

MAURO UBERTI

## La voce

La voce, il più importante fra i mezzi della comunicazione umana, è il suono generato per azione del *fiato* dalla vibrazione delle corde vocali e modulato timbricamente nel percorso del *canale vocale*, il condotto, cioè, formato dalla cavità della gola (*faringe*) e dalla sua continuazione nella bocca.

Come mezzo di espressione musicale è, almeno storicamente, il più importante, il più spontaneo ed universale. La sua descrizione costituisce un capitolo della fisiologia e prevede le necessarie conoscenze anatomiche.

La produzione della voce, o fonazione, è scomponibile ai fini descrittivi in tre funzioni elementari: la *produzione del fiato*, la *generazione del suono* e la *modulazione dello stesso*. Nella realtà le tre funzioni sono componenti inscindibili di un fenomeno unico.

In prima approssimazione l'apparato fonatorio può essere così schematizzato (fig. 1): un serbatoio dell'aria, elastico e inerte (i *polmoni*) racchiuso in aria camera a pareti mobili (la *gabbia toracica*) ed appoggiato su un pavimento a livello variabile (il *diaframma*) il quale, a sua volta interagisce con la cintura muscolare addominale; un tubo di carico e scarico dell'aria (la *trachea*) chiuso superiormente da una valvola (la *laringe*) capace di funzionare, a volta a volta, da saracinesca o da generatore di suono; un sistema muscolare di sospensione che, collegato alla laringe per mezzo dell'osso ioide, la tiene appesa al cranio e, con essa, tiene appesi trachea e polmoni; un tubo di risonanza (il *canale vocale*) di forma, lunghezza e volume variabili, capace di modulare timbricamente per risonanza il suono generato dalla laringe. Le connessioni indicate fanno quindi intravedere l'apparato fonatorio come un sistema meccanico complesso, in equilibrio instabile fra la sospensione e l'appoggio, nel quale ogni variazione di stato a carico di uno dei suoi componenti si riflette sugli altri.

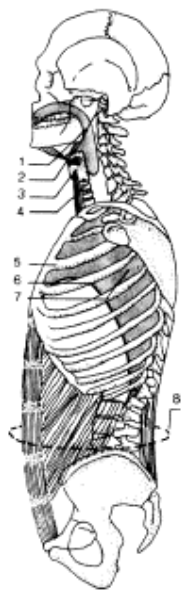


Fig. 1.

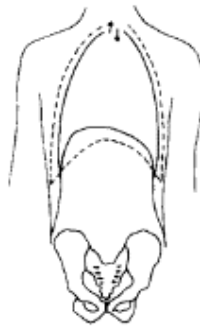


Fig. 2.



Fig. 3.

**Fig. 1.** Schema degli organi interessati alla fonazione:

**1** canale vocale, **2** osso ioide, **3** laringe, **4** trachea, **5** gabbia toracica, **6** diaframma, **7** polmoni, **8** cintura muscolare addominale.

**Fig. 2.** Respirazione costale.

**Fig. 3.** Respirazione addominale.

### La respirazione

In questa sede il termine *respirazione* è circoscritto all'attività meccanica, necessaria alla produzione del fiato. Essa è attuata dagli organi scheletrici e muscolari che avvolgono i polmoni o che agiscono indirettamente su di essi (fig. 1).

Gli organi scheletrici sono: il *bacino*, al quale si inseriscono le musculature respiratorie addominale e dorsale, la *colonna vertebrale* e la *gabbia toracica*.

Il bacino è costituito da sei ossa pari, saldate (*ischio*, *pube* ed *ileo*) ed è articolato con l'osso sacro, impari. Sulla faccia superiore di questo si innalza, la vertebrale costituita da cinque *vertebre lombari*, dodici *vertebre costali* e sette *vertebre cervicali*. Alle vertebre costali si inseriscono dodici paia di coste, delle quali le sette superiori (*coste vere*) si uniscono anteriormente allo sterno formando anelli ossei completi. Le tre coste inferiori incomplete (o

*coste false*) si ricollegano all'ultima delle coste vere mentre le ultime due rimangono *fluttuanti*. Il complesso delle vertebre costali delle coste e dello sterno costituisce la *gabbia toracica*.

Le coste sono inclinate in avanti, in basso e di lato ed il loro sollevamento ad opera dei *muscoli inspiratori* determina l'allargamento della gabbia toracica. Poiché all'aumento di volume che ne consegue corrisponde un abbassamento della pressione interna, l'aria esterna si precipita nei polmoni che si gonfiano, e ristabilisce l'equilibrio.

Alle coste si inseriscono i *muscoli espiratori* addominali e dorsali. La loro contrazione determina l'inclinazione in avanti e in basso degli anelli costali, la compressione dei polmoni e l'espirazione dell'aria. Il meccanismo descritto, assimilabile a quello di un mantice, prende il nome di *respirazione costale* (fig. 2).

A tutto il margine inferiore della gabbia toracica è inserito il *diaframma*, (fig. 1) un muscolo laminare, costituente una cupola con la base inclinata in alto e in avanti, il cui vertice sale all'interno, della gabbia toracica fino all'altezza del quarto spazio intercostale. Esso costituisce il pavimento della cavità toracica e quando, contraendosi, si appiattisce, ne consegue l'allungamento del diametro verticale di questa, l'aumento del volume e, quindi, gli stessi fenomeni descritti per l'inspirazione costale.

Il diaframma è appoggiato sui visceri i quali sono a loro volta sostenuti dalla cintura muscolare addominale. Durante la sua contrazione esso li spinge in basso mentre i muscoli addominali si rilasciano facendo sporgere l'addome. Nella fase espiratoria essi si contraggono, rispingono i visceri verso l'alto mentre il diaframma, opponendosi a tale azione, regola il movimento di risalita. Il meccanismo descritto, assimilabile a quello di uno stantuffo, viene definito come *respirazione addominale* (fig. 3).

Le due componenti, costale e addominale, della respirazione si integrano a vicenda dando luogo alla *respirazione mista*. Nei soggetti in cui l'inclinazione delle coste è accentuata l'equilibrio fra i due tipi di respirazione si sposta verso quella costale. E' ciò che avviene nelle donne e, in genere, nei longilinei dei due sessi, mentre negli uomini e nei brevilinei si ha tendenzialmente respirazione addominale anche se quella anatomica non è la sola causa del fenomeno.

Durante l'espirazione i polmoni, sollevati dai visceri con l'interposizione del diaframma e compressi lateralmente dalle coste, vengono strizzati verso l'alto e con essi risale la trachea al sommo della quale si trova la laringe. Tale risalita è componente fondamentale del meccanismo della produzione del suono.

## **La laringe**

È un organo posto al sommo della trachea con funzione di chiusura del serbatoio respiratorio, che svolge anche la funzione di generatore di suono. È costituita da uno scheletro cartilagineo e da un certo numero di muscoli oltre che da legamenti, fasce connettive, mucose ecc. (fig. 4). La base dello scheletro è costituita dalla *cartilagine cricoide* (= fatta ad anello) foggiate come un anello con castone. Su di essa si articolano la *cartilagine tiroide* (= fatta a scudo), rassomigliante ad uno scudo rinascimentale da cavalleria che, posteriormente, si prolunga in basso con due *corni inferiori* che hanno funzione di cerniera e due *corni superiori* con funzione di leva. Sul castone della cartilagine cricoide sono pure imperniate due *cartilagini aritenoidi* (= fatte ad imbuto), dall'aspetto grossolanamente tetraedrico e con la faccia articolatoria incavata, sulle quali si inseriscono le *corde vocali* (figg. 5-6). L'insieme delle corde vocali viene chiamato glottide e la fessura fra di esse prende il nome di *rima glottidea*. Allo spigolo interno della cartilagine tiroide si inserisce l'*epiglottide* (= sulla glottide) che svolge funzione, di copertura della glottide durante la deglutizione.

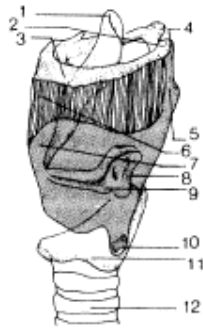


Fig. 4.



Fig. 5.



Fig. 6.



Fig. 7.

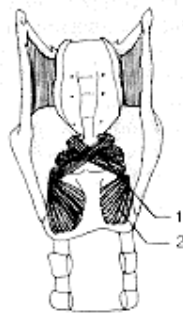


Fig. 8.



Fig. 9.

**Fig. 4.** Laringe e osso ioide: 1 epiglottide, 2 grande corno dell'osso ioide, 3 osso ioide, 4 legamento tiroideo, 5 corno superiore della cartilagine tiroide, 6 membrana tiroidea, 7 cartilagine tiroide, 8 cartilagini aritenoidi, 9 corde vocali, 10 corno inferiore della cartilagine tiroide, 11 cartilagine cricoide, 12 trachea

**Fig. 5-6.** Sezione frontale della laringe: 5 corde vocali aperte, in posizione respiratoria; 6 corde vocali chiuse, in posizione fonatoria

**Fig. 7.** Muscolatura della laringe: muscolo crico-aritenoideo laterale (in grigio)

**Fig. 8.** Muscolatura della laringe: 1 muscoli interaritenoidi, 2 muscolo crico-aritenoideo posteriore

**Fig. 9.** Muscolatura della laringe: muscolo cricotiroideo laterale (in grigio)

I muscoli della laringe, si possono classificare in due gruppi distinti: la *muscolatura intrinseca*, costituita dalle corde vocali e dai muscoli che agiscono indirettamente su queste collegando fra loro le cartilagini che compongono la laringe; la *muscolatura estrinseca*, costituita da muscoli che collegano la laringe con lo scheletro osseo ma che, tuttavia, al pari dei muscoli intrinseci pervengono ad agire sulle corde vocali.

° *Muscolatura intrinseca.*

Le corde vocali, termine improprio usato da Antoine Ferrein nel 1741 per indicare i *labbri vocali*, sono due organi muscolari, prismatici, posti orizzontalmente ad attraversare il lume della laringe dall'avanti all'indietro. Si inseriscono anteriormente alle due facce interne della cartilagine tiroide e, posteriormente, alle due cartilagini aritenoidi. Saldate alla cartilagine tiroide tutto attorno, hanno un margine vibratorio interno, che va dallo spigolo interno di questa cartilagine alla corrispondente cartilagine aritenoide. Dal punto opposto delle cartilagini aritenoidi si staccano verso il basso e in direzione laterale i *muscoli crico-aritenoidei laterali* (fig. 7), che vanno ad inserirsi sulla cartilagine cricoide. Sempre verso il basso, ma convergendo in

direzione mediana, si staccano per inserirsi ancora sulla cartilagine cricoide i *muscoli crico-aritenoidei posteriori*. Le cartilagini aritenoidi sono inoltre collegate fra loro dai *muscoli interaritenoidi* (fig. 8). In posizione anteriore e laterale, invece, si trovano i *muscoli cricotiroidei laterali* (fig. 9), che collegano l'anello della cartilagine cricoide allo scudo della cartilagine tiroide.

° *Muscolatura estrinseca*. I *muscoli sternotiroidei* (fig. 10) collegano la cartilagine tiroide allo sterno e, in azione combinata con quella dei muscoli cricotiroidei, inclinano la cartilagine tiroide. Il *muscolo costrittore inferiore della laringe* (fig. 11) fa parte delle pareti laterale e posteriore della faringe, e contribuisce a formare una delle cavità di risonanza della voce.

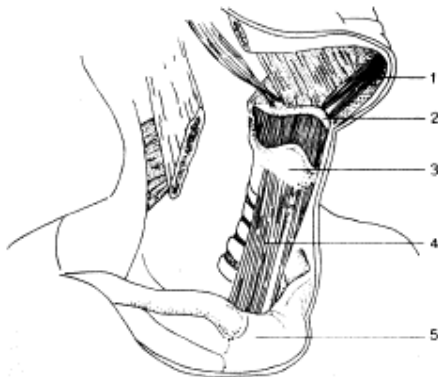


Fig. 10.

**Fig. 10.** Muscolatura estrinseca della laringe: 1 muscoli genio-ioidei, 2 osso ioide, 3 cartilagine tiroide, 4 muscoli sterno-tiroidei, 5 sterno

**Fig. 11.** Muscolatura estrinseca della laringe: 1 cartilagine tiroide, 2 muscoli costrittori della faringe, 3 muscolo crico-tiroideo



Fig. 11.

° *Osso ioide*. È un osso a forma di U posto immediatamente sopra la cartilagine tiroide nel piano orizzontale (fig. 1). Sostiene la laringe per mezzo della *membrana tiro-ioidea* e, in particolare, i suoi *grandi corni* si collegano ai corni superiori della cartilagine tiroide per mezzo del *legamento tiro-ioideo*. Ha funzione di raccordo fra la laringe e lo scheletro osseo e dà attacco a numerosi muscoli orientati in molteplici direzioni, che determinano la posizione della laringe nel collo. Fra quelli particolarmente importanti per la comprensione dei meccanismi che verranno descritti ricordiamo i *muscoli genio-ioidei* che uniscono l'osso ioide alla faccia interna anteriore della mandibola.

### Comportamento fonatorio della laringe

Nel corso della normale respirazione la contrazione dei muscoli crico-aritenoidei posteriori ed interaritenoidi fa divaricare le cartilagini aritenoidi e, con esse, la rima glottidea dando luogo ad un'ampia apertura approssimativamente triangolare (fig. 12 a).

Quando invece entrano in azione i muscoli crico-aritenoidei laterali, le cartilagini aritenoidi si chiudono al centro portando a contatto reciproco le corde vocali che vengono così ad ostruire il flusso dell'aria. Si ha allora aumento della pressione sottoglottidea fino a che la forza di questa supera quella di occlusione della glottide e le corde vocali vengono divaricate. A questo punto, però, la diminuzione di pressione determinatasi in quel punto fa sì che le corde vocali vengano risucchiate al centro; l'occlusione si ristabilisce ed il ciclo ricomincia. La frequenza con la quale il fenomeno si ripete (e quindi l'altezza del suono generato) è tanto più alta quanto maggiore è la tensione delle corde vocali.

Stanti le strutture anatomiche ed i meccanismi descritti, le modalità di tensione delle corde vocali sono tre: una attiva e due passive:

1. Se le cartilagini aritenoidi (quando si chiudono al centro per porre la glottide in occlusione, compiendo la loro rotazione in modo da lasciare pervio un piccolo spazio fra loro) si bloccano in questa posizione, le corde vocali possono entrare in contrazione attiva. Perché ciò avvenga è necessario che anche la cartilagine tiroide, punto di inserzione anteriore delle corde vocali, sia mantenuta ferma e pertanto entrano in contrazione anche i muscoli sterno-tiroidei. Questi collegano rigidamente la laringe allo sterno e mettono la gabbia toracica in vibrazione forzata. Il comportamento descritto corrisponde a quello del grido e, quando si verifica durante il canto, corrisponde al *registro basso* detto *di petto* (fig. 12 b).

2. Se invece le corde vocali si lasciano distendere passivamente, le cartilagini aritenoidi possono completare il loro movimento stirandole ulteriormente. Le corde vocali così distese,

possono emettere suoni progressivamente più acuti fino al cosiddetto *passaggio* (zona di transizione dal registro medio a quello acuto). I suoni così emessi corrispondono al *registro medio o misto* (fig. 12 e).

3. Se, nel corso della risalita della laringe, descritta al paragrafo della respirazione, la cartilagine tiroide si inclina in avanti, le corde vocali vengono distese anche in direzione, anteriore e generano i suoni del *registro acuto o di testa*. Tale inclinazione, a seconda delle tecniche vocali adottate, può essere realizzata per azione prevalente dei muscoli sterno-tiroidei o dei muscoli genio-ioidei con l'interposizione osso ioide (fig. 13). Nella realtà i tre meccanismi sopra descritti non entrano mai in azione separatamente ma in combinazioni diverse. I casi più caratteristici sono fondamentalmente tre:

1. Le tre azioni tendono a manifestarsi isolatamente e successivamente. In questo caso la voce assume colorazioni timbriche diversificate a seconda dell'altezza e i tre registri si identificano nettamente (voce ineducata).

2. In assenza della contrazione attiva i due meccanismi di distensione passiva entrano in azione contemporaneamente fin dalle note basse. Non si avvertono cambiamenti sensibili del timbro vocale alle diverse altezze e si parla di assenza di registri e di passaggio (voce naturalmente impostata).

3. La contrazione attiva si manifesta in tutti i registri. Il carattere timbrico del grido, che caratterizza la voce di petto permane in tutta l'estensione (impostazione di forza delle tecniche romantiche e veriste).

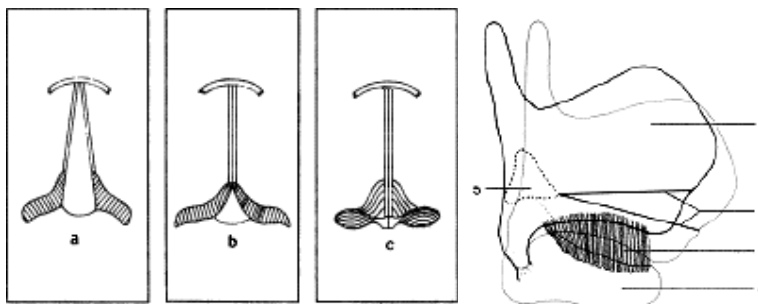


Fig. 12

Fig. 13.

**Fig. 12.** Disegno schematico delle diverse posizioni della glottide: **a**, respirazione normale, **b**, corde vocali nella posizione del grido, **c**, trazione delle corde all'indietro nel registro medio.

**Fig. 13.** Comportamento fonatorio della laringe: movimento del passaggio. Il passaggio al registro di testa è dato dall'inclinazione in avanti della cartilagine tiroide. L'allontanamento del suo spigolo interno dalle cartilagini determina lo stiramento delle corde vocali che a questi due punti sono inserite: **1** cartilagine tiroide, **2** corde vocali, **3** muscolo crico-tiroideo, **4** cartilagine cricoide, **5** cartilagini aritenoidi.

## Tecniche vocali

Nella pratica vocale si verificano diversi tipi di emissione della voce, corrispondenti ad altrettanti comportamenti fonatori, ai quali viene dato il nome di *tecniche vocali*. Dal punto di vista estetico le tecniche vocali hanno funzione sia espressiva che stilistica. Dal punto di vista fisiologico esse sono individuate da più meccanismi elementari:

- *respirazione*. Tipo di inspirazione (addominale, costale, combinata); tipo di espirazione (controllo applicato in corrispondenza di: muscolatura, lombare, inserzione pubica dei muscoli retti dell'addome, inserzione costale degli stessi);
- *generazione del suono*. Ancoraggio della laringe (fisso o mobile); tensione delle corde vocali (contrazione attiva, passiva, mista); meccanica del passaggio (per dislocamento in avanti della mandibola e conseguente trazione sull'osso ioide e i corni superiori della cartilagine tiroide o per contrazione dei muscoli sterno-tiroidei, come nello sbadiglio).
- *modulazione del suono*. Muscolatura faringea (può essere rilassata o entrare in contrazione stabile); articolazione temporo-mascellare (può compiersi con l'articolazione della mandibola in posizione corrispondente a quella di riposo o con dislocazione in avanti).

## Estensione vocale

L'estensione vocale musicalmente utile di una voce educata, qualunque sia la sua classe (bassa, media o acuta) è in media di due ottave anche se, a rigore, l'attitudine della laringe all'emissione del suono supera ampiamente tale limite. Nelle voci non educate si osserva per lo più l'incapacità di eseguire il passaggio al registro superiore e l'estensione musicalmente utile risulta quindi limitata all'incirca ad una decima.

## Classi vocali

La voce adulta è un carattere sessuale secondario. Come tale dà luogo a due grandi classi nettamente distinte: quella maschile e quella femminile, la seconda delle quali si pone costantemente all'ottava superiore rispetto alla prima.

All'interno di ognuna delle due classi si osserva una variabilità continua nell'estensione e nel timbro. Mentre sul secondo non si hanno ancora conoscenze sicure, che consentano di definirne l'ambito e la variabilità (salvo quelle, ovvie, che prendono atto di un generico spostamento delle formanti vocaliche, come vedremo in fonetica, verso il basso nelle voci basse e verso l'acuto in quelle acute) per l'estensione ci avvaliamo dell'esperienza dei secoli, grazie alla quale, almeno nell'ambito della tessitura musicalmente utile, conosciamo tutte le possibilità della voce mentre valutiamo ad orecchio le caratteristiche generiche del timbro. Le esigenze di scrittura dei compositori non corrispondono, però, alla variabilità continua dell'estensione vocale, ma tendono a identificare tre tessiture preferenziali - bassa, media ed acuta - in ognuno dei due tipi di voce: maschile e femminile. Si identificano così sei classi vocali principali che, dal basso all'acuto, sono:

(voci maschili) *basso, baritono, tenore*;

(voci femminili) *contralto, mezzo-soprano, soprano*.

Tale suddivisione è però insufficiente alle necessità della musica lirica e si identificano di conseguenza altre sottoclassi il cui numero e nome non è così inequivocabilmente determinato come quello delle classi. *Basso*: b. profondo, b. nobile, b. cantante; *baritono*: bar. basso, bar. drammatico, bar. verdiano, bar. cantabile; *tenore*: t. di mezzo carattere, t. drammatico, t. lirico, t. leggero; *contralto*: c. assoluto, mezzo-contralto; *mezzo-soprano*: ms. grave, ms. centrale, ms. acuto; *soprano*: s. drammatico, s. lirico, s. leggero.

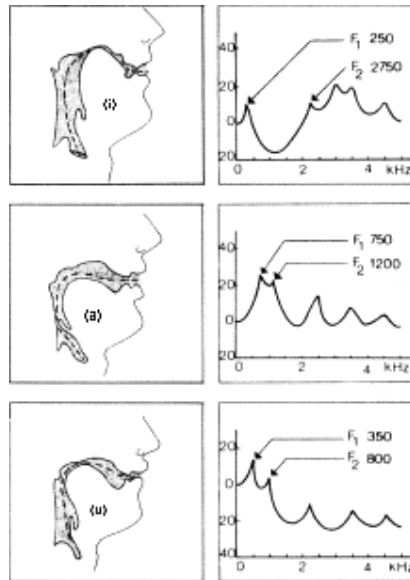
## Fonetica

La voce, prelevata a livello della laringe con metodi opportuni e visualizzata sullo schermo di un oscilloscopio, presenta una forma d'onda a denti di sega e, analizzata, dimostra una struttura ad armoniche di intensità progressivamente decrescente dal basso all'acuto. Il suo timbro è alquanto metallico, come si può verificare ascoltandosi per via ossea mentre si parla ad alta voce con le orecchie tappate.

Nel percorso del canale vocale l'aria in vibrazione incontra una serie di cavità, delle quali le più importanti sono due: quella faringea e quella buccale. Queste si comportano da risonatori e danno luogo al rinforzo delle armoniche la cui frequenza di vibrazione corrisponde alla loro frequenza di risonanza. Poiché la forma e le dimensioni delle due cavità non sono nettamente determinate il rinforzo non si verifica per singole armoniche, mai per gruppi chiamati *formanti*. Tali formanti sono molteplici, ma le più importanti sono le due inferiori, delle quali la prima (la più bassa) dipende dalla cavità faringea e la seconda da quella buccale.

Oltre che poco determinate, la forma e le dimensioni delle cavità del canale vocale sono anche molto variabili a causa dei movimenti articolatori della laringe, della mandibola, della lingua e delle labbra (fig. 14). Nella /i/ parlata, per esempio, la lingua, posta con la punta alla radice degli incisivi inferiori, viene spinta in avanti e in alto a toccare coi lati tutta l'arcata dentaria superiore fino ai canini mentre la base, risalendo, lascia spazio libero nella cavità faringea. **Ne risultano due cavità: una grande, quella faringea, che rinforza un gruppo di armoniche (1<sup>a</sup> formante) attorno ai 250 Hz (approssimativamente al Si<sub>2</sub>) ed una piccola, fra lingua, palato anteriore e incisivi superiori, che ne rinforza un altro (2<sup>a</sup> formante) attorno 2750 Hz ( approssimativamente al Fa<sub>6</sub>).** Le altre vocali - che nella lingua italiana sono sette (/i/, /é/, /è/, /a/, /ò/, /ó/, /u/) ma che in altre lingue possono essere più numerose - sono prodotte da comportamenti articolatori determinati, cui corrispondono biunivocamente determinate formanti. In particolare si ha che la formante cresce in frequenza dalla /i/ alla /a/ per decrescere nuovamente fino alla /u/ mentre la 2<sup>a</sup> formante decresce con continuità dalla /i/ alla /u/. Le

vocali sono dunque modulazioni del timbro del suono glottideo, ottenute per risonanza, che sono indipendenti dall'altezza della fondamentale e dipendono invece dalla forma imposta al canale vocale dall'articolazione.



**Fig. 14.** Produzione delle vocali. Comportamento articolatorio nella produzione delle vocali /i/, /a/, /u/ e spettro acustico delle stesse. In ascisse è indicata la frequenza, in ordinate l'intensità; con  $F_1$  la 1<sup>a</sup> formante, con  $F_2$  la 2<sup>a</sup>.

Fig. 14.

Il timbro delle vocali presenta una grande variabilità già nell'ambito della parlata di uno stesso individuo, ma si differenzia maggiormente quando si passano a considerare più persone, soprattutto se di sesso, età e lingua diverse. Ai fini della comprensione del discorso il nostro orecchio è più abituato a valutare i rapporti di timbro fra le vocali che il loro colore in assoluto, aiutato in ciò dalla presenza delle consonanti. Questo spiega perché nel canto, benché le vocali siano alterate rispetto alla voce parlata, si riesca ugualmente a capire (o almeno a riconoscere) le parole.

° *Suoni nasali*. L'abbassamento del velo palatino fa deviare tutta o parte della colonna sonora per il canale parallelo delle cavità nasali. Ciò modifica il comportamento del sistema di risonanza e, di conseguenza, sia lo spostamento della frequenza delle formanti che la comparsa di formanti nuove come, ancora, l'attenuazione di determinate regioni di frequenza. Quando la deviazione per il canale nasale è totale, come avviene durante la pronuncia delle consonanti nasali /n/, /m/ e /gn/, si ha pure un'attenuazione globale dell'intensità del suono.

° *Consonanti*. Come ogni suono, anche quello vocale presenta dei transitori d'attacco e di estinzione che, come i musicisti ben sanno, ne costituiscono i momenti - soprattutto quello d'attacco - musicalmente più espressivi (si pensi, per esempio, all'importanza del «tocco» nel pianoforte). Quando, in coincidenza con questi, per mezzo dei *movimenti articolatori*, si attua un restringimento o una momentanea chiusura del passaggio dell'aria, si provoca la comparsa di fenomeni acustici di vario tipo: momentanei silenzi (nel caso di occlusioni), rumori di vario tipo (esplosivi, sibilanti, ripetuti) accompagnati o meno da emissione di voce e dalla deviazione di questa per il canale nasale. In tutti i casi i movimenti articolatori, necessari a produrre questi fenomeni, alterano momentaneamente il profilo del canale vocale e, quindi, l'andamento delle formanti vocaliche. Le diverse combinazioni dei fenomeni di alterazione delle formanti, dei silenzi, dei rumori, delle nasalizzazioni ecc., vengono integrate dal nostro orecchio e percepite globalmente come *consonanti*. Una classificazione a grandi linee può essere quella che le raggruppa in: *occlusive, nasali, laterali, vibranti, costrittive e semioclusive*.

## La stonazione

La regolazione della tensione delle corde vocali, volta ad ottenere l'intonazione corretta delle melodie, è data dall'azione combinata della muscolatura intrinseca della laringe e da quella dei muscoli sterno-tiroidei durante la risalita dei polmoni e della trachea nel corso dell'espiazione. Quando, a causa di uno scorretto comportamento respiratorio, l'escursione ascendente della laringe è ridotta, la forza della sua muscolatura intrinseca non ottiene la necessaria tensione delle corde vocali e, quindi, l'intonazione desiderata.

## **Compendio riassuntivo**

La produzione della voce è il risultato dell'adattamento del sistema di chiusura dei polmoni ( laringe), usato con la valvola ( glottide) in condizioni di occlusione tali da poter entrare in vibrazione per effetto della pressione aerea sottoglottidea. Ai tre meccanismi che intervengono nella funzione di chiusura ( adduzione delle corde vocali per rotazione all'indietro delle cartilagini aritenoidi, rinforzo della chiusura per contrazione attiva delle corde vocali, ulteriore rinforzo per stiramento delle stesse in seguito all'inclinazione della cartilagine tiroide) corrispondono altrettante condizioni di vibrazione della glottide e, pertanto, tre registri vocali. Poiché nel corso di ogni atto respiratorio il complesso polmonare - appeso al cranio per il tramite dell'osso ioide ed appoggiato sul diaframma - deve compiere con regolarità una doppia escursione di salita e di discesa, la posizione della laringe, che ne costituisce anche l'elemento di sospensione, è regolata da una raggiera di muscoli con funzione di tiranti. In particolare i muscoli sterno-tiroidei, oltre ad ancorarla alla gabbia toracica, la accoppiano a questa mettendola in vibrazione mentre contribuiscono all'inclinazione della cartilagine tiroide. Contemporaneamente lingua e mandibola, coi loro movimenti articolatori, collaborano all'inclinazione della cartilagine tiroide per la trazione esercitata dai muscoli genio-ioidei sull'osso ioide e, quindi, sui corni superiori della cartilagine tiroide. Il comportamento vibratorio della laringe dipende quindi da un delicato equilibrio tra le forze interne ed esterne, agenti sulla glottide, equilibrio che si sposta di volta in volta in varie direzioni a seconda della tecnica vocale adottata.

Il sistema di sospensione della laringe al cranio - dato dall'osso ioide, dalla mandibola e dai numerosi muscoli interposti - può modificare forma e dimensioni del canale vocale alterandone le caratteristiche di risonanza. Ad ogni atteggiamento articolatorio corrispondono biunivocamente determinati timbri vocalici, che possono esser ulteriormente modulati dai movimenti articolatori nella pronuncia delle consonanti.