

I. FILOGENESI ED EMBRIOGENESI DELLA LARINGE

I.1. FILOGENESI DEGLI ORGANI FONATORI E DELLA FONAZIONE

O. Schindler, F. Ottaviani*, A. Schindler*

INTRODUZIONE

La descrizione dell'evoluzione della fonazione presuppone una definizione di quest'ultima. La voce può infatti essere considerata in senso stretto come il suono prodotto dalla laringe, ma può anche comprendere le sonorità prodotte dal vocal tract e in senso lato le sonorità prodotte dal corpo³. Evidentemente l'origine e quindi la trattazione della filogenesi della fonazione sarà diversa a seconda di quale di queste definizioni si prenda in considerazione. Se consideriamo la voce nella sua accezione più allargata, la telecomunicazione per via acustica inizia con gli invertebrati artropodi⁸; tuttavia nella nostra disamina considereremo la fonazione nella sua accezione più ristretta di sonorità prodotte dal sistema laringeo e dal vocal tract.

Prima di addentrarci nella trattazione della filogenesi della fonazione è necessario premettere alcune considerazioni: 1) se i segnali acustici emessi dagli animali hanno giocato un ruolo per migliorare la loro condizione di vita, questi animali hanno dovuto adattare il loro organo emittente alle caratteristiche ambientali. Così per es. in una foresta tropicale la riflessione delle foglie permette la propagazione unicamente delle onde sonore la cui lunghezza è sufficiente per non essere arrestata dal fogliame²; 2) non è possibile analizzare l'evoluzione degli organi fonatori, senza considerare contemporaneamente il ruolo degli organi recettori, con particolare attenzione all'organo uditivo; 3) l'acquisizione di possibilità vocali sempre più raffinate è in relazione a una regolazione nervosa via via più complessa⁵.

FILOGENESI DEGLI ORGANI FONATORI

I primi abbozzi dell'organo laringeo compaiono circa 350 milioni di anni or sono con i Coanoitti, pesci polmonati abitanti in acque dolci, calde, basse e povere di ossigeno; queste creature disponevano di due sistemi respiratori: uno branchiale e uno polmonare¹². Nelle condizioni ambientali descritte l'esistenza di un sistema respiratorio alternativo a quello branchiale costituiva un indubbio vantaggio per la sopravvivenza. Tuttavia la respirazione polmonare in assenza di una pompa aspirante,

U.O.A. D.U. Audiologia-Foniatria, Azienda Ospedaliera «S. Giovanni Battista» Università di Torino

* IV Clinica Otorinolaringoiatrica, Azienda Ospedaliera, Polo Universitario «L. Sacco», Università di Milano

era assicurata da un sistema a spinta e da una valvola – l'abbozzo laringeo – che impediva la fuoriuscita dell'aria; la stessa valvola aveva la funzione di protezione delle vie aeree nelle fasi in cui i Coanoitti erano immersi in acqua e respiravano attraverso la via branchiale. La nascita della laringe è quindi legata tanto alla funzione respiratoria quanto a quella sfinterica protettiva.

Con la comparsa degli anfi si scompare il sistema branchiale e la laringe assume una struttura rigida fibrosa, corredata di un potente muscolo dilatatore, oltre che di un costrittore situati in sede posteriore. È così consentita un'apertura permanente durante la vita sulla terra ferma, e una chiusura ermetica durante la vita acquatica.

I rettili sono i primi vertebrati terrestri a respirare unicamente aria. La laringe si posiziona posteriormente alla base della lingua ed è fusa all'osso ioide. La muscolatura laringea è formata da due muscoli dilatatori e due muscoli costrittori. Nei rettili compare anche la muscolatura laringea estrinseca.

Con gli uccelli nasce l'omeotermia e quindi l'alta richiesta energetica e la necessità di una ventilazione molto efficiente. La laringe è di tipo rettiliano, priva di corde vocali e con le cartilagini aritenoidi unite fra loro. L'organo fonatorio non è la laringe, ma la siringe, un sistema muscolare complesso situato alla biforcazione tracheale e innervato dal XII nervo cranico (Fig. 1). La trachea si unisce all'estremità

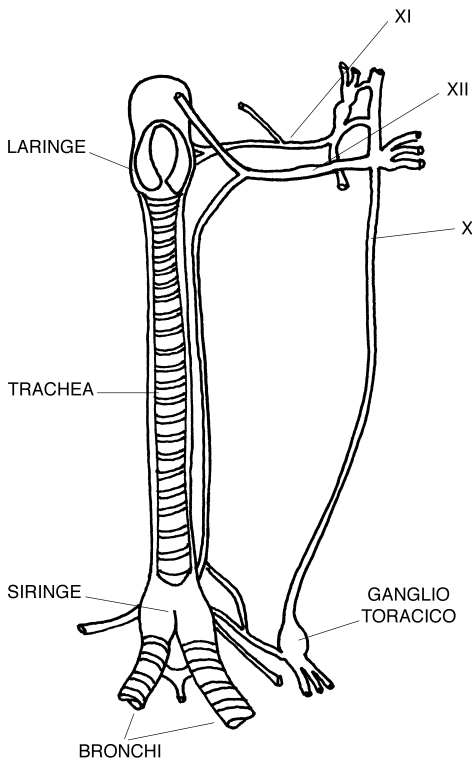
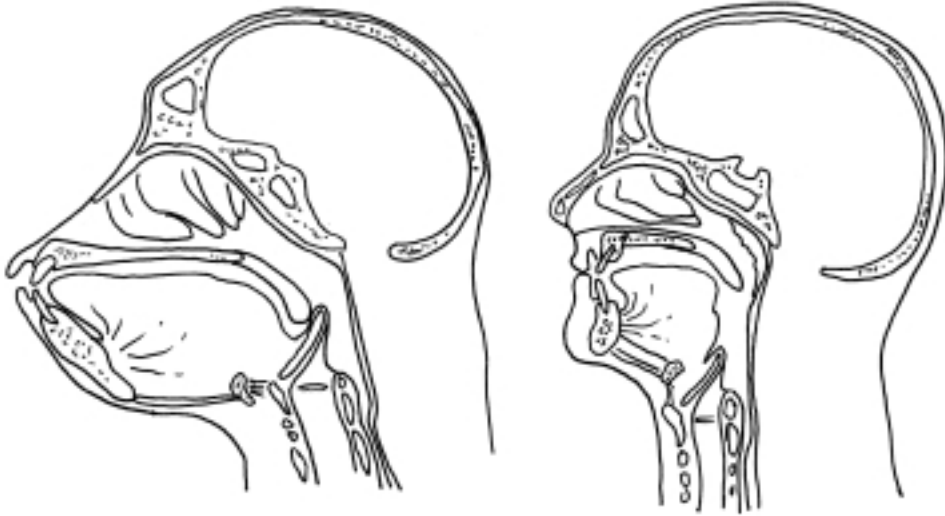


Fig. 1.

Rappresentazione schematica della siringe (S), dei suoi rapporti con trachea e laringe e della relativa innervazione ad opera dei nervi cranici, indicati con i numeri romani (da Purves e Litchman¹⁰, modificata).

**Fig. 2.**

Schema che evidenzia la diversa distanza tra palato molle ed epiglottide nelle scimmie antropomorfe e nell'uomo.

superiore della siringe, mentre i bronchi si uniscono alla sua estremità inferiore. Al di sotto della connessione fra siringe e bronchi si trovano una serie di anelli cartilaginei a forma di C; attraverso questi anelli si situano membrane vibranti – le membrane timpaniformi – destra e sinistra, anatomicamente separate e dotate di innervazione propria.

Nei marsupiatì la cartilagine tiroidea si stacca dall'osso ioide. Le cartilagini tiroidee e cricoide rimangono fuse fra loro, così come le aritenoidi.

Nei mammiferi la laringe assume aspetti e posizioni variabili. In tutti i casi, però, l'osso ioide, le cartilagini tiroidee, cricoide e aritenoidi sono indipendenti fra loro e mobili le une rispetto alle altre. Nei mammiferi la laringe ha anche la funzione di aumentare la pressione intratoracica e di stabilizzazione del torace ⁶. Nella maggior parte dei mammiferi la laringe è situata a livello rinofaringeo con sovrapposizione fra epiglottide e velo palatino, condizione che evitando l'incrociamiento fra vie aeree e vie digestive, consente la funzioni respiratoria, olfattoria e deglutitoria contemporanee. Nelle scimmie antropomorfe la cartilagine tiroidea si trova a livello della IV vertebra cervicale, mentre nell'*Homo sapiens sapiens* è situata a livello della V-VI vertebra cervicale ⁷ (Fig. 2).

Se è nota la differenza di posizione laringea e quindi di lunghezza del vocal tract fra la specie umana ed altre specie animali (Fig. 3), non è facile determinare quale fosse la situazione nelle varie specie ominidi, anche se il ritrovamento di un osso ioide di *Homo Neanderthalensis* ¹, ha fatto supporre una posizione laringea relativamente bassa in questa specie ⁹.

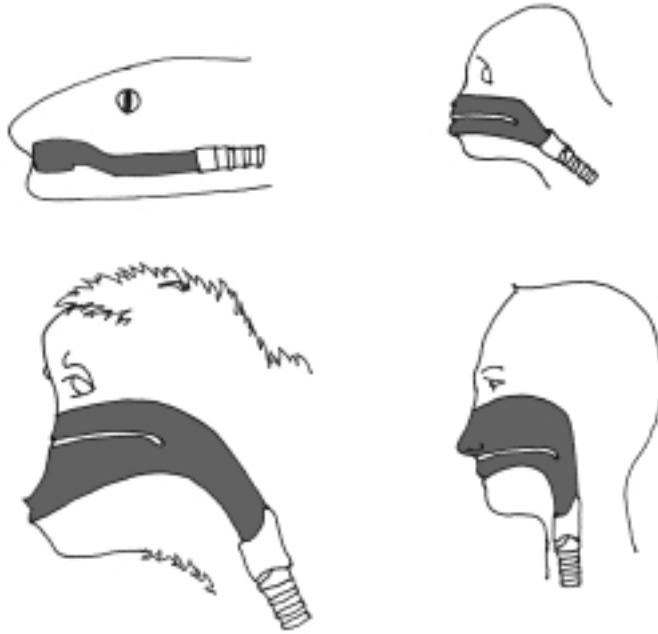


Fig. 3.

Illustrazione dei rapporti tra vocal-tract ed estremità cefalica nel pitone, nella scimmia cappuccino, nell'orangotango e nell'uomo; si noti il progressivo aumento del grado di curvatura tra laringe e cavità orofaringea (da Hauser ⁵, modificata).

FILOGENESI DELLA FONAZIONE

L'evoluzione degli organi fonatori è cosa ben diversa dall'evoluzione della fonazione, che cercheremo ora di delineare nei suoi tratti principali. Nel corso della filogenesi ogni gruppo zoologico è stato portatore di una innovazione: gli insetti Ortoteri e Emittenti hanno introdotto caratteristiche acustiche quali la ripetizione, la discontinuità, la sequenza, il motivo regolare e irregolare. Agli anfibi si deve l'introduzione di spettri acustici con zone di concentrazione energetica, ossia le formanti ⁴. Gli uccelli, infine, hanno apportato la linea melodica. Solo con la nostra specie si ha tuttavia l'articolazione verbale.

È interessante notare alcune caratteristiche del comportamento acustico nelle varie specie. Nei pesci polmonati la presenza di uno sfintere similaringeo ha probabilmente consentito la produzione di sonorità parassite; per quanto ci è dato sapere queste non avevano tuttavia significato comunicativo. Diversa è la situazione degli anfibi; infatti questi sono in grado di produrre sonorità con caratteristiche specie-specifiche. Le sonorità prodotte hanno valore comunicativo, ma il loro utilizzo è limitato a un periodo ristretto dell'anno, quello degli amori, in cui le sonorità prodotte hanno funzione di segnale di avvertimento e di richiamo.

Con gli uccelli si assiste alla nascita vera della fonazione. L'omeotermia rende necessaria una ventilazione efficace e continua, cui si associa un fenomeno parassita ugualmente continuo: la fonazione. Queste specie inoltre da un punto di vista acustico sono in grado di produrre linee melodiche con significative modificazione di risonanza. Da un punto di vista percettivo gli uccelli sono le prime specie in grado di percepire le frequenze acute. Le indagini neurofisiologiche hanno mostrato correlazioni evidenti fra vie percettive e vie fonatorie, confermando l'importante ruolo comunicativo e di sopravvivenza della fonazione.

Con la primatazione si afferma la cultura di gruppo e quindi la possibilità di trasmissione non genetica di informazioni, compresi i comportamenti acustici. All'ominazione è da collegare il pieno uso di protesi, cioè di dispositivi in grado di modificare le abilità fonatorie dell'individuo; questo fatto permette di ovviare alle varie caratteristiche acustiche ambientali senza modificare necessariamente le caratteristiche degli organi fonatori, contrariamente a quanto era avvenuto fino a quel momento.

Con l'*Homo sapiens sapiens* aumentano notevolmente le dimensioni e le relative funzioni telencefaliche, con sofisticazione notevole delle abilità di simbolizzazione; parallelamente cresce a dismisura la varietà di produzioni vocali. È così consentita la produzione di un numero di sonorità con tratti distintivi propri – che prendono il nome di fonemi nel parlato e di odemi nel cantato – specifici per ogni gruppo culturale ma tuttavia infinitamente minore del corpus totale fonemico ed odemico assoluto dell'umanità¹⁰. In altri termini l'uomo moderno è in grado di produrre un numero altissimo di sonorità parlate e cantate; tuttavia solo una parte di queste è utilizzato in un determinato ambito culturale. Così per esempio la cultura occidentale utilizza odemi completamente differenti da quanto faccia la cultura orientale, nonostante l'abilità di produrre un tipo o l'altro di odemi sia la stessa per ogni soggetto della nostra specie.

BIBLIOGRAFIA

- ¹ Arensburg B, Tillier AM, Vandermeersch B, Duday H, Schepartz LA, Rak Y. *A middle palaeolithic human hyoid bone*. Nature 1989;338:758-60.
- ² Chappuis C. *Un exemple de l'influence du milieu sur les émissions vocales de chants en forêt équatoriale*. In: Chappuis C, ed. *La Terre et la Vie*. Paris: Masson 1971.
- ³ Giordano C, Righini G, Schindler O. *Biologia della musica*. Torino: ed. Omega 1999:111-23.
- ⁴ Halliday T. *The senses and communication*. Berlin: Springer-Verlag 1998.
- ⁵ Hauser MD. *The evolution of communication*. Cambridge: MIT press 1996.
- ⁶ Kelemen G. *Acoustic behaviour of animals*. Amsterdam: Elsevier publishing co. 1963.
- ⁷ Lenneberg EH. *Fondamenti biologici del linguaggio*. Torino: Ed. Boringhieri 1971.
- ⁸ Leroy Y. *L'evolution du monde sonore animal*. In: *Sons et musique*. Paris: Bibliotheque pour la science 1980.
- ⁹ Marshall JC. *The descent of the larynx*. Nature 1989;338:702-3.
- ¹⁰ Purves D, Litchman JW. *Principles of neural development*. Sunderland MA: Sinauer 1985:340.
- ¹¹ Schindler O, Schindler A, Utari C, Vernerio I. *Filogenesi della voce e del canto*. In: Fussi F, ed. *La voce del cantante. Saggi di Foniatria Artistica*. Torino: Ed. Omega 2000. P.
- ¹² Viti C, Montesi P, Damiani V. *Filogenesi ed ontogenesi delle prime vie aereo-digestive*. In: Ca-maioni A, ed. *I meccanismi di difesa non immunologica delle prime vie aereo-digestive*. XVII Giornate Italiane di Otoneurologia. Palermo: 31 Marzo 2001.