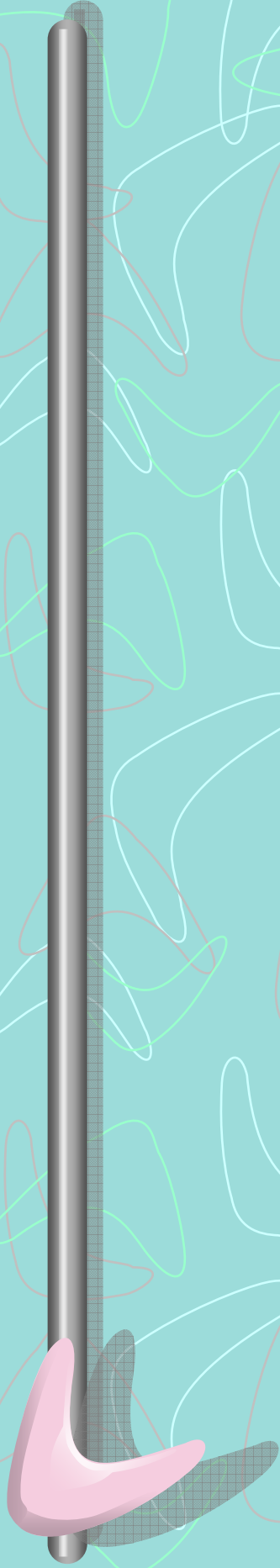


VOCE E COMPORTAMENTO VOCALE

F. STOMEIO

SOLO L'UOMO PARLA





IPPOCRATE

- "....DAL CERVELLO E SOLTANTO DAL CERVELLO NASCONO IL PIACERE E LA GIOIA, IL RISO E LO SCHERZO, IL DOLORE E LE LACRIME.
- SOLO ATTRAVERSO DI ESSO PENSIAMO ED UDIAMO, VEDIAMO E DISTINGUIAMO IL BELLO DAL BRUTTO

*E LA LINGUA PARLA
IN ACCORDO CON LE COSE VISTE
E UDITE"*



LA FILOGENESI

**E' POSSIBILE TROVARE RUDIMENTI DI LINGUAGGIO
IN ALTRE SPECIE**

MA IN NESSUNA SPECIE

**LA CAPACITA' DI LINGUAGGIO è SVILUPPATA COME
L'UOMO.**

FORSE

La caratteristica più distintiva del linguaggio umano risiede nella capacità di creazione di un sistema di simboli il cui significato si configura soprattutto nella relazione reciproca, più che in realtà concrete.

**P
E
R
C
H
E
?**



// *linguaggio*

è la capacità tipicamente umana di
codificare il pensiero,
grazie alla costituzione di rapporti
semantici

**fra contenuti mentali
e un codice simbolico.**

Intelligenza linguistica



FONIATRIA

Scienza medica che si occupa della fisiopatologia della comunicazione umana.

Nel suo ambito operano in modo prevalente:

- foniatristi
- logopedisti



COMUNICAZIONE

- Scambio di messaggi o informazioni fra due o più persone
- di norma multimodale e multicanale
- vario grado di sofisticazione (da stadi molto elementari a stadi molto complessi)
- realizzata mediante segni arbitrari, raggruppabili in codici liberamente utilizzabili a seconda delle situazioni
- dettata da necessità o da desiderio



COMUNICAZIONE VERBALE

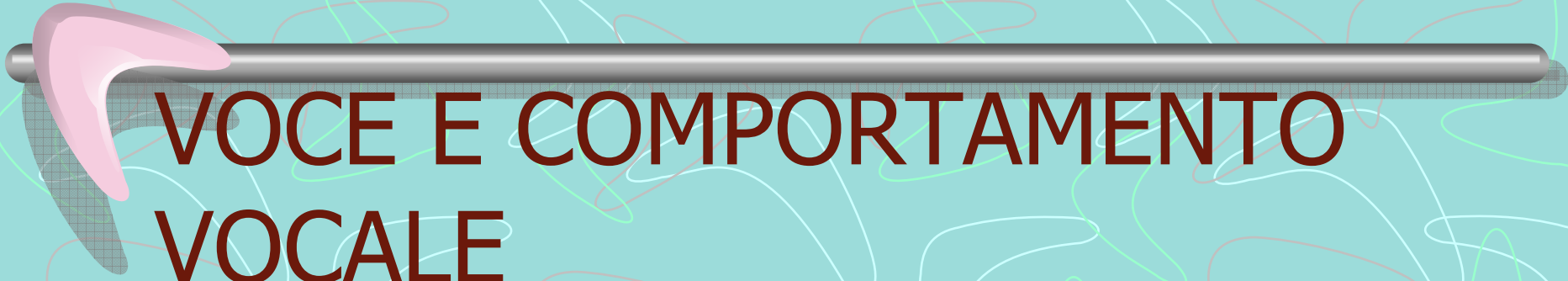
Avviene grazie al sinergismo di:

- mantice respiratorio che fornisce l'aria necessaria alla corrente glottica
- sistema di amplificazione del suono prodotto a livello glottico ed è costituito dalle cavità di risonanza
- sistema di produzione del suono costituito dalla laringe



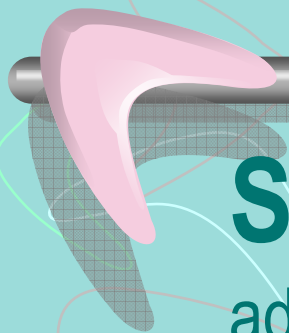
COMUNICAZIONE VERBALE

- Sistema di articolazione del suono in strutture vocaliche e consonantiche
- vie centripete di informazione sensoriale e sensitiva
- vie motorie centrifughe che dalla corteccia cerebrale controllano i mm. della fonazione



VOCE E COMPORTAMENTO VOCALE

- Secondo lo strumento
- Secondo l'espressività della voce
- Secondo le circostanze del suo utilizzo
- Secondo l'intenzionalità del soggetto



SECONDO LO STRUMENTO (legata

ad una classificazione di tipo fisiologico, sui dati acustici o meccanici)

- Voce parlata, cantata, gridata;
- Voce alta e voce bassa(o sussurrata);
- Registro grave od acuto;
- Voce femminile, maschile, infantile;
- Voce da soprano, da baritono, da tenore, da contralto
- Voce forte, debole, inspiratoria
- Voce chiara, velata, sorda, timbrica, rauca



SECONDO L'ESPRESSIVITA' DELLA VOCE (correlata allo stato d'animo)

- Voce supplicante, umile.....
- Voce decisa, ferma, rotta, secca
- Voce insistente, sarcastica, melensa
- Voce enfatica, falsa, convenzionale
- Voce calda, attraente, commovente



SECONDO LE CIRCOSTANZE D'UTILIZZO

- In pubblico
- Di conversazione e confidenziale
- Spontanea e di recitazione
- In campo libero, al microfono, per strada
- Professore, oratore, ambulante.....



SECONDO L'INTENZIONALITA'

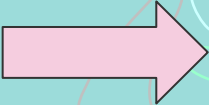
- Voce proiettata o direttiva
- Voce non proiettata o d'espressione semplice
- Voce di pericolo o d'insistenza

Voce proiettata o direttiva

- Chiamare qualcuno
- Dare un ordine
- Affermare
- Informare
- Interrogare
- Prodursi in pubblico



Voce proiettata o direttiva

- **INTENZIONE DI AGIRE EFFICACEMENTE**
-  **sguardo**
-  **verticalizzazione del corpo**
-  **respiro addominale**



VOCE NON PROIETTATA

(D'ESPRESSIONE SEMPLICE)

- Raccontare ciò che è appena successo
- Evocare un ricordo
- Trasmettere le proprie impressioni
- Parlare del più e del meno
- Parlare da soli
- Esprimere il proprio malcontento



VOCE DI PERICOLO



Corrisponde al comportamento che il locutore ha con la certezza che l'azione vocale che intraprende ha carattere d'urgenza





I TRE PIANI DELL'APPARATO VOCALE

IL MANTICE



IL VIBRATORE



IL RISUONATORE



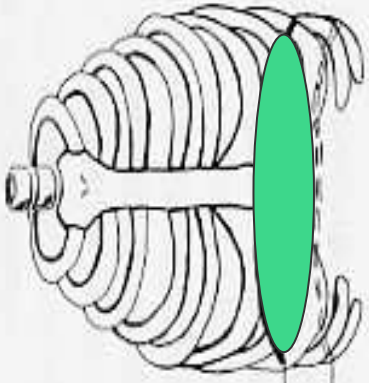


Fig. 1 Cupola diaframmatica in Espirazione.
Cupola diaframmatica in Inspirazione.

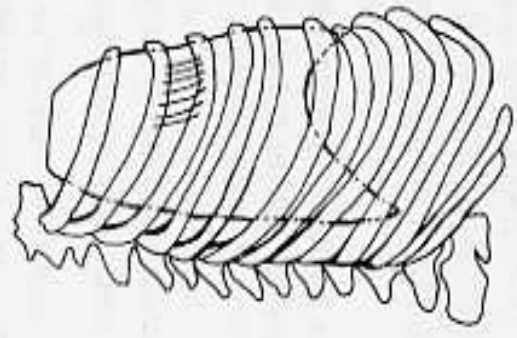


Fig. 2/b Diaframma in espirazione, gabbia toracica "ridotta".

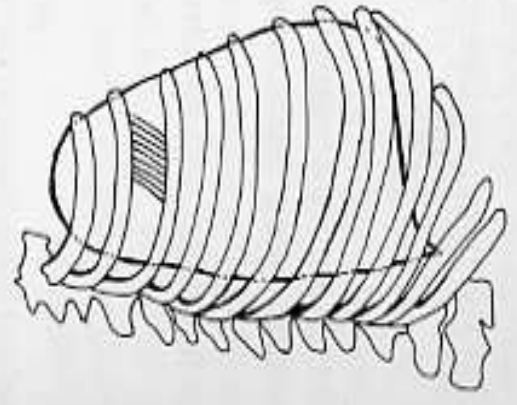


Fig. 2/a Diaframma in inspirazione, gabbia toracica in espansione.

IL MANTICE

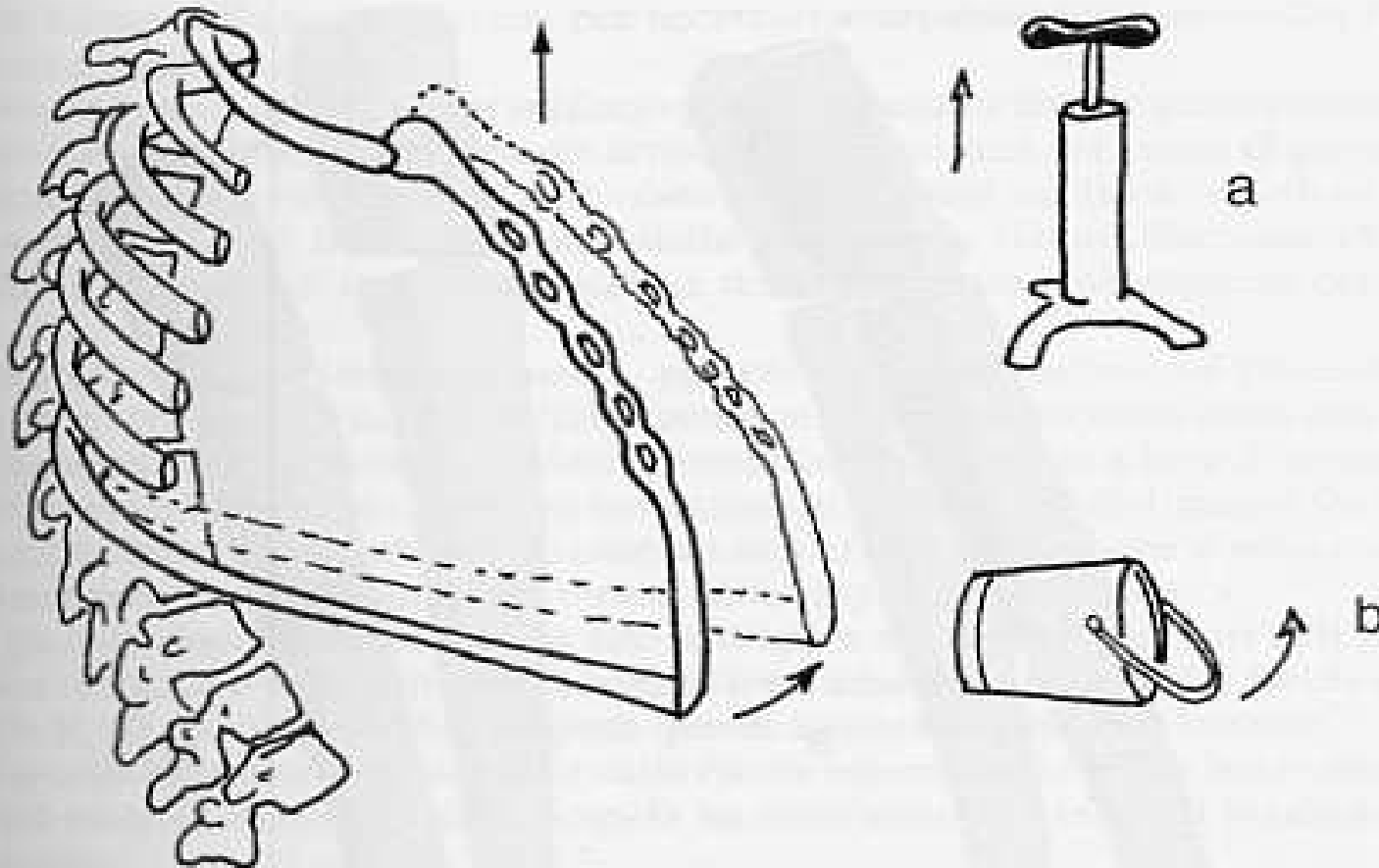
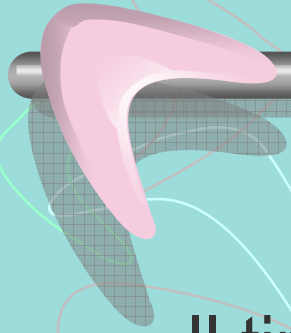


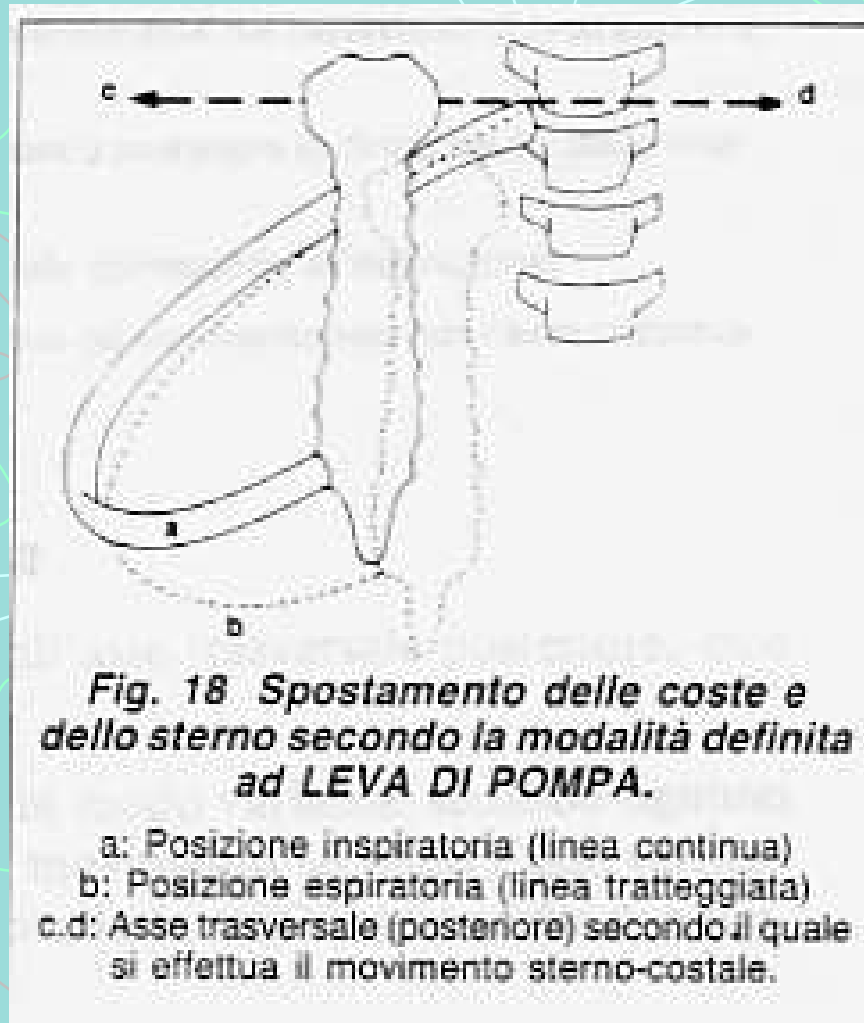
Fig. 1.
Schema che dimostra gli spostamenti delle coste e dello sterno nell'inspirazione. In a, movimento a «leva di pompa» della parte alta del torace (che si innalza). In b, movimento a «manico di secchio» della parte bassa del torace (che si dilata).



IL MANTICE

- Il tipo di respirazione è molto importante nella produzione vocale;
- Il respiro toracico superiore che si realizza con i movimenti costali è detto **a leva di pompa** ed è facilmente induttore di disfunzionalità nei pazienti che utilizzano la voce direttiva o proiettata perché:
 - **mobilita quantità di aria limitate**
 - **non permette la regolazione del flusso espiratorio**
 - **la laringe ha il doppio ruolo di rubinetto e vibratore**

IL MANTICE





IL MANTICE

- Nella respirazione toraco-addominale il movimento costale è definito **a manico di secchio**; ciò insieme all'abbassamento del diaframma consente rifornimenti di aria adeguati a qualsiasi esigenza vocale.
- Oltre a ciò si ha un preciso dosaggio del flusso espiratorio e delle pressioni sottoglottiche a seconda delle necessità vocali

IL MANTICE

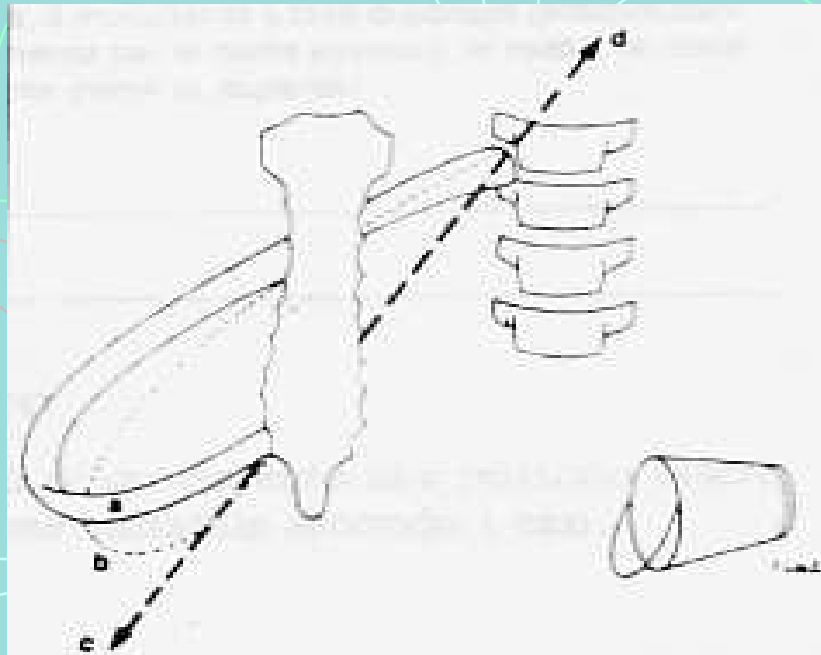
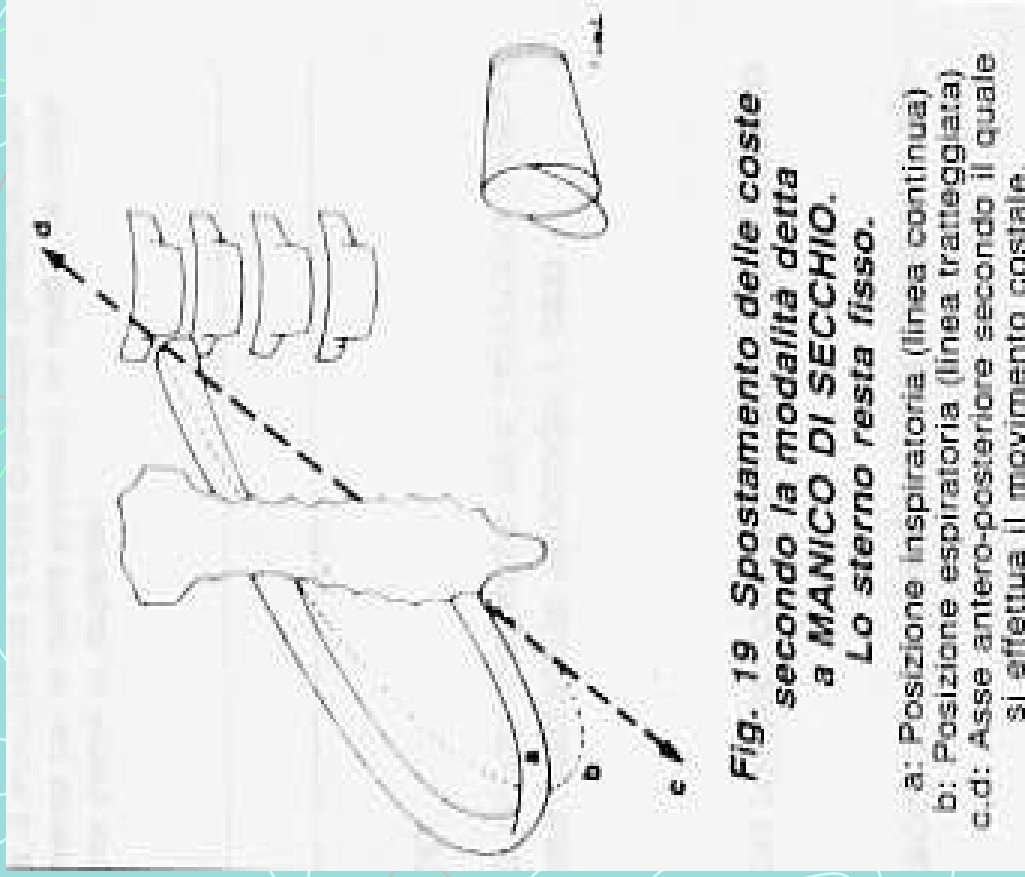
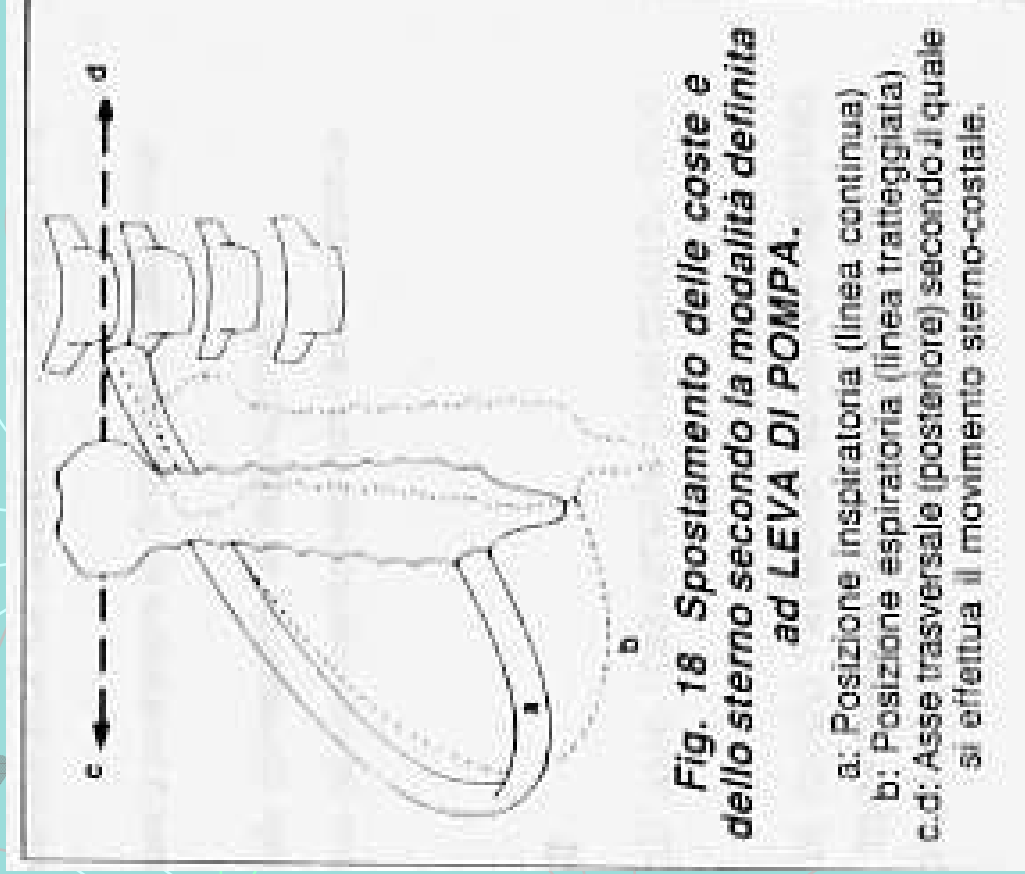
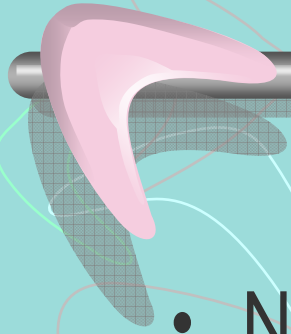


Fig. 19 *Spostamento delle coste secondo la modalità detta a MANICO DI SECCHIO. Lo sterno resta fisso.*

a: Posizione inspiratoria (linea continua)
b: Posizione espiratoria (linea tratteggiata)
c,d: Asse antero-posteriore secondo il quale si effettua il movimento costale.





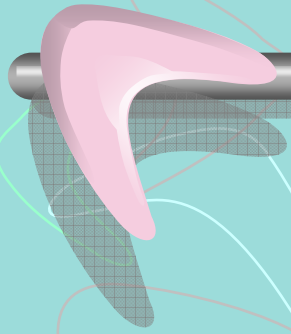
IL MANTICE

- Nella respirazione normale la fase inspiratoria è dominante coprendo i **2/3** dell'intero atto.
- Durante la fonazione l'inspirazione diventa molto più celere, e sfrutta le pause prosodiche in modo quasi inavvertibile. A questo punto è la fase espiratoria a prevalere.
- A differenza della normale espirazione nella fonazione l'espirazione diventa un fenomeno attivo che dopo una prima fase richiede l'uso dei muscoli espiratori.



IL MANTICE

- In fonazione i volumi d'aria mobilizzati sono necessariamente più importanti rispetto alla respirazione a riposo
- dipendono dal tipo di attività vocale: voce parlata o cantata , parola spontanea, lettura a voce proiettata
- le pressioni polmonari espiratorie e meno le inspiratorie sono superiori a quelle osservabili nella respirazione tranquilla



IL MANTICE

Nel mantice distinguiamo:

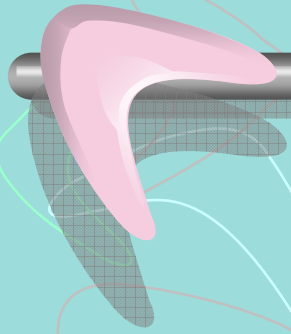
- a. una porzione muscolare (mm. respiratori).
- b. una porzione elastico-scheletrica: (gabbia toracica).
- c. una porzione elastica: il polmone vero e proprio.

a. porzione muscolare:

1. **MM. INSPIRATORI** → sollevano le coste

SI DISTINGUONO IN:

INSPIRATORI ABITUALI - spinali, grande serrato superiore, intercostali esterni, diaframma.



IL MANTICE

INSPIRATORI ACCESSORI - scaleni, SCM, pettorali, succlavio, trapezio, romboidale.

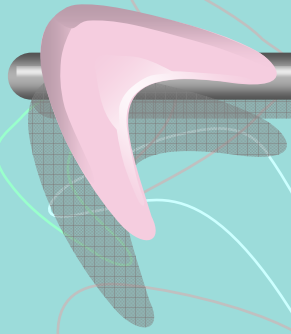
2. MM. ESPIRATORI

(in condizioni normali
l'espirazione è passiva)

→

- intercostali interni
- triangolare
- addominali

b. porzione elastico-scheletrica: le pareti toraciche sono elastiche e la loro posizione di riposo è quella di espirazione → **fenomeno elastico**



IL MANTICE

Date le premesse l'inspirazione è sempre un fenomeno attivo dato che vi è una forza elastica da vincere mediante i muscoli inspiratori.

L'espirazione è sempre un fenomeno passivo tranne quando è forzata.

c. porzione elastica: i polmoni sono elastici e retraibili per cui i mm. inspiratori devono vincere questa forza per dilatarli.



IL MANTICE

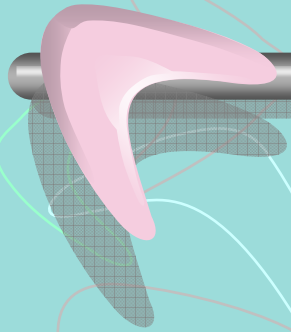
- Nella fonazione l'espirazione è attiva, dato che a differenza della respirazione in quiete l'aria è spinta fuori dalla muscolatura espiratoria; tale espirazione attiva si chiama **soffio fonatorio**
- Il **soffio fonatorio** non viene sempre prodotto nella stessa maniera
 - ➔ nell'espressione semplice è prodotto dall'innalzamento della gabbia toracica (**respiro toracico superiore**)
 - ➔ nella voce d'insistenza o di pericolo e nello sforzo vocale si produce grazie alla muscolatura addominale (**respiro addominale**)



IL MANTICE

Per produrre un suono mantenendo lo stesso volume sonoro per un certo periodo di tempo è necessario che
la pressione sottoglottica sia costante; all'inizio della espirazione la grande massa di aria presente nei polmoni rende necessario che la muscolatura inspiratoria entri in azione per impedire una fuoriuscita troppo rapida dell'aria e la brusca riduzione conseguente della pr. sottoglottica

$$\text{Pressione sottoglottica} = K$$



IL MANTICE

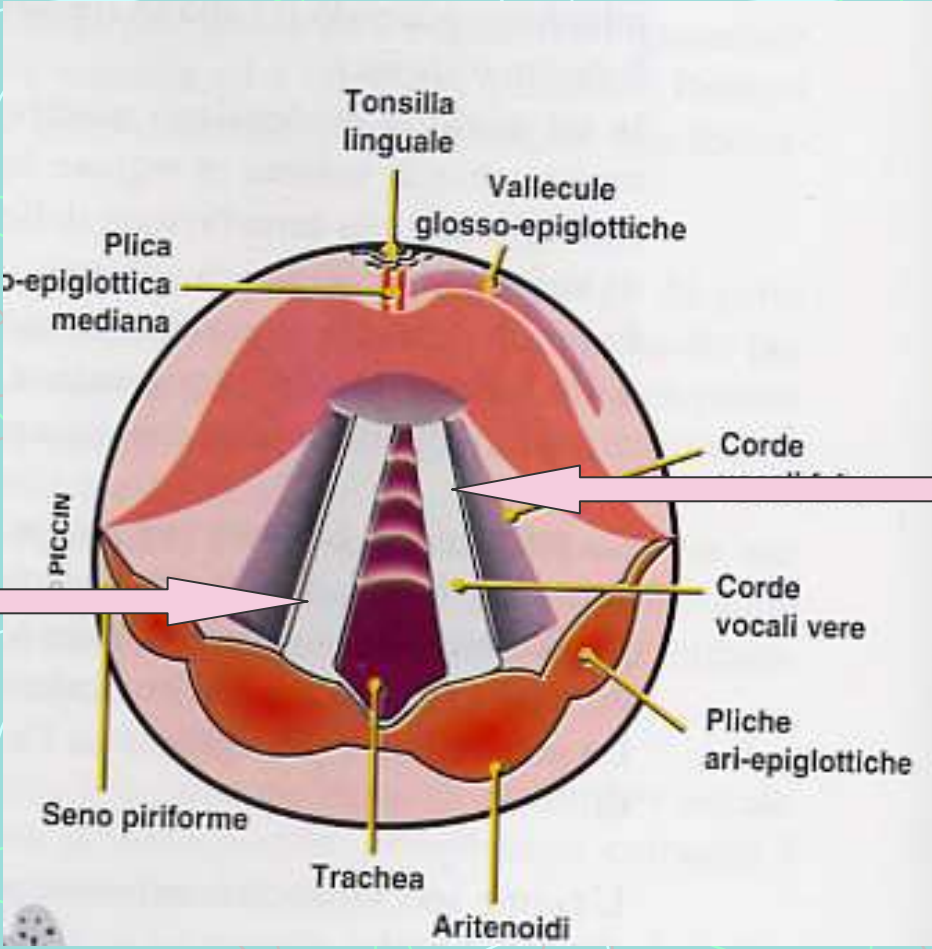
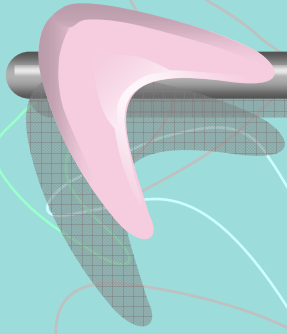
Mano a mano che la quantità d'aria si riduce cessa l'azione della muscolatura inspiratoria, prevale la tensione elastica dell'apparato polmonare che tornando verso la sua posizione di quiete fa uscire l'aria.

Infine quando la quantità d'aria comincerà a ridursi dovrà entrare in azione la muscolatura espiratoria per liberare i polmoni dall'aria residua sempre facendo sì che la pr.sottoglottica rimanga costante



IL VIBRATORE

- Costituito dalla laringe è l'organo principale della voce;
- La glottide quando è aperta, forma uno spazio triangolare con la punta posizionata anteriormente (commessura anteriore)
- I due terzi anteriori costituiscono la **g. legamentosa** o **membranosa**; i due terzi posteriori la **g. cartilaginea**.
- La glottide **chiusa** funziona come un trasduttore di energia ed il flusso aereo continuo proveniente dalla trachea viene **modulato** in un alternarsi di zone di **minor pressione (rarefazione)** e di maggior pressione (**compressione**) del segnale acustico glottico.



glottide
cartilaginea

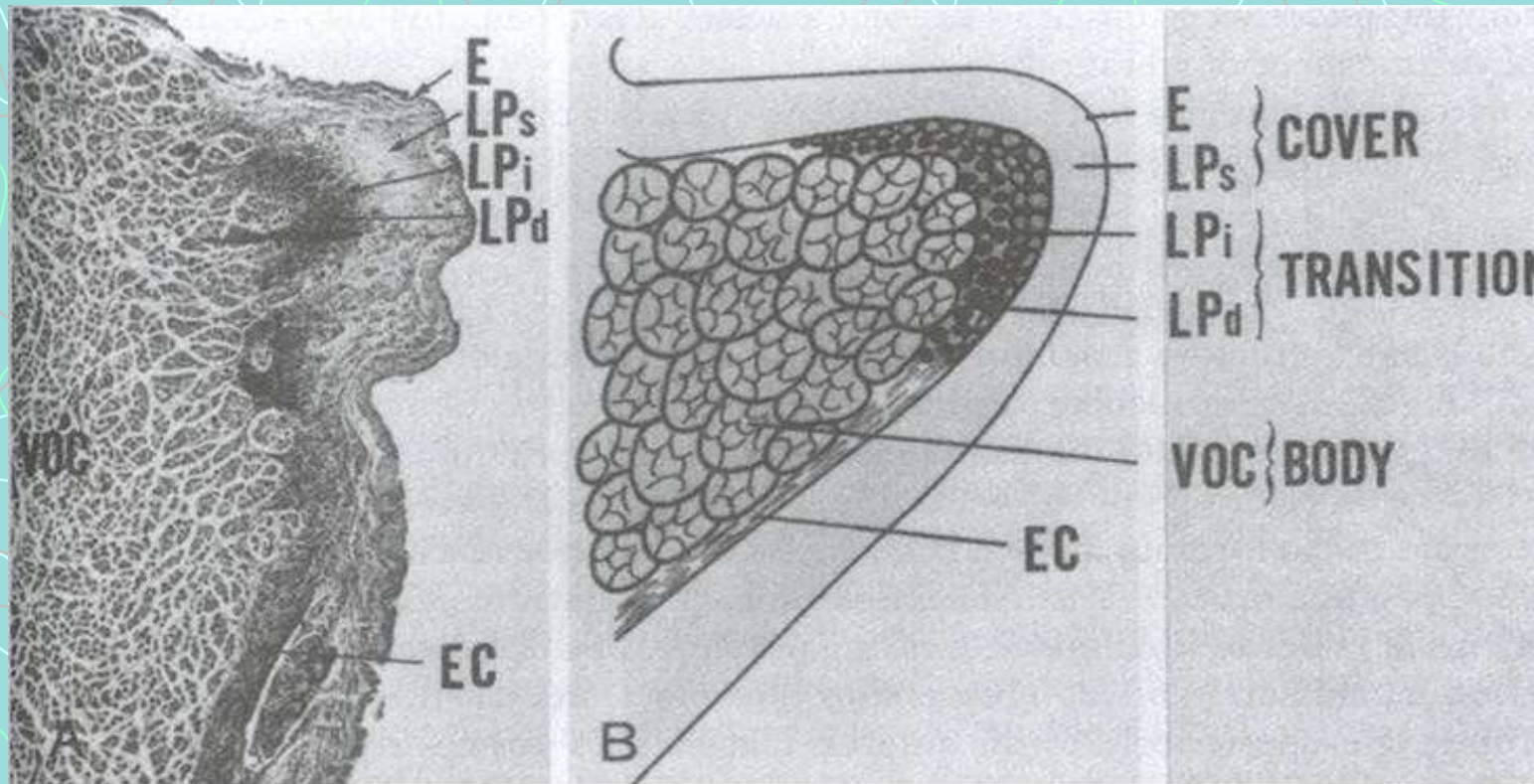
glottide
legamentosa



Body-Cover Concept

- **COVER** epitelio e strato superficiale della lamina propria
▶ per la sua lassità è facilmente sollevabile in pliche e consente l'ondulazione della mucosa.
- **TRANSITION**: costituito dallo strato intermedio e profondo della lamina propria
▶ rappresenta lo strato di scorrimento
- **BODY**: rappresentato dal muscolo vocale
▶ struttura rigida in grado di modificare le sue caratteristiche biomeccaniche per la contrazione

Histology





FUNZIONI LARINGEE

- Sfinterica (prevenzione delle aspirazioni)
- Respiratoria
- Fonatoria
- Manovra di Valsalva: consente la trasmissione di pressione cavità addominale – stabilizza durante il sollevamento di pesi importanti

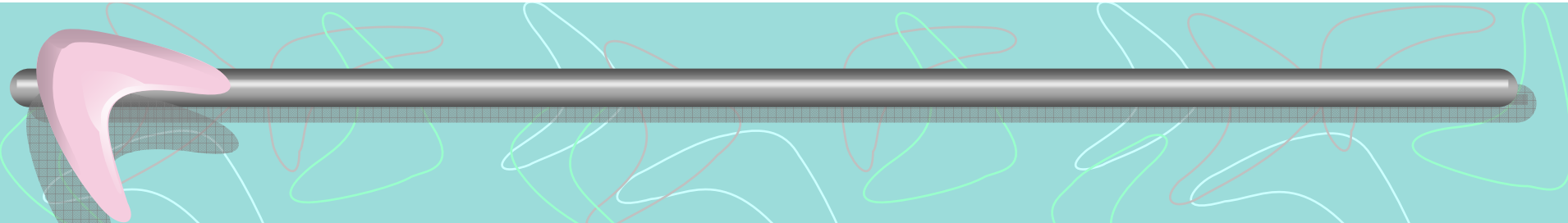




Funzioni laringee

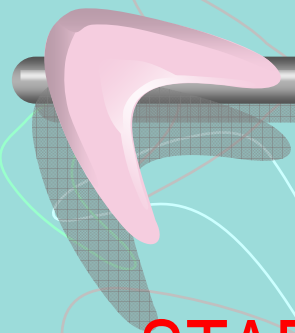
L'attività principale è quella sfinterica perché da essa derivano riflessi che richiedono un aumento della pressione intratoracica quali:

- starnuto
- tosse
- singhiozzo
- pianto
- riso
- etc (defecazione, minzione, sollevamento di pesi)

- 
- **TOSSE:** riflesso finalizzato a rimuovere secrezioni normali o patologiche o materiali accidentalmente inalati. Si caratterizza per tre fasi: inspiratoria, compressiva ed espulsiva.

La fase compressiva è caratterizzata dalla chiusura glottica che accoppiata al ritorno elastico polmonare e alla rapida contrazione dei mm. espiratori un notevole aumento della pressione intratoracica

La fase espulsiva si verifica per una rapida abduzione attiva delle cc.vv. che ha luogo circa 2 decimi di secondo dopo la chiusura



- **STARNUTO**: meccanismo analogo alla tosse in cui il riflesso è innescato da una stimolazione trigeminale, la cui fase espulsiva si verifica attraverso le fosse nasali.
- **SINGHIOZZO**: contrazione spasmodica e ripetitiva dei mm. inspiratori, particolarmente del diaframma cui si associa una brusca chiusura della glottide
- **RISO E PIANTO**: comportamenti respiratori inseriti in atti motorialmente complessi in cui esp. ed insp. sono intercise da contrazioni glottiche



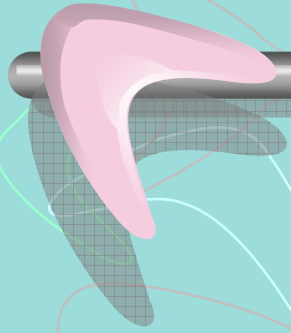
DISFUNZIONI LARINGEE

- SINTOMI

- Ostruzione vie aeree : **dispnea**

- Difficoltà nella alimentazione : **disfagia**

- Difficoltà nella produzione della voce :
disfonia



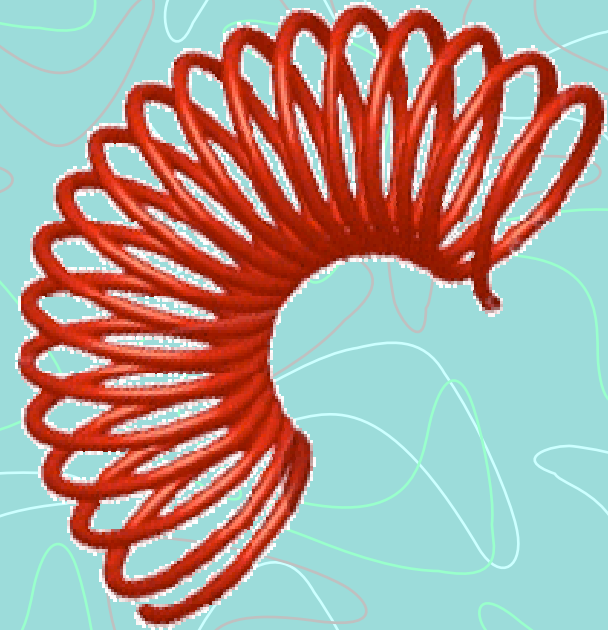
FONAZIONE

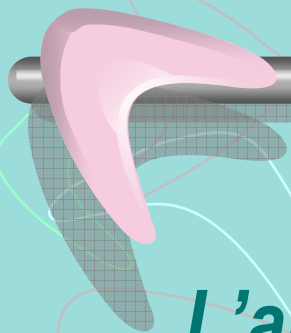
- **Atto fisico** di produzione del suono grazie all'interazione passiva tra le corde vocali ed il flusso d'aria espiratorio
- **Suono**: stato vibratorio di un mezzo elastico (l'aria) in grado di far vibrare un corpo elastico (il timpano)
- **Corpo elastico**: un corpo che al cessare della forza deformante riprende forma e volume propri



Un corpo elastico :

- Ha la possibilità di riprendere volume e forma primitivi al cessare della causa perturbante
- Assume una deformazione proporzionale all'entità della causa perturbante
- Ha la capacità di trasmettere la perturbazione in zone adiacenti a quella in cui la forza ha agito.





L'aria è una sostanza elastica in cui la perturbazione si caratterizza come variazioni di pressione, rispetto alla normale pressione atmosferica, e si trasmette come onda pressoria viaggiante

«Nelle zone di **compressione** si ha una maggiore pressione aerea, con riduzione del volume, mentre nelle zone di **rarefazione** la pressione sarà minore, con volume maggiore.»

Se misuriamo a distanza dalla fonte sonora le variazioni sul tempo della pr. aerea determinate dalla fonte rileviamo che:

la pressione dal valore zero (p. atmosferica) cresce progressivamente fino a raggiungere un valore di picco $+P$, per poi ridiscendere fino al valore zero iniziale; a questi momenti corrisponde la fase di condensazione.

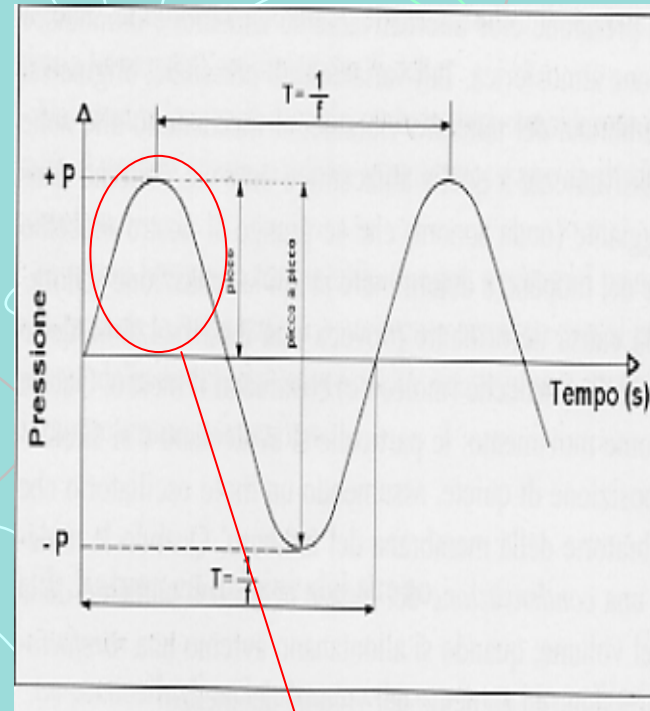


Fig. 2:

Variazione della pressione acustica in funzione del tempo (rappresentazione oscillografica di un segnale sinusoidale).

Dal valore zero la pressione continua a diminuire fino ad un valore minimo uguale in valore assoluto a quello massimo $-P$, infine aumenta per raggiungere nuovamente i valori della p . atmosferica (fase di rarefazione).

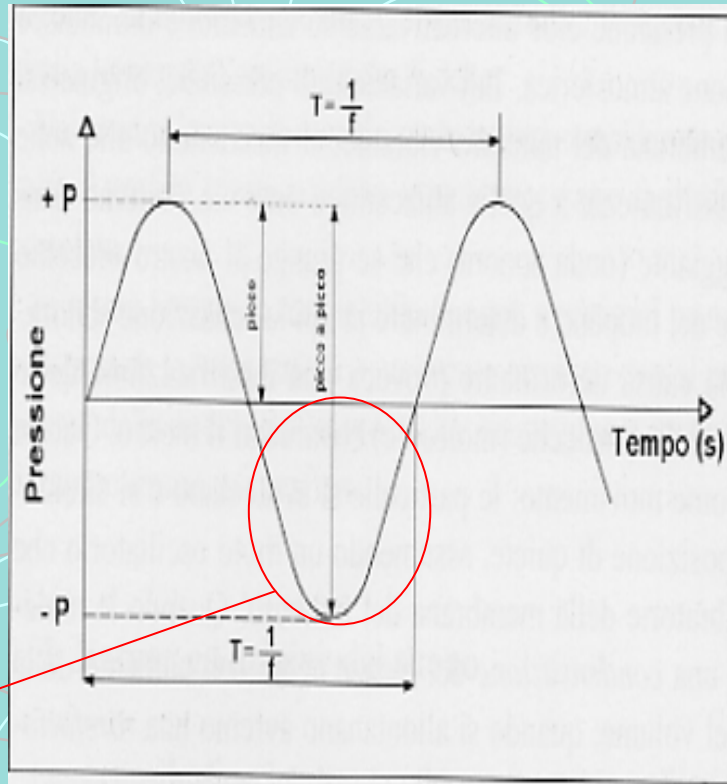
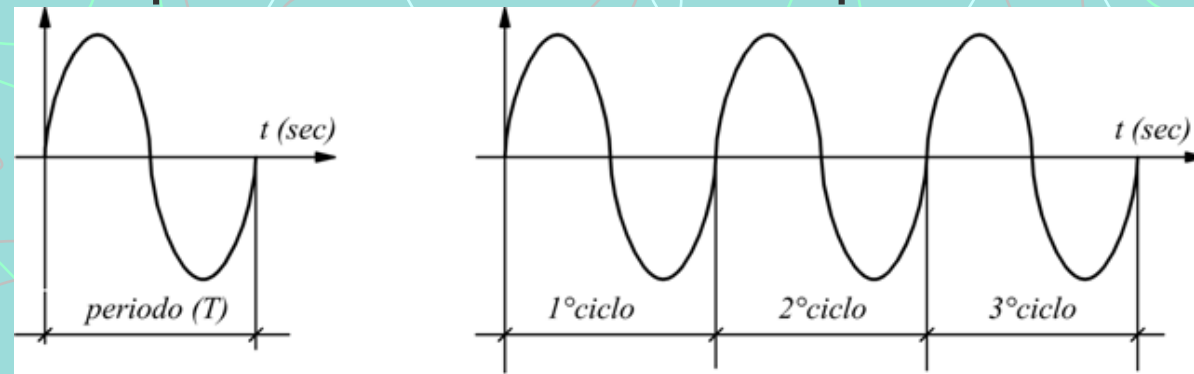



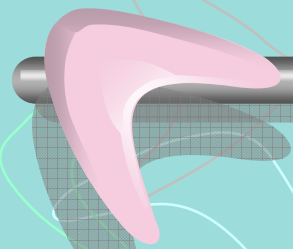
Fig. 2:
Variazione della pressione acustica in funzione del tempo (rappresentazione oscillografica di un segnale sinusoidale).

- Il tipo di segnale descritto si definisce **sinusoidale** e la sua prima caratteristica è di presentarsi sempre uguale a sé stesso dopo un intervallo di tempo definito **T** o **periodo**




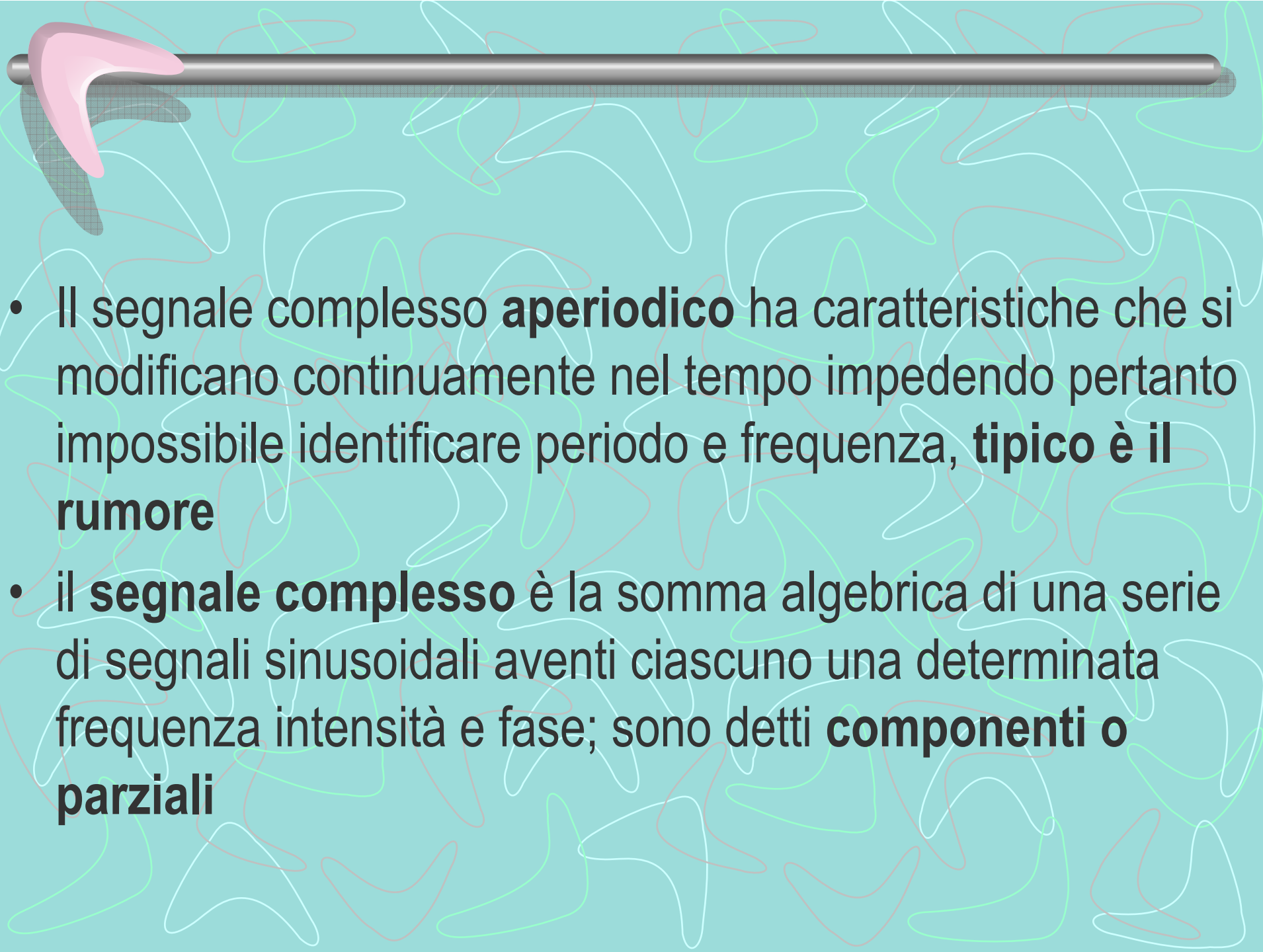
- il **periodo** è l'intervallo di tempo che occorre al sistema oscillante per compiere un ciclo completo di vibrazione
- il numero di cicli effettuati nell'unità di tempo costituisce la frequenza del segnale misurata in Hertz
- **il rapporto fra periodo e frequenza è $f = 1/T$**

- 
- In un suono **frequenza e tempo** costituiscono i parametri temporali dell'onda acustica
 - altro parametro importante per definire un suono è la sua **intensità**, percettivamente responsabile della sensazione di un suono forte o piano (loudness), da intendere come variazione di pressione (esercitata su di una superficie e misurata in Pascal)
 - in acustica si misura in genere la **potenza** che è la quantità di energia nell'unità di tempo, misurata in **Watt(Joule/sec)** o meglio l'**intensità**, cioè la potenza trasmessa attraverso una superficie unitaria perpendicolare alla direzione di propagazione della stessa (Watt/m²)



- La gamma di valori che queste grandezze assumono è molto ampia per cui è stato necessario stabilire delle misure relative date dal rapporto logaritmico in base 10 della pressione di un suono e la pressione di un suono preso come riferimento.
- **Il $\text{dB} = 10 \log_{10} (P/P_0)^2 = 20 \log_{10} P/P_0$.**
- **Lunghezza d'onda** di un suono, considerando il tempo t uguale al periodo T , è lo spazio percorso nel periodo; si misura in metri ed è indicata dalla lettera greca lambda λ

- 
- Le variazioni di pressione che si presentano con caratteristiche sinusoidali corrispondono ad un segnale acustico denominato **suono periodico di forma sinusoidale, suono semplice o suono puro** (monofrequenziale)
 - se la forma d'onda non è sinusoidale il suono sarà **complesso o composto**
 - il suono complesso può essere **periodico o aperiodico**
 - il **periodico** (armonico) avrà un suo periodo T ed una sua frequenza, presentandosi con caratteristiche uguali dopo ogni periodo.

- 
- Il segnale complesso **aperiodico** ha caratteristiche che si modificano continuamente nel tempo impedendo pertanto impossibile identificare periodo e frequenza, **tipico è il rumore**
 - il **segnale complesso** è la somma algebrica di una serie di segnali sinusoidali aventi ciascuno una determinata frequenza intensità e fase; sono detti **componenti o parziali**



IL VIBRATORE

La funzione fonatoria consta di:

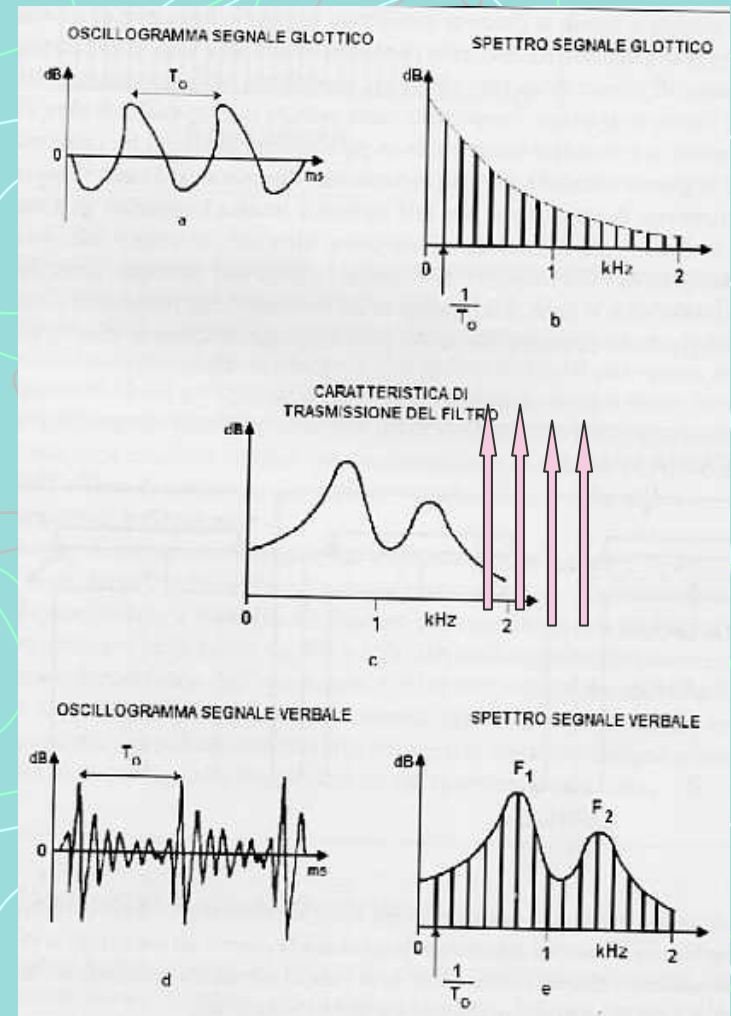
- una componente passiva
- una componente attiva

1) **componente passiva**: porta alla produzione di un suono **complesso quasi periodico**, perché somma algebrica di una serie di segnali sinusoidali denominati componenti o parziali, ciascuno dotato di una sua frequenza ed ampiezza. E' detto "**quasi**" perché nel tempo tali valori possono molto lentamente modificarsi.

Il suono complesso periodico
generato a livello glottico è dato

dalla somma di una serie di segnali sinusoidali, ciascuno dotato di una sua ampiezza e frequenza che sarà multiplo intero della frequenza del segnale fondamentale. La frequenza più bassa del segnale è detta **fondamentale**, le componenti

sono dette **armoniche** e sono multiple della fondamentale.



IL VIBRATORE

L'intensità diminuisce all'aumentare della frequenza, nell'ordine dei 12 dB per ottava (intervallo di ottava > rapporto di 2:1 fra una frequenza superiore ed inferiore di un intervallo, es.: il la centrale

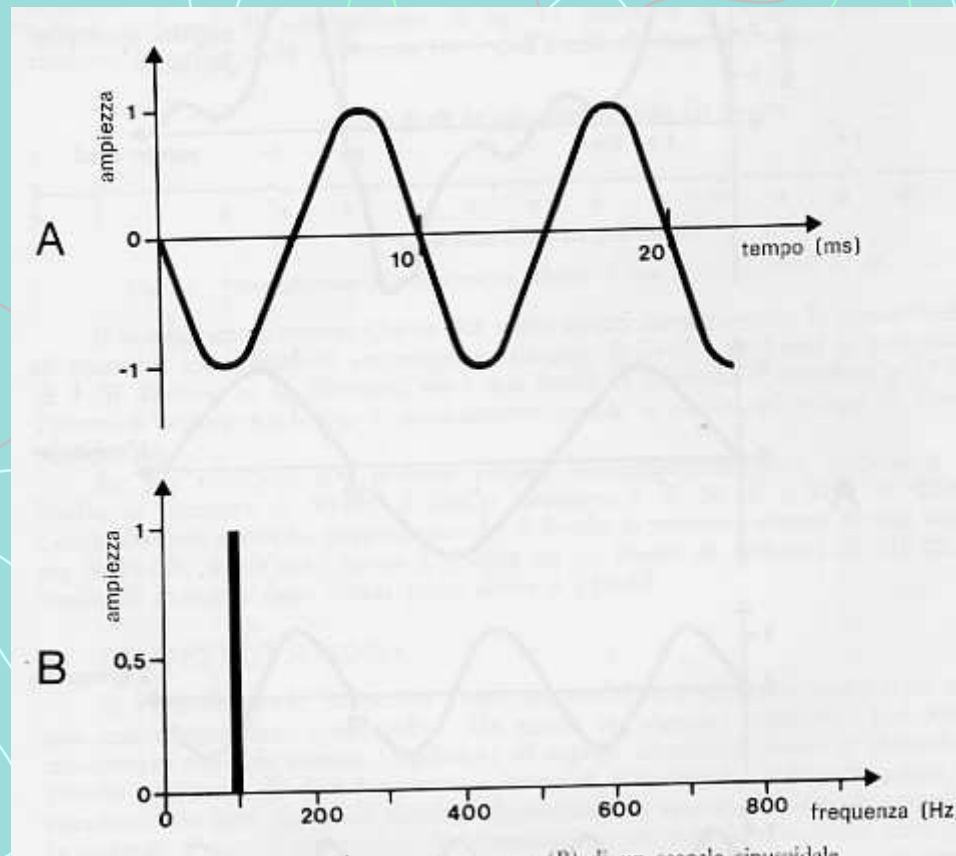
ha frequenza 440 Hz, il *la* posto un'ottava sopra ha frequenza 880 Hz, quello un'ottava sotto ha frequenza 220 Hz. Il rapporto tra le frequenze di due note all'estremità di un'ottava è perciò di 2 a 1).

Nel breve termine il segnale glottico si può considerare periodico, con un periodo fondamentale T e quindi una frequenza fondamentale che è $1/T$ e delle componenti parziali definite armoniche perché hanno una frequenza che è multiplo intero della F°

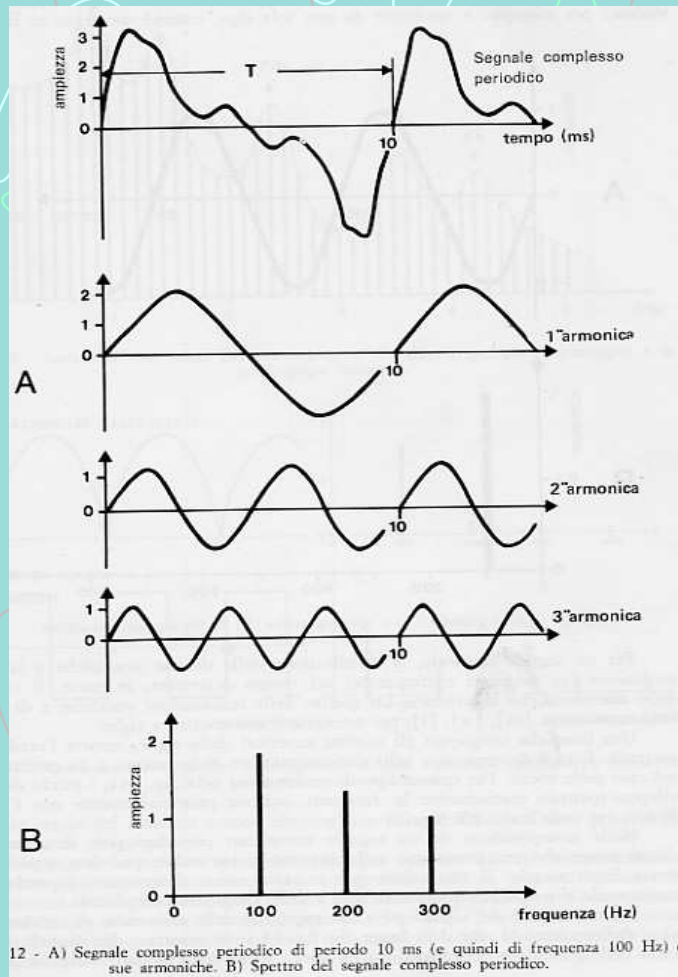


IL VIBRATORE

Nell'ambito del periodo
il tono fondamentale
si avvicina ad un tono puro
cioè periodico, mono-
frequenziale.

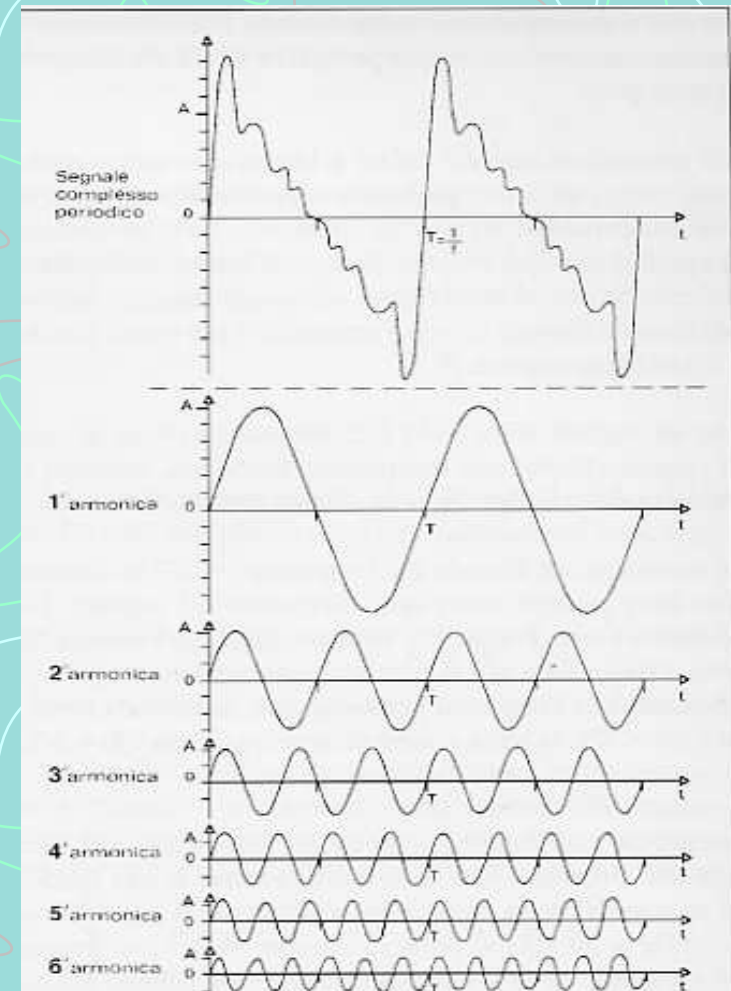


Le armoniche hanno una frequenza che è multipla della F°



12 - A) Segnale complesso periodico di periodo 10 ms (e quindi di frequenza 100 Hz) e sue armoniche. B) Spettro del segnale complesso periodico.

La prima armonica (F°) ha una frequenza pari a $1/T$, la 2ª a $2/T$, la terza $3/T$ e così via.



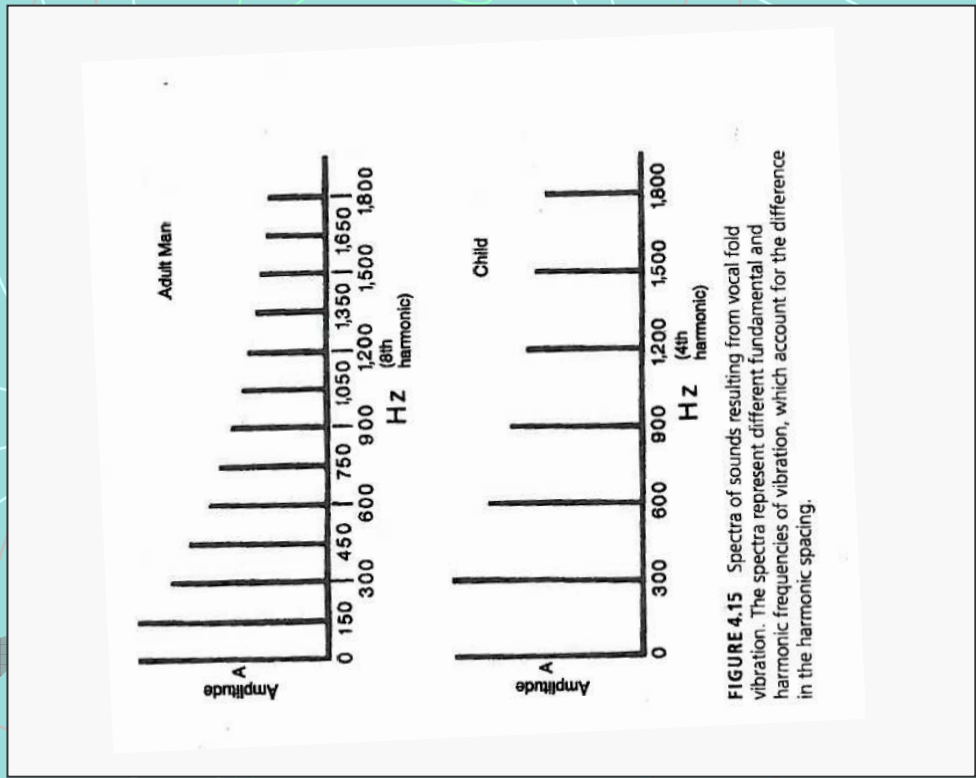
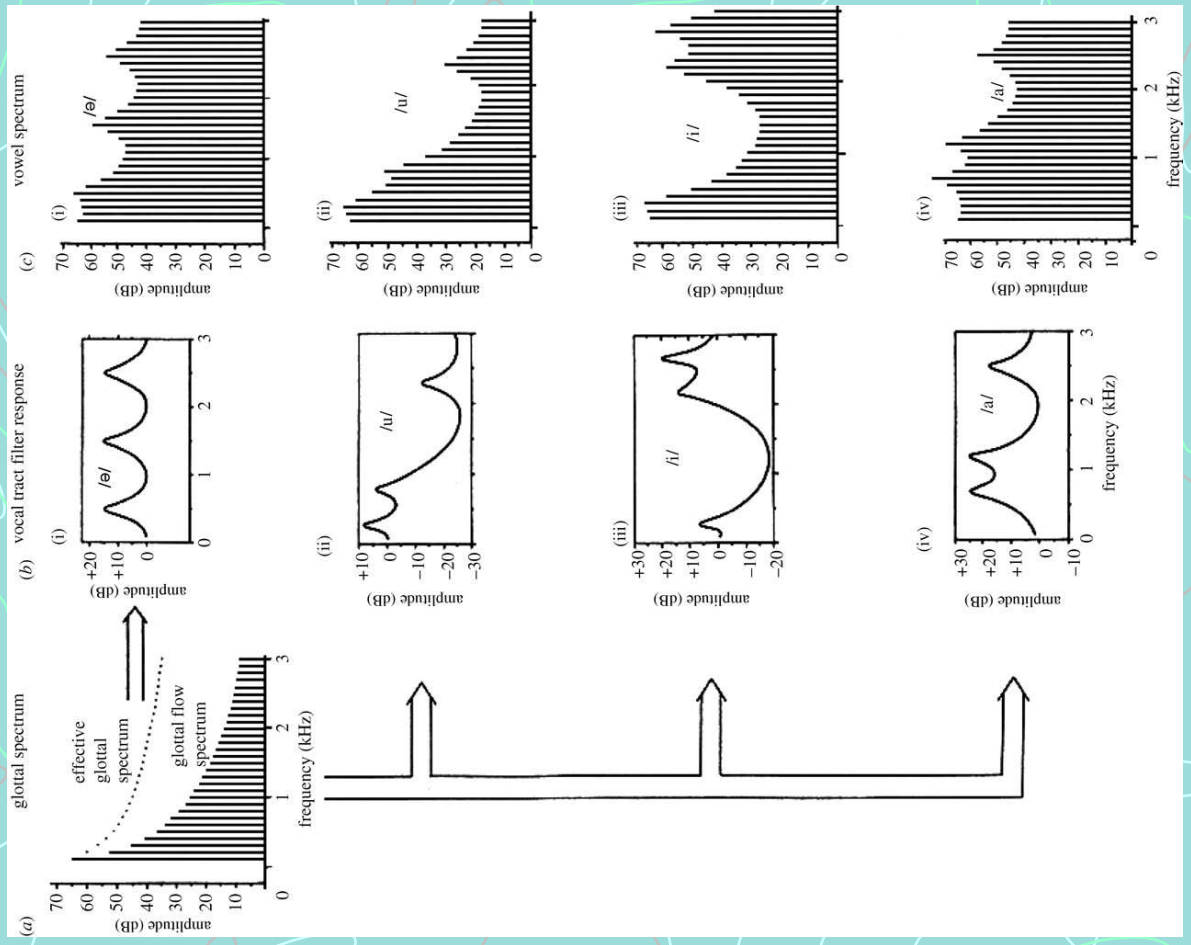
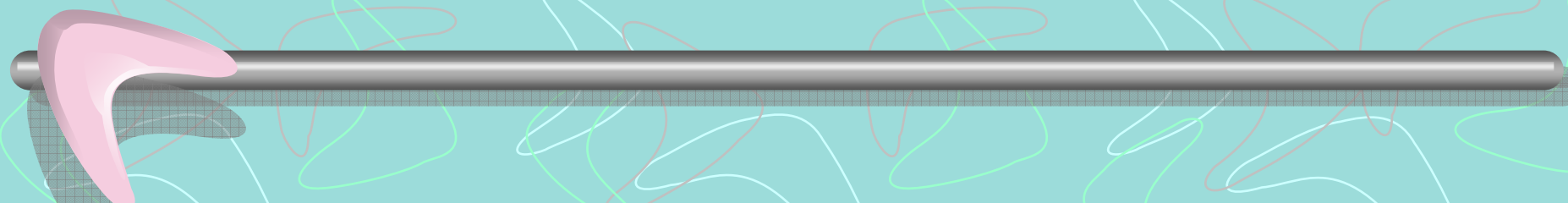


FIGURE 4.15 Spectra of sounds resulting from vocal fold vibration. The spectra represent different fundamental and harmonic frequencies of vibration, which account for the difference in the harmonic spacing.



L'energia acustica prodotta dal vibratore, ulteriormente modificata dalle da un filtro complesso e variabile costituito dalle strutture sovraglottiche, costituirà la voce.

Le modalità di vibrazione cordale sono

influenzate da : -

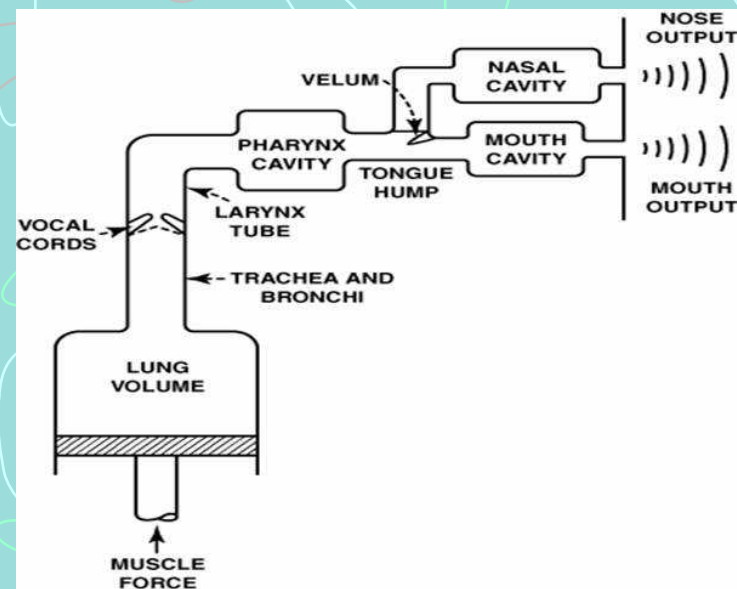
- **f.sottoglottici**

(pressione sottoglottica)

- **f.glottici**

(biomeccanica delle c. vocali)

- **f. sovraglottici** (res. sovraglottica e risonanza)





Requisiti per la fonazione

- **Adeguato supporto respiratorio**
- **Adduzione delle corde vocali**
- **Proprietà vibratorie adeguate della mucosa vocale**
- **Forma della corda vocale**
- **Controllo su lunghezza e tensione della corda vocale**



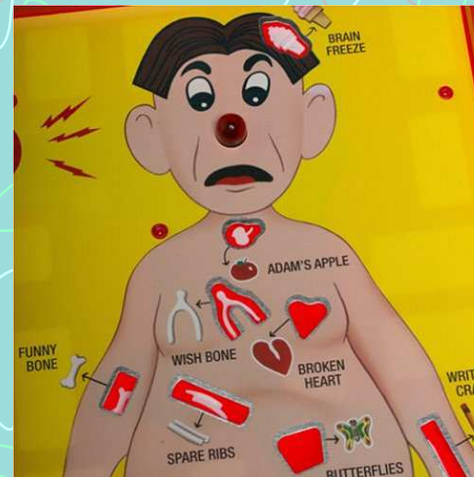
IL VIBRATORE

- Il movimento di adduzione necessario per dare il via alla fonazione è RAPIDO non VIOLENTO
- Inizia anteriormente per estendersi posteriormente, ma non determina la completa chiusura della glottide che si determina successivamente con la tensione delle corde vocali
- una volta addotte e tese le corde entrano in vibrazione

TEORIE SULLA VIBRAZIONE

HUSSON (1950) O NEUROCRONASSICA:

- La vibrazione dipende da impulsi nervosi centrifughi di tipo volontario, provenienti dalla corteccia cerebrale che creano contrazioni cloniche dei mm. vocali durante la fonazione
- La frequenza della vibrazione sarebbe imposta dalla fr. di scarica ricorrenziale
- Ogni ciclo vibratorio sarebbe causato da un impulso separato:
incompatibile con i principi di neurofisiologia



- Una fibra nervosa non può trasportare più di 500 impulsi al secondo



TEORIA MIOELASTICA (EWALD) (1898) :

- la forza che mette in vibrazione le corde vocali è la pressione dell'aria sottoglottica;
- l'apertura della glottide è il risultato passivo dell'aumento di pressione del flusso d'aria, mentre la contrazione tonica muscolare tende a riavvicinare le corde una volta che, fuoriuscita l'aria la pressione sottoglottica decade.
- Non riesce a spiegare come variare l'intensità di un suono senza variarne contemporaneamente la frequenza; in pratica se si aumenta la tensione delle cc.vv. per proseguire la fonazione bisognerebbe aumentare la Pr. sottoglottica ottenendo un suono che è più intenso e più acuto. Sarebbe perciò impossibile prolungare un suono sulla stessa frequenza diminuendone l'intensità



Teoria aerodinamica (Moore e Von Leden) :

- Basata sull'effetto Bernoulli dei flussi aerei in tubi con zone stenotiche elastiche (aumento della velocità dell'aria e diminuzione della pressione)
- per cui le corde vocali subirebbero un fenomeno di aspirazione verso la linea mediana con le variazioni di pressione dovute al passaggio della colonna d'aria espirata (depressione dovuta alla perdita di aria)
- Ritmiche compressioni e rarefazioni dell'aria con formazione del suono laringeo

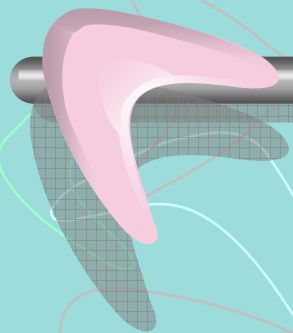


TEORIE SULLA VIBRAZIONE

- Teoria mucocondulatoria (Perellò) + Mioelastica completata (Van der Berg): torna centrale il ruolo della mucosa glottica mettendo al centro la possibilità da parte della pressione aerea di mettere in vibrazione la mucosa glottica sulla sottomucosa o meglio sui piani sottostanti.

Presupposti:

- Lassità della mucosa (facilità di edemi)
- Secchezza delle mucose vocali produce disfonia
- Disfonia premestruale
- In stroboscopia si può evidenziare vibrazione in una corda paralizzata



- La vibrazione cordale altro non è che un'ondulazione della mucosa cordale dalla zona sottoglottica al ventricolo
- La chiusura glottica inizia nella zona inferiore glottica così come lo scollamento, il secondo è un fenomeno dolce, mentre il riaccollamento è più brusco
- La retroaspirazione della mucosa si basa sull'effetto Bernoulli



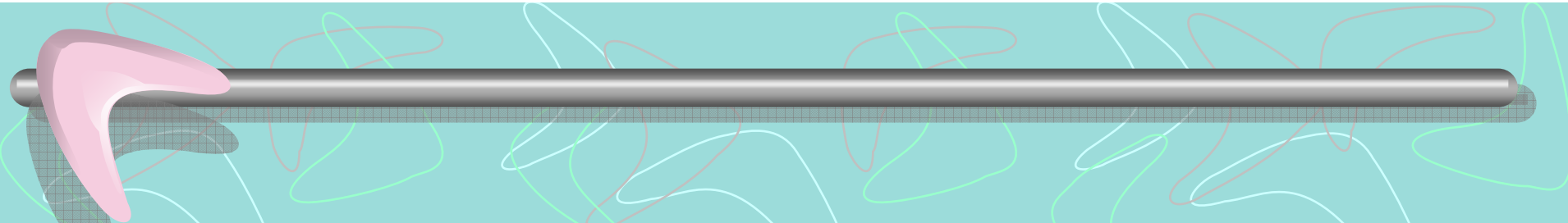
Teoria oscillo-impedenziale (Dejonkère):

- basata sulle variazioni della pressione sottoglottica osservate in relazione al tracciato elettroglottografico
- il picco di massima pressione sottoglottica corrisponde all'inizio della chiusura glottica (??)
- la laringe si comporta come un oscillatore a lento smorzamento che dopo una attivazione iniziale è sostenuto dalla colonna aerea sottostante
- questo meccanismo spiega l'emissione di suoni ad alta frequenza e bassa intensità

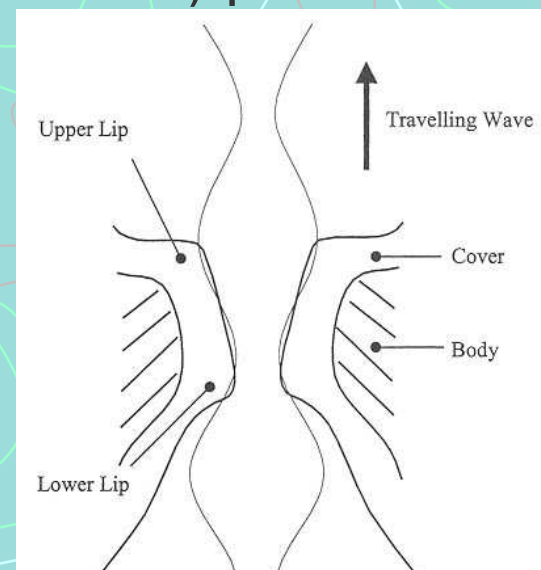


E QUINDI ??

- Attualmente si va verso un compendio di tutte le teorie
- La vibrazione si crea per la rottura dell'equilibrio fra 2 forze:
 1. La chiusura della glottide (da tensione elastica ed effetto Bernoulli)
 2. Apertura (da pressione espiratoria sottoglottica)



Attualmente le opinioni convergono per una sorta di teoria **mioelastica-aerodinamica** (Liebermann-Aronson) per cui la componente mioelastica è l'insieme delle forze di natura muscolare ed elastica legate alla funzione dei mm. intrinseci ed alle caratteristiche strutturali della corda vocale, che favoriscono la fase di chiusura delle cc.vv. (insieme all'effetto Bernoulli) che si coordina alla pressione sottoglottica (fase di chiusura) Entrambe alla base del ritmico scostamento e riaccostamento del bordo cordale (fase di apertura)





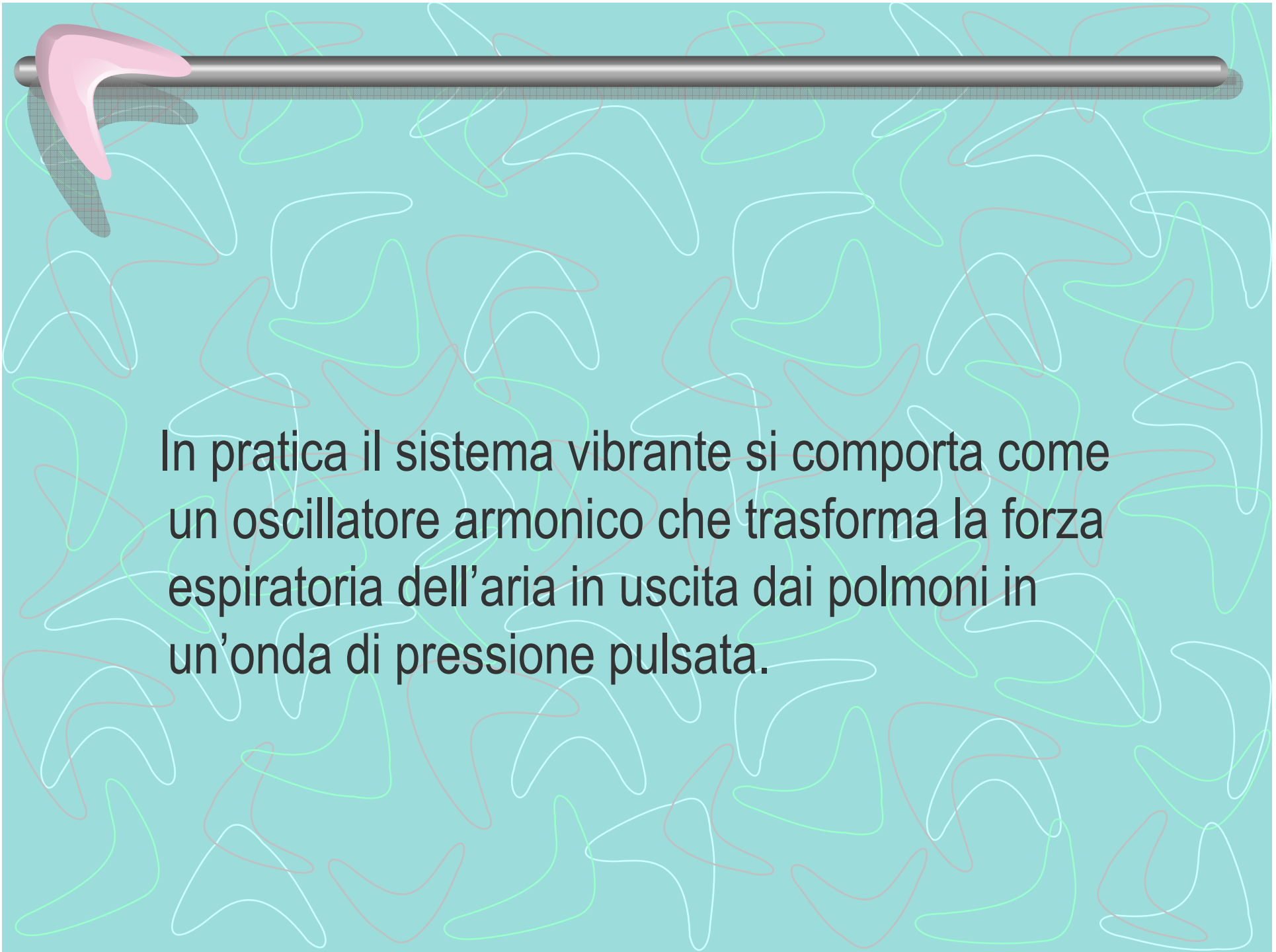
IL VIBRATORE

Il suono a livello glottico viene generato per un aumento della pr. aerea a livello sottoglottico generata dal mantice polmonare a glottide chiusa che ad un certo punto vince la tensione muscolare delle corde vocali, le divarica leggermente provocando l'apertura della glottide e la fuga tra di esse di un piccolo quantitativo d'aria che inizia il movimento vibratorio cordale; la diminuita pr. sottoglottica fa prevalere le forze elastico-tensive cordali. insieme all'effetto Bernoulli → chiusura della glottide.



IL VIBRATORE

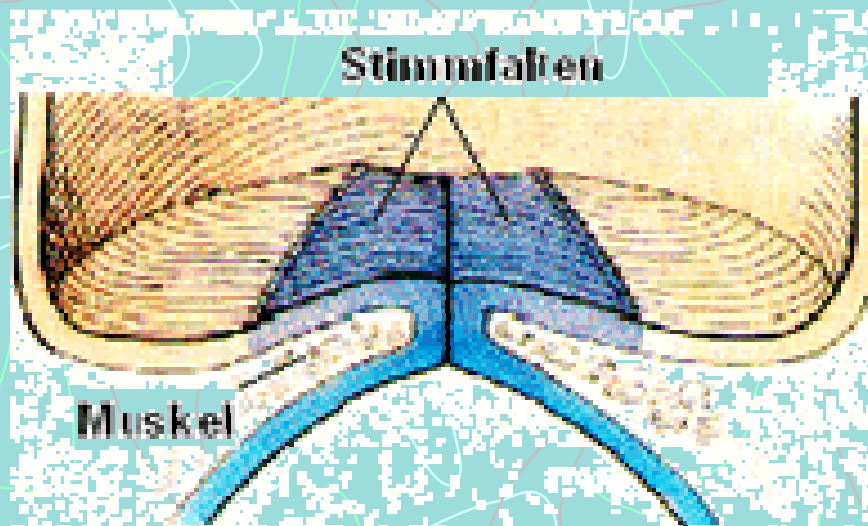
- E' il mantice polmonare a generare la pressione inferiormente alla glottide chiusa che porterà alla apertura della glottide.
- Ciò provoca una diminuzione della pressione e nuovo prevalere delle forze mioelastiche di adduzione.
- Si crea durante il passaggio dell'aria attraverso la glottide un effetto Bernoulli un fenomeno di retroaspirazione che infine crea la già citata onda mucosa che si propaga alla faccia infero-mediale delle corde vocali fino al ventricolo. Tale retroaspirazione contribuisce alla chiusura glottica.



In pratica il sistema vibrante si comporta come un oscillatore armonico che trasforma la forza espiratoria dell'aria in uscita dai polmoni in un'onda di pressione pulsata.

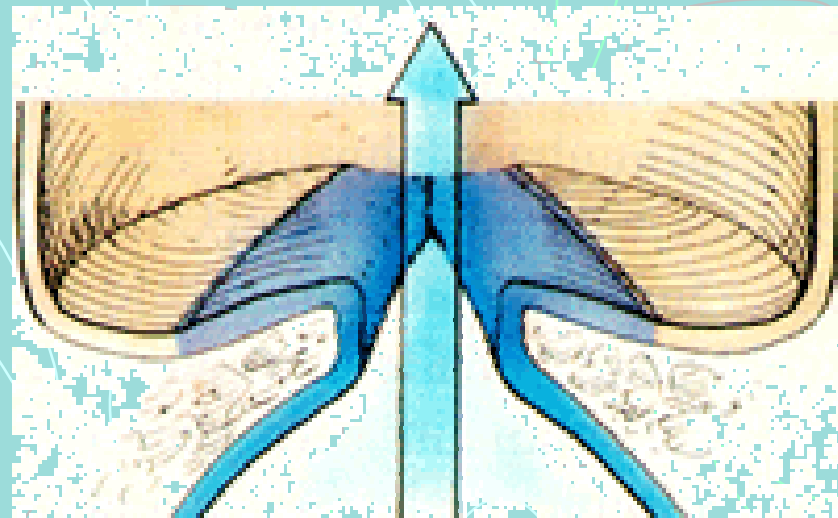
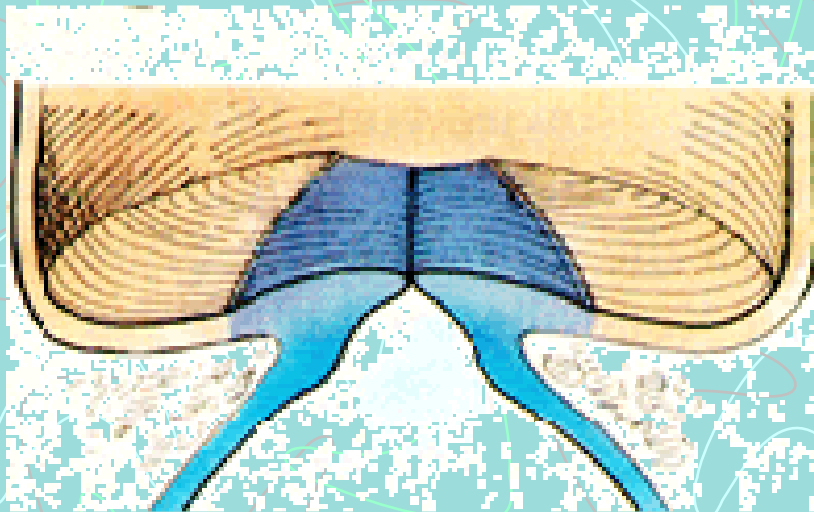
Meccanismo della fonazione

- Inspirazione
- Chiusura glottica



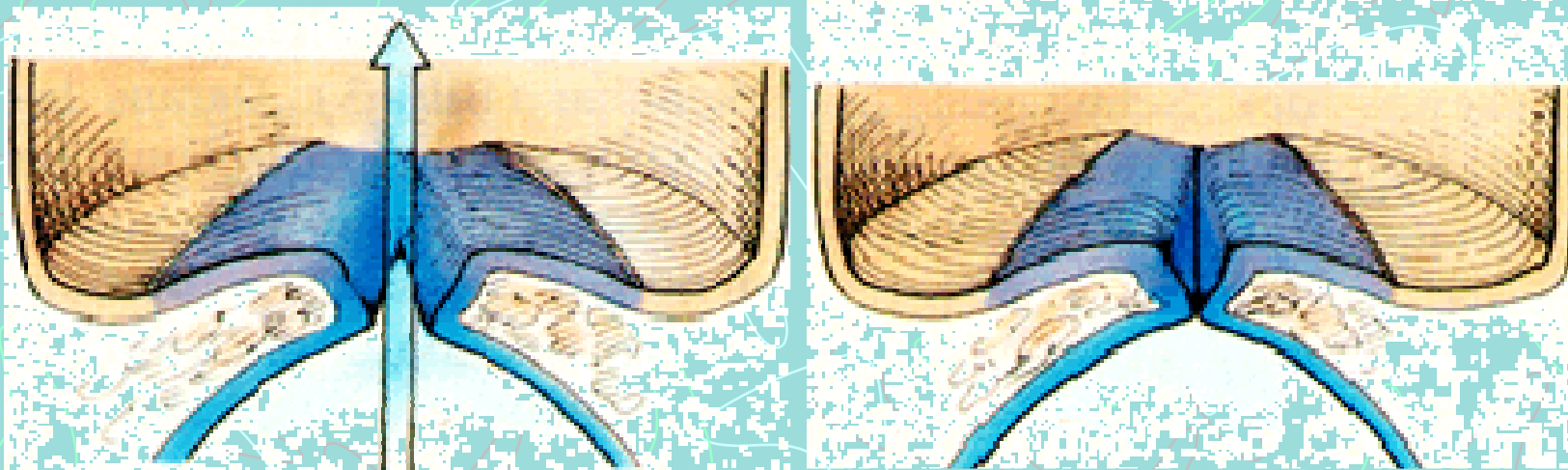
Mechanism of Phonation

- L'espiazione aumenta la pressione sottoglottica fino a far divaricare leggermente lateralmente le corde vocali



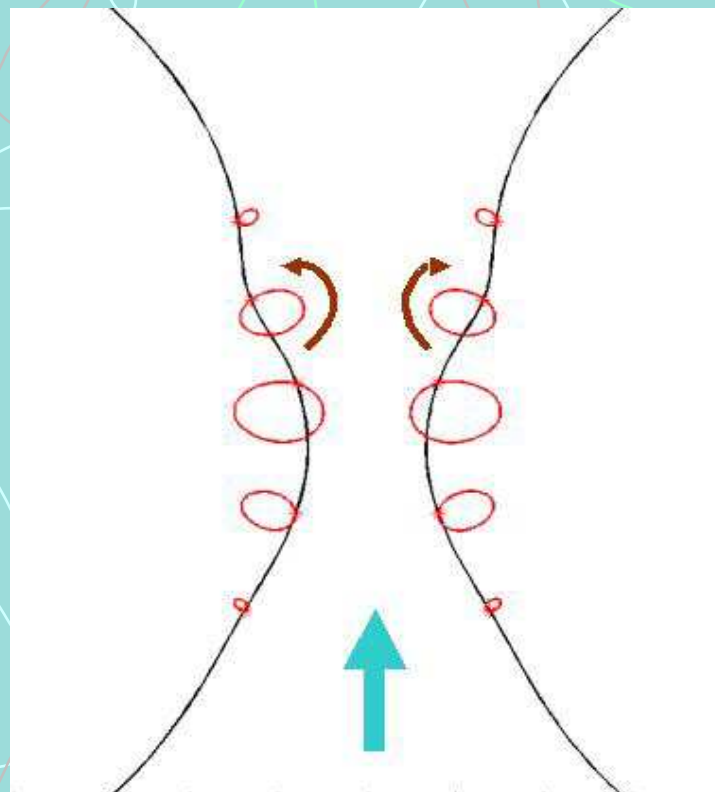
Mechanism of Phonation

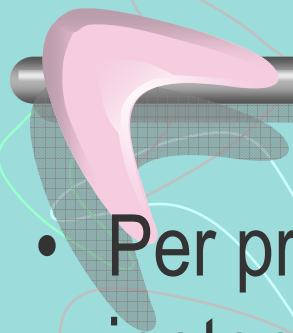
- Ritorno delle corde vocali all'adduzione serrata a causa di :
 - Diminuzione della pressione sottoglottica
 - Forze elastiche e tensione delle corde vocali
 - Effetto Bernoulli dato dalla colonna aerea



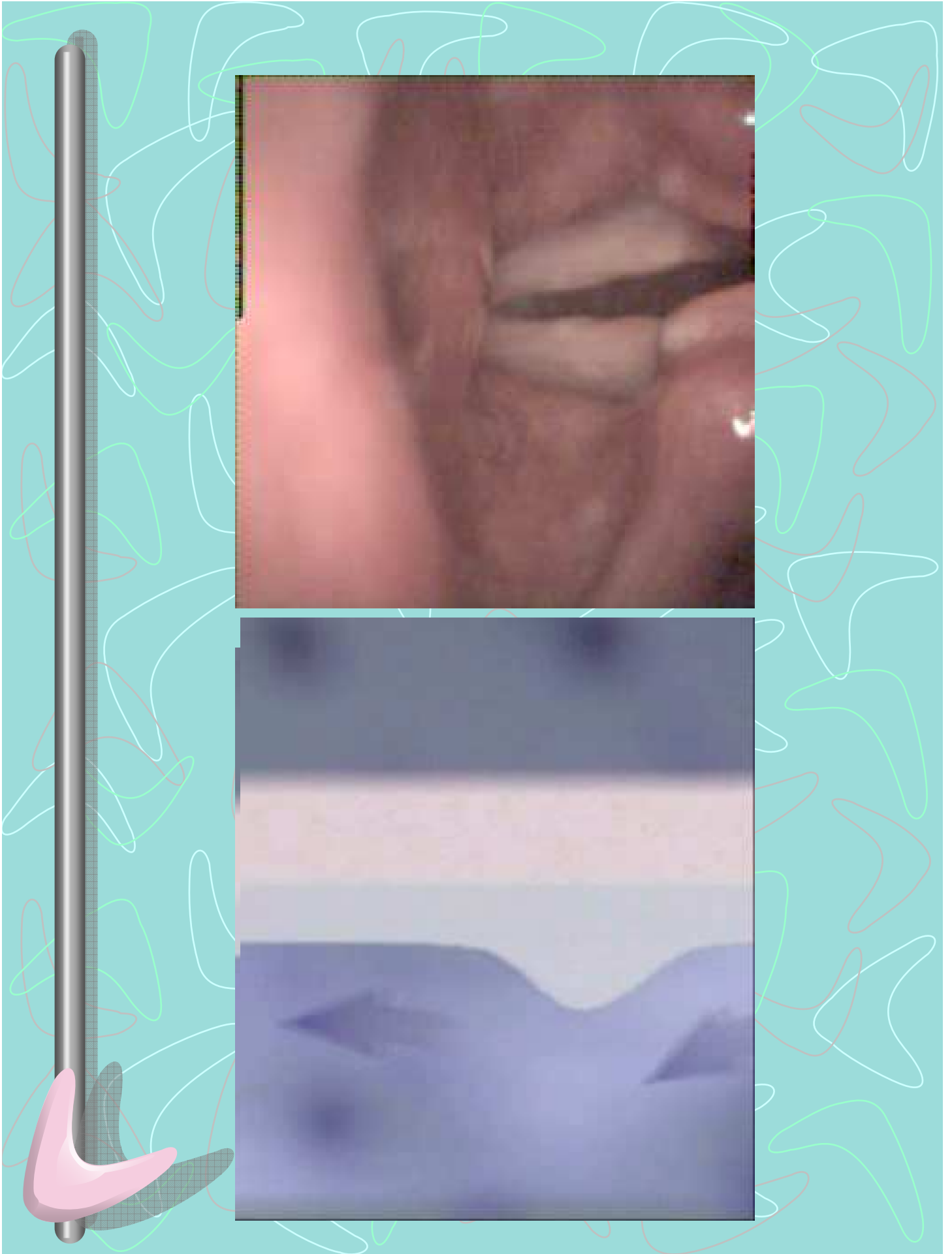
Body-Cover Concept (Hirano 81-93)

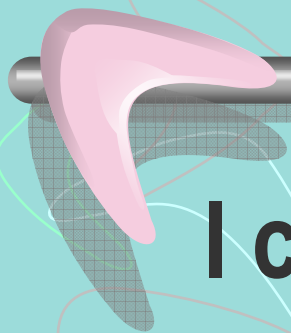
- **La vibrazione della mucosa non è una vibrazione dell'intera corda vocale:**
 - L'onda vibratoria (ondulazione) si propaga lungo la mucosa
 - Ciò è possibile grazie allo spazio di Reinke (spazio virtuale in cui abbiamo scarse fibre collagene ed elastiche)
 - Il legamento vocale non partecipa alla vibrazione





- Per produrre suoni di bassa frequenza le corde sono ipotoniche e le superfici di contatto hanno un certo spessore verticale
- Quando si ha l'apertura della glottide lo scollamento avviene prima nella parte inferiore e quindi negli strati superiori, mentre a quel punto si ha il riavvicinamento degli inferiori
- Si ha in questo modo una differenza di fase verticale al flusso aereo
- Nei suoni acuti la tensione cordale è maggiore, con cancellazione delle differenze di fase verticale

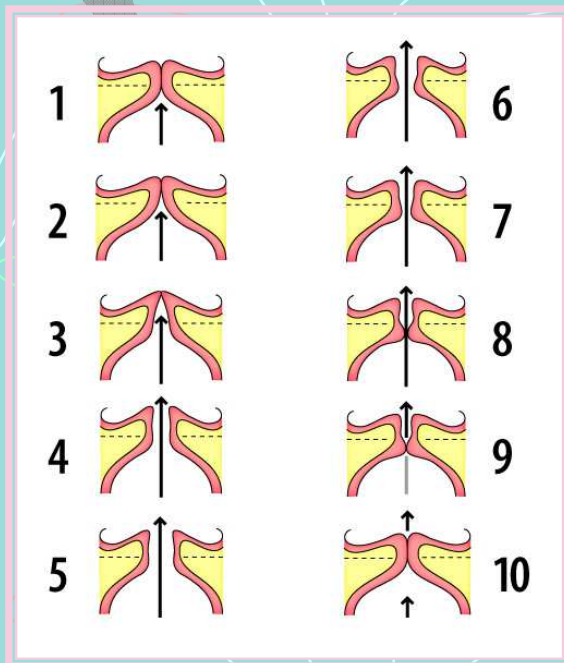
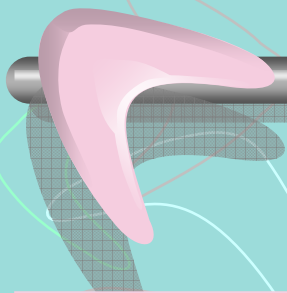




I componenti chiave della produzione e della qualità del suono

- *la vibrazione*

- *la chiusura glottica*



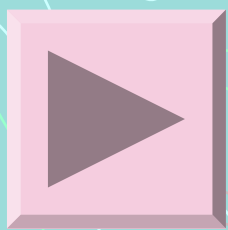
L'attività vibratoria delle corde vocali si realizza con due tipi di movimenti:

■ **laterale o trasverso ► componente mio-elastica**

(la forza che mette in vibrazione le corde vocali è la pressione dell'aria sottoglottica; l'apertura della glottide è il risultato passivo dell'aumento di pressione del flusso d'aria, mentre la contrazione tonica muscolare tende a riavvicinare le corde una volta che, fuoriuscita l'aria la pressione sottoglottica decade)

■ **verticale ► componente muco-ondulatoria**

(sostiene la possibilità da parte della pressione aerea di mettere in vibrazione la mucosa sottoglottica sulla sottomucosa o meglio sui piani sottostanti).

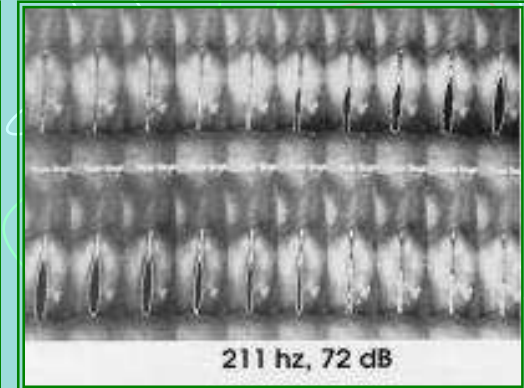
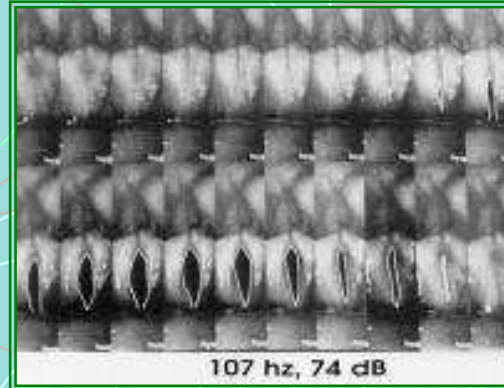


CHIUSURA GLOTTICA

La chiusura glottica si realizza in virtù di due componenti:



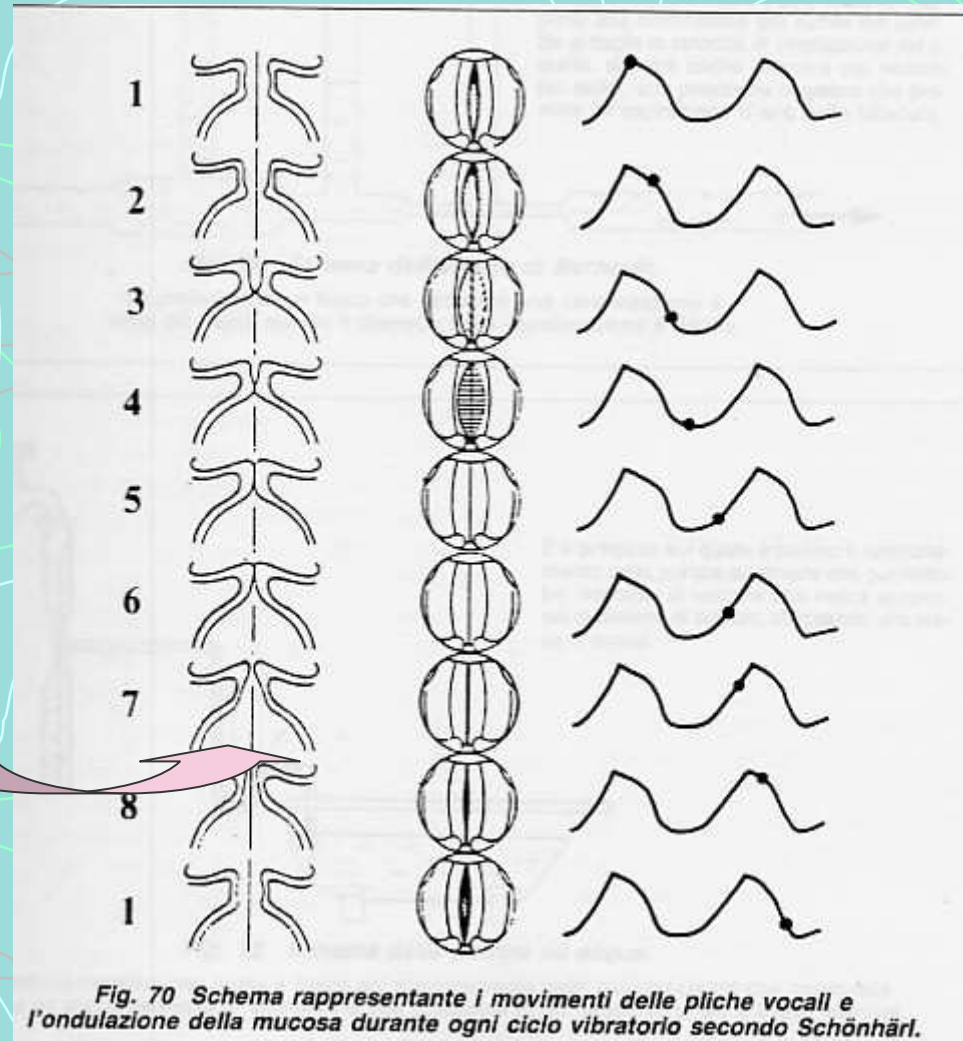
**Motilità crico-aritenoidea
(affrontamento)**



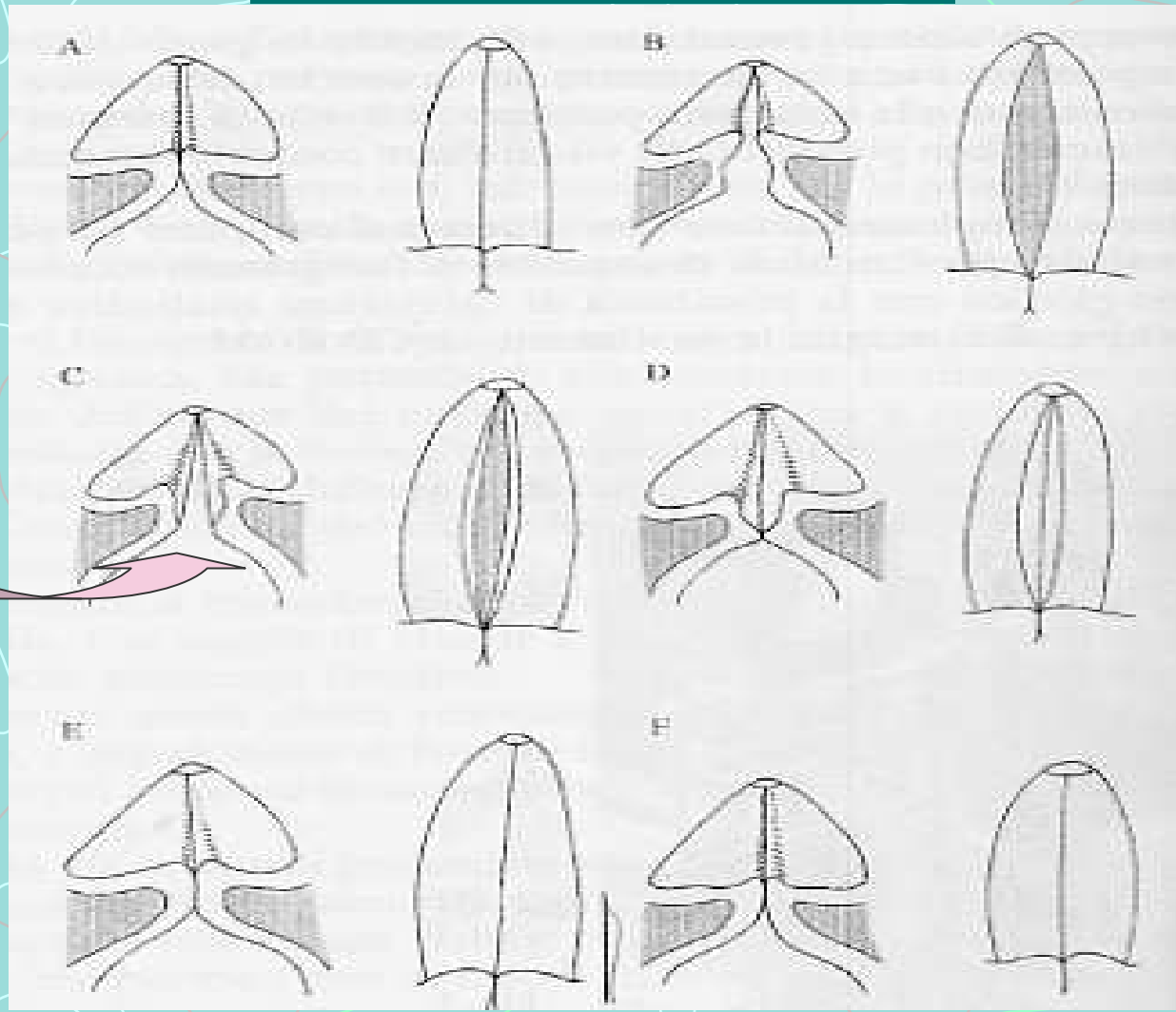
da: P. Woo, Laryngoscope, 1996

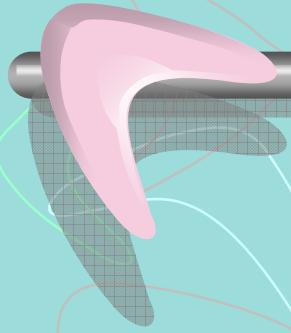
Vibrazione/ondulazione

Le corde vocali si aprono con un movimento a cerniera a partire dalla porzione inferiore.



IL VIBRATORE



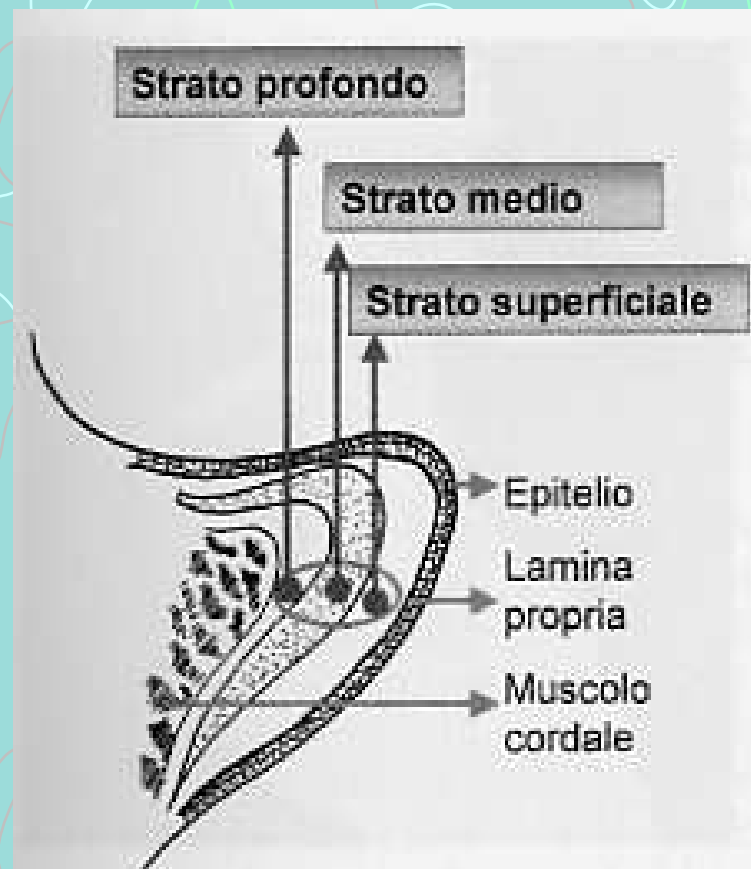


IL VIBRATORE

- La pressione sottoglottica dipende dalla maggiore o minore spinta espiratoria che il soggetto imprime al flusso aereo.
- L'aria che sfugge tra le corde vocali addotte determina col suo passaggio lo scivolamento della mucosa della faccia infero mediale delle corde vocali sul piano muscolare sottostante

IL VIBRATORE

La mucosa delle corde vocali a differenza del resto della mucosa laringea ed insieme a quella di faccia laringea della epiglottide, faccia mediale pliche ariepiglottiche e reg. interaritenoidica è costituita da epitelio pavimentoso non corneificante.

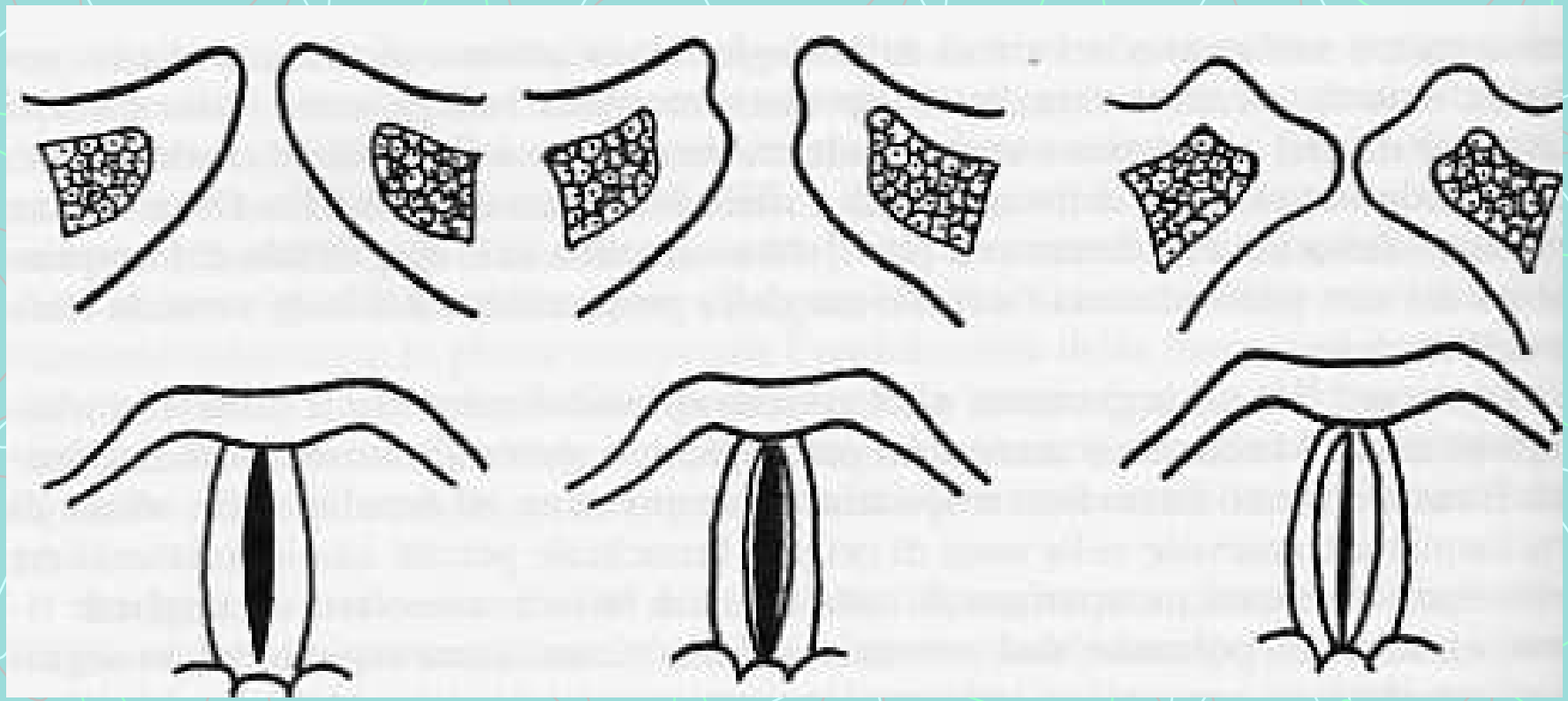




IL VIBRATORE

- Questo meccanismo di scivolamento formerà delle **pliche** che avanzano fino alla rima glottica dove entrano in vibrazione.
- Tale fenomeno di ritmica apertura della rima glottica è un fenomeno eminentemente passivo.
- Si attua grazie alla componente mioelastica, insieme delle forze di natura muscolare ed elastica, legate alla muscolatura intrinseca ed alle caratteristiche strutturali della corda vocale che tendono ad addurre le corde vocali e che si integrano con la pressione sottoglottica.

IL VIBRATORE





IL VIBRATORE


Le corde vocali si aprono con un movimento a cerniera a partire dalla porzione inferiore.

- Se le corde sono separate da spazio per cui l'aria passa creando una vibrazione ridotta abbiamo i suoni **sordi** (che hanno maggior forza dato che ne perdono di meno per far vibrare le corde).
- Se sono accostate leggermente e quindi vibrano al passaggio dell'aria abbiamo i suoni **sonori**.
- Il 3° tipo di suono è il **mormorato** che viene prodotto dalle corde vicine, ma meno tese del solito.



IL VIBRATORE

- Il tipo **laringalizzato** è creato da corde ravvicinate e tese posteriormente, ma separate anteriormente per cui la corda vibra a metà
- Può generare un suono **iperacuto** quando la fissazione delle aritenoidi crea un'apertura glottica di tipo ellittico con corde sottili e bordi fissi, laringe bloccata con glottide che funziona da modulatore della turbolenza.
- Rumore di flusso continuo con corde posteriormente vicine ma non addotte, non oscillazioni delle ccvv con il flusso d'aria pertanto continuo e voce pertanto **bisbigliata** creata dalla turbolenza
- Se c'è una variazione regolare/irregolare della tensione muscolare glottica si percepiscono variazioni di intensità , **voce tremula**

- 
- Dall'insieme degli eventi descritti si crea il ciclo vibratorio che si ripete in media 110 volte/sec. nell'uomo e 200 volte/sec. nella donna.
 - La frequenza dei cicli vibratorii è correlata all'altezza tonale del suono emesso che può variare considerevolmente per una complessa interazione di forze.

Età	Femmine	Maschi
Alla nascita	440-590	440-590
3 anni	255-360	255-360
8 anni	215-300	210-295
12 anni	200-280	195-275
15 anni	185-260	135-205
Adulti	175-245	105-160



IL VIBRATORE

2) **la componente attiva** che porta alla modulazione delle qualità acustiche del suono prodotto è basata sulle forze neuromuscolari della laringe che modificano le corde vocali per quanto riguarda:

- **forma**
- **tensione**
- **reciproca posizione**

A hand in a pink sleeve is shown striking a hammer against a string on a piano keyboard. The background is a light blue color with abstract, colorful scribbles in white, green, and red.

Variando questi caratteri delle corde è possibile modificare:

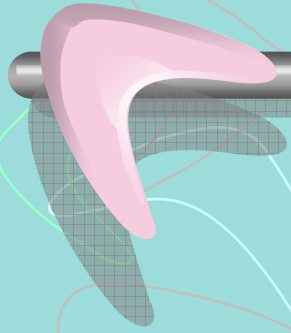
- altezza tonale e cioè la frequenza del suono emesso
- timbro cioè la ricchezza in armoniche del segnale
- intensità del segnale



IL VIBRATORE

Fattori risultanti dal comportamento delle corde vocali:

- **Tono**: la contrazione del muscolo vocale, determina un accorciamento della corda vocale ed un aumento della sua massa interviene su timbro ed intensità vocale.
- **Tensione**: è uno stiramento passivo della corda dato dal muscolo cricotiroideo che provoca il basculamento della cartilagine tiroidea sulla cricoide. Importante nella voce cantata per l'emissione della parte acuta del registro grave (copertura dei suoni) e nella regolazione dell'altezza nel registro acuto.



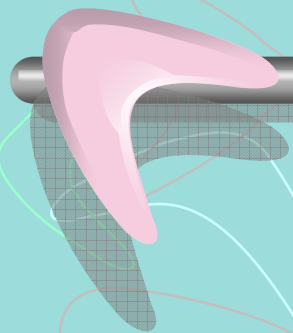
IL VIBRATORE

- **Spessore**: è la capacità della corda di variare lo spessore affrontandosi ora come un cuscinetto spesso ora come una sottile lamina; ciò determina il passaggio da un registro all'altro.
- **Massa muscolare vibrante**: il muscolo vocale può partecipare in modo vario alla vibrazione, ciò a seconda di quanto esso risulta bloccato dalla contrazione.



IL VIBRATORE

- **Pressione d'accollamento**: il dosaggio di tale pr. è probabilmente dovuto all'azione antagonista dei mm. cricoaritenoidi grazie alla loro azione sull'apofisi muscolare che provoca una rotazione aritenoidea e pertanto una chiusura o un'apertura delle apofisi vocali. Le c.v. possono vibrare anche senza entrare in contatto.
- **Durata della fase di accollamento**: è quella parte del ciclo vibratorio in cui le corde sono completamente accollate; aumenta con tono, spessore e pressione di accollamento cordale e dà un arricchimento del timbro.



IL VIBRATORE

Qualità acustiche della voce:

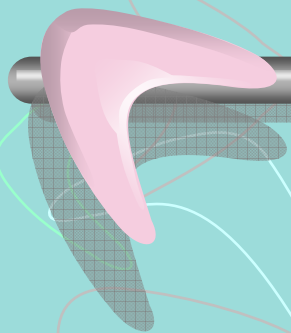
- **intensità**
- **altezza tonale o frequenza**
- **timbro**
- **registri**
- **attacco ed arresto vocale, a.pneumofonico**



Qualità acustiche della voce:

INTENSITA':

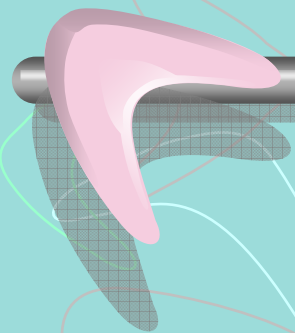
Tale parametro traduce l'ampiezza l'ampiezza della variazione pressoria corrispondente a quel suono; dipende pertanto dalla pressione sottoglottica ed è sua funzione se vi è un buon rendimento, cioè se non è controbilanciata da contrazioni laringee e sovralaringee tali da farla rimanere debole anche in presenza di una consistente pressione sottoglottica.



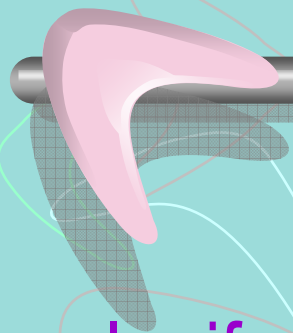
INTENSITA'

L'intensità è l'ampiezza della variazione di pressione periodica dell'onda sonora.

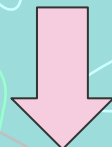
E' proporzionale, come detto, alla pressione sottoglottica, ed è legata a fattori glottici quali il grado di adduzione cordale e la profondità di accollamento delle corde vocali, la lunghezza e rigidità delle stesse, la quantità d'aria emessa e l'intensità di contrazione dei muscoli espiratori.



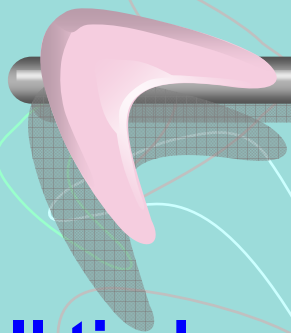
Per ottenere un rapporto ottimale fra pressione sottoglottica ed intensità della voce è richiesto un adeguato affrontamento ed una bassa viscosità del cover (cioè ampia escursione del labbro vocale).



In riferimento al segnale glottico l'involuppo spettrale è
discendente



ciò vale a dire che l'ampiezza diminuisce mano
a mano che aumenta la frequenza, con una diminuzione
media di 12 dB ad ogni raddoppio delle frequenza; per
questo motivo la massima energia del segnale glottico si ha
alle basse frequenze.



TIMBRO

Il timbro o ricchezza in armoniche è dato

dall'arricchimento armonico che il segnale glottico ottiene attraversando i risuonatori (vocal tract); le caratteristiche acustiche del suono sono strettamente dipendenti dalla struttura anatomica e dall'atteggiamento funzionale che assumono le cavità di risonanza. La funzione delle cavità è praticamente un'azione di filtraggio che consente anche le variazioni di timbro in una stessa persona.

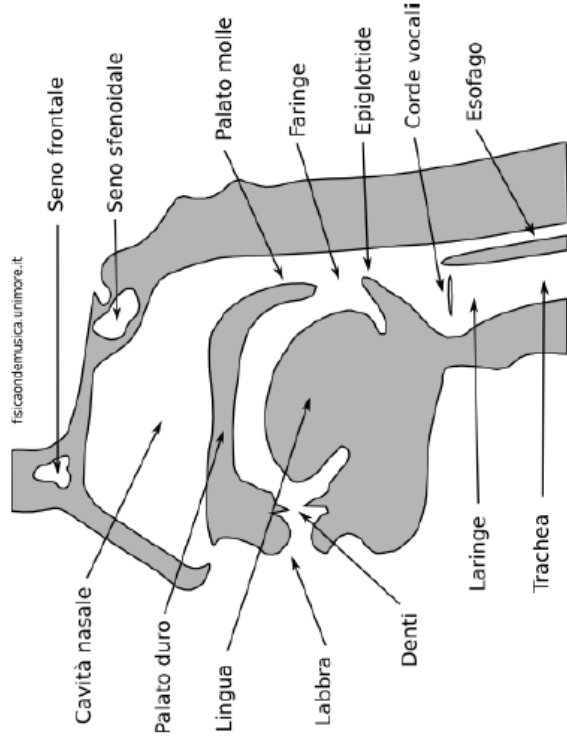
Dopo che la colonna d'aria è stata messa in vibrazione nella laringe, l'onda sonora deve attraversare ancora diverse regioni interne al corpo umano (cavità orale e/o nasale) prima di uscire all'aperto.

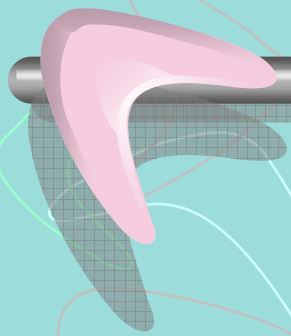
Tali cavità rappresentano le **strutture di risonanza**.

Lo spettro del suono prodotto dalle corde vocali è abbastanza uniforme fino a 3000 Hz.

Le cavità smorzano le componenti con frequenza lontana da quelle di risonanza ed esaltano quelle prossime alla risonanza. La cavità orale, in particolare, avendo geometria variabile grazie alla modificazione della forma delle parti molli (glottide, lingua, palato), consente la produzione di suoni diversi.

Se le corde vocali vengono mantenute a tensione costante, si produce una nota di altezza costante, la cui frequenza corrisponde alla frequenza di oscillazione delle corde vocali. Se il flusso d'aria viene mantenuto a pressione costante si produce una nota di intensità costante.





Le caratteristiche acustiche sono proporzionali alla superficie cordale, alla pressione sottoglottica e alla durata del contatto fra le corde.

Il timbro deve pertanto molte delle sue caratteristiche alla modalità di vibrazione cordale a sua volta regolata dalla pressione sottoglottica e dal comportamento della muscolatura laringea.



Qualità acustiche della voce:

TIMBRO

In uno stesso ambito glottico:

- se l'accollamento delle pliche è serrato la voce acquista mordente, le aperture glottiche sono più brusche e brevi, si ha perciò un arricchimento degli acuti nello spettro
- se l'accollamento è incompleto o rilasciato si ha un timbro più povero che può anche accompagnarsi ad un rumore di soffio (velato)



Qualità acustiche della voce:

TIMBRO:

caratteristica fondamentale del suono vocale che sul piano estetico individua la qualità di una voce. Come è noto è dato dalle armoniche multiple della fondamentale ed è funzione di:

- modalità di accollamento delle pliche vocali
- dalle caratteristiche anatomiche dei risuonatori



Qualità acustiche della voce:

TIMBRO:

le caratteristiche anatomiche dei **risuonatori** imprimono al timbro caratteristiche inconfondibili; durante la fonazione il volume varia costantemente provocando le variazioni timbriche della voce.

Per le vocali l'articolazione è data dalla variazione del volume relativo dei **risuonatori**.

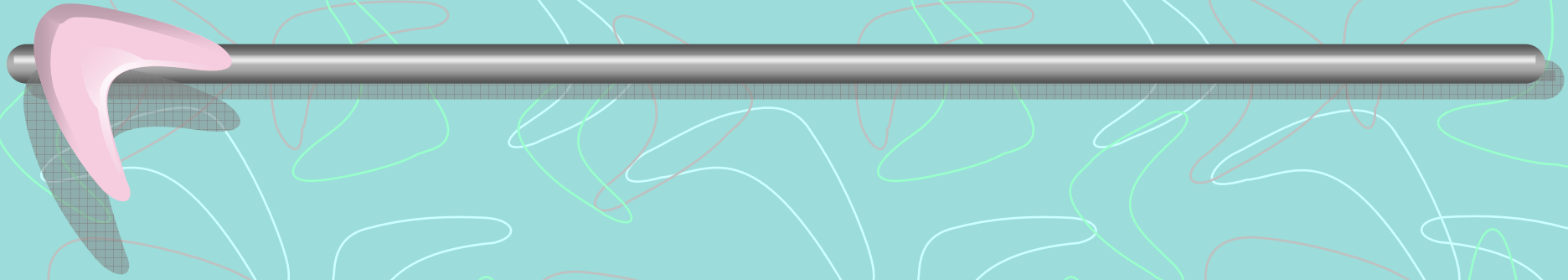
Insieme accollamento delle pliche e disposizione dei risuonatori dà il **colore** alla voce.



Altezza tonale

Altezza tonale: è frequenza di apertura e chiusura glottica, cioè il numero delle variazioni pressione dell'onda sonora nell'unità di tempo.

Rappresenta la F del segnale complesso quasi periodico glottico cioè la sua F° e viene controllata in gran parte dalla muscolatura laringea mediante modificazioni dello stato tensionale delle corde.



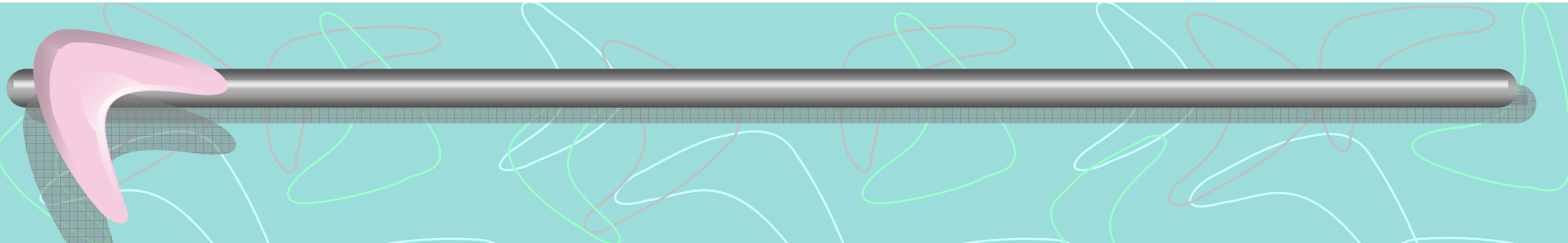
Più esse sono tese più aumenta la superficie dell'area glottica, ciò potenzia gli effetti della pressione sottoglottica facendo sì che l'avvio del ciclo vibratorio sia più rapido, con conseguente aumento della F° e riduzione della durata del ciclo vibratorio.

Laddove le corde siano ispessite e accorciate (maggior massa vibrante) si ha una >resistenza al flusso aereo con allungamento del ciclo e F° ridotta.



Altezza tonale

Le variazioni della F_0 possono essere a breve o lungo termine e si definiscono «perturbazioni»; entro certi limiti associate alle perturbazioni di ampiezza conferiscono naturalezza al parlato. Le perturbazioni a breve termine (Jitter) si rilevano entro pochi cicli di vibrazione e possono essere dell'ordine di circa 25 Hz.



Le perturbazioni a lungo termine, che si instaurano nel tempo di più cicli vibratorii, possono assumere un andamento periodico e sono denominate «modulazioni» o tremore vocale (+ o – fisiologico).

Riassumendo l'altezza tonale è direttamente proporzionale alla tensione cordale e alla velocità del passaggio d'aria mentre è inversamente proporzionale alla massa vibrante cordale.



Altezza tonale

Fattori condizionanti la frequenza di vibrazione:

- Pr. sottoglottica e sovraglottica ↑
- Pr. vibratoria di soglia (pressione minima in grado di innescare la vibrazione) ↑
- resistenza glottica ↓
- lunghezza della corda vocale ↓
- volume cordale ↓
- massa vibrante ↓
- accollamento dei bordi (pressione, viscosità tono e tensione passiva del muscolo vocale) ↓



Qualità acustiche della voce:

ALTEZZA TONALE O FREQUENZA:

è la frequenza di variazione di pr. corrispondente al suono stesso e dipende dalla periodicità di movimento delle pliche cioè dalle aperture glottiche al secondo. L'altezza tonale dipende anche dalle dimensioni laringee, più le corde sono lunghe più la voce sarà grave. Si definisce **estensione vocale** l'insieme delle frequenze utilizzabili dal soggetto anche con sforzo, che in voce cantata è detta per le frequenze utilizzabili comodamente **tessitura**.



ALTEZZA TONALE O FREQUENZA

In generale l'estensione individuale varia da un'ottava e mezzo nel principiante fino a due ottave, mentre nel cantante professionista arriva alle due ottave e mezzo, tre per i soggetti particolarmente dotati.

Si distingue una **estensione** fisiologica che include tutti i toni che possono essere prodotti anche con sforzo da una estensione musicale più ridotta inerente ai toni artisticamente utilizzabili con relativa comodità e definita **tessitura**. (N.B. intervallo di ottava > rapporto di 2:1 fra una frequenza superiore e quella inferiore di un intervallo)



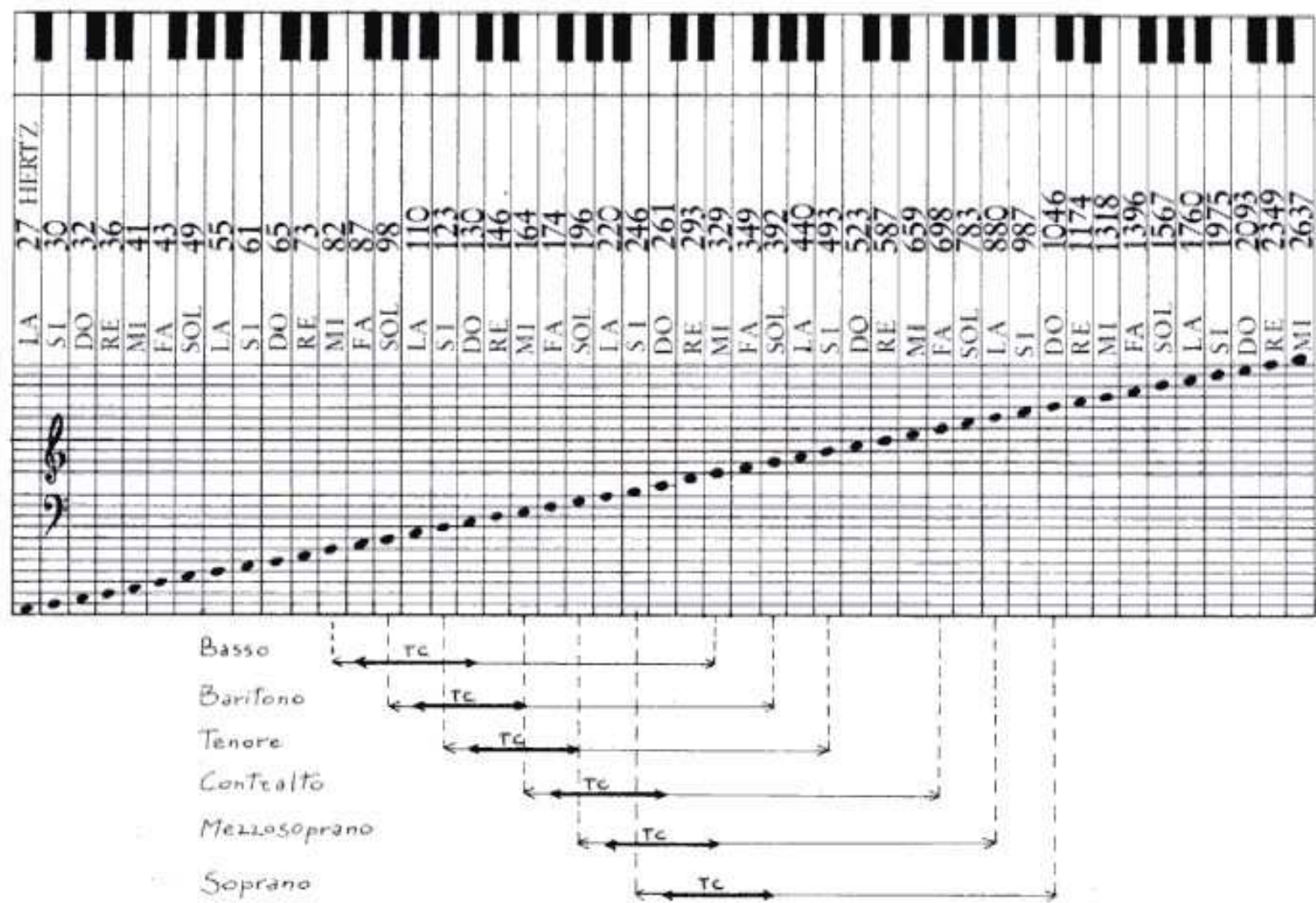
Qualità acustiche della voce:

ALTEZZA TONALE O FREQUENZA(continua):

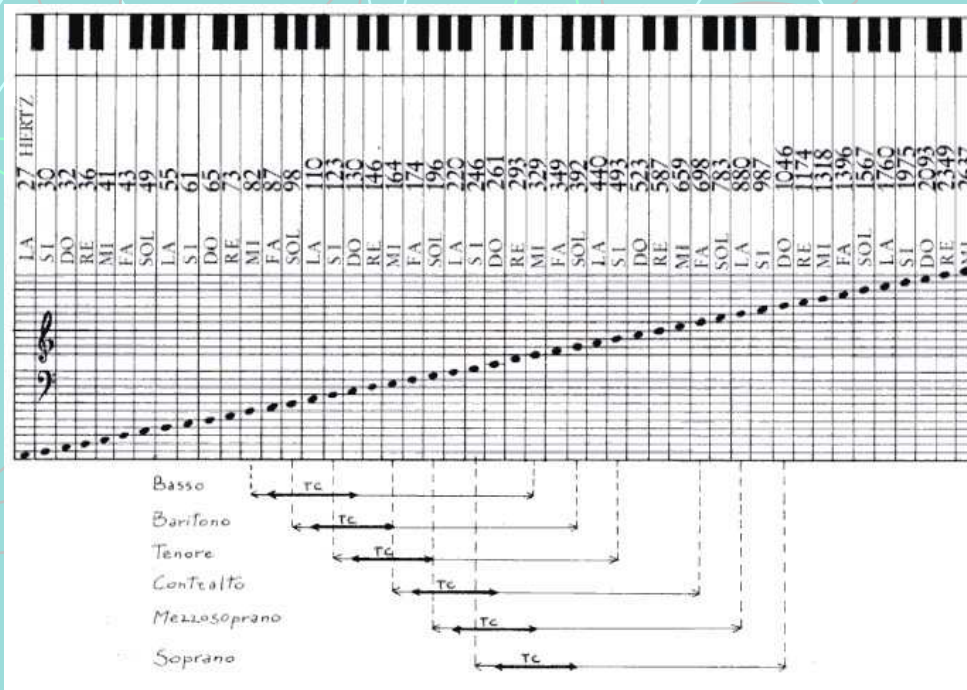
Nell'uomo qualunque sia il tipo vocale (da basso a tenore) la voce sale fino a Mi3 (329 Hz) e scende obbligatoriamente a La1 (96Hz) nell'ambito del registro di petto. Limiti estremi sono verso i gravi il Do1 dei bassi (64 Hz) ed il Do4 (512 Hz) dei tenori (contralto tenorile).

Nella donna la voce di testa sale fino a Sol 4 (768 Hz), limite assoluto sup. è il Do5(1024 Hz) mentre la voce di petto scende fino a Sol 2(196 Hz) con Mi2(164 Hz) come limite inf. assoluto.

TESSITURA



TESSITURA



Nell'uomo qualunque sia il tipo vocale (da basso a tenore) la voce sale fino a Mi3 (329 Hz) e scende obbligatoriamente a La1 (96Hz) nell'ambito del registro di petto.

Limiti estremi sono verso i gravi il Do1 dei bassi (64 Hz) ed il Do4 (512 Hz) dei tenori (contralto tenorile).

Nella donna la voce di testa sale fino a Sol 4 (768 Hz), limite assoluto sup. è il Do5(1024 Hz) mentre la voce di petto scende fino a Sol 2 (196 Hz) con Mi2(164 Hz) come limite inf. assoluto.



Qualità acustiche della voce:

ALTEZZA TONALE O FREQUENZA:

l'altezza tonale ha variazioni individuali che dipendono da condizioni anatomiche, ma varia anche a seconda del tipo di emissione vocale e le circostanze:

- sale se si vuole mantenere a lungo la durata
- si aggrava nello scambio verbale “confidenziale”
- modulata in grande estensione se il tono è gaio
- su di un unico tono nella tristezza



Qualità acustiche della voce:

ALTEZZA TONALE O FREQUENZA:

- costituisce la fondamentale della voce o f.f.(variabile) mentre le altre armoniche confluiscono a determinare il timbro.
- Si definisce fondamentale usuale quella più usata dal soggetto, che la dovrebbe di norma usare per evitare la fatica vocale.



Qualità acustiche della voce:

REGISTRI VOCALI:

didatticamente si intende per registro vocale una gamma di suoni dello stesso timbro prodotta dal laringe in equilibrio con le cavità di risonanza.

Quando si esegue una sequenza di suoni in senso grave-acuto si vede che la qualità della voce tenderà a cambiare bruscamente una o più volte per passare alle note più acute; ciò è dovuto al cambiamento funzionale nell'apparato.



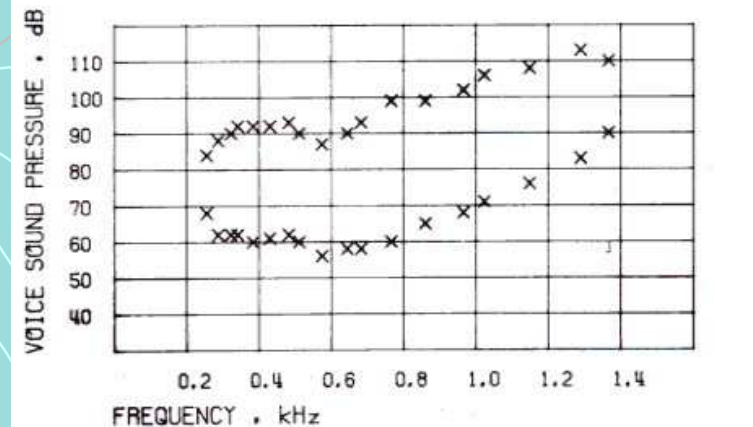
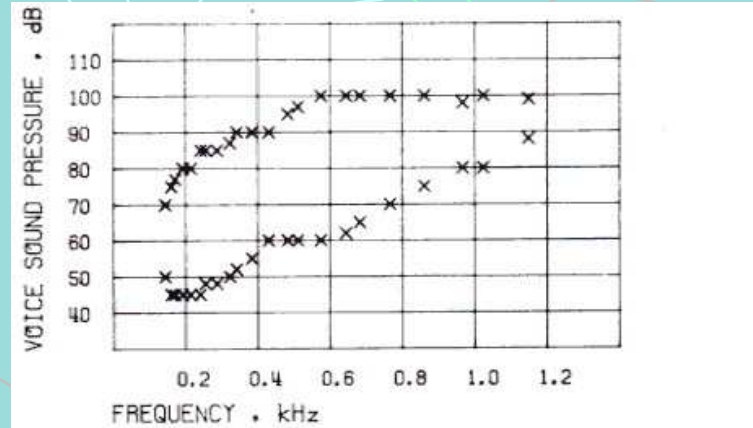
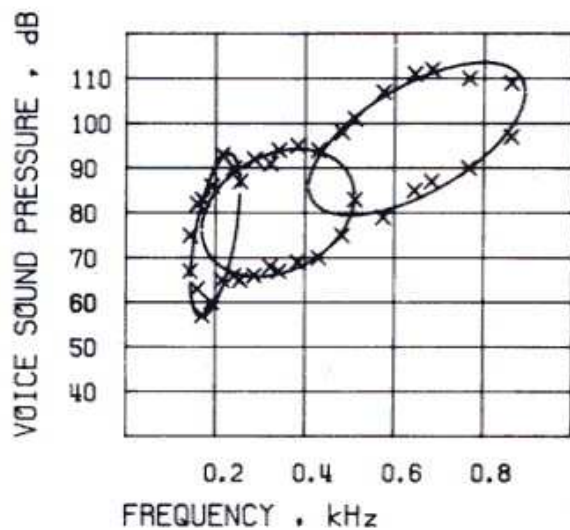
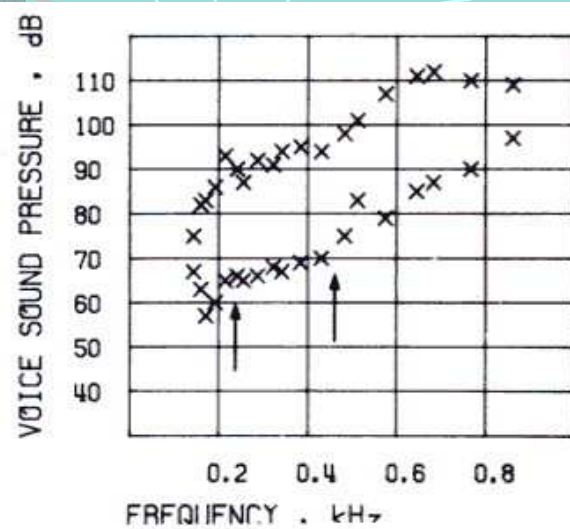
Qualità acustiche della voce:

REGISTRI VOCALI:

Tale cambiamento nel professionista si realizza gradualmente mentre nel principiante avviene in modo brusco. Il professionista realizza il passaggio grazie a diversi meccanismi (azione dei mm.laringei intrinseci ed estrinseci, atteggiamenti dell'apparato di risonanza).

Tra i meccanismi utilizzati vi è senza dubbio la modalità di spostamento dell'onda mucosa: es. vibrazione limitata al solo bordo libero nel registro di falsetto, vibrazione che coinvolge tutta la massa cordale nel registro modale o di voce piena

REGISTRI VOCALI



In alto: fonetogramma in soprano con normale estensione in "voce" di petto e di testa.
In basso: fonetogramma in soprano con eccessiva "voce" di testa e scarsa di petto. (Da Klingholz e Martin).



REGISTRI VOCALI

La variazione delle frequenze è causata tra le altre cose dal gioco di opposizione del muscolo vocale e del muscolo cricotiroideo che determinano tra l'altro la durata della fase di accollamento durante il ciclo vibratorio insieme alle forze adduttorie ed alla variazione della p.sottoglottica. Da tutto questo gioco di forze originano i registri vocali.

Quando un uomo passa dal registro modale o normale a quello degli acuti si registra un break vocale .

REGISTRI VOCALI

The diagram illustrates the transition between vocal registers on a two-staff musical system. The upper staff uses a treble clef and the lower staff uses a bass clef. A series of notes with stems and circles at their ends are plotted across both staves, showing a continuous upward pitch curve. The lower staff is labeled "Chest Register, 'ah' vowel" and the upper staff is labeled "Falsetto, 'oo' vowel". A vertical arrow points downwards from the upper staff to the lower staff, labeled "The 'Break'", indicating the point where the vocal register changes. The notes in the lower staff are represented by squares, while the notes in the upper staff are represented by circles.



REGISTRI VOCALI

I cambiamenti di registro vengono gestiti invece dal cantante in modo graduale per cui ogni registro copre un ambito di frequenze determinato. Il cantante negli ambiti di passaggio può produrre alcuni suoni della gamma con entrambi i tipi di emissione.

Sec. Garcia i registri sono: una serie consecutiva di suoni omogenei prodotti da un determinato meccanismo d'azione laringea differenti da un'altra serie di suoni ugualmente omogenei prodotti da un altro meccanismo.



REGISTRI VOCALI

La qualità vocale espressa dai registri è prodotta da una determinata funzionalità delle corde vocali che si caratterizza per la prevalenza d'azione di uno dei due sistemi muscolari antagonisti, che sono il gruppo dei crico-tiroidei e quello degli aritenoidei.



REGISTRI VOCALI

Gruppo degli aritenoidei:

- Tiroaritenosoideo
- Cricoaritenoidei laterali
- Interaritenoidei

Gruppo dei cricotiroidei :

- Cricotiroideo
- Cricoaritenoidei laterali
- Interaritenoidei

REGISTRI VOCALI

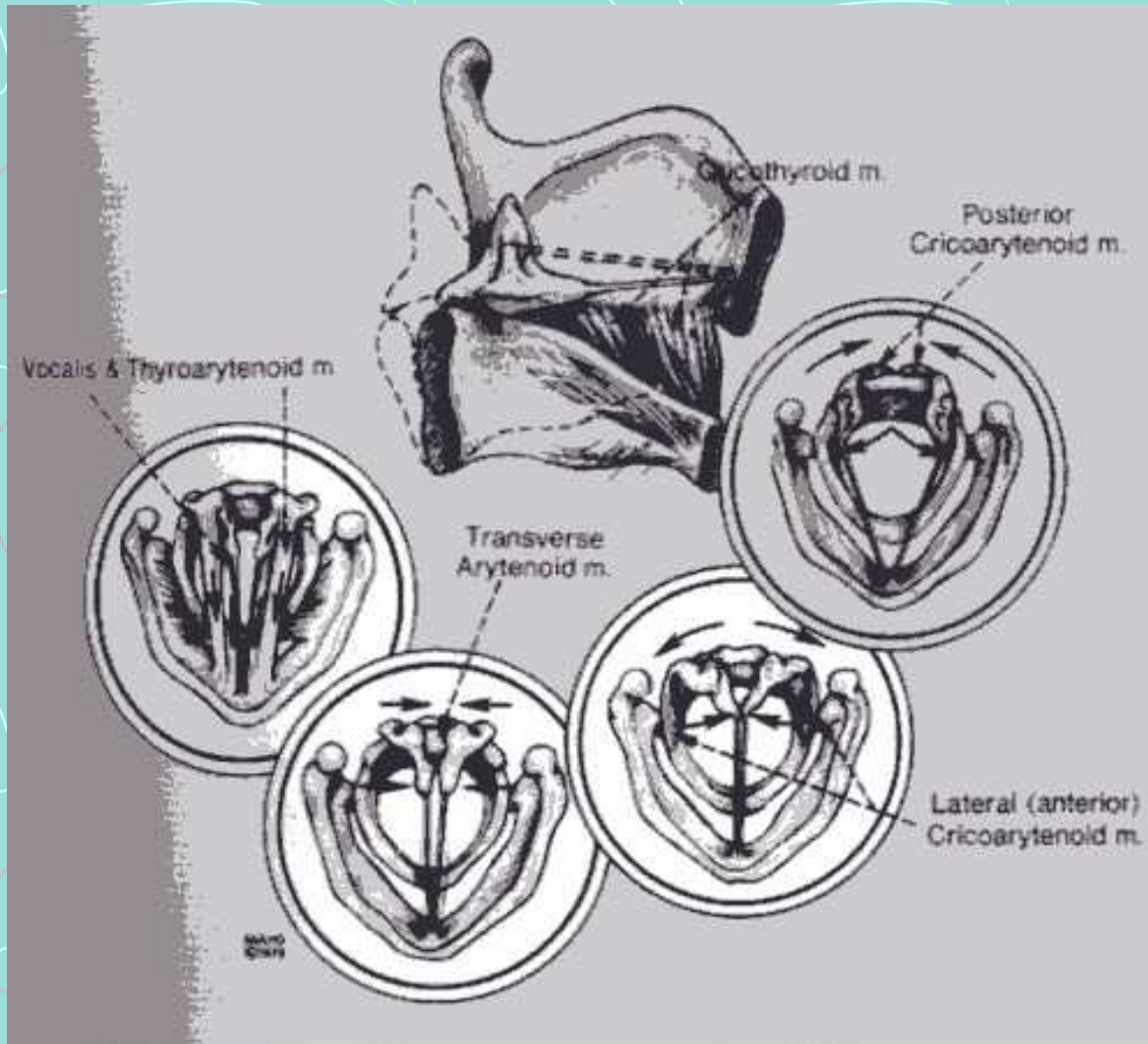


Fig. 5 Il gruppo degli "aritenoidi" (da Aronson, modificata)

REGISTRI VOCALI

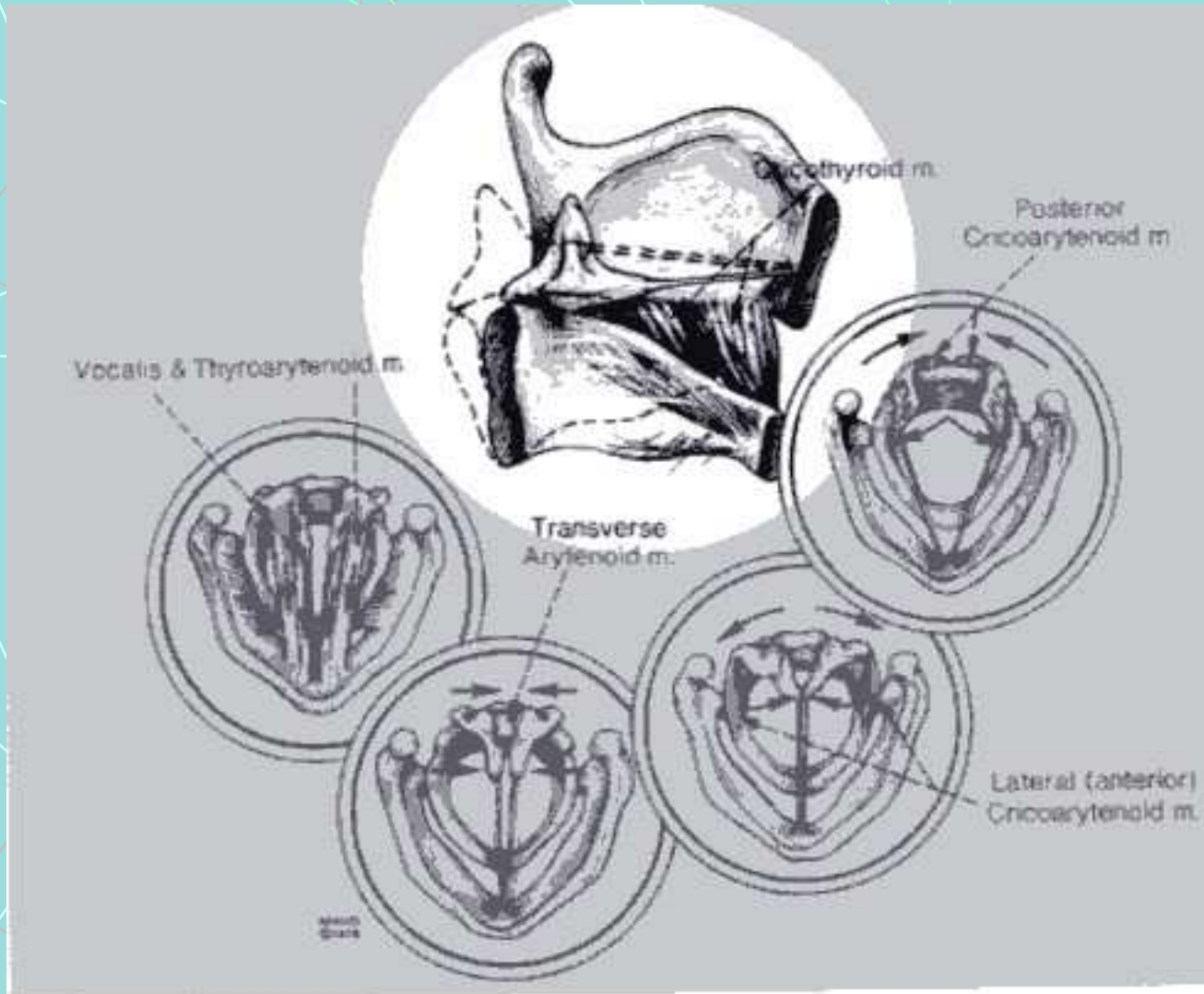


Fig 6 - Il gruppo del "cricotiroidei" (da Aronson, modificato)



REGISTRI VOCALI

Tali gruppi muscolari agiscono contemporaneamente ed in antagonismo come determinatori dello stato tensionale e della forza di contatto cordale e quindi anche della conformazione dimensionale.

Quando uno dei due gruppi prevale si ha la differenziazione dei registri che quindi intesi come meccanismi laringei sono solo due.



REGISTRI VOCALI

Il sistema degli **aritenoidi** si oppone alla contrazione dei **cricotiroidei** che trovano il loro dominio di azione nel falsetto dove la loro funzione è di controllare le corde vocali nella gestione dell'altezza tonale verso gli acuti. Il 1° gruppo muscolare è incapace di gestire correttamente dinamiche d'intensità e rendere piena la qualità del tono nell'ambito del falsetto, per far ciò intervengono gli **aritenoidi** ↑ il tempo di contatto cordale per poter accettare maggiori pressioni sottoglottiche

REGISTRI VOCALI

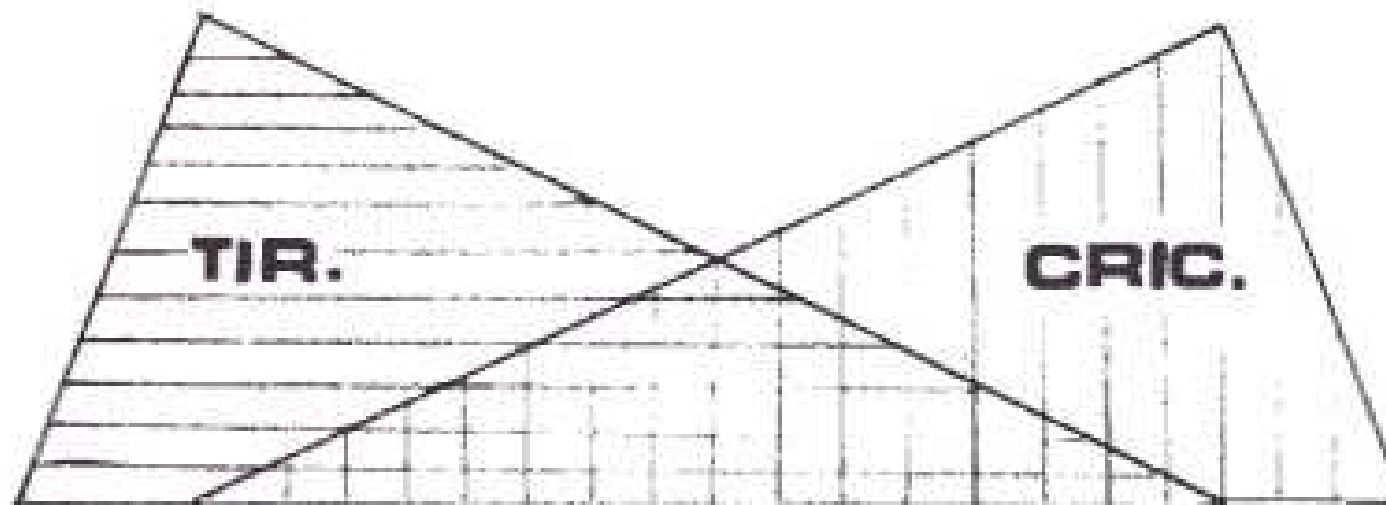


Fig. 79. Rappresentazione schematica dell'interazione dei muscoli tiroaritenoidico e cricotiroideo.



Qualità acustiche della voce:

REGISTRI VOCALI:

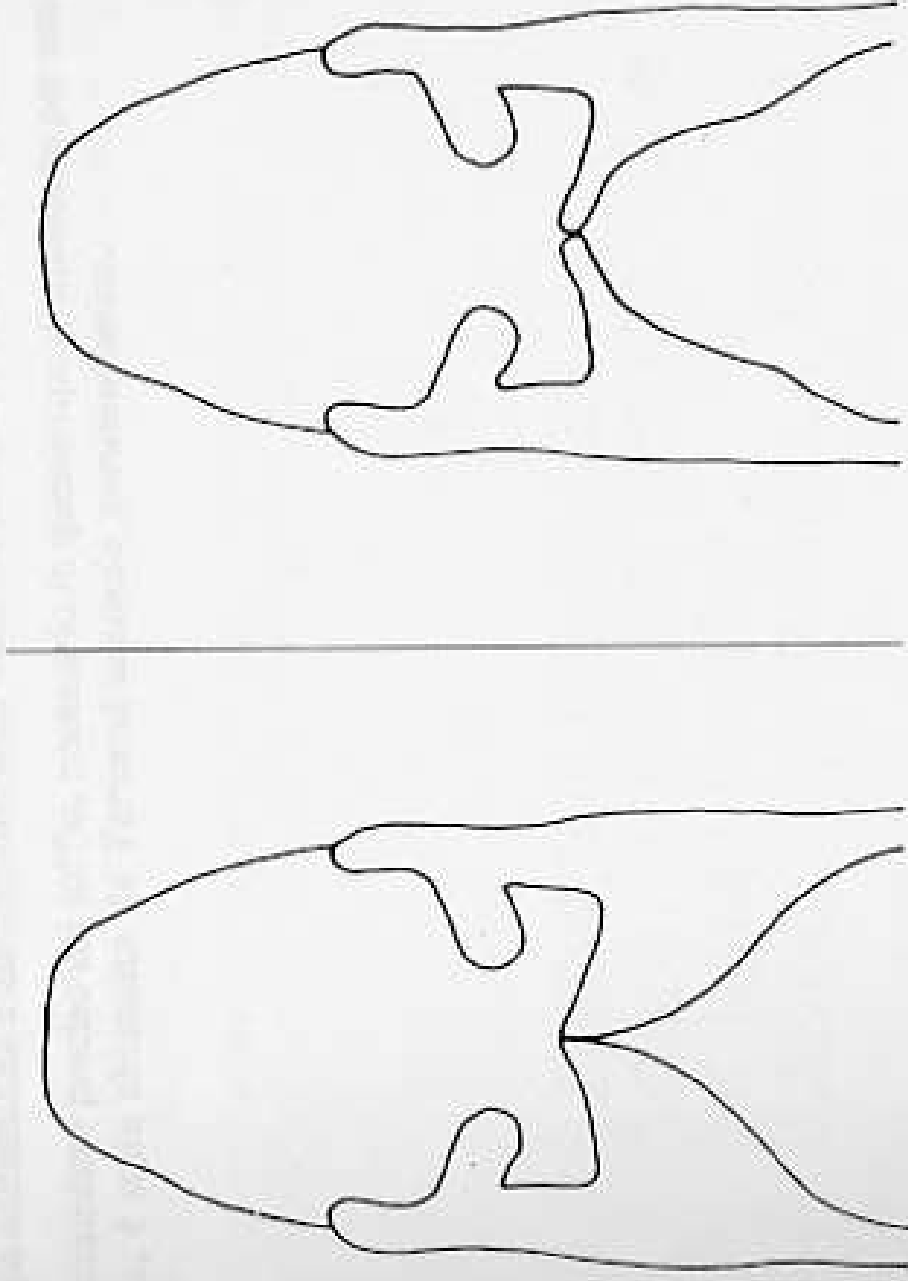


registro grave o di petto

registro acuto o di testa

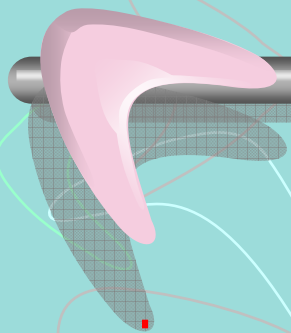
- nel primo caso le corde vocali si presentano ispessite con vibrazione che coinvolge tutta la massa cordale,
- mentre nel secondo si presentano come sottili lamelle, con vibrazione limitata al bordo libero .

Per alcune frequenze i registri coesistono, per cui alcune note possono essere espresse in ambedue i registri.



Figg. 81-82 Sezione frontale del laringe nel momento dell'emissione dei due registri principali.

Fig. 81 Registro grave, detto "di petto"; Fig. 82 Registro acuto, detto "di testa" (o leggero).



Registro pieno:

- nei suoni più gravi il m. vocale è contratto ed il cricotiroideo rilassato; la corda vocale vibra in tutta la sua ampiezza e la fase di chiusura è più lunga di quella di apertura.
- Mano a mano che si passa ai toni medi ed a quelli più acuti si riduce gradualmente la contrazione del muscolo vocale ed aumenta quella del cricotiroideo.
- La sensazione vibratoria (consonanza) è di petto nei suoni gravi e medi maschili e nei gravi femminili, mentre è piena con risonanza di testa per gli acuti maschili.

Note acute = leggero sollevamento
della laringe, trasmissione delle
vibrazioni alle ossa del cranio
(voce di TESTA)

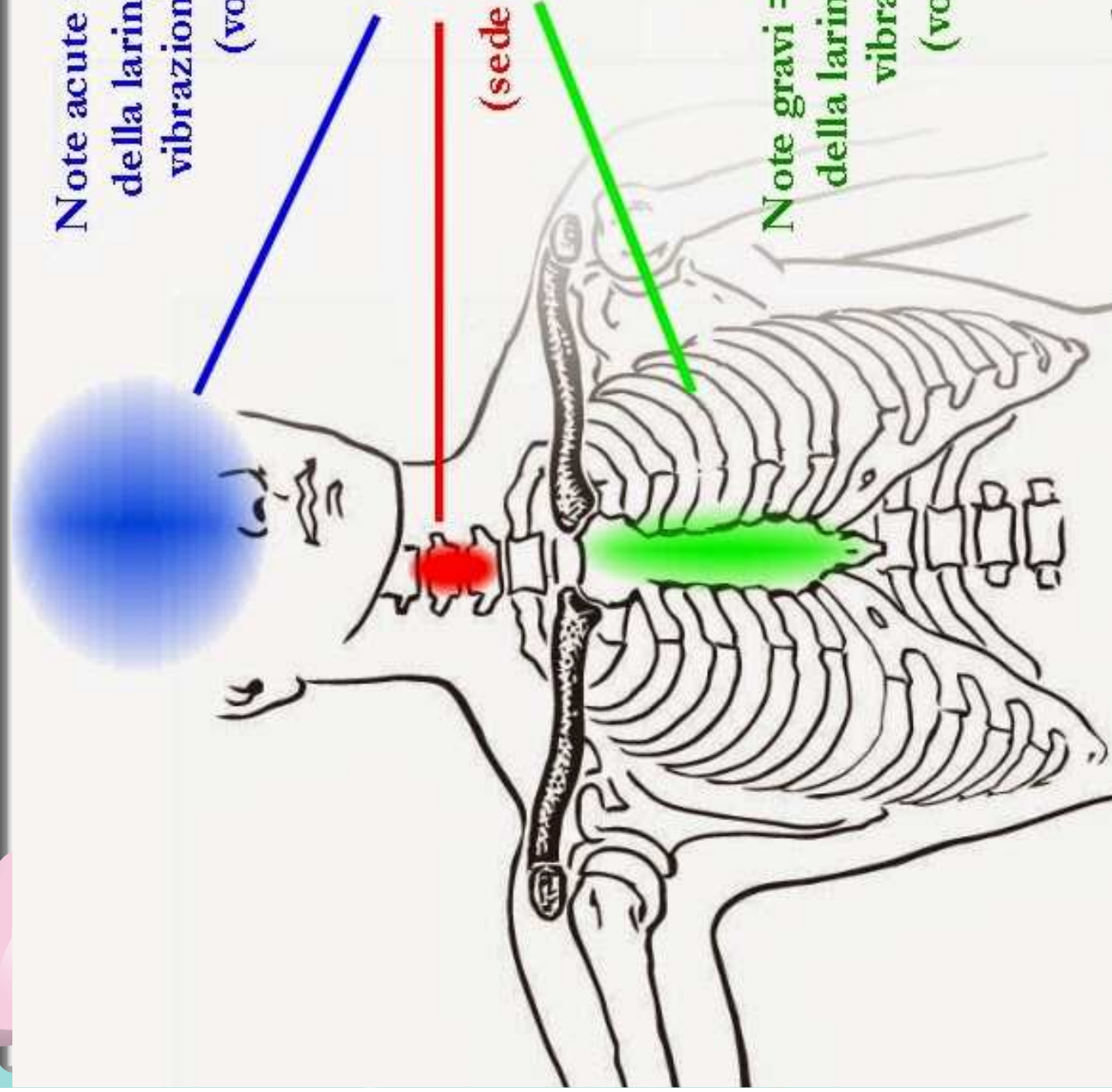


passaggio

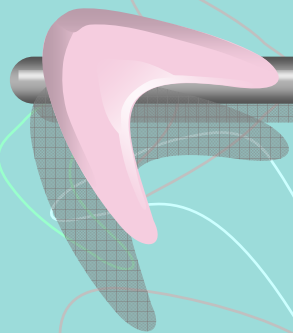
laringe

(sede delle corde vocali)

passaggio

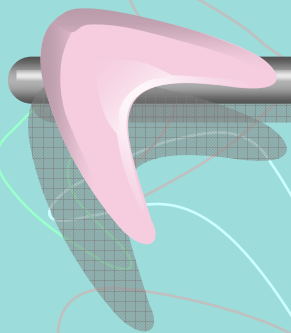


Note gravi = leggero abbassamento
della laringe, trasmissione delle
vibrazioni allo sterno
(voce di PETTO)



Registro medio:

- non è un vero e proprio registro ma piuttosto una zona intermedia, di passaggio a caratteri sonori non ben definiti, caratterizzata da gradi di tensione più modesti dei due muscoli, intermedi ed equilibrati, compresi tra il registro pieno e quello di testa.
- Viene utilizzato dalla donna nei suoni medi ed acuti, e dai tenori leggeri negli acuti.



Registro di falsetto:

- in questo registro il m. vocale è rilassato, le corde sono allungate per azione della muscolatura estrinseca che innalza la laringe e per i gradi di tensione del cricotiroideo;
- le corde vibrano solo nel bordo libero (armoniche povere e poco intense) con fase di chiusura più breve di quella di apertura.
- Se associato a copertura laringea (laringe bassa) dà luogo al **falsettone**, che è un falsetto con armoniche rinforzate per il guadagno di cavità sopraglottica.

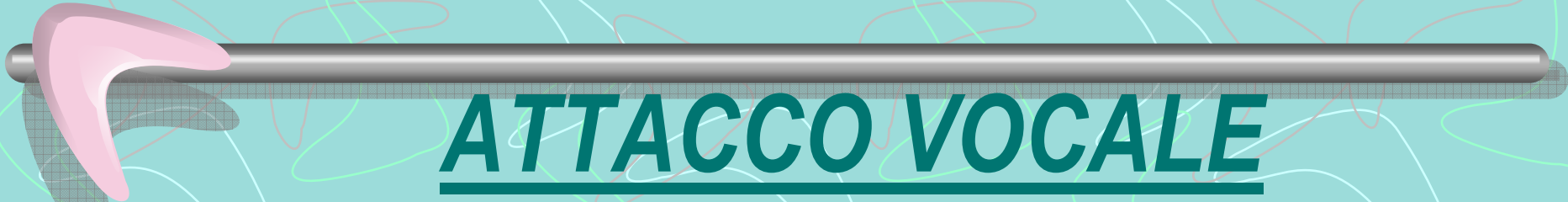


ATTACCO VOCALE

E' l'atto preparatorio dell'emissione vocale, il momento in cui la forza di espansione dell'aria espirata giunge alla rima glottica e preme sulle corde addotte.

Abbiamo:

- **attacco duro o colpo di glottide**
 - **attacco soffiato**
 - **attacco morbido o dolce**



ATTACCO VOCALE

L'emissione vocale può cominciare:

con un colpo di glottide: la laringe svolge due ruoli



- quello di **rubinetto** perché prima dell'emissione, quando è chiuso, controlla la pressione polmonare ;
- quello di **strumento musicale** (vibratore vero e proprio);
l'inizio dell'emissione vocale è dato da un rilassamento relativo a livello laringeo (glottico) che passa dallo stato di chiusura a quello di vibrazione.



ATTACCO VOCALE

Nell'attacco duro (o colpo di glottide) la glottide è fermamente chiusa per cui la p. sottoglottica può avere valori più alti del normale, quindi l'apertura è improvvisa con caduta subitanea della pressione.

Nell'attacco soffiato le corde sono addotte sulla linea paramediana senza una chiusura glottica stabile; acusticamente l'impressione è quella di un soffio che porta a graduale vibrazione delle corde per arrivare al tono pieno della voce.



ATTACCO VOCALE

L'emissione vocale può cominciare:

con un attacco dolce o morbido: la laringe non entra nel controllo del debito di aria (non agisce da rubinetto).

Prima dell'emissione vocale la glottide è aperta; il soffio espiratorio viene messo in azione nel momento preciso in cui le corde si adducono provocando la loro vibrazione, con aumento graduale della p. sottoglottica.

GLI ATTACCHI

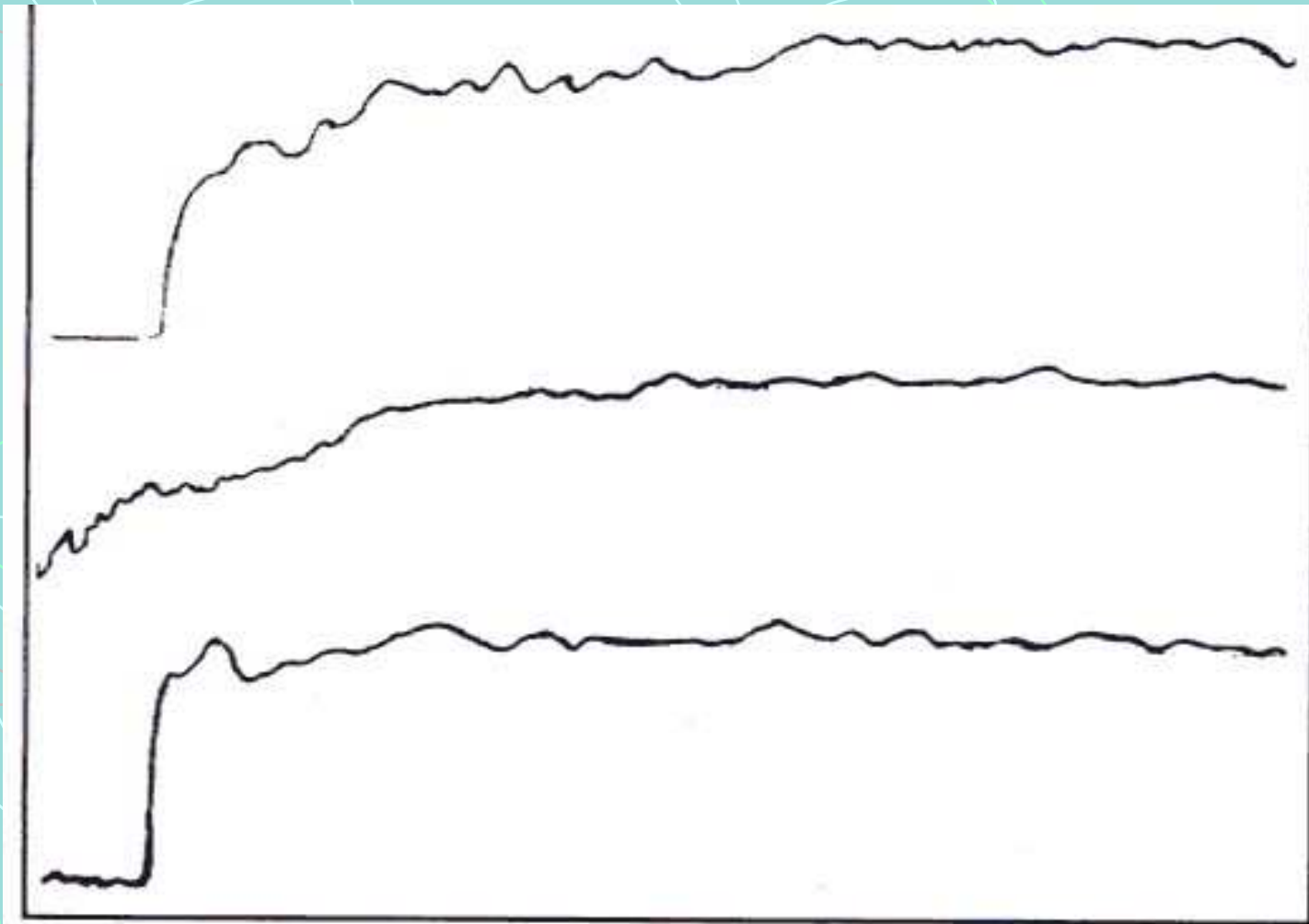
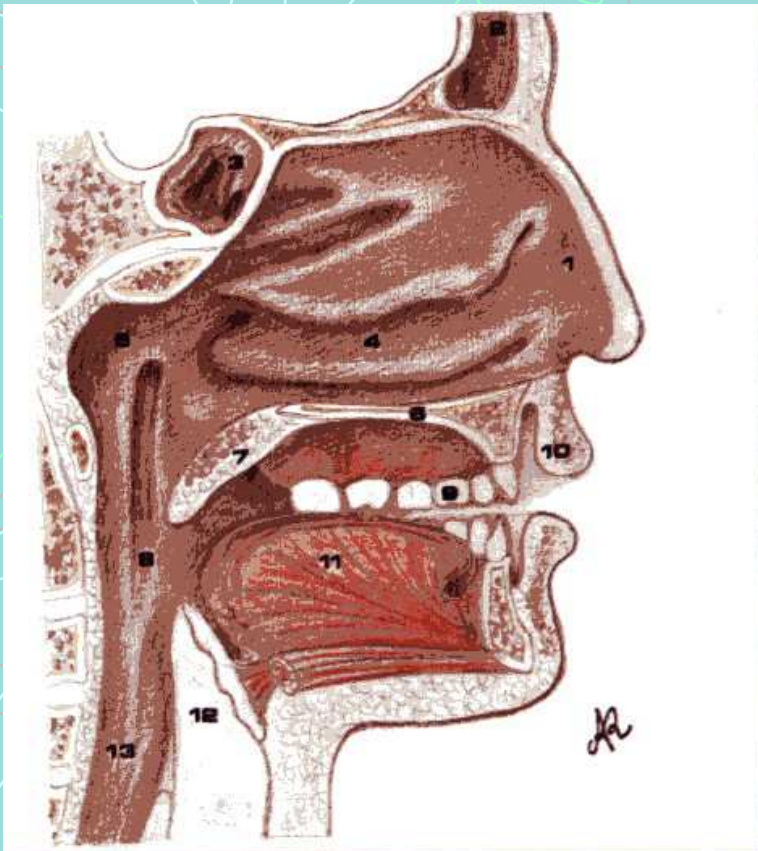


Fig. 85. Tipi di attacco vocale. *In alto*: attacco dolce; *in mezzo*: attacco soffiato; *in basso*: attacco duro.

I RISUONATORI

- Sono spazi che in condizioni fisiologiche contengono aria in grado di vibrare quando investita da un'onda sonora



. Schema delle cavità (nasale, faringea ed orale) impegnate nella risonanza vocale e nell'articolazione fonemica: 1) naso 2) seno frontale 3) seno sfenoidale 4) turbinati nasali 5) rinofaringe 6) palato duro 7) palato molle ed ugola 8) orofaringe 9) denti 10) labbra 11) lingua 12) epiglottide 13) ipofaringe.



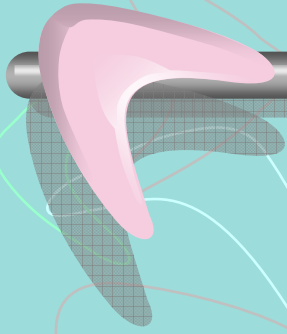
I RISUONATORI

L'apparato di **risonanza** costituisce, insieme a quello di **articolazione** (nell'insieme definito **vocal tract**), quell'insieme di strutture e cavità poste al di sopra del piano glottico che determinano una modificazione spettrale del suono (**risonanza**) originatosi da una sorgente (vibratore) cioè il segnale glottico e/o sono esse stesse sorgente di suoni(e/o rumori) > articolazione.

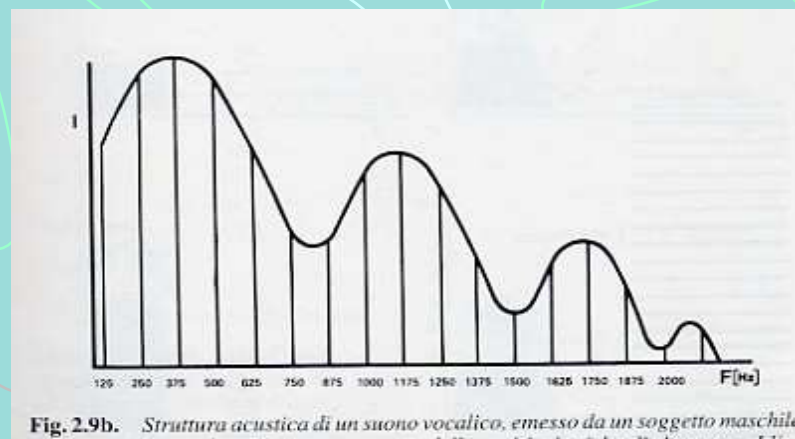


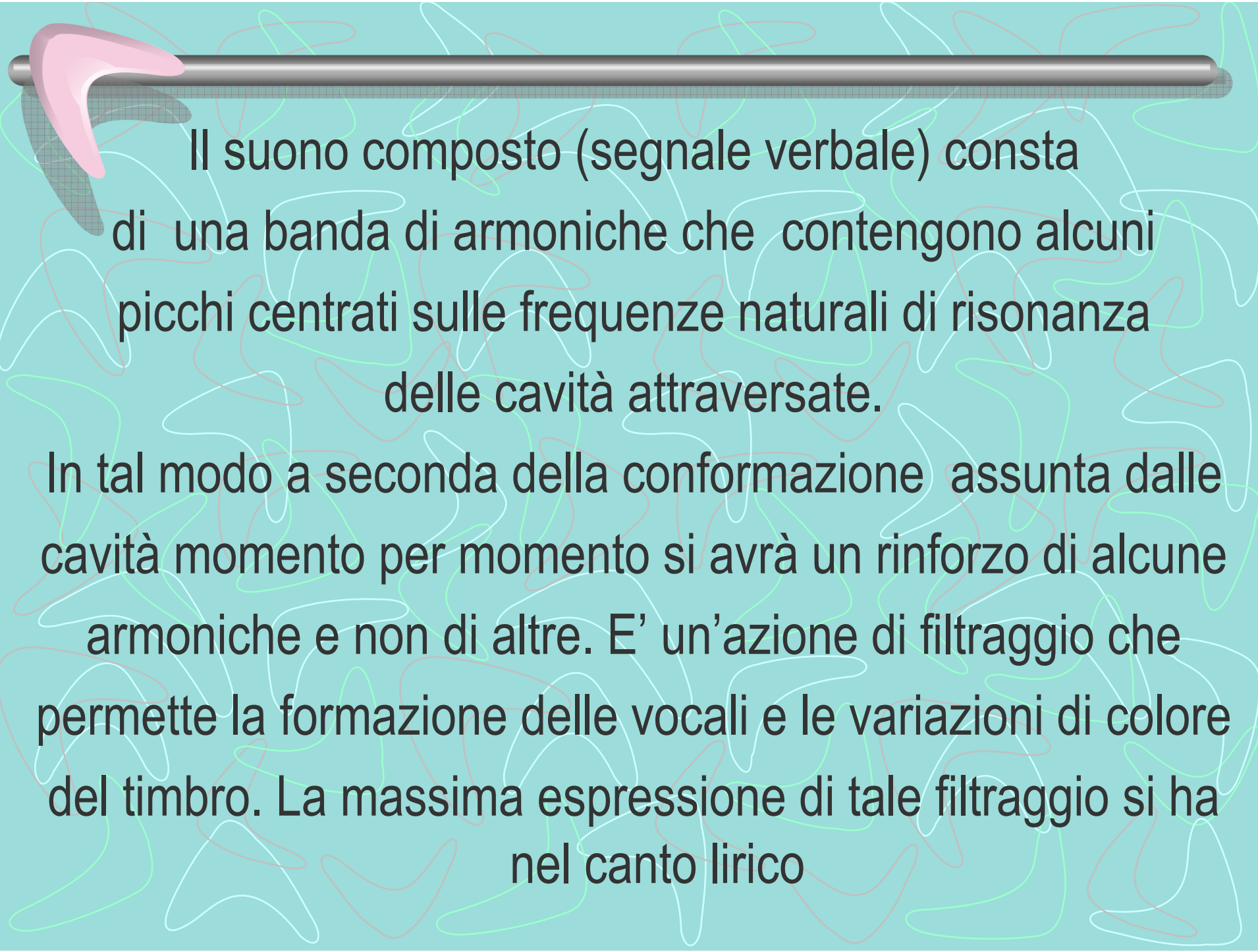
CAVITA' DI RISONANZA

Le cavità di risonanza sono spazi contenenti aria che è in grado di risuonare cioè vibrare quando viene investita da una onda sonora; in questo modo il suono arriva all'ambiente con caratteristiche acustiche strettamente dipendenti dalla struttura anatomica, ma anche dall'atteggiamento funzionale adottato dalle cavità di risonanza che in questo modo contribuiscono alle variazioni del timbro e delle intensità dei suoni laringei.



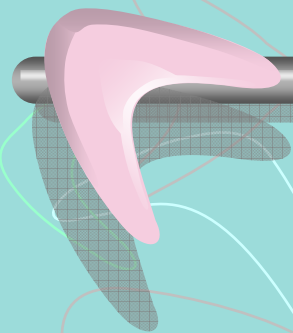
Questi spazi in condizioni fisiologiche contengono aria che una volta investita da un'onda sonora produce un suono composto da una banda di frequenze i cui picchi di intensità sono determinati dalla conformazione propria dei risuonatori





Il suono composto (segnale verbale) consta di una banda di armoniche che contengono alcuni picchi centrati sulle frequenze naturali di risonanza delle cavità attraversate.

In tal modo a seconda della conformazione assunta dalle cavità momento per momento si avrà un rinforzo di alcune armoniche e non di altre. E' un'azione di filtraggio che permette la formazione delle vocali e le variazioni di colore del timbro. La massima espressione di tale filtraggio si ha nel canto lirico



I risuonatori sono pertanto:

- Amplificatori di intensità
- Selettori
- Filtri
- Trasformatori

della qualità timbrica della voce

I RISUONATORI

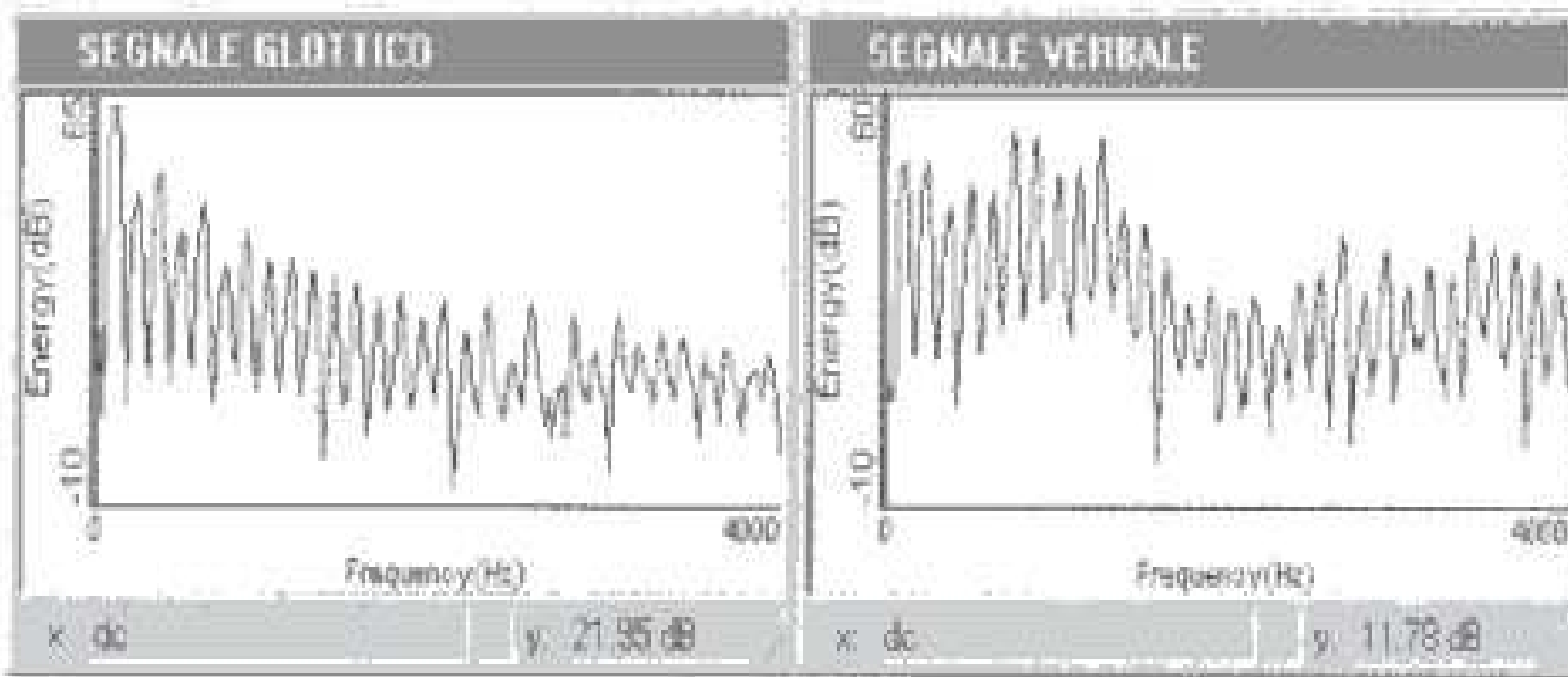


Fig. 2

Spettro di potenza del segnale glottico (a sinistra) e del corrispondente segnale verbale (a destra).

I RISUONATORI



Fig. 2.9a. *Struttura acustica di suono laringeo emesso da un soggetto adulto. So-*

picchi formantici

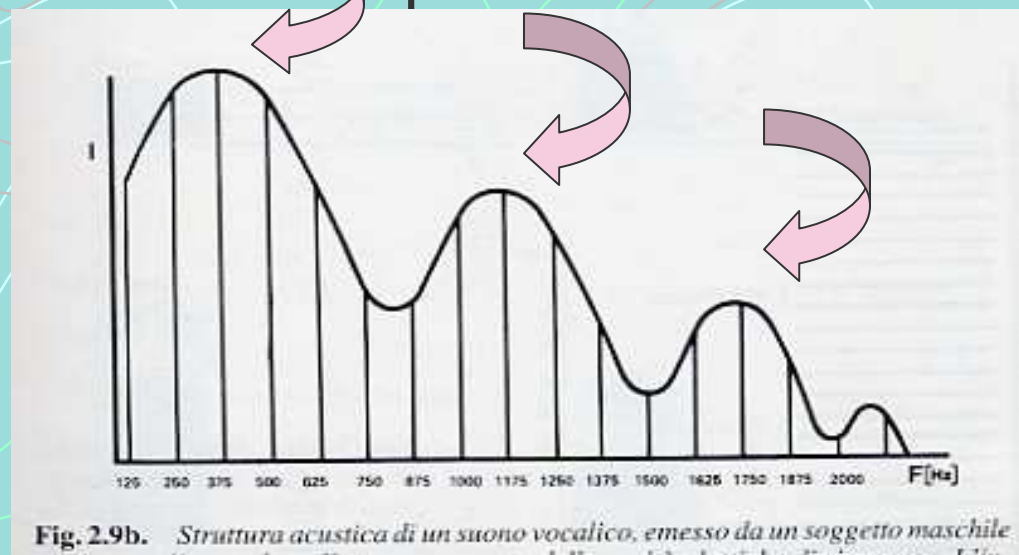


Fig. 2.9b. *Struttura acustica di un suono vocalico, emesso da un soggetto maschile*



I RISUONATORI

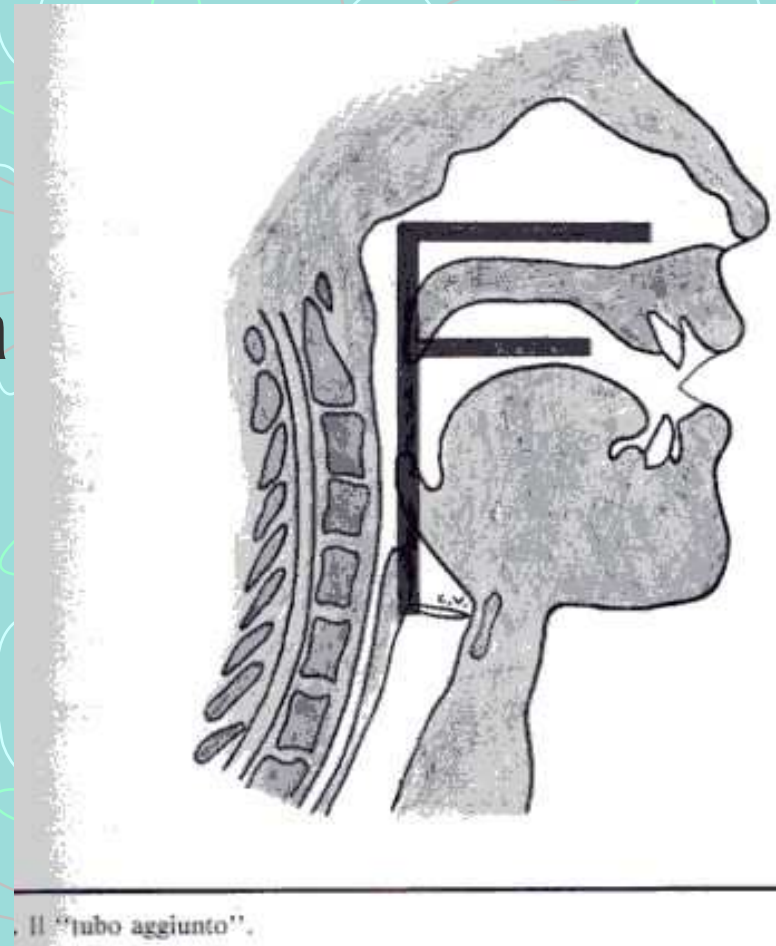
Possono agire in modo: passivo o attivo

- **passivo:** quando modificano un suono prodotto dalle corde vocali
- **attivo:** quando generano rumori che possono a loro volta essere modificati nel loro contenuto spettrale

Quindi i due apparati lavorano in modo sinergico e/o sequenziale permettendo ad un generico segnale acustico glottico l'acquisizione di contenuti informativi (fonemi) grazie alle formanti.

I RISUONATORI

L'apparato di risonanza ed articolazione è detto **tratto vocale sopraglottico** e comprende le cavità o strutture anatomiche che si estendono dalle corde vocali escluse alle labbra con l'inserimento in parallelo di naso ed annessi



I RISUONATORI

- VENTRICOLO LARINGEO
- VESTIBOLO LARINGEO
- FARINGE
- CAVO ORALE
- NASO
- SENI PARANASALI

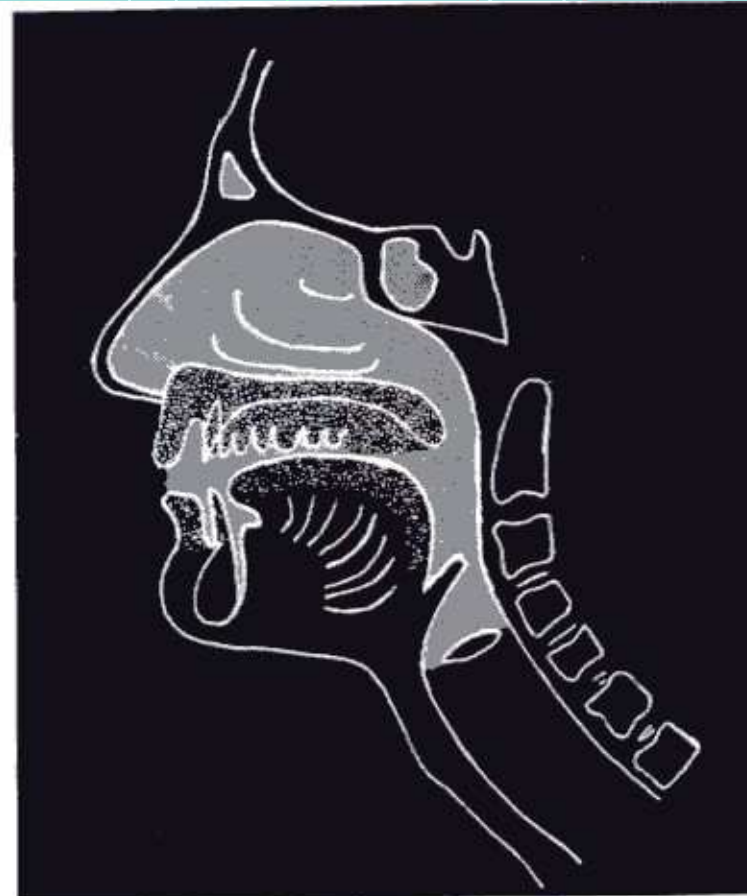
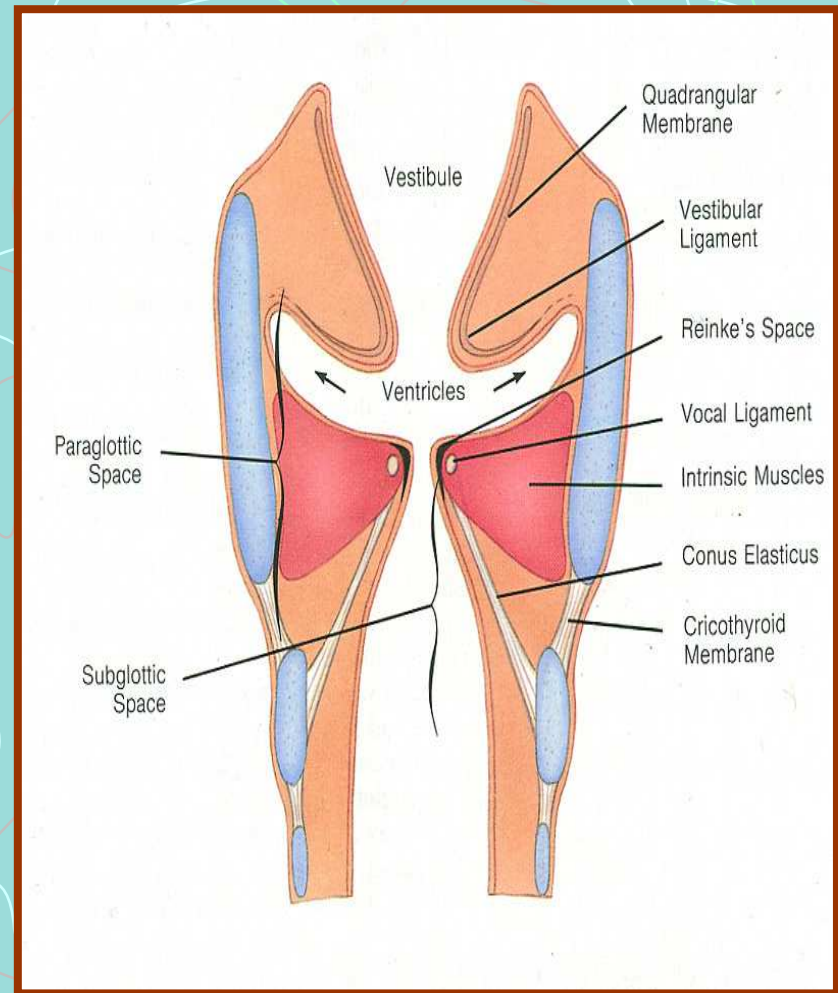


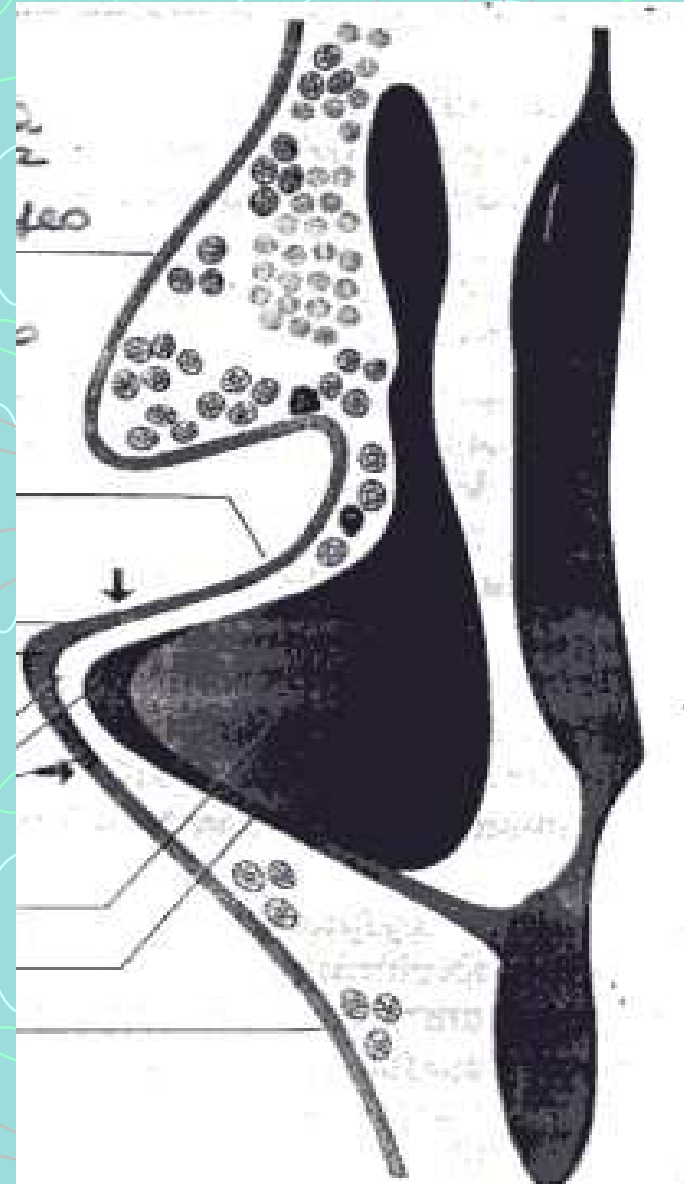
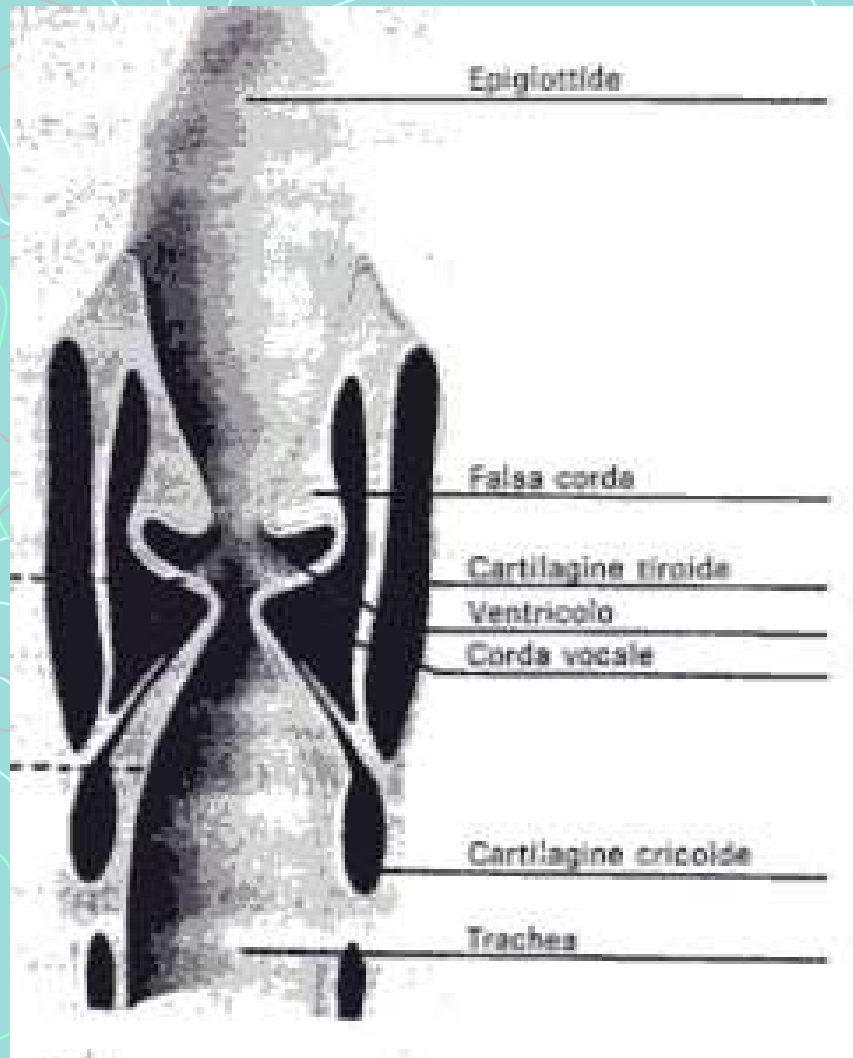
Figura schematica dell'apparato di risonanza (zona in grigio) e di articolazione (zona puntinata).

I RISUONATORI

Ventricolo laringeo: delimita uno spazio che è virtuale a riposo, si modifica nel corso dei vari tipi di fonazione, a seconda della frequenza di emissione, della presenza di voce vibrata e delle variazioni di intensità; secondo alcuni autori fungerebbe da filtro passa-basso.



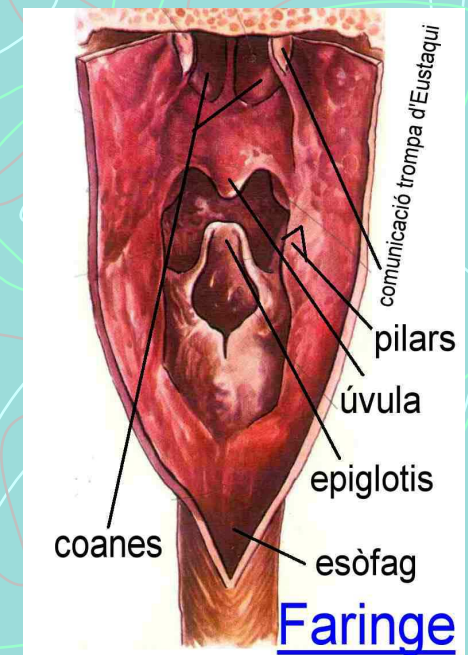
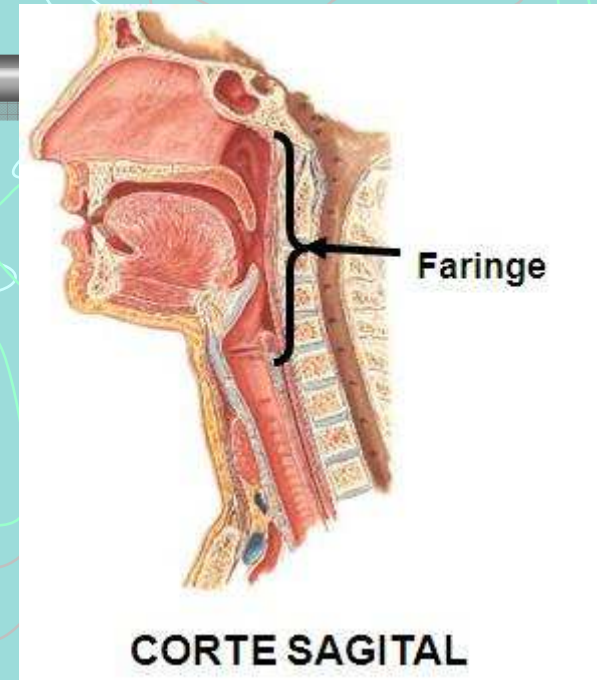
I RISUONATORI



I RISUONATORI

Faringe: agisce come risuonatore soprattutto a livello **orofaringeo** grazie a :

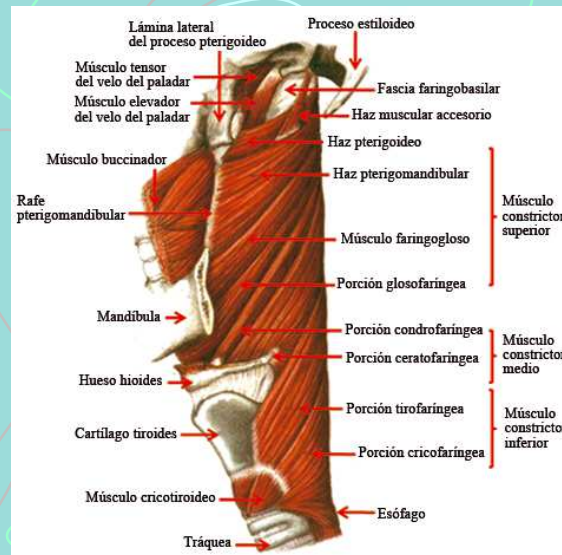
- **i muscoli costrittori del faringe** (riducono il diametro faringeo) restringendo in senso laterale ed antero- posteriore;
- **il m. stilo-faringeo** (allarga il diametro)
- ed alla retrusione della base linguale.
- **i mm. palato-faringei e tiroidei** riducono la lunghezza della faringe ed innalzano laringe ed ipofaringe
- **i mm. sternoidei** abbassano la laringe ed allungano la faringe.
- I movimenti inclinazione anteriore e di arretramento della testa riducono il diametro A-P della faringe.



La sua dimensione verticale pertanto varia grazie ai movimenti d'elevazione o abbassamento laringeo.

La faringe influenza la prima formante (F_1):

- l'accorciamento della faringe produce i valori formantici tipici delle vocali aperte (a, o);
- l'allungamento i valori delle chiuse (i, e, u)



VELO PALATINO

- **mm. peristafilini interni ed esterni** sono innalzatori (gli interni lo portano anche posteriormente)
- **mm. palatoglossi** abbassano il velo e innalzano la lingua
- **mm. palatofaringei** portano il velo dorso caudalmente, medializzano le pareti faringee
- **I palatofaringei insieme agli elevatori del palato ed al costrittore superiore faringeo** chiudono lo sfintere velofaringeo in fonazione
- **Complessivamente il velo interviene nella pronuncia dei fonemi nasali (/m/, /n/)** permettendo la nasalizzazione

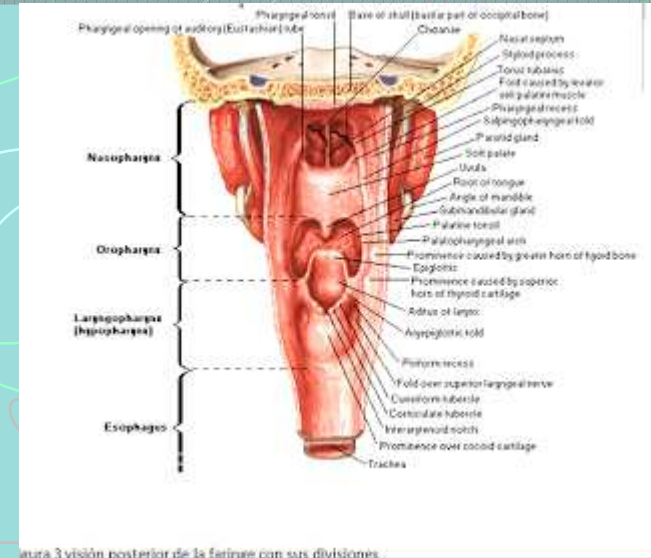
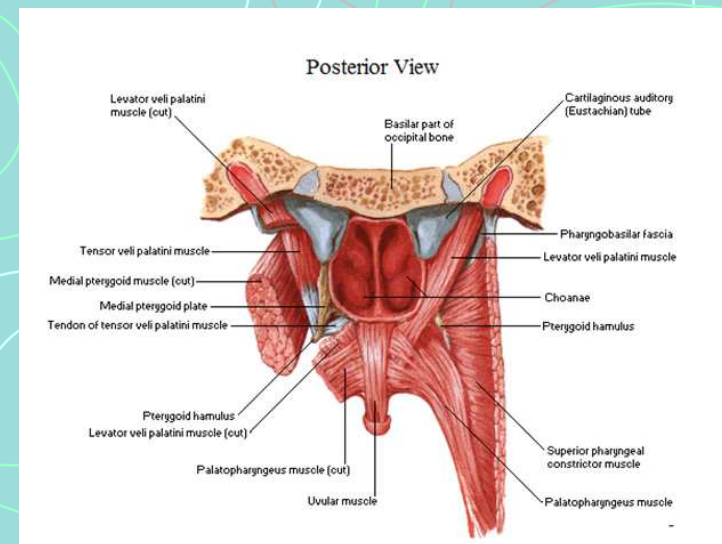
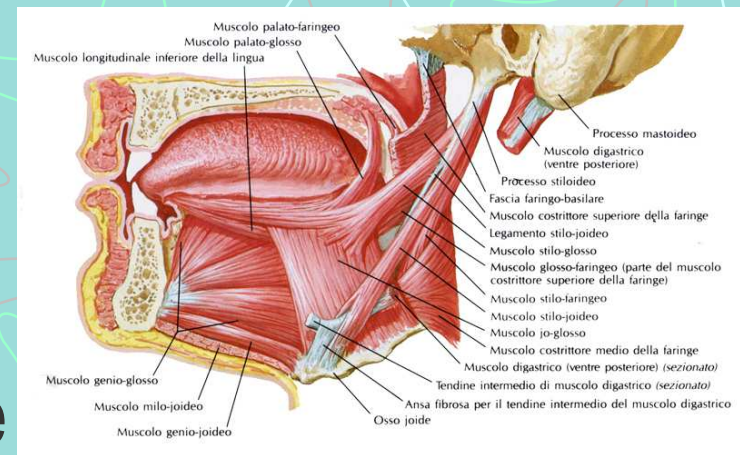


Figura 3. visión posterior de la faringe con sus divisiones.



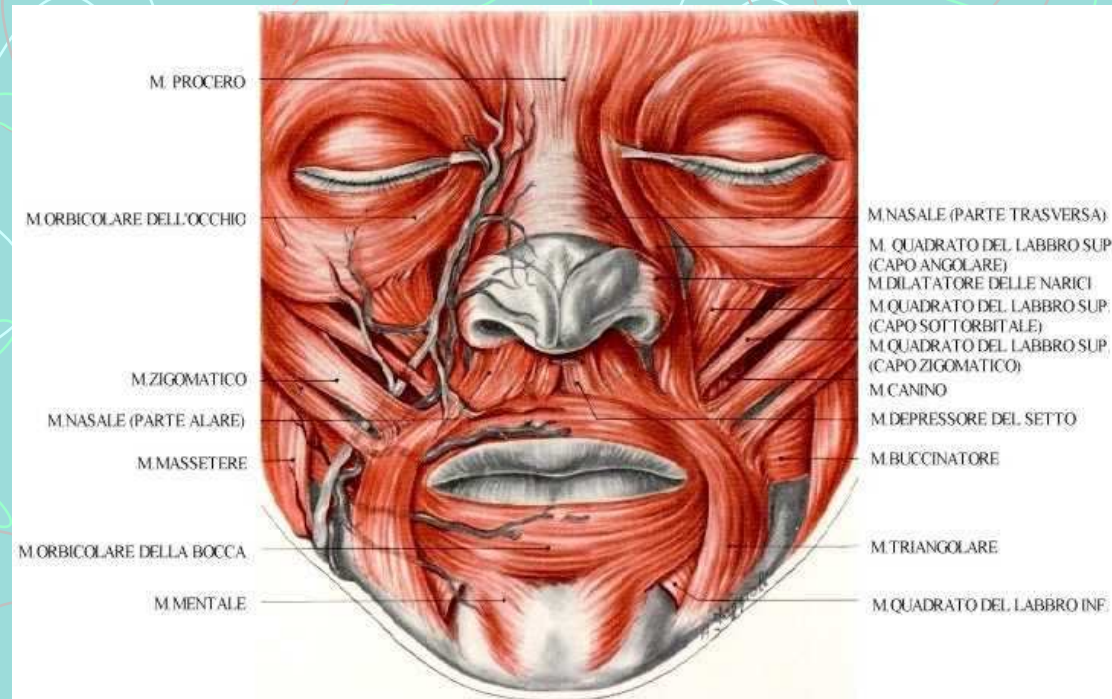
LINGUA

- Interviene pesantemente nell'articolazione
- Rende il cavo orale il risuonatore più facilmente modificabile
- Agisce sia sul volume del orale che su quelle dell'orofaringe
- Se la lingua si sposta in avanti aumentano le dimensioni orofaringee, se si sposta posteriormente diminuiscono (con rafforzamento delle armoniche più gravi)



LABBRA

Oltre a facilitare la mobilità della bocca, intervengono nell'articolazione, con la loro protrusione aumentano il volume del cavo orale

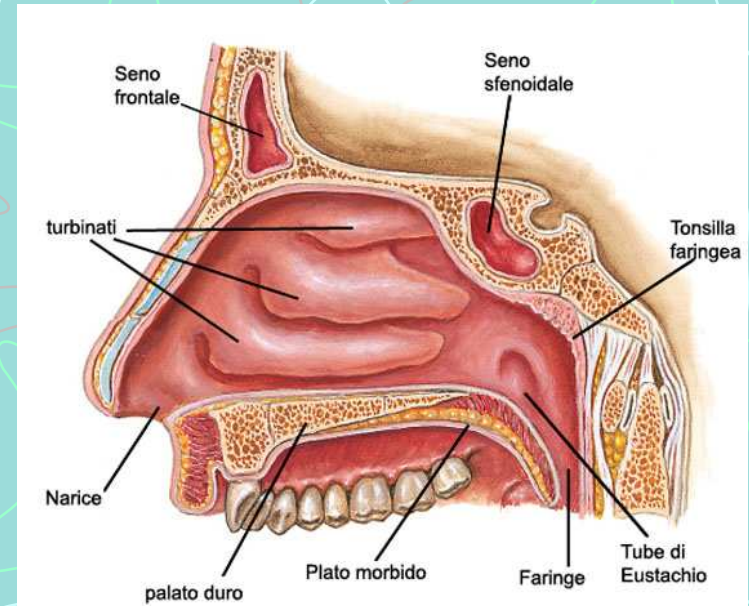


Naso e seni paranasali

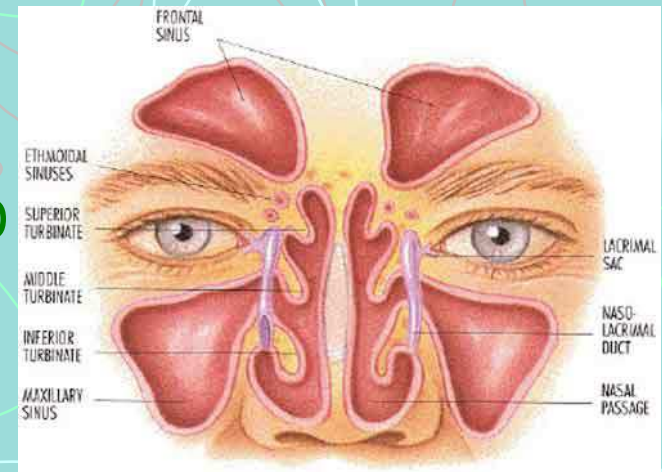
Vi è generale accordo sulla importanza delle **cavità nasali** per la fonazione dei fonemi nasali, l'occlusione della parte posteriore (a livello rinofaringeo) provoca una modificazione del timbro nota come rinolalia chiusa posteriore che consiste nella perdita della risonanza nasale per i

fonemi /m/, /n/, /gn/;

L'occlusione della parte anteriore accentua invece la normale risonanza nasale (rinolalia chiusa anteriore)



- Le cavità nasali funzionano come risuonatori fissi, cioè non potendo variare il loro volume si accordano casualmente su un armonica del suono laringeo.
- Partecipano alla risonanza quando il velo palatino non è contratto ed in questo modo spostano le frequenze di risonanza ma provocano anche la comparsa di antirisonanza cioè attenuazione o scomparsa di armoniche dello spettro vocale (rinolalia aperta- paralisi palato molle, schisi palatine) acquistano risonanza nasale fonemi che normalmente non la possiedono.



Cavità dei seni paranasali:

secondo alcuni avrebbero un ruolo di semplice trasmissione del suono per via ossea o di risuonatori ad altissimo smorzamento cioè che risuonano x frequenze vicino alla loro frequenza.

