

15.ottobre

## I “neuroni banana” ci spiegano come i concetti sono codificati nel cervello

*Lo spirito umano, riflettendo su sé stesso,  
conosce di non essere altro che una cosa che pensa.*  
Cartesio

I neuroni a doppia funzione nella corteccia olfattiva primaria captano più di un semplice odore. Secondo le registrazioni di singoli neuroni effettuate su 17 persone, le cellule riconoscono non solo gli odori, come quello delle banane o della liquirizia nera, ma anche le immagini e le parole associate a quegli odori.

Secondo uno studio pubblicato oggi su **Nature** dal [Department of Epileptology, University Hospital Bonn](#), a differenza delle aree sensoriali primarie del cervello che elaborano immagini e suoni, quella che decodifica gli odori risponde anche ad altri stimoli, come immagini e parole associate a un odore.

*Kehl MS Et al.*

### Single-neuron representations of odours in the human brain.

*Nature. 2024 Oct 9. Epub ahead of print. PMID: 39385026.*



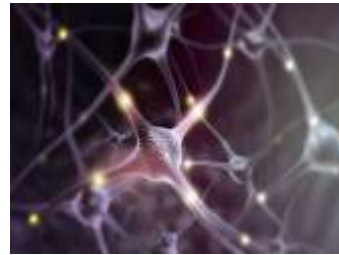
La misura in cui i neuroni nella corteccia olfattiva primaria, che include la corteccia piriforme, rispondono a stimoli non olfattivi è stata sorprendente, afferma **Marc Spehr**, *responsabile del Chemosensation Laboratory presso la RWTH Aachen University*, che ha co-diretto lo studio.



Un neurone, ad esempio, che si è attivato in risposta all'odore di liquirizia nera, ha risposto anche alla parola "**liquirizia**", alle immagini della caramella e all'odore di semi di anice, che non è correlato ma ha un odore simile.

Anche le cellule nell'**amigdala** hanno mostrato risposte multimodali; un neurone, ad esempio, ha risposto all'odore di banana e alla parola "banana".

Il nostro cervello contiene neuroni “banana” che si attivano quando vediamo o sentiamo l’odore del frutto, o anche solo quando sentiamo la parola “banana”, il che suggerisce come i concetti siano codificati nel cervello.



Duke  
UNIVERSITY



*Questi non sono segnali di odore che queste cellule stanno codificando; queste cellule stanno codificando concetti",* afferma **Kevin Franks**, *professore associato di neurobiologia alla Duke University*, che non è stato coinvolto nel lavoro ma ha scritto un articolo su News and Views .

*"Quindi in questa parte del cervello, tradizionalmente considerata questa area sensoriale primaria, hai rappresentazioni concettuali invariabili sensoriali di tipi specifici di oggetti. E questo è davvero, davvero fantastico".*

*Franks K, Schaefer A. Olfactory neurons selectively respond to related visual and verbal cues. Nature. 2024 Oct 9.*

I neuroni che rilevano gli odori nel naso si proiettano nel bulbo olfattivo del cervello, che poi passa le informazioni direttamente alla corteccia piriforme e ad altre parti della corteccia olfattiva primaria. Ciò significa che la corteccia piriforme si trova a sole due sinapsi di distanza dagli stimoli che decodifica, *afferma Franks*. Nel sistema visivo, d'altro canto, una cellula a due sinapsi di distanza da un fotone è ancora nella retina.

Nonostante la limitata elaborazione degli odori che avviene prima che il segnale raggiunga la **corteccia piriforme**, ci sono stati precedenti accenni al fatto che l'area agisca più come una **corteccia associativa** che come altre aree sensoriali primarie.



afferma **Thorsten Kahnt**,  
ricercatore presso l'*US National Institute on Drug Abuse*, che **non è stato** coinvolto nel lavoro.

I ricercatori della *Champalimaud Foundation* di Lisbona



hanno dimostrato nel report

*Poo C et al.*

**Spatial maps in piriform cortex  
during olfactory navigation.**

*Nature. 2022 Jan;601(7894):595-599*

hanno dimostrato che i neuroni piriformi rispondono sia a odori particolari che a posizioni particolari, secondo uno studio del 2022 su ratti addestrati ad associare determinati odori a posizioni specifiche in un labirinto.

E nelle persone, l'area nel suo insieme si illumina in risposta agli odori e alle espressioni facciali emotive, **Thorsten Kahnt** ha scoperto uno studio di risonanza magnetica funzionale del 2017. "*Ma negli esseri umani, non abbiamo mai avuto una risoluzione a singola cellula.*"

Un nuovo studio, che ha coinvolto registrazioni di singoli neuroni di 17 persone sottoposte a monitoraggio preoperatorio delle crisi epilettiche tramite elettrodi impiantati, rivela come le informazioni su un odore vengono trasformate in tutta la corteccia olfattiva.

I neuroni sensibili agli odori nell'amigdala e nell'ippocampo sembrano anche essere coinvolti in diversi aspetti dell'elaborazione degli odori.

*Schulze P et al. Preprocessing of emotional visual information in the human piriform cortex. Sci Rep. 2017 Aug 23;7(1):9191.*

**Tutto ciò, sostiene Franks, rafforza la comprensione che la corteccia olfattiva "è, allo stesso tempo, incredibilmente complessa e sofisticata, ma anche antica e piuttosto semplice".**

I partecipanti allo studio sono stati sottoposti a osservazione per individuare la fonte delle loro crisi prima dei loro interventi chirurgici, durante i quali i dottori hanno inserito più elettrodi cavi nella loro corteccia temporale mediale.

*Il team di Mark Spehr ha inserito elettrodi a filo all'interno di quegli elettrodi clinici, consentendo al team di registrare dalla corteccia piriforme, dall'amigdala, dalla corteccia entorinale e dall'ippocampo.*



Durante le registrazioni, i partecipanti svegli hanno annusato 15 odori diversi, tra cui **aglio, banana, pesce e trementina, emessi dalle penne odorose Sniffin' Sticks**. I singoli neuroni nella corteccia piriforme e nell'amigdala hanno risposto per primi, entro 500 millisecondi, seguiti dai neuroni nell'ippocampo e nella corteccia entorinale.

I ricercatori sono riusciti a predire con precisione l'identità di un odore in base all'attività di ciascuna delle quattro aree, con la corteccia piriforme che produceva i risultati più affidabili. E alcuni di quegli stessi neuroni sensibili agli odori si attivavano quando i partecipanti guardavano le immagini degli stimoli o leggevano il nome scritto dell'odore. Ulteriori esperimenti hanno suggerito che la

I ricercatori sono riusciti a predire con precisione l'identità di un odore in base all'attività di ciascuna delle quattro aree, con la corteccia piriforme che produceva i risultati più affidabili. E alcuni di quegli stessi neuroni sensibili agli odori si attivavano quando i partecipanti guardavano le immagini degli stimoli o leggevano il nome scritto dell'odore. Ulteriori esperimenti hanno suggerito che la corteccia piriforme era più precisa nel decodificare le immagini rispetto a qualsiasi altra area testata.



I neuroni nell'amigdala codificano informazioni aggiuntive sulla valenza di un odore, come ha scoperto il team chiedendo ai partecipanti di identificare ogni odore e classificarlo come piacevole o spiacevole. Le cellule sensibili agli odori nell'amigdala si attivavano più rapidamente per gli odori piacevoli che per quelli spiacevoli. L'attività dei neuroni dell'ippocampo, d'altro canto, potrebbe predire la capacità di una persona di

identificare un odore, il che suggerisce che queste cellule rispondono alla percezione di una persona di ciò che ha annusato.

Il nuovo studio suggerisce come le informazioni sugli odori viaggiano attraverso il cervello: i neuroni nella corteccia piriforme, ma non in altre aree, mostrano una risposta ridotta dalla prima alla seconda volta che viene presentato un odore, ha scoperto il team. *"È un'indicazione che il piriforme non è una stazione di trasmissione di tali informazioni" e che le informazioni sugli odori possono essere elaborate in parallelo dalla corteccia piriforme e da altre aree, come la corteccia entorinale, afferma Spehr.*



Il modo in cui queste informazioni vengono trasformate lungo il percorso olfattivo umano "si adatta ampiamente alla visione del sistema che deriva dagli studi sugli animali", afferma **Elizabeth Hong**, professoressa di neuroscienze al, che non è stata coinvolta nello studio. *"Questo [sistema] sostanzialmente esegue queste trasformazioni di stimoli in inferenze semantiche o significato, essenzialmente, in un numero molto piccolo di passaggi", afferma.*

*Una differenza, tuttavia, è che i bulbi olfattivi dei roditori proiettano direttamente sulla corteccia entorinale, mentre negli esseri umani la corteccia entorinale diventa attiva solo dopo la corteccia piriforme e l'amigdala, come sottolineano Spehr e i suoi colleghi nell'articolo.*

Sono necessari ulteriori studi per comprendere meglio alcune delle scoperte, come il modo in cui l'amigdala codifica le informazioni di valenza sugli odori, afferma Hong. Non è chiaro perché i neuroni aumenterebbero la loro frequenza di scarica in risposta a stimoli piacevoli ma non spiacevoli, afferma. "Penserei che se qualcosa non ti piace davvero, potresti anche ricevere un segnale molto evidente".

Potrebbe anche essere informativo scoprire come le cellule rispondono alla percezione di un odore da parte di una persona rispetto al suo codice chimico, *afferma Kahnt*. "L'ippocampo rappresenta ciò che la persona pensa che sia l'odore, piuttosto che ciò che è realmente". Ma ciò che esattamente guida una risposta nella corteccia piriforme è difficile da identificare con il numero di odori che il team è stato in grado di testare, dati i limiti della registrazione da parte di partecipanti svegli sottoposti a monitoraggio, afferma.

*Andando avanti, il team mira a condurre esperimenti simili usando un olfattometro, che può somministrare stimoli olfattivi in modo più preciso di una penna per odori, dice Mark Spehr.*

*Ciò potrebbe aiutare a stabilire il momento esatto dell'elaborazione degli odori.*

*Spehr afferma inoltre di sperare di studiare se i neuroni nella corteccia piriforme rispondono a immagini che non sono direttamente collegate agli odori. Ad esempio, se una persona che guarda una foto della Torre Eiffel ha già visitato il monumento in precedenza, forse i suoi neuroni mostrerebbero associazioni con un odore che ha percepito durante quella visita, afferma. Ma sarebbe interessante vedere se esiste una risposta del genere per le persone che non ci sono mai state.*

Un domani senza bambini...

