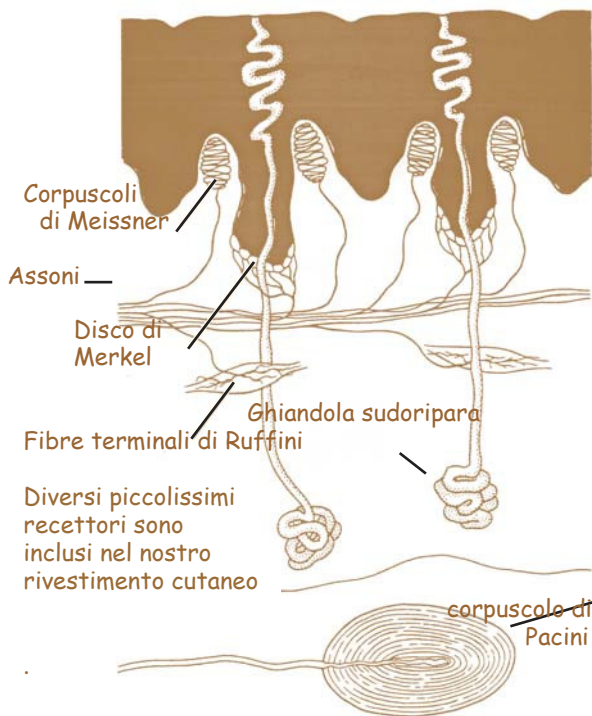


Tatto e Dolore

Il tatto è un senso speciale (una stretta di mano, un bacio, una carezza) e ci fornisce il nostro primo contatto con il mondo. Schiere di recettori in tutto il nostro corpo sono sintonizzati sulle diverse modalità della sensibilità somatica: tatto, temperatura, posizione del corpo ed altre ancora, come la sensazione di dolore. La capacità discriminativa varia tra le diverse zone della superficie corporea ed è particolarmente sviluppata in sedi come i polpastrelli delle dita. Anche l'esplorazione attiva è molto importante, come evidenziano le interazioni con il sistema motorio. Il dolore serve da avvertimento e da difesa da potenziali danni per il nostro corpo. Ha un forte impatto emozionale ed è soggetto a importanti meccanismi di controllo sia a livello somatico che cerebrale.



Tutto inizia nella cute

Incorporati negli strati del derma della nostra pelle, sotto la superficie, vi sono molti tipi di piccoli recettori che prendono nome dagli scienziati che per primi li hanno identificati al microscopio. I corpuscoli di **Pacini** e di **Meissner**, i dischi di **Merkel** e le terminazioni di **Ruffini** rilevano i vari aspetti della sensibilità tattile. Tutti sono dotati di canali ionici che si aprono in risposta alle sollecitazioni meccaniche che scatenano i potenziali d'azione rilevabili sperimentalmente con sottili elettrodi. Alcuni anni fa sono stati condotti dei mirabolanti esperimenti da parte di scienziati che hanno inserito degli elettrodi nella propria cute per registrare il potenziale di un singolo nervo. Da questi e da altri esperimenti su animali anestetizzati, oggi sappiamo che i primi due

tipi di recettori si adattano in fretta e rispondono alle variazioni rapide dello stimolo (senso di **vibrazione e flutter**). I dischi di **Merkel** rispondono bene alle stimolazioni costanti della cute (senso di **pressione**), mentre le terminazioni di **Ruffini** rispondono alle variazioni lente.

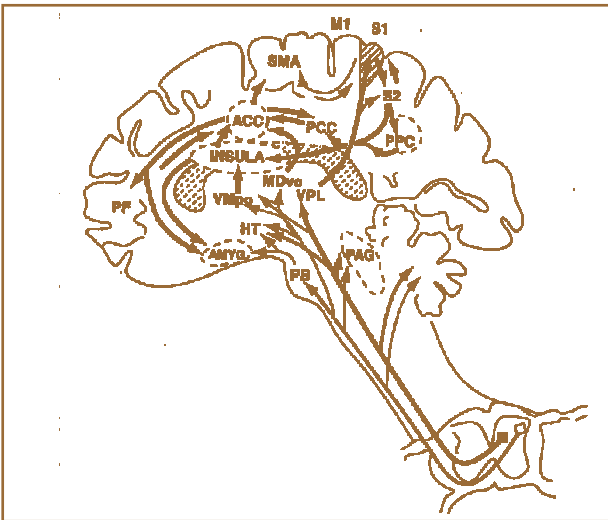
Un concetto importante circa i recettori somatosensitivi riguarda il **campo recettoriale**. Si tratta di quella zona di cute entro cui ogni tipo di recettore risponde. I corpuscoli di **Pacini** hanno un campo recettoriale molto più ampio di quelli di **Meissner**. Insieme, questi e gli altri tipi di recettori ci assicurano di poter avvertire gli stimoli sull'intera superficie corporea. Una volta rilevato uno stimolo, i vari recettori mandano impulsi lungo i nervi sensitivi che formano le radici posteriori del midollo spinale. Gli assoni che collegano i recettori tattili al midollo spinale sono grosse fibre mielinizzate che veicolano l'informazione dalla periferia alla corteccia cerebrale in modo estremamente rapido. Il freddo, il caldo e il dolore sono invece rilevati da sottili assoni con terminazioni "nude" che trasmettono il segnale molto più lentamente. I recettori termici mostrano anche il fenomeno dell'**adattamento** (vedi l'esperimento nel riquadro). Esistono delle stazioni di relé a livello del midollo e nel talamo, che proietta infine all'area sensitiva primaria della corteccia, la **corteccia somatosensitiva**. I nervi si incrociano sulla linea mediana cosicché il lato destro del corpo è rappresentato nell'emisfero sinistro e il lato sinistro nell'emisfero destro.



Un esperimento sull'adattamento alla temperatura

È un esperimento semplicissimo. Occorre una barra metallica lunga circa un metro, come un porta asciugamani, e due bacinelle d'acqua, una calda e una fredda. Mettete la mano sinistra in una bacinella e la destra nell'altra e tenetele entrambe immerse per almeno un minuto. Togliete quindi le mani dall'acqua, asciugatele velocemente ed afferrate la barra metallica. Le due estremità della barra vi sembreranno avere temperatura diversa. Perché?

Le afferenze somatiche sono "mappate" in modo sistematico sulla corteccia somatosensitiva in modo da formare una **rappresentazione della superficie corporea**. Alcune parti del corpo, come la punta delle dita e la bocca, hanno una maggiore densità di recettori e, in misura corrispondente, un maggior numero di nervi sensitivi. Altre zone, come la schiena, possiedono un minor numero di recettori e di nervi. Ciò nonostante, nella corteccia somatosensitiva, la densità neuronale



Le vie ascendenti del dolore provenienti da una zona del midollo spinale (in basso) raggiungono varie aree del tronco e della corteccia compreso il cingolo anteriore (ACC) e l'insula.

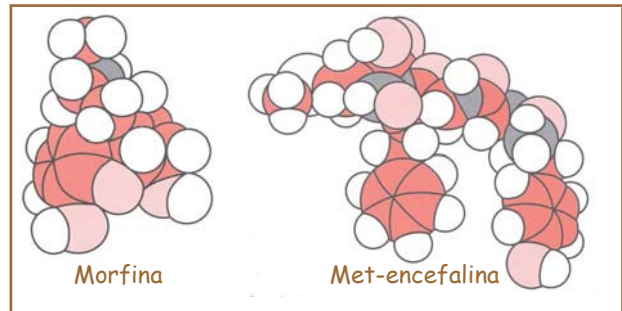
Questa seconda via proietta ad aree diverse dalla corteccia somatosensitiva, fra le quali la **corteccia cingolata anteriore** e la **corteccia dell'insula**. In esperimenti di neuroimmagini rilevate sotto ipnosi, è stato possibile separare la pura sensazione del dolore dalla sua qualità di 'fastidio'.

I soggetti, con le mani immerse in acqua bollente, tanto da provare dolore, sono stati sottoposti ad una suggestione ipnotica di aumentata o diminuita intensità del dolore o del fastidio da questo provocata. Utilizzando la tomografia ad emissione di positroni (PET), si è visto che durante i cambiamenti di percezione dell'intensità del dolore avveniva un'attivazione della corteccia somatosensitiva, mentre l'esperienza di fastidio era accompagnata da attivazione della corteccia cingolata anteriore.

Vivere senza dolore?

Considerando il nostro desiderio di evitare le fonti di dolore, come il dentista, potreste credere che vivere senza dolore sarebbe un bene. Non è così. Una delle funzioni chiave del dolore è insegnarci ad evitare situazioni che provocano dolore. I potenziali d'azione nelle vie nocicettive che giungono al midollo spinale evocano riflessi automatici di difesa, come quello di allontanamento, e ci forniscono anche informazioni per imparare ad evitare situazioni pericolose.

Un'altra funzione chiave del dolore è l'inibizione dell'azione: il riposo dopo un danno tissutale consente infatti la guarigione. Naturalmente, in alcune situazioni, è importante che l'azione e la reazione di fuga non vengano inibite. Per questo l'evoluzione ha favorito i processi fisiologici che possono sia inibire che aumentare il dolore. Il primo di questi meccanismi modulatori ad essere scoperto è stato il rilascio di **analgesici endogeni**. Per il verosimile rilascio di tali sostanze, in condizioni potenzialmente traumatiche, come durante una battaglia, la percezione del dolore viene soppressa in misura sorprendente. Esperimenti su animali hanno mostrato che la stimolazione elettrica di zone cerebrali quali il grigio periacqueduttale causano un innalzamento della soglia del dolore per mediazione di una via discendente dal mesencefalo al midollo spinale.



In questo processo sono coinvolti numerosi trasmettitori chimici tra cui gli oppioidi endogeni come la **met-enkefalina**. Essi agiscono sugli stessi recettori cui si lega la morfina, soppressore del dolore.

Il fenomeno opposto di incremento della percezione dolorifica è detto **iperalgia**. Esso causa un abbassamento della soglia e un aumento dell'intensità del dolore. A volte si avverte come un ampliamento della zona dolente o persino dolore in assenza di stimoli nocicettivi. Questo può costituire una grave condizione clinica. L'iperalgia coinvolge sia i recettori periferici che fenomeni più complessi a vari livelli delle vie nocicettive ascendenti. Questi comprendono l'interazione chimica fra stimoli eccitatori e inibitori. L'iperalgia osservabile negli stati di dolore cronico deriva da un aumento degli stimoli eccitatori e da una depressione di quelli inibitori. Questo è per lo più dovuto a mutamenti nella risposta dei neuroni che elaborano le informazioni percettive. Modificazioni importanti si verificano nelle molecole dei recettori che mediano l'azione dei neurotrasmettitori. Ma nonostante i grandi progressi nella comprensione dei meccanismi cellulari dell'iperalgia, il trattamento clinico del dolore cronico è ancora del tutto inadeguato.

Frontiere della ricerca



La Medicina Tradizionale Cinese impiega l'"agopuntura" per alleviare il dolore. Si utilizzano aghi sottili, inseriti nella cute in punti particolari siti lungo i "meridiani". Gli aghi vengono poi ruotati o fatti vibrare dal terapeuta. Questa tecnica è certamente in grado di alleviare il dolore ma, fin'ora, nessuno ne sa spiegare il motivo.

Quarant'anni fa, in Cina, è stato istituito un laboratorio di ricerca per scoprire come funziona l'agopuntura. I risultati emersi indicano che lo stimolo elettrico ad una data frequenza di vibrazione innesca il rilascio di oppioidi endogeni detti endorfine, quali la met-enkefalina, mentre lo stimolo ad un'altra frequenza attiva un sistema sensibile alle dinorfine. Questi studi hanno condotto allo sviluppo di un'economica macchina per agopuntura (a sinistra) che può essere usata a scopo analgesico invece dei farmaci. Due elettrodi vengono posizionati in corrispondenza dei punti "Hegu" della mano (a destra), ed un altro nel sito dolente.