

28. Maggio

## Tutto l'universo sulla punta della lingua

*Forse il nostro universo si trova sulla punta della lingua di qualche gigante.*

Anton Čechov

La lingua dei mammiferi si è evoluta in un'intricata rete di fibre muscolari in grado di muoversi in modi complessi anche senza ossa, tendini o articolazioni. Contribuisce all'allattamento nella maggior parte delle specie, aiuta con la termoregolazione in alcune (immagina un cane che ansima) e assume compiti ancora più specializzati in alcune, come produrre i suoni usati per l'ecolocalizzazione nei pipistrelli e la parola negli esseri umani. E ospita le papille gustative che aiutano a guidare l'alimentazione in tutte queste specie.

Il compito più essenziale della lingua nei mammiferi è quello di posizionare il cibo da masticare e deglutire.

A seconda della specie, ciò potrebbe significare spostare il cibo da una parte all'altra ad ogni morso o confinarlo solo da un lato, mentre la lingua stessa rimane al sicuro lontano dai denti masticatori.

Quindi, con l'aggiunta della saliva che aiuta a produrre, la lingua modella il cibo schiacciato in un "bolo" arrotondato che può adattarsi facilmente alla gola. Infine, spinge indietro quel bolo per essere deglutito, assicurandosi che nessun cibo entri nelle vie respiratorie.

**JD Laurence-Chasen** , *biologo del National Renewable Energy Laboratory.*



equipara la lingua ad una “mano della bocca”

Tutta questa elaborazione consente ai mammiferi di digerire il cibo in modo più rapido ed efficiente, quindi ottengono di più dalla loro dieta rispetto alla maggior parte degli altri animali. Questo ha alimentato altri progressi evolutivi, come un alto tasso e attività metabolica, gravidanze prolungate e grandi cervelli.

**Callum Ross** neurobiologo dell'Università di Chicago



annovera l'origine della masticazione come una delle tre transizioni evolutive che cambiano il corso abilitate dalla lingua, insieme al passaggio dall'acqua alla terra e all'origine del linguaggio umano.

*Il laboratorio di Ross utilizza l'elettromiografia e la fluoromicrometria per studiare la funzione dei muscoli dell'alimentazione, la videofluoroscopia biplanare ad alta velocità per studiare la cinematica della lingua e della mascella 3D e la modellazione degli elementi finiti per studiare la meccanica della mandibola.*

*In particolare sta lavorando per capire come sia la mascella che la lingua vengono mosse e controllate durante comportamenti orali come bere, masticare e deglutire. Utilizza tecniche di registrazione neurale per studiare il ruolo della corteccia motoria e sensoriale nel controllo dei comportamenti orali, tra cui la masticazione e la deglutizione ed in particolare*

Fino a poco tempo fa, i ricercatori non potevano avere una visione dettagliata di come la lingua manovra il cibo perché labbra, guance e denti si frapponevano. Ma ultimamente il gruppo di Ross ha utilizzato una tecnica chiamata **ricostruzione a raggi X della morfologia in movimento (XROMM)** che prevede la registrazione dei movimenti di sfere impiantate chirurgicamente con i raggi X e la trasformazione dei risultati in animazioni 3D.

Nei loro esperimenti (opossum e scimmie) le telecamere catturano simultaneamente immagini da diverse angolazioni mentre un animale mangia o beve, e l'animazione ricostruita consente ai ricercatori di vedere come si muove la lingua in relazione alle mascelle e ai denti.

In collaborazione con il team di **Elizabeth Brainerd della Brown University** è in grado di vedere le caratteristiche del movimento completamente nascoste che ha consigliato a Ross come adattare questa tecnologia per i suoi studi. Confrontando i movimenti della lingua in diverse specie, adesso i ricercatori sperano di scoprire in che modo le specializzazioni della lingua possono aver contribuito all'evoluzione dello stile di vita e delle preferenze alimentari di ciascun animale.

*La ricerca nel laboratorio Brainerd integra studi di anatomia, fisiologia e biomeccanica verso una comprensione più completa della morfologia e dell'evoluzione dei vertebrati. Il lavoro recente si è concentrato sullo sviluppo e sulle applicazioni di una nuova tecnologia di imaging 3D, X-ray reconstruction of moving morphology (XROMM) che consente di visualizzare e studiare i movimenti naturali delle ossa e delle articolazioni all'interno di animali vivi, e con XROMM combinato con la*

fluoromicrometria (tracciamento di marcatori radiopachi nei tessuti molli) è anche possibile quantificare le azioni meccaniche dei muscoli che alimentano i movimenti scheletrici.



il team di Elizabeth Brainerd

Più recentemente, **Laurence-Chasen** e **Ross** hanno lavorato con il collega di Chicago **Nicho Hatsopoulos** e **Fritzie Arce-McShane**, ora neurobiologo presso UW, per combinare l'analisi XROMM con le registrazioni dell'attività neurale nelle scimmie.



**Nicho Hatsopoulos** e **Fritzie Arce-McShane**,

Tali studi, sperano, riveleranno come il cervello coordina i complessi movimenti della lingua coinvolti nel nutrirsi, nel bere e forse anche nelle vocalizzazioni. In un esperimento, una serie di elettrodi ha monitorato una regione della corteccia delle dimensioni di un centesimo situata dietro il tempio mentre le scimmie sgranocchiano l'uva.

Questa regione contiene sia i neuroni sensoriali che ricevono input dalla lingua e dalla bocca, sia i motoneuroni che inviano segnali per aiutare a controllare il movimento della lingua. Il team ha scoperto che lo schema di attivazione dei motoneuroni ha predetto con precisione i cambiamenti di forma della lingua, riporteranno presto su *Nature Communications*.

Il lavoro ribalta la nozione un tempo prevalente secondo cui la masticazione, come il camminare, è principalmente sotto il controllo del tronco cerebrale. Anche la corteccia è molto coinvolta, assicurando che la lingua "sia capace di deformazioni complesse e asimmetriche" che si adattano al volo a orsetti gommosi, bistecche e persino frappè, spiega **Laurence-Chasen**.

Ian Q Whishaw del *Department of Neuroscience, Canadian Centre for Behavioural Neuroscience, University of Lethbridge,*



si chiede se la destrezza della lingua umana possa aver contribuito a spianare la strada al nostro eccellente controllo delle nostre mani e persino della nostra mente.

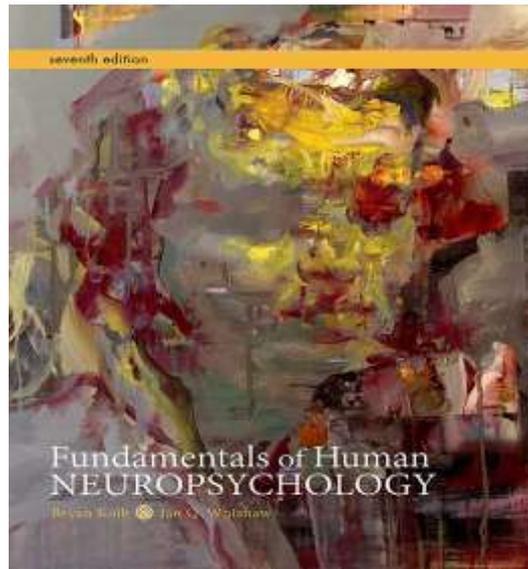
La sua curiosità è stata stuzzicata da una scoperta inaspettata qualche anno fa. La sua squadra aveva insegnato ai topi a usare le zampe invece della bocca per raccogliere la frutta. Hanno notato che alcuni animali sporgevano la lingua mentre raggiungevano con le zampe

***Whishaw IQ et al, Tongue protrusions modify the syntax of skilled reaching for food by the mouse: Evidence for flexibility in action selection and shared hand/mouth central modulation of action. Behav Brain Res. 2018 Apr 2;341:37-44.***

In studi di follow-up che devono ancora essere pubblicati hanno identificato quella che chiamano la regione "oromanuale" della corteccia, un'area precedentemente inesplorata che esercita il controllo sia sulla mano che sulla lingua .

Whishaw nel suo ***Fundamentals of human neuropsychology*** pensa che una regione del cervello simile esista negli esseri umani e potrebbe aiutare a spiegare perché così tante persone gesticolano mentre parlano, perché i bambini che imparano a scrivere torcono spesso la lingua mentre le loro dita modellano le lettere (**Vedi allegato 1**) un fenomeno notato da Charles Darwin

Sospetta che molte persone muovano la lingua mentre stanno per usare le mani, ma poiché la loro bocca rimane chiusa, nessuno ne è più saggio. Una regione cerebrale comune per la mano e la lingua ha un senso evolutivo.



Nei primi animali terrestri, una lingua abile era essenziale per nutrirsi; in seguito, quando alcuni animali iniziarono ad afferrare il cibo con le loro membra, l'evoluzione potrebbe aver adottato lo stesso circuito cerebrale che guida la lingua per coordinare i movimenti delle mani.

Whishaw ipotizza che comportamenti ancora più complessi, come il pensiero, potrebbero essere nati dalla capacità cerebrale che inizialmente si è evoluta per coordinare la lingua. *"Penso che sia il centro del nostro essere, per quanto folle possa sembrare."*

La lingua umana ospita una complessa comunità di batteri che possono influenzare la nostra salute. "È una parte non riconosciuta e molto importante del microbioma umano", afferma **Jessica**

**Mark Welch**, *ecologista microbica presso il Forsyth Institute.*



con il suo team ha sviluppato una tecnica per etichettare molti dei batteri più abbondanti mantenendo intatta la comunità microbica, consentendo ai ricercatori di mappare dove risiede ciascuna specie sulla lingua. Le proporzioni di questi microbi variano da persona a persona, dice **Mark Welch**, ma ognuno può avere un lavoro.

In particolare convertono il nitrato in nitrito, qualcosa che il corpo umano non può fare, rendendo disponibile il nitrito per aiutare a regolare la pressione sanguigna. Altri possono aiutare a prevenire la carie o aiutare il sistema immunitario. (vedi foto allegata)

Centinaia di specie di batteri vivono nella bocca umana e questo microbioma orale ha un impatto sulla salute e sulle malattie umane non solo nella bocca ma in tutto il corpo. Alcuni di questi batteri sono stati studiati per decenni. Per altri, si sa sorprendentemente poco sui ruoli che svolgono nell'ecologia della bocca o anche su dove vivono nella bocca.

L'obiettivo del **gruppo di ricerca di Jessica Mark Welch** è comprendere la struttura e la funzione delle comunità batteriche nella bocca, imparare come i membri della comunità lavorano insieme, come hanno un impatto sulla salute umana e, potenzialmente, come possono essere le proprietà della comunità manipolato a beneficio della salute umana.

La dottoressa **Mark Welch e il suo team** utilizzano approcci sia di imaging che di sequenziamento del DNA per studiare la struttura e l'organizzazione del microbioma orale. Lei e il suo collega Gary Borisy, anche lui al Forsyth Institute, hanno sviluppato un metodo chiamato CLASI-FISH per l'imaging e l'identificazione simultanea di molti tipi di cellule batteriche. Usando CLASI-FISH su campioni di placca dentale, hanno scoperto strutture complesse altamente organizzate che hanno chiamato "ricci" a causa dell'aspetto spinoso dei caratteristici grappoli di filamenti batterici delle strutture. Usando CLASI-FISH su campioni raschiati dalla lingua, hanno scoperto consorzi batterici completamente diversi ma ugualmente complessi che il dottor Mark Welch chiama "**grattacielo batterici, piccoli condomini microbici che questi batteri costruiscono sulla tua lingua**".

CLASI-FISH mostra come sono organizzati i batteri nella bocca, identificando i batteri a livello di genere o specie. Per scoprire cosa significa l'identificazione delle specie - quali geni hanno i batteri e quali funzioni codificano - la dottoressa Mark Welch e i suoi colleghi del Forsyth usano approcci di sequenziamento del DNA.

Utilizzando l'ambiente software **Anvi'o**, costruiscono pangenomi per gruppi di batteri per scoprire quali geni sono "core", trovati in ogni membro del gruppo, e quali geni sono "accessori" o opzionali. Quindi esaminano i dati del metagenoma dalla bocca e li confrontano con il pangenoma per creare un "metapangenoma" che mostra quali batteri vivono in persone diverse e diverse parti della bocca e quali geni hanno questi batteri.



Immunoistochimica microbica della lingua umana

*Rothia mucilaginosa* (verde acqua)

*Actinomyces* (rosso)

Neisseriaceae (giallo)

*Veillonella* (magenta)

Mark Welch cura anche il database del microbioma orale umano, insieme ai colleghi di Forsyth Floyd Dewhirst e Tsute (George) Chen. Questo database fornisce ai ricercatori del microbioma orale informazioni curate e di alta qualità sui batteri orali, i loro genomi e la loro distribuzione in tutta la bocca. Più di due terzi delle specie batteriche orali possono essere coltivate, ma alcune sono ancora "incoltivabili" e il Dr. Mark Welch e il suo team stanno lavorando per coltivare questi batteri non ancora coltivati e sequenziare i loro genomi per ampliare e approfondire le informazioni genomiche disponibili per il microbioma orale.

## **Allegato 1**

### **Perché i bambini tirano fuori la lingua quando si concentrano**

Per capire i motivi di quest'abitudine tipica dei bambini (ma non solo), delle ricercatrici in psicologia hanno analizzato i video di quattordici piccoli svedesi di 4 anni mentre si concentrano su diversi esercizi. Dopo una prima osservazione, tutti i bambini hanno tirato fuori la lingua svolgendo gli esercizi, confermando così l'esito di studi svolti in precedenza in cui veniva dimostrato che questo fenomeno è presente fino almeno fino all'età di 6 anni.

Per scoprire che genere di azione porta i bambini a compiere quelle smorfie, sono state programmate altre tre attività, ognuna delle quali richiedeva l'impiego di una particolare capacità: una per l'agilità e la precisione, un'altra per la comunicazione e l'imitazione e un'ultima per la memoria senza l'uso delle mani. L'esercizio che ha fatto fuoriuscire più lingue è stato quello del **"knock and tap"**: il ricercatore bussa con le nocche sul tavolo e il bambino deve rispondere bussando con il palmo, o al contrario, il ricercatore bussa con il palmo ed il bambino con le nocche. **Secondo Gillian Forrester e Alina Rodriguez**, l'attesa prima di interagire è riflesso di un sistema di comunicazione, ciò confermerebbe la teoria secondo cui il linguaggio non è altro che un'evoluzione dei gesti. Altro dato interessante è che i bambini tendono a spostare la lingua più verso destra, suggerendo un'azione controllata dall'emisfero sinistro del cervello: i gesti sono accompagnati da movimenti della lingua perché sia la lingua che le mani sono strettamente collegate al linguaggio e alla comunicazione. Se gli adulti non tirano più fuori la lingua è perché il gesto viene mal interpretato socialmente, ma se vi trovate a casa da soli davanti al computer, siamo sicuri che per seguirvi un po' l'avrete tirata fuori anche voi.



**Un anno fa... Baedeker/Replay del 28 Maggio 2022**

*In arrivo vaccini mRNA-Pfizer & BioNTech per gli under 5*

**Due anni fa ... Baedeker/Replay del 28 Maggio 2021**

*Come prevenire in futuro uno "COVID-21...": i vaccini auto diffondenti*

**E' terminato:**



**Prossimamente: Una selezione degli interventi e altro ancora...**