

# **Fisiologia dell'olfatto e percezione degli odori** *a cura di Pugliese Lorenzo, Loi Lorenzo, Bellumori Stefano.*

## **OLFATTO E GUSTO**

Olfatto e gusto non sono chiaramente separabili l'uno dall'altro, infatti per molti aspetti si sovrappongono.

entrambi sono sensi chimici, rispondono cioè ad agenti chimici naturali o artificiali;

entrambi proteggono il tratto gastrointestinale da sostanze non digeribili o addirittura nocive.

## **I recettori sensoriali**

Olfatto e gusto si avvalgono di recettori per la percezione degli stimoli esterni.

Nel suo significato più generale, un recettore è una struttura che si modifica quando viene eccitata da uno stimolo ambientale, determinando la produzione di un segnale. Tutti i recettori sono trasduttori, cioè strutture che trasformano i segnali da una forma in un'altra.

Un recettore sensoriale è un'intera cellula (spesso un neurone), specializzata nel rispondere con un segnale elettrico a particolari stimoli dell'ambiente in cui si trova; vale a dire, essa traduce gli stimoli sensoriali nel linguaggio del sistema nervoso. I recettori sensoriali sono raggruppati in organi sensoriali, come l'occhio, l'orecchio o la lingua; la loro attività elettrica dà luogo a percezioni soggettive di luce, suono e gusto che descriviamo come i nostri "sensi".

La stimolazione di un recettore sensoriale genera un potenziale di ricezione, un segnale elettrico la cui ampiezza è proporzionale all'intensità dello stimolo (in questo il potenziale di ricezione differisce dal potenziale d'azione).

I potenziali di ricezione possono dare luogo a potenziali d'azione negli stessi neuroni recettori, in alternativa, come nel caso delle cellule di recettori sensibili ai sapori, i potenziali di ricezione provocano la liberazione di un neurotrasmettitore su un neurone postsinaptico che, a sua volta, produce potenziali d'azione che raggiungono il cervello.

## **Sensibilità olfattiva**

Sulla volta della cavità nasale, i 10 milioni di neuroni dell'epitelio si distribuiscono su un'area di circa 5 cm<sup>2</sup> e, tramite un prolungamento cellulare dotato di una decina di ciglia, raggiungono direttamente la superficie della mucosa. Si tratta dunque di veri e propri neuroni che ricevono stimoli e possono produrre potenziali d'azione (cellule sensoriali primarie).

La prima fase del processo olfattivo avviene sulla superficie del ciglio olfattivo, ma come le sostanze chimiche interagiscano con la superficie recettoriale rimane un mistero. Vi sono due ipotesi a riguardo:

teoria chimica: la superficie recettoriale si compone di specifici recettori chimici distribuiti sulla superficie della membrana;

teoria fisica: i recettori della membrana rispondono a caratteristiche forme molecolari.

Tutti i tentativi di classificare le qualità olfattive sono finora falliti.

In passato si era pensato che ogni odore potesse essere descritto con appena sette caratteristiche distintive; attualmente si sa che esistono almeno 50 differenti "odori primari", ma il nostro linguaggio non ci permette di descrivere correttamente le sensazioni provate.

E' certo che la capacità olfattiva dell'uomo è assolutamente insignificante in rapporto a quella degli animali, i quali sono in grado di distinguere migliaia di odori.

### **Elaborazione dei segnali olfattivi a livello celebrale**

La mucosa olfattiva è situata nel tetto delle cavità nasali, anteriormente e superiormente ai cornetti nasali superiori.

Gli assoni delle cellule sensoriali primarie della mucosa olfattiva penetrano nella lamina cribrosa tramite fori e prendono contatto con i grossi neuroni del bulbo olfattivo.

Molte centinaia di cellule sensoriali prendono contatto con una sola cellula nervosa. Un odore viene riconosciuto solo quando tutte le cellule sensoriali contigue scaricano contemporaneamente.

Partendo dal bulbo olfattivo gli stimoli raggiungono, tramite il nervo (1°nervo cranico) le regioni encefaliche poste più in profondità, in particolare l'ippocampo e l'ipotalamo, ma anche le restanti porzioni del sistema limbico.

### **Olfatto e emozioni**

La stretta correlazione con il sistema limbico è la ragione per la quale spesso odori gradevoli o sgradevoli possono involontariamente scatenare emozioni.

Si trovano esempi di questo fenomeno in numerose occasioni quotidiane.

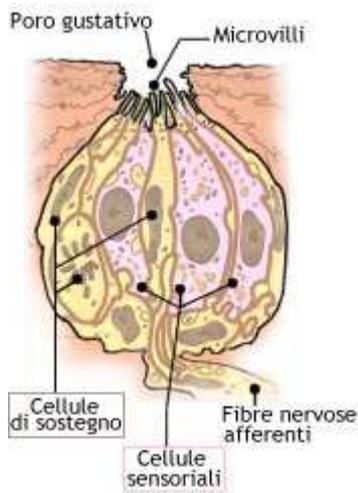
Un individuo, che ha un cattivo odore corporeo, non risulta simpatico fin da subito. Al contrario, l'industria dei profumi vive letteralmente da migliaia di anni sul fatto che un profumo più gradevole di un altro renda più attraenti.

Nella maggior parte dei casi l'odore di un nuovo appartamento è inizialmente inconsueto, insolito, estraneo o, nel peggiore dei casi, sgradevole. Dopo alcuni mesi si percepisce ancora l'odore rientrando a casa, ma lo stesso odore risulta gradito.

Ogni individuo prova diverse emozioni suscitate dall'odore di un qualcosa che per lui abbia un valore affettivo particolare.

### **Sensibilità gustativa: lingua e percezione del gusto**

La faccia inferiore della lingua è liscia, quella superiore (dorso), invece, è resa ruvida dalla presenza di numerosi rilievi che prendono il nome di papille.



Le più numerose sono le papille filiformi che si proiettano nella cavità orale. Esse consentono il movimento dei cibi solidi sulla superficie della lingua, costituendo quindi un presupposto necessario alla masticazione e alla compressione degli alimenti contro il palato duro.

In corrispondenza della radice della lingua si trovano alcune (10-20) grosse (2-3 mm di diametro) papille foliate e vallate nelle quali sono situati i calici gustativi. Inoltre fra le papille filiformi, sul dorso della lingua, si trovano le papille fungiformi, anch'esse contenenti calici gustativi.

### Elaborazione dei segnali gustativi a livello cerebrale

A confronto con la straordinaria sensibilità e motilità della lingua, il senso del gusto sembra quasi poco sviluppato. In effetti esso non fa altro che distinguere tra dolce (sull'apice), acido, salato e amaro (sui margini o sulla radice della lingua).

Alla base di tale sensibilità vi sono 2000-6000 calici gustativi che sono localizzati nell'epitelio delle papille. Si tratta di raccolte di cellule sottili, ma estremamente allungate che attraversano tutto l'epitelio, dalla membrana basale fino alla superficie linguale. Lo sbocco di un calice gustativo si trova in un piccolo poro gustativo, la cui superficie accoglie numerosi microvilli.

### L'olfatto

L'olfatto è il senso meno chiaramente conosciuto da un punto di vista fisiologico. Il suo studio è reso difficile dalla localizzazione anatomica della membrana olfattiva, nonché dalla soggettività del fenomeno olfattivo stesso. Nella scala zoologica si assiste ad uno sviluppo diverso della sensibilità olfattiva, che viene condizionata dall'ambiente dove gli animali stessi vivono; infatti, confrontando l'olfatto dell'uomo con quello di altre specie animali, appare chiaro come nella specie umana questo senso sia alquanto primitivo.

L'epitelio olfattivo, che tappezza la cavità nasale, è spesso ampiamente ripiegato su se stesso in animali con elevata capacità nel discriminare gli odori e l'estensione totale può superare addirittura la superficie corporea dell'animale.

I neuroni olfattivi che risiedono nella cavità nasale sono dotati di elevata sensibilità alle molecole degli odoranti e sono in grado di rispondere a concentrazioni bassissime di odoranti.

Le strutture anatomiche e la morfologia degli organi sensoriali presentano, nella scala filogenetica, una grande similitudine ed una sostanziale conservazione: anche se molteplici sono i modi di alloggiare le cellule olfattive, le cellule neurorecettoriali sono molto simili morfologicamente e si dispongono solitamente in una cavità aerea, in cui le sostanze odoranti possano restare per un tempo sufficiente per venire a contatto con i recettori olfattivi stessi.

## Neuroni Olfattivi

Le cellule olfattive sono contenute in un'area neuroepiteliale specializzata della mucosa nasale, detta mucosa olfattiva.

L'epitelio olfattivo è pigmentato, cilindrico pseudostratificato e molto più ispessito di quello della regione respiratoria.

Esso è costituito da cellule di tre tipi: cellule di sostegno, basali e olfattive.

Le cellule olfattive sono neuroni bipolari, i cui dendriti si estendono dal corpo cellulare alla superficie libera, dove terminano con un piccolo rigonfiamento, che dà origine ad una serie di ciglia modificate, estremamente lunghe, che formano una rete embricata con i microvilli delle cellule di sostegno.

È ormai noto che l'evento iniziale nella percezione degli odori è rappresentato proprio dal legame di sostanze odoranti chimicamente differenti agli specifici recettori proteici, localizzati su queste ciglia olfattive.

Nel 1991 sono stati clonati e caratterizzati per la prima volta recettori olfattivi di mammifero (ratto): essi appartengono alla vasta famiglia dei recettori a 7 eliche transmembrana accoppiati alle proteine G, di cui fa parte anche la rodopsina dei fotorecettori e la batteriorodopsina dei batteri archeali.

Nonostante fotorecettori e recettori olfattivi rispondano a stimoli estremamente diversi (luce e sostanze volatili), i meccanismi di trasduzione visiva e olfattiva presentano molte analogie; entrambi gli stimoli innescano una catena di reazioni enzimatiche, che determinano la produzione di un secondo messaggero e la conseguente depolarizzazione della membrana cellulare.

Questo meccanismo di trasmissione del segnale, relativamente diretto e comune, è però complicato dall'esistenza di migliaia di sostanze odoranti e quasi un migliaio di differenti recettori olfattivi.

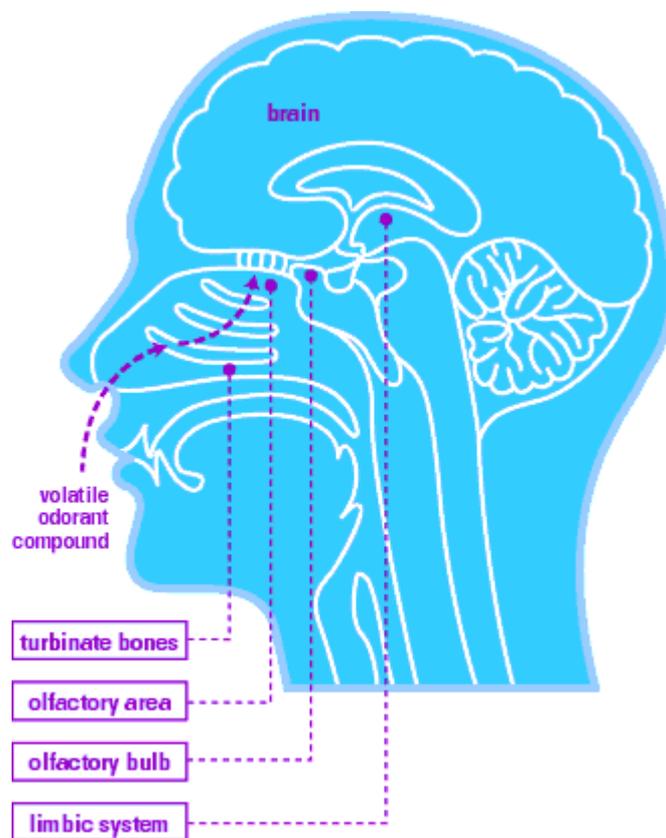
Sebbene la struttura di molti dei geni che codificano per i recettori olfattivi sia nota, la maggior parte dei recettori olfattivi non è stata ancora caratterizzata dal punto di vista biochimico; nè è noto, tranne che in pochi casi, quali di essi specificatamente interagiscano con determinate molecole odorose: ognuno dei 1000 recettori diversi deve rispondere a più molecole volatili e ognuna di esse deve legarsi a più recettori.

Ogni neurone sensoriale può esprimere solo un gene per un recettore ed è quindi funzionalmente distinto.

## Percezione degli odori

L'olfatto e il gusto, che per molti aspetti si sovrappongono, sono sensi chimici, rispondono cioè ad agenti chimici sia naturali che artificiali. Quello che noi percepiamo come odore è il prodotto di tanti tipi di molecole odorose raccolte dal nostro organo ricettivo dell'odore: l'epitelio olfattivo situato sulla volta della cavità nasale. Esso è costituito da circa 10 milioni di neuroni distribuiti su un'area di circa  $5 \text{ cm}^2$  che raggiungono direttamente la superficie della mucosa tramite un prolungamento cellulare dotato di una decina di ciglia. Ogni filamento contiene una proteinache è la molecola ricettrice e che interagisce con le molecole esterne. I neuroni dell'epitelio olfattivo rispondono con un segnale elettrico agli stimoli chimici dell'ambiente. Quello che noi avvertiamo come odore è l'effetto finale sul nostro cervello provocato da una combinazione di molecole

odorose raccolte dalle ciglia. Ognuna di queste molecole viene raccolta da un neurone specializzato che invia un segnale elettrico al cervello in una zona denominata bulbo olfattivo (all'incirca dietro il nostro occhio).



Partendo dal bulbo olfattivo gli stimoli elettrici, tramite il nervo (primo nervo cranico), raggiungono le regioni encefaliche poste più in profondità, in particolare l'ippocampo e l'ipotalamo, ma anche le restanti porzioni del sistema limbico. L'insieme di questi stimoli viene interpretato dal cervello come uno specifico odore. Gli scienziati stanno cercando di capire come possa il cervello decodificare tutte le informazioni che riceve e come riesca poi a produrre risposte adeguate. Si è ormai appurato che la zona del bulbo olfattivo si sviluppa già dai primi mesi di vita e che nell'epitelio sono presenti almeno 1000 tipi differenti di recettori che "sentono" gli odori. Un numero enorme se si pensa che, nel caso della vista, esistono solo tre tipi di ricettori differenti (quelli dei tre colori fondamentali). Come siamo in grado dalla combinazione di questi tre ricettori visivi di distinguere migliaia di colori, così dovremmo anche essere in grado di distinguere decine di migliaia di odori dato l'enorme numero di ricettori odorosi esistenti. In effetti è così per tutti i mammiferi... tranne che per l'uomo. Per tutti i mammiferi l'olfatto rappresenta uno strumento essenziale per reperire cibo, sfuggire agli animali predatori, per riprodursi. Certamente era così anche per l'uomo primitivo. L'uomo moderno ha ormai una sensibilità olfattiva molto ridotta, ben diversa, ad esempio, da quella del suo fedele amico - il cane - che è almeno 10.000 più sensibile agli odori.