anteriorment, en el cant la llengua ha de situar-se plana en el fons de la boca per a adequar el volum i forma d'aquesta cavitat al so produït. Mai s'han d'adoptar posicions forçades que provoquin una tensió muscular, ja que això dificultaria l'emissió de la veu.

4.4 LA CAVITAT NASAL COM A CAIXA DE RESONÀNCIA

La cavitat nasal, com hem vist, pot estar totalment o parcial separada de la cavitat bucal per acció del vel del paladar, produint-se els sons orals o nasals. En el cant aquesta cavitat només serà utilitzada per a sons com onomatopeies (ding, dong...) o en la boca closa.

No s'ha de confondre nas i cavitat nasal. El nas és la porció externa que projecta la cavitat nasal cap endavant. La cavitat nasal és formada per les fosses nasals dreta i l'esquerra separades pel septe nasal.

Les fosses nasals són dues cavitats situades sota del crani i sobre de la cavitat bucal, de la qual es troben separades pel paladar. Presenten un sostre (format per ossos del crani), un sòl (format pel paladar), una paret medial (el septe nasal) i una paret lateral. Es comuniquen posteriorment amb la porció nasal de la faringe a través de les coanes (orificis posteriors de les fosses nasals).

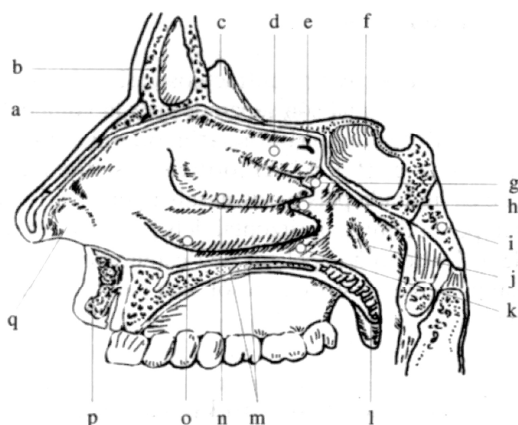


Fig. 24. Paret lateral de les fosses nasals
a: os nasal, b: os frontal; si frontal, c: cresta etmoïdal, d: cornet superior, e: recès esfenoetmoïdal, f: cos de l'esfenoide; si esfenoidal, g: meat superior, h: meat mitjà, i: os occipital, j: trompa auditiva, k: meat inferior, l: vel del paladar, m: paladar dur, n: cornet mitjà, o: cornet inferior, p: llavi, q: vestíbul del nas.

La paret lateral és irregular per la presència dels cornets, superior, mitjà i inferior (fig. 24 d, n, o). Els cornets limiten els meats superior mitjà i inferior (fig. 24 g, h, k) en els que van a drenar els sins paranasals i el conducte nasolacrimonial que comunica l'ull amb la part baixa de la fossa nasal (per això al plorar l'excés de llàgrimes surt a l'exterior a través del nas).

A cada fossa hi distingim tres porcions: el vestíbul, la regió olfactiva i la regió respiratòria.

<i>Porcions de les fosses nasals</i>	
Vestíbul	És la part anterior del nas situada immediatament per dintre de l'orifici nasal. Està revestida de pèls, glàndules sebàcies i sudorípares. Els pèls detenen la plos de l'aire inspirat (fig. 24 q).
Regió olfactiva	Queda limitada pel cornet superior i la part cranial del septe nasal. És coberta per una mucosa grogosa i opaca. A ella arriben els nervis olfactoris.
Regió respiratòria	És coberta d'una mucosa gruixuda fortament vascularitzada amb abundoses glàndules mucoses que la tornen humida i enganxosa, de manera que reté la plos.

Durant la inspiració l'aire penetra en el vestíbul, cavitat comuna a la regió respiratòria i olfactiva, i es divideix en dos corrents. El més important passa per la regió respiratòria cap a la faringe. L'altre corrent arriba fins a la regió olfactiva portant les partícules odoríferes cap als receptors olfactoris. La mucosa nasal és molt vascularitzada i, principalment a la zona dels cornets, escalfa i humiteja l'aire, fet molt important per a l'olfacció.

Com veiem anteriorment, per a que la cavitat nasal actui com a cavitat de ressonància cal que el vel del paladar estigui relaxat i l'aire surti per aquesta regió. Les dues fosses nasals poden actuar com a caixes de ressonància independents (si ens tapem el nariu d'un costat es produirà la ressonància nasal en el costat contrari).

En l'expiració normal la majoria de l'aire passa davant i per sota del cornet inferior, i una petita part ho fa per la porció més cranial de les fosses nasals. En el cant, pel contrari, per produir els sons nasals cal passar l'aire expirat per la part més alta de les fosses nasals. Aquesta regió és la més estreta i angosta amb la qual cosa l'aire hi roman més estona i hi ressona. És quelcom semblant al que succeeix en els refredats de nas en que la veu es torna nasal; a causa del refredat s'originen corrents que arremolinen l'aire a la regió olfactiva i la permanència d'aquest aire a les fosses nasals es fa més llarga.

Els sins paransals són cavitats pneumàtiques anexas a la cavitat nasal. Corresponen a cavitats que estroben a l'interior d'ossos del crani (maxil.lar, frontal, esfenoides i etmoides) dels quals rebran els noms (figs. 24 b, f; 25). Es desenvolupen com diverticles de les fosses nasals i es comuniquen amb elles desembocant en els meats.

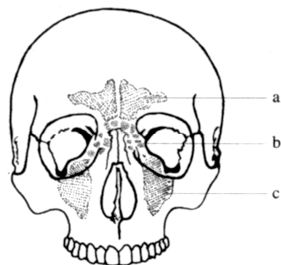


Fig. 25. Sins paranasals

En ombrejat es mostra la posició ocupada per aquestes cavitats.

a: si frontal, b: si etmoïdal, c: si maxil.lar.

Encara que classicament han estat considerats com a cavitats de ressonància de la veu, han de considerar-se com a llocs de propiocepció per al cantant. Com veiem anteriorment, la vibració produïda als plecs vocals es transmet a través de la musculatura suprahioïdal cap a la cara i com els sins paranasals són cavitats buides plenes d'aire el cantant té la sensació de que la veu li ressona a la cara. La intensitat d'aquesta sensació vibratòria, denominada ressonància pels cantants, dependrà molt de la tècnica utilitzada. En les tècniques que situen la laringe alta en el coll la sensació és major que en aquelles en que la laringe està en una posició més baixa.

BIBLIOGRAFIA

ABITBOL, J. i ABITBOL, B. *Voix et ménopause: crépuscule des divas*. Contracep. Fertil. Sex. 26 (9). 649-655. 1998.

ABITBOL, J., ABITBOL, P. i ABITBOL, B. *Sex hormones and the female voice*. J. Voice. 13 (3). 424-446. 1999.

ALONSO-CORTÉS, A. *El enfoque biológico del lenguaje*. En. *El lenguaje humano*. Temas 5. Investigación y Ciencia. Prensa Científica, S.A. Barcelona. 1998.

BOONE, D.R. *The singing/acting voice in the mature adult*. J. Voice. 11 (2). 161-164. 1997.

BOUCHET, A. i CUIILLERET, J. *Anatomie topographique, descriptive et fonctionnelle*. SIMEP editions. Lió. 1971.

FENEIS, H. *Nomenclatura anatómica ilustrada*. Salvat Editores, S.A. Barcelona. 3ª edició. 1994.

GREENE, M.C.L. y MATHIESON, L. *The voice and its disorders*. Whurr Publishers. London. 5ª edició. 1997.

HAN, Y., WANG, J., FISCHMAN, D.A., BILLER, H.F. i SANDERS, I. *Slow tonic muscle fibers in the thyroarytenoid muscles of human vocal folds; A possible specialization for speech*. Anatomical Record. 256, 146-157. 1999.

HARRIES, M., HAWKINS, S., HACKING, J. i HUGHES, I. *Changes in the male voice at puberty: vocal fold length and its relationship to the fundamental frequency of the voice*. J. Laryngol. Otol. 112. 451-454. 1998.

HEUILLET-MARTIN, G.G., GARSON-BAVARD, H. i LEGRÉ, A. *Une voix pour tous*. Tome I. *La voix normale et comment l'optimiser*. Ed. Soal. Marsella. 2ª edició. 1995.

HIRANO, M. *Morphological structure of the vocal fold as a vibrator and its variations*. Folia Phoniatria 26 (2), 89-94. 1974.

LAITMAN, J.T. *El origen del lenguaje articulado*. Mundo Científico. Vol. 6. nº. 64. 1182-1191. Diciembre, 1986.

LAITMAN, J.T. i REIDENBERG, J.S. *Specializations of the human upper respiratory and upper digestive systems as seen through comparative and developmental anatomy*. Disphagia. 8, 318-325. 1993.

LAITMAN, J.T. i REIDENBERG, J.S. *The human aerodigestive tract and gastroesophageal reflux: an evolutionary perspective*. Am. J. Med. 103 (5A), 2S-8S. 1997.

MOORE, K.L. i DALLEY A.F. *Anatomía con orientación clínica*. Editorial Médica Panamericana. Madrid. 4ª edició. 2002.

ORTS LLORCA, F. *Anatomía humana*. Editorial Científico-Médica. Barcelona. 4ª edición. 1970.

PLATZER, W. *Atlas de anatomía para estudiantes y médicos. Tomo 1: Aparato locomotor*. Ediciones Omega, S.A. Barcelona. 1987.

PERELLÓ, J., CABALLÉ, M. i GUITART, E. *Canto-dicción. Foniatria estética*. Editorial Científico-Médica. Barcelona. 1982.

ROUVIÈRE, H. i DELMAS, A. *Anatomía Humana descriptiva, topográfica y funcional*. Ed. Masson. 10ª edición. Barcelona. 1999.

SANDERS, I., HAN, Y., WANG, J. i BILLER, H.F. *Muscle spindles are concentrated in the superior vocalis subcompartment of the human thyroarytenoid muscle*. J. Voice. 12, 7-16. 1998.

SATALOFF, R.T. *La voz humana*. Investigación y Ciencia. Febrero, 50-57. 1993.

SCOTTO DI CARLO, N. *El arma secreta de los cantantes*. Mundo Científico, 10, 456-458. 1990.

SCOTTO DI CARLO, N. *La voz en el canto*. Mundo Científico, 118, 1074-1083. 1991.

SPIEGEL, J.R., SATALOFF, R.T. i EMERICH, K.A. *The young adult voice*. J. Voice. 11 (2). 138-143. 1997.

TORRES, B. i GIMENO, F. *Bases anatòmiques de la veu*. Col·lecció Biblioteca Universitària, nº. 27. Edicions Proa. Enciclopèdia Catalana. Barcelona. 1995.

TORRES, B. y GIMENO, F. *La voz. Bases anatómicas*. Editorial Médica Jims. Barcelona. 1999.

WEICHERT, C.K. i PRESCH, W. *Elementos de anatomía de los cordados*. McGraw-Hill. México. 4ª edición. 1981.