

LEZIONE 8**LA SENSAZIONE****IL SISTEMA SENSORIALE**

Il sistema sensoriale è costituito da tutte le terminazioni nervose afferenti, le vie afferenti, i neuroni coinvolti nella modulazione delle informazioni sensoriali, le aree del sistema nervoso centrale a livello della corteccia.

La **sensazione** è il riconoscimento di uno stimolo, la presa di coscienza dell'interazione stimolo-recettore, quindi se abbiamo la coscienza siamo arrivati a livello della corteccia cerebrale.

In alcuni testi sensazione e percezione sono sinonimi, in altri si distingue la sensazione come riconoscimento dello stimolo, presa di coscienza dell'interazione stimolo recettore e la **percezione** come la sensazione dopo che è stata paragonata a qualcosa di appreso in precedenza, cioè un'interpretazione della sensazione.

La percezione è uno stadio successivo all'arrivo dell'informazione alla corteccia sensoriale.

Appoggiare la mano sul banco è una sensazione di tatto, la percezione è capire che quello è un banco specifico (ad esempio è il banco dell'aula Fazzari). La percezione è abbinare qualcosa, può essere definita come qualcosa di superiore. Nessuna sensazione, eccetto la prima volta che l'abbiamo, è staccata da una percezione perché tutto quello che ci circonda e con cui abbiamo interagito in qualche modo lo abbiamo in memoria, nei nostri circuiti di apprendimento e di attenzione. Per noi è difficile avere informazioni che rimangono solo come un circuito nervoso che ti porta l'informazione.

Estesia: termine clinico per la sensazione.

Anestesia: mancanza di sensazione.

Parestesia: sensazione spontanea anormale.

Cinestesia: sensazione di movimento.

Parlando di fisiologia soggettiva, uno stesso stimolo può generare una serie di processi neurofisiologici che danno luogo ad una sensazione, ma in grado di produrre diversi significati percettivi.

Se tutti guardiamo un oggetto, non abbiamo la stessa percezione devo dire che uno è nel giusto e uno sta sbagliando. Ciò dipende dalla rielaborazione delle nostre informazioni. Questi studi sono stati fatti soprattutto con le immagini. Persone differenti o anche la stessa persona in momenti diversi possono avere informazioni differenti ma ciò rientra nella fisiologia.

Immagine a due vie: uno stesso stimolo genera una serie di processi neurofisiologici che danno luogo ad una sensazione ma è in grado di produrre diversi significati percettivi.

Ad esempio un'immagine a due vie per qualcuno può sembrare un coniglio che mangia l'erba, per qualcun altro può sembrare un'anatra messa in una posizione particolare.

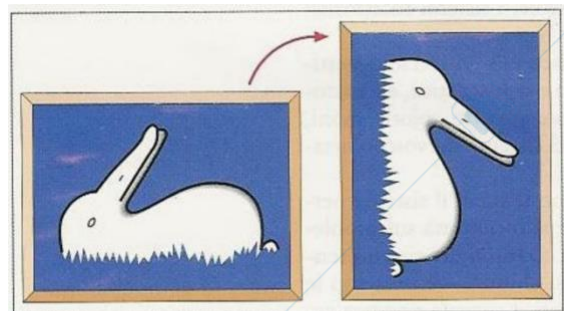


Figura 7.1
L'"anatraconiglio". Immagine a due vie disegnata da Jastrow e pubblicata per la prima volta nel 1900. Focalizzando diversamente l'attenzione possiamo interpretare in due modi la stessa immagine, mentre non riusciamo ad osservare le due immagini contemporaneamente.

Illusione ottica: può essere una cattiva lettura degli stimoli visivi, i movimenti oculari, guidati da alcuni particolari del disegno, portano la nostra mente ad una valutazione sbagliata.

La *percezione* non è un meccanismo passivo fedele dei dati oggettivi (come la sensazione) ma dipende anche da *attenzione* e *memoria*.

In assenza di stimoli esterni il soggetto rivolge attenzione agli stimoli interni al proprio corpo (ritmo respiratorio, battito cardiaco..) e ciò produce rilascio di endorfine e riduzione di ansia e depressione.

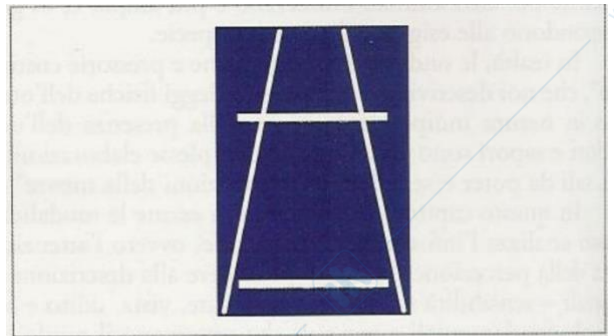
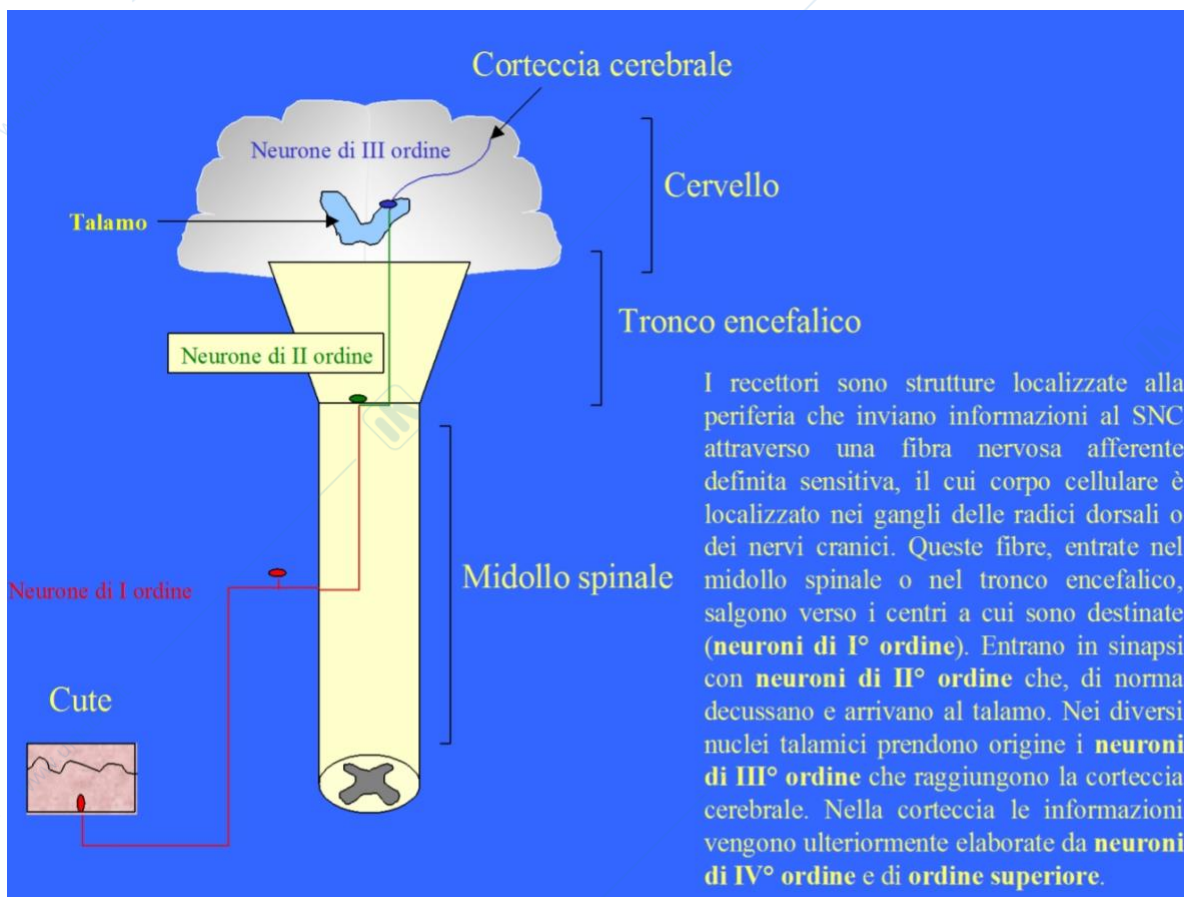


Figura 7.2
L'“illusione del binario”. L'effetto ottico prodotto dalle due linee oblique convergenti, fa apparire il segmento in basso più corto, rispetto a quello in alto, parallelo. In realtà i due segmenti sono perfettamente uguali.



Dimensioni o attributi della sensazione

Se la sensazione la definisco come l'arrivo a livello di coscienza e la studio attraverso un circuito nervoso dovrebbe essere uguale per tutti, però l'elaborazione può variare da una persona all'altra.

Ritorniamo alla fisiologia oggettiva: per studiare una sensazione si devono definire le dimensioni o attributi della sensazione.

- **Modalità o qualità:** che mi indicano il tipo di sensazione.
- **Localizzazione:** che è la consapevolezza del luogo in cui c'è stata l'interazione stimolo-recettore.
- **Intensità:** che è la forza con cui si percepisce lo stimolo.
- **Durata:** che è la dimensione temporale della sensazione.
- **Componente affettiva o emozionale.**

Alla base della sensazione c'è la risposta del recettore, ma la sensazione non è una semplice copia dell'interazione stimolo-recettore; perché lo stimolo-recettore è in periferia e per arrivare alla corteccia avrà all'interno del sistema nervoso modulazioni, inibizioni ed eccitazioni quindi andrà ad interagire con altre informazioni e può non essere esattamente quello che succede in periferia.

Ad esempio ci possiamo isolare dal rumore circostante se ci interessa sentire la voce di una persona, anche con la confusione intorno riusciamo a sentire solo quella, ma i nostri recettori vengono comunque stimolati.

Modalità o qualità della sensazione

Vuol dire il *tipo di sensazione*, è legata al tipo di energia dello stimolo, in grado di isolare un unico tipo di recettore: *stimolo adeguato* e quindi ogni recettore ha il suo stimolo adeguato e da ogni recettore avrà una specifica sensazione.

A livello dell'orecchio ci sono le informazioni che arrivano a stimolare i recettori in periferia, poi attraverso meccanismi di modulazione del sistema nervoso centrale ci sono dei blocchi, delle inibizioni sulle nostre informazioni perché volontariamente riesco a isolarmi e quindi a sentire soltanto un tipo di informazione oppure ad essere più predisposto a una sensazione rispetto ad un'altra.

Le sensazioni somatiche sono:

- I cinque sensi classici (gusto, olfatto, udito, tatto, vista)
- Equilibrio
- Nocicezione
- Propriocezione
- Termocezione

Ogni modalità ha a sua volta delle sub-modalità.

Per quanto riguarda il gusto: dolce, l'amaro, il salato, l'acido e l'*umami*. L'*umami* deriva dal giapponese e significa delizioso ed è il senso (informazione) che ci viene dai cibi molto ricchi di glutammato. Si pensava che ce l'avessero sviluppato solo le popolazioni orientali che utilizzano cibi in cui c'è la soia che è ricca di glutammato. Adesso con la globalizzazione dell'alimentazione anche nelle altre popolazioni è stato riconosciuto che ci sono dei recettori particolarmente sensibili al glutammato. Esso è un amminoacido e un neurotrasmettitore importante. In Italia era stata abolita per un periodo perché era una delle componenti dei dadi da cucina e poteva causare allergia.

Nel gusto potremmo mettere delle submodalità intermedie poiché quando introduciamo un cibo, siccome nelle papille gustative ci sono recettori per tutte le submodalità, abbiamo una sensazione di gusto costituita da diverse submodalità in cui una può predominare oppure no.

Nella vista riconosciamo i colori, il movimento, il chiaroscuro e sono tutte submodalità.

Tutte le sensazioni hanno delle submodalità.

Il sistema nervoso ha due meccanismi per trasmettere informazioni sulla modalità o qualità:

- Scarica dei potenziali o teoria del pattern.

La *teoria dei pattern* oggi è momentaneamente messa da parte a favore della teoria della linea marcata.

➤ Specificità del recettore o teoria della linea marcata o attivata.

Alla teoria della linea marcata è collegata la definizione di stimolo adeguato. Ogni recettore è sensibile a una ristretta gamma di energia.

Lo *stimolo adeguato* è la forma di energia a cui la terminazione afferente risponde della funzione normale con la soglia più bassa.

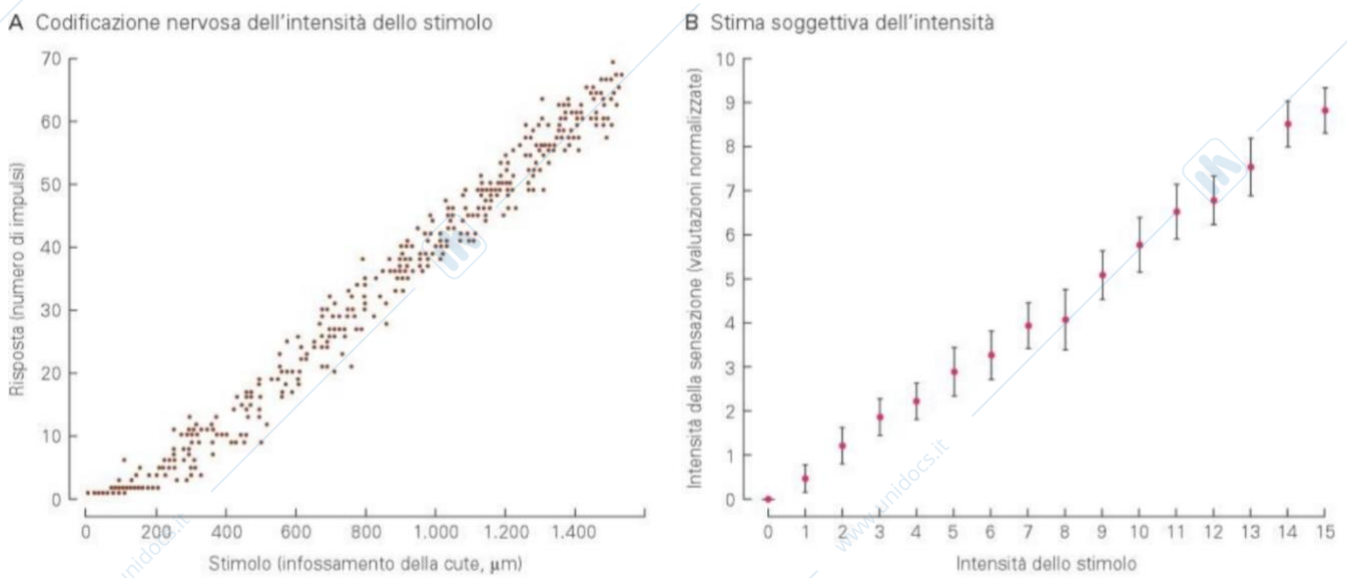
La modalità dipende dalla terminazione afferente che viene attivata dallo stimolo adeguato che a sua volta attiva la via sensoriale ad esso collegato, cioè collegato alla prima cellula nervosa.

Intensità della sensazione

L'intensità è la *forza percepita dallo stimolo*, che dipende dalla frequenza di scarica dei neuroni e da quante fibre attivate per quella determinata sensazione.

Quindi alla base della discriminazione sensoriale dell'intensità ci sono due codici:

- *Codice di frequenza*: del neurone afferente primario.
- *Codice di popolazione*: numero di fibre attivate simultaneamente.



Se io faccio una pressione con forza maggiore si attivano più recettori, quindi ho una curva intensità/risposta.

Se io prendo 10 individui e a tutti faccio la stessa pressione, ad esempio metto loro un peso su una mano e via via lo aumento, tutti mi diranno che il peso sta aumentando.

Aumentando l'intensità dello stimolo per esempio tattile entro una determinata fase aumenta la risposta dell'individuo.

Proprio sull'intensità della stimolazione si basa quella che è chiamata la psicofisica, cioè l'analisi quantitativa dei processi sensoriali che attraverso leggi matematiche descrive fenomeni sensoriali.

La psicofisica studia la relazione tra stimoli fisici e risposte dell'organismo da essi provocate.

Gli studi vengono fatti su comparazione per capire se l'individuo continua ad avere quelle informazioni sull'intensità, se il sistema sensoriale funziona bene.

L'importante da sapere è che noi non siamo dei misuratori diretti d'intensità ma riusciamo a discriminare fra intensità diverse, quindi se metto dei pesi diversi sulla mani dell'individuo non mi dirà il peso dell'oggetto, ma mi dirà che c'è una differenza di peso fra i due oggetti.

Valutazione assoluta e relativa della sensazione; ad esempio tra due pesi ci deve essere una determinata percentuale di differenza per sentirli come diversi. Siamo capaci di discriminare una differenza di peso intorno al 3% in media.

Esempio: intensità dello stimolo (peso, brillantezza) e l'intensità della sensazione da esso suscitata.

L'intensità dello stimolo può essere misurata fisicamente mentre l'intensità della sensazione dipende dalla risposta dell'individuo, è cioè fisiologia soggettiva.

Durata della sensazione

La durata è *il tempo in cui si risente della sensazione*, non coincide necessariamente con la durata dello stimolo. Dipende dall'adattamento del recettore e dalle modificazioni che l'informazione subisce nella via sensoriale.

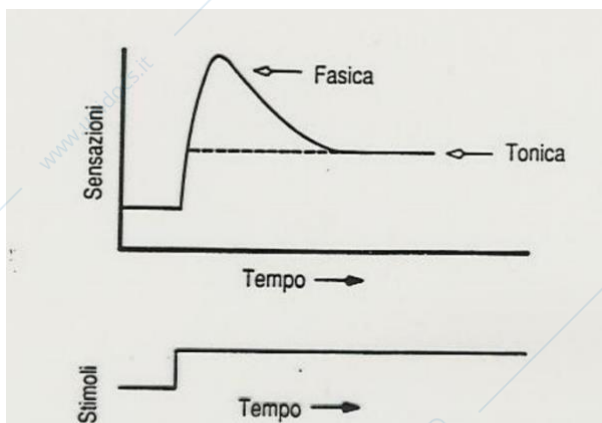


Figure 13-10 Decorso temporale dell'intensità della sensazione dopo applicazione di una variazione a gradino nello stimolo, che mostra una risposta fasica che si adatta e una risposta tonica che non si adatta.

Sensazione caratterizzata da quanto e quanto velocemente la componente fasica e tonica si adattano.

Se per il mio tipo di sensazione utilizzo soltanto recettori a rapido adattamento, sarà molto probabile che la mia sensazione sia una sensazione che mi dà informazioni all'inizio del cambio quando interagisco con lo stimolo e non che prosegue.

La propriocezione è una sensazione che segue abbastanza fedelmente e che ho continuamente.

La durata dipende dalle componenti fasiche e toniche e dall'adattamento di queste.

Componente affettiva o emozionale della sensazione

L'interazione stimolo-recettore e la via nervosa sarà uguale in tutti gli individui più o meno, ma la componente emotiva può variare ed è lo stato emotivo in cui ci troviamo nel momento in cui interagiamo con uno stimolo.

La componente affettiva o emozionale, che coinvolge anche il sistema nervoso autonomo e le nostre reazioni, è importante perché è fondamentale per una sensazione somatica di base che è il dolore. Il dolore modifica come noi interagiamo con le altre sensazioni.

Se una persona ha un dolore e apre la finestra, questa persona avrà una componente affettiva diversa che quando è rilassata. La componente affettiva non ha un circuito nervoso semplice, ma accompagna tutte le nostre sensazioni.

Localizzazione della sensazione

La localizzazione è quella dimensione della sensazione che mi permette di localizzare uno stimolo.

Viene definita come la presa di coscienza dell'interazione stimolo-recettore; essa è dunque la *consapevolezza di dove è avvenuta l'interazione stimolo-recettore*. È una proiezione della corteccia.

I sistemi sensoriali presentano un'organizzazione topografica; i rapporti dei recettori in periferia sono ripetuti a livello centrale: tutta la sensibilità somatica, in maniera specifica il tatto, ha una *mappa somatotopica* e anche per la vista abbiamo che il campo visivo ha una *mappa retinotopica*.

Questo vuol dire che anche ad occhi chiusi, noi possiamo toccare un oggetto utilizzando appunto il tatto e descriverlo poiché sentiamo dove questo oggetto interagisce con la parte del nostro corpo. È una proiezione fatta dalla corteccia, quindi bisogna che l'informazione arrivi a livello corticale. Non tutte le parti del nostro corpo sono però così ben rappresentate a livello della corteccia. Per parlare di localizzazione ciò è importante perché possiamo capire dove abbiamo l'interazione stimolo recettore e dunque dare una risposta più precisa.

Alla base della localizzazione vi è il campo recettivo definito campo recettoriale, che è la *regione spaziale in cui l'applicazione di uno stimolo induce la risposta di un neurone afferente*.

Esso rappresenterebbe quell'area di cute dove, se applico una pressione in un punto preciso, posso immaginare che al di sotto di tale punto ci siano le terminazioni, ossia l'arborizzazione della parte più periferica della fibra afferente.

Dove lo stimolo interagisce avremo il fenomeno di *trasduzione*, seguito dalla *codificazione* esattamente su quella cella nervosa.

Quindi il campo recettivo è pertanto il punto di interazione stimolo-recettore.

All'interno dei campi recettoriali vi sono sensibilità diverse. Il campo recettoriale non presenta una forma ben definita, in quanto non posso rappresentare la cute come se fosse suddivisa in tanti quadretti che andrebbero a formare una griglia; e soprattutto i campi recettivi presentano delle aree di sovrapposizione.

Quindi se con la stessa intensità di stimolazione vado ad interagire con il centro del campo recettoriale o con la periferia, avrò una risposta diversa a seconda della zona interessata, diciamo che il campo recettoriale è più sensibile al centro. Inoltre essendoci sovrapposizione, considerando che la cute è un qualcosa di integro e continuo, quando noi facciamo pressione, essa risentirà dello stimolo e si deformerà di più dove lo stimolo interagisce ma avrà certamente una deformazione anche intorno, quindi un singolo stimolo va ad interagire con più campi recettoriali; solamente che quello colpito più centralmente darà una risposta maggiore.

Ciò è importante perché soprattutto a livello del tatto e delle parti più sensibili che noi abbiamo, cioè i polpastrelli, questa organizzazione ci permetterà di esplorare toccando; esploriamo infatti, oltre che con la vista, principalmente con le mani.

Se per esempio viene chiesto di descrivere il bordo del banco, quello che andremo a fare non è altro che passare ripetutamente i polpastrelli delle dita, facendo dei movimenti lungo tale bordo e dunque anche ad occhi chiusi saremo in grado di descrivere com'è quel bordo. Questo è proprio dovuto alla nostra capacità e sensibilità tattile, la quale è elevata soprattutto a livello della mano. È un requisito molto importante avere sia la capacità di movimento a livello della mano, sia la sensazione perché una è unita all'altra.

La localizzazione è quindi ciò che mi permette di avere questa specificità.

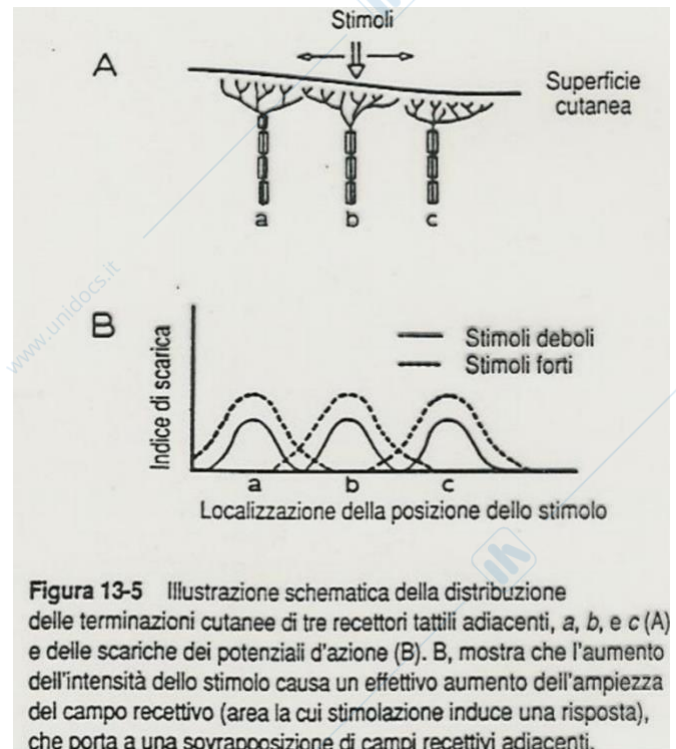


Figura 13-5 Illustrazione schematica della distribuzione delle terminazioni cutanee di tre recettori tattili adiacenti, a, b, e c (A) e delle scariche dei potenziali d'azione (B). B, mostra che l'aumento dell'intensità dello stimolo causa un effettivo aumento dell'ampiezza del campo recettivo (area la cui stimolazione induce una risposta), che porta a una sovrapposizione di campi recettivi adiacenti.

Il *campo recettoriale primario* è quello del primo neurone della via sensoriale, del più periferico, poi campo recettoriale di ordine superiore. Il campo recettoriale ha determinate caratteristiche: dimensione, sovrapposizione, sensibilità allo stimolo.

Si parla di campo recettoriale primario quello del primo neurone della via sensoriale perché l'informazione non arriverà alla corteccia attraverso un unico neurone, ma avremo più cellule neuronali che si passano l'informazione. I campi recettoriali hanno dimensione e sovrapposizione appunto caratteristiche di sensibilità allo stimolo.

La sovrapposizione è importante perché la perdita di un campo recettoriale, non mi fa perdere tutta la sensibilità in quanto le informazioni che provengono da queste cellule afferenti, sono a loro volta sovrapposte. Quindi perdere una cellula non vuol dire perdere tutta l'informazione, ma semplicemente mi giungerà meno precisa e sarà ugualmente importante per conoscere il mondo esterno e di conseguenza per le risposte che diamo a tali conoscenze.

Se ho più campi recettoriali sovrapposti, vuol dire che lo stimolo sarà più forte?

No. Certamente se applico una stimolazione su un'area grande della cute, in cui sono interessati più campi, avrò una sensazione più generale. Anziché fare un'applicazione più o meno puntiforme sul polpastrello, farò una pressione maggiore e risentirò di una pressione più generalizzata. Siccome i campi recettoriali sono più sensibili al centro che alla periferia, più l'informazione è puntiforme maggiore sarà la capacità di discriminarla. Se infatti proviamo a toccare un tessuto, siamo capaci di riconoscerne le caratteristiche. Perdere dunque la sensibilità della mano rappresenta una privazione molto importante.

Parlando sempre di localizzazione, si può parlare anche di acuità, ossia della *precisione della localizzazione di uno stimolo*, e di discriminazione spaziale, intesa come la *capacità di distinguere due stimoli l'uno dall'altro quando cadono su punti vicini*.

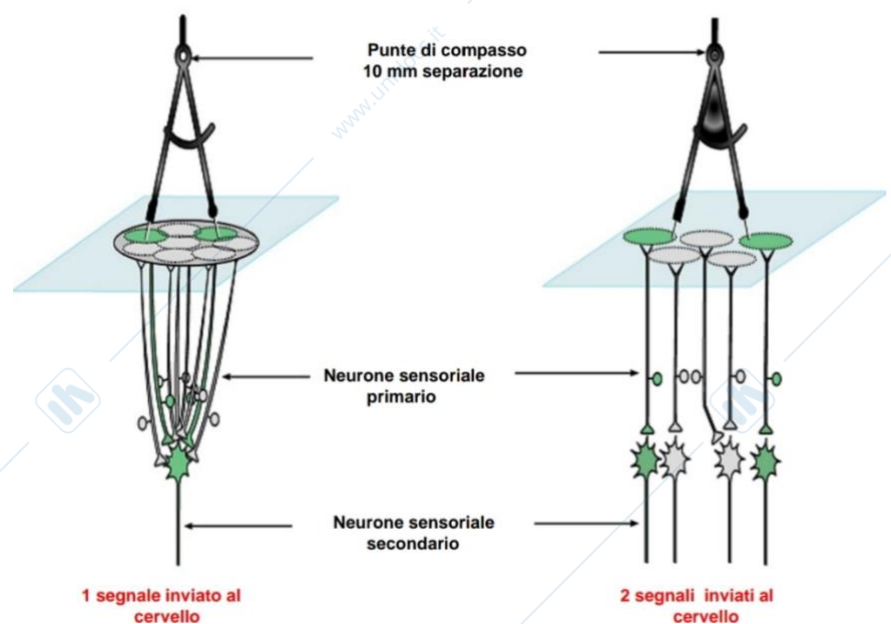
Maggiore è l'acuità, migliore è la discriminazione spaziale, più saremo capaci di descrivere un oggetto semplicemente toccandolo con le mani.

Maggiore inoltre sarà la sensibilità, maggiore sarà quindi la capacità di movimento.

Per capire se un individuo ha perso la sensibilità vengono fatte delle prove di stimolazione, dai medici in modo particolare, utilizzando dei compassi con punte smussate che posso regolare ad una certa distanza.

Sapendo la distanza tra i due punti, andrò a stimolare punti della cute in parti diverse del corpo e chiederò alla persona se percepisce tali stimoli come distinti o invece come un singolo stimolo. Tale esperimento però non è facile da poter rifare poiché, dal momento che una delle caratteristiche della sensazione è anche la *durata*,

ossia il tempo dello stimolo, se non si è precisi nell'applicare la stimolazione esattamente nello stesso momento, qualunque sia la zona del corpo che andremo a stimolare, sentiremo sempre i punti come due. Questo perché vi è una *variazione temporale*.



Se invece tali prove vengono fatte in diverse parti del corpo, applicando due punte del compasso, che rappresentano i due stimoli, si può osservare che tutti gli individui hanno una discriminazione spaziale a livello dei polpastrelli delle dita e nella zona intorno alle labbra intorno ai 2-3 mm.

Se lo stesso esperimento viene fatto a livello ad esempio, del dorso, della gamba o anche del braccio, la capacità di distinguere due punti come distinti, varia anche per diversi centimetri.

Questo per due motivi: il primo perché i campi recettoriali sono molto più grandi a livello del dorso o braccio rispetto al polpastrello, e secondo perché abbiamo a livello delle parti maggiori del nostro corpo dei fenomeni di convergenza, mentre non sussistono nella mano o nel piede.

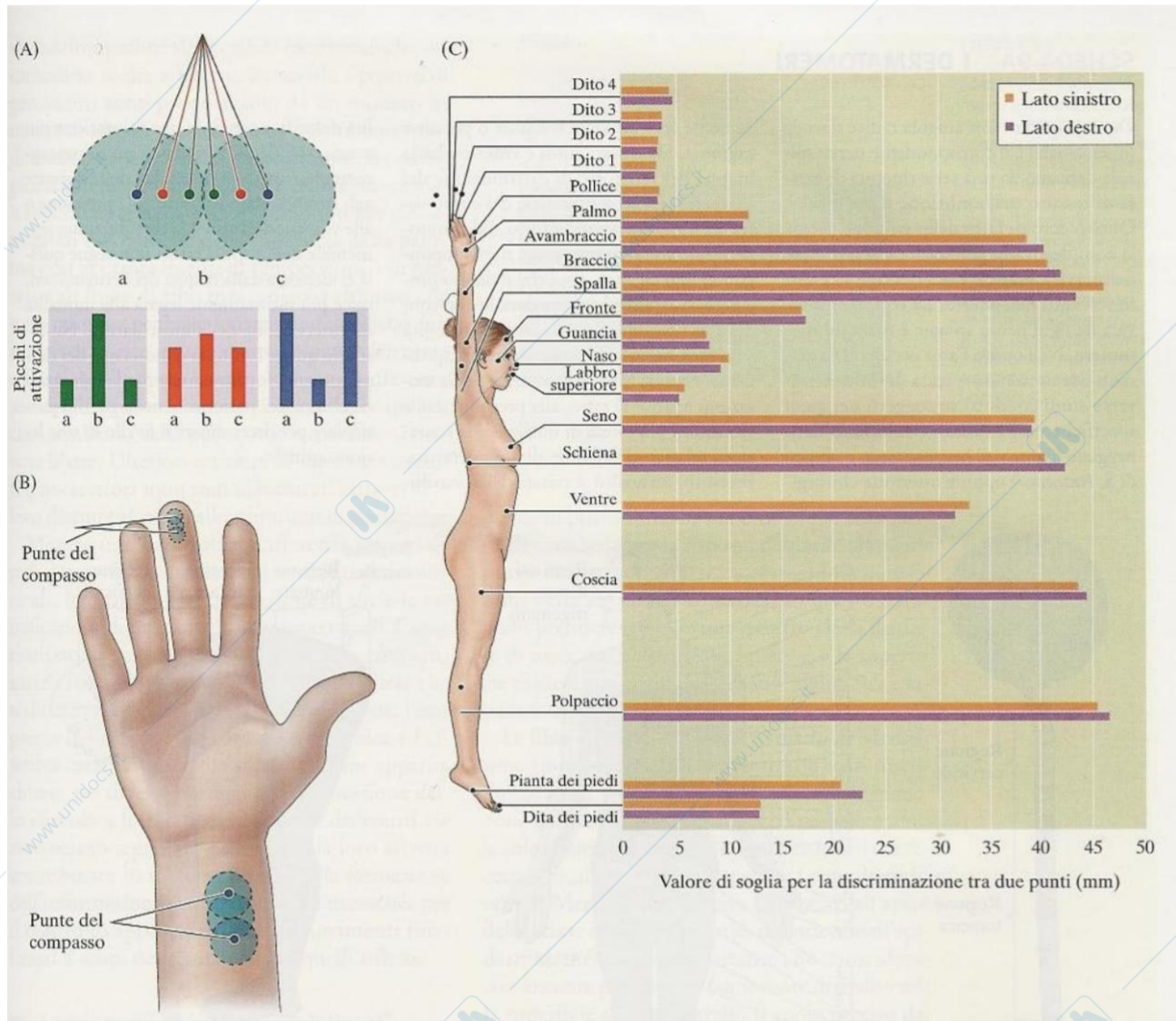


Immagine: campi recettoriali e livello di soglia di discriminazione tattile tra due punti.

- (A) Modalità di attivazione di fibre afferenti meccanosensoriali con campi recettoriali sovrapposti a, b e c a livello cutaneo. Quando due stimoli di discriminazione tra due punti sono molto vicini (pallini centrali e primo istogramma), esiste un solo punto di attivazione neuronale, con attivazione a carico principalmente delle afferenze di tipo b. Nel caso in cui gli stimoli siano più distanti (due pallini vicini a quelli centrali e istogramma centrale), aumenta l'attività delle afferenze di tipo a e c e decresce in b.

A una certa distanza tra i due punti (pallini esterni e ultimo istogramma), l'attività in a e in c diventa superiore rispetto a quella in b fino a che possono essere identificati due punti distinti di stimolazione. Questa attività differenziale forma la base della soglia media di discriminazione tra due punti.

- (B) Il valore soglia della discriminazione tra due punti nelle dita è molto più basso che nel polso a causa delle diverse dimensioni dei campi recettoriali afferenti. La distanza di separazione necessaria per attivare due distinti punti di attivazione neuronale delle afferenze che innervano il polso è maggiore rispetto a quella necessaria per le afferenze che innervano i polpastrelli.
- (C) Differenze nel valore di soglia della discriminazione tra due punti nelle diverse parti del corpo. La sensibilità somatica è molto più alta nelle dita della mano e del piede e nella faccia che nelle braccia, gambe e dorso.

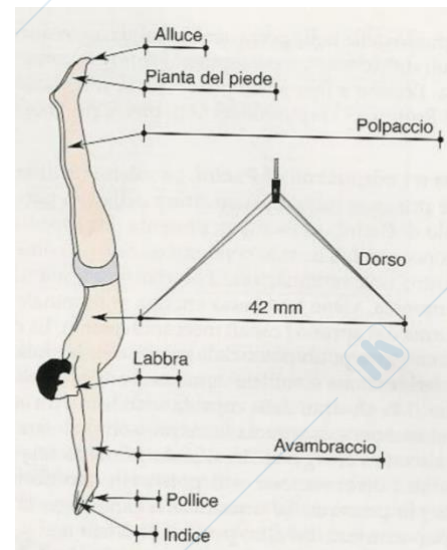
Discriminazione di due punti sulla superficie del corpo

Le coppie di punti indicano la distanza necessaria per discriminare tra due punti che toccano il vostro corpo simultaneamente.

Si noti la sensibilità dei polpastrelli rispetto a quella del resto del corpo.

L'acuità è determinata da diversi fattori neurofisiologici:

- Ampiezza del campo recettivo
- Densità dell'innervazione
- Convergenza con rapporti bassi
- Inibizione laterale: aumenta l'acuità aumentando la precisione di localizzazione migliorando la soglia dei due punti e enfatizzando il contrasto del bordo.



Che cos'è un fenomeno di convergenza? La *convergenza* si ha quando ho tanti campi recettoriali, ciascuno con la sua fibra afferente (siamo nella sensazione somatica, quindi nel tatto) dunque sono tutti neuroni pseudounipolari a T con il corpo cellulare a livello dei gangli delle radici dorsali, che convergono su un'unica cellula nervosa dalla quale poi passerà su di un'altra fino a giungere alla corteccia.

Abbiamo detto che la localizzazione è una proiezione della corteccia che rimanda lo stimolo in periferia, cioè localizza l'informazione in periferia.

È evidente che, siccome per le cellule nervose l'unico modo di comunicazione sono i potenziali di azione, se più informazioni convergono su un'unica cellula e poi questa porta avanti il messaggio, qualunque sia il punto stimolato, ci sarà una proiezione in tutta la zona interessata. Sia che prenda il campo recettoriale più estremo, sia quello più centrale, tutte le informazioni arrivano attraverso un'unica cellula nervosa quindi non c'è differenza.

Se invece la stimolazione andrà ad interessare due campi recettoriali che poi invieranno le loro informazioni senza però fenomeno di convergenza, allora andrò ad eccitare un punto preciso della corteccia per il primo campo recettoriale ed un punto per il secondo campo recettoriale; si avranno dunque proiezioni diverse. Per avere quindi poi la localizzazione precisa, occorre che ci siano i neuroni afferenti e che la corteccia cerebrale sia ben funzionante. Dunque si osserva cosa può fare un evento di convergenza.

Il discorso relativo alla sensazione e al movimento è abbastanza chiaro perché sicuramente abbiamo una capacità di movimenti raffinati nella mano e nel piede, ma sicuramente non saremmo capaci di compiere movimenti raffinati con il braccio e l'avambraccio. Possono invece compiere movimenti raffinati tutte

quelle zone della faccia per la mimica facciale, quindi vi è di nuovo questa corrispondenza sensazione-movimento.

Non ci sono differenze di acuità nella discriminazione spaziale tra uomo e donna, nemmeno tra lato destro e lato sinistro evidenti sia che si usi la mano destra principalmente che la sinistra. Vi sono però grandi differenze tra le diverse parti del corpo, soprattutto tra la mano e la faccia.

L'indice è stato provato che tra le dita è quello che ha la maggior capacità di discriminazione spaziale di localizzazione.

Questa acuità è determinata quindi da diversi fattori neurofisiologici che abbiamo elencato prima: ampiezza del campo recettivo, densità dell'innervazione, più campi recettoriali più fibre nervose senza fenomeni di convergenza, dunque convergenza con rapporti bassi ed infine dal meccanismo definito *inibizione laterale*.

L'inibizione laterale aumenta l'acuità, aumentando la precisione di localizzazione, migliorando la soglia dei due punti ed enfatizzando il contrasto del bordo. Noi non ce ne accorgiamo, ma definire un bordo è importante per definire appunto le caratteristiche di un oggetto. Quindi questi sono i quattro fattori neurofisiologici che ci permettono di determinare l'acuità, cioè la capacità di saper localizzare l'interazione stimolo-recettore. Il meccanismo dell'inibizione laterale è appunto quel meccanismo che, attraverso circuiti nervosi che abbiamo a livello del Sistema nervoso Centrale, poiché per i circuiti ad inibizione laterale occorre utilizzare gli interneuroni, presenti appunto solo nel SNC, quando ho una stimolazione che interessa campi recettoriali diversi, riesco ad evidenziare lo stimolo di maggior entità in maniera da arrivare a definire correttamente la soglia dei due punti oppure a capire se sto toccando qualcosa.

Figura 14.5

La grandezza del campo recettivo determina l'abilità dell'organismo di distinguere stimoli ravvicinati. In questo esperimento, due matite sono tenute insieme, in modo che le punte si trovino sullo stesso piano e vengano a toccare la pelle delle dita o dell'avambraccio. Ciascun recettore del tatto innerva una piccola porzione della pelle, sulla punta delle dita, generando un piccolo campo recettivo per ciascun recettore. (B) Nell'avambraccio, i campi recettivi dei singoli neuroni sono più larghi. Le due punte di matita si trovano all'interno di un unico campo recettivo e, pertanto, non possono essere distinte.

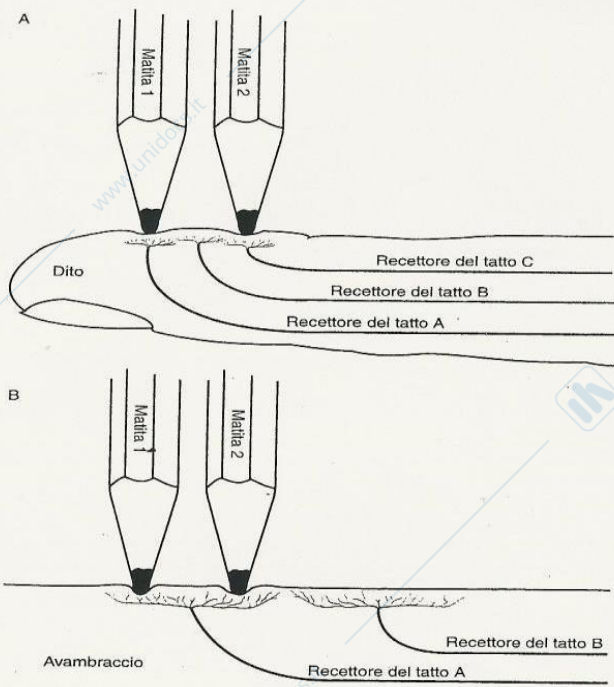
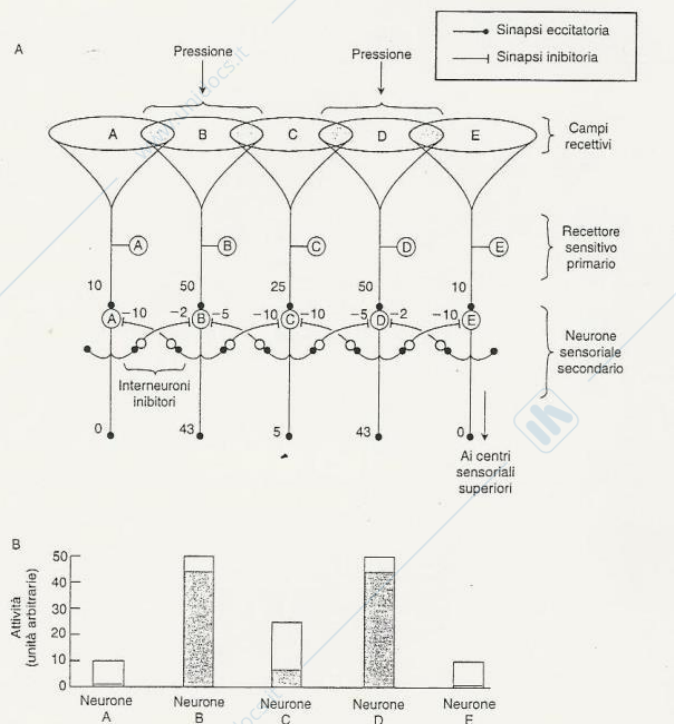


Figura 14.6

Effetto dell'inibizione laterale sulla capacità di discriminazione tra due stimoli ravvicinati, applicati alla pelle. (A) Diagramma schematico delle connessioni da cinque recettori sensitivi primari (denominati A-E) ai corrispondenti neuroni sensoriali di secondo ordine, nel sistema nervoso centrale. I campi recettivi sovrapposti dei neuroni dell'epidermide sono mostrati sopra. I numeri accanto ciascun neurone indicano la quantità di attività eccitatoria (in unità arbitrarie) prodotta dai due stimoli. (B) Un grafico a barre indica la quantità di attività nei recettori sensitivi primari (non ombreggiati) e nei neuroni secondari (in rosso).



Immagine

Nel caso in cui vada a stimolare contemporaneamente due punti sul polpastrello, aventi la stessa distanza delle due matite, andrò a stimolare centralmente due campi recettoriali (recettore del tatto A e recettore del tatto C). Però è evidente che quando vado a fare due stimolazioni sulla cute del polpastrello, si deforma anche la parte di cute attorno ai due punti stessi. Questo fa sì che due campi recettoriali siano maggiormente eccitati, quelli esterni e quello centrale sia meno eccitato. Se non avessi questo circuito conosciuto come *inibizione laterale*, avrei una sensazione più diffusa, non riconosceri i due punti, ma una deformazione della cute.

Allora è stato osservato che una volta che questi tre campi afferenti hanno eccitato tre neuroni di primo ordine diversi che non presentano fenomeni di convergenza, ed entrati nel midollo spinale, dunque nel Sistema Nervoso Centrale, si crea un circuito ad inibizione laterale: ciascuna fibra eccitata andrà ad eccitare un interneurone inibitorio che appunto inibisce le fibre afferenti che decorrono parallelamente.

La fibra afferente C avrà un circuito in cui, attraverso interneuroni inibitori, andrà ad inibire quella che si trova lateralmente, cioè la B; a sua volta essa andrà ad inibire le due fibre laterali A e C ed infine la A inibirà la B che è appunto la fibra laterale.

Il discorso è questo: una volta però che ho eccitato le fibre afferenti, quella maggiormente eccitata andrà ad inibire di più le sue laterali. Per cui se io mandassi a livello della corteccia la prima informazione, cioè l'interazione stimolo recettore, avrei solo un'informazione di cute deformata. Proseguendo lungo questi circuiti ad inibizione, il più forte inibisce il più debole; alla fine la formazione tattile della fibra B, che è stata poco stimolata ma che al contrario viene molto inibita, fa sì che alla corteccia arrivino soltanto due informazioni (A e C).

Quindi percepisco soltanto due punti; questo perché avevo tanti campi recettoriali, non ho fenomeni di convergenza ed in più attraverso interneuroni inibitori, vado ad impedire che l'informazione del recettore B arrivi alla corteccia.

Si definisce *laterale* perché ciascuna fibra nervosa inibisce le laterali che ha lungo la salita verso la corteccia cerebrale.

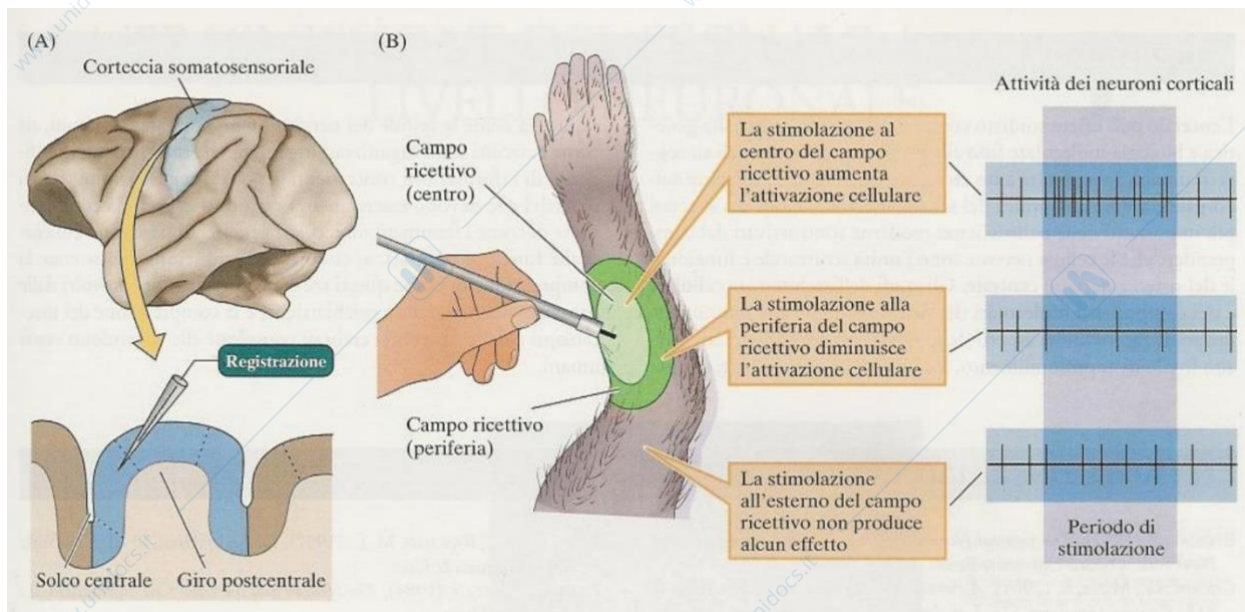
Quindi riassumendo per avere due stimoli distinti, devo avere due campi recettoriali diversi, non ci deve essere convergenza e il fenomeno dell'inibizione laterale deve far sì che prevalga quello che è stato maggiormente stimolato.

Ad esempio, ho stimolato al centro due campi recettoriali e molto in periferia il terzo, nel corso del circuito arriveranno alla corteccia solo due informazioni mentre non arriverà la terza.

A livello della mano, in maniera particolare dei polpastrelli, questo è possibile, se invece la stessa distanza tra le due matite la utilizzo nell'avambraccio, i due stimoli cadranno tutti e due su un solo campo recettoriale che è talmente esteso che poco risentono quelli intorno e dunque le due pressioni delle punte delle matite le sento come un unico stimolo.

Questo perché si avrà una sommazione di informazioni che andrà ad eccitare una sola cellula afferente, ciò è importante per la nostra capacità di esplorare il mondo attraverso le mani. In questo modo si spiega perché quando si parla di **sensazione** si dice che la sensazione non è una fotocopia dell'interazione stimolo-recettore, perché quello che succede in periferia, una volta entrato nel SNC, può essere modificato perché solamente qui abbiamo interneuroni, dunque la possibilità di fare sinapsi e quindi di modulazione.

Una cosa importante da ricordare è che la prima cellula della via afferente è sempre eccitatoria, quindi una fibra nervosa eccitatoria ha bisogno di un interneurone inibitorio perché la sua informazione possa andare ad inibire un'altra cellula nervosa.



Immagine

Registrazione elettrofisiologica da singola unità da un neurone piramidale corticale, che mostra lo schema di attivazione in risposta a uno stimolo specifico a livello periferico.

(A) Tipico schema sperimentale in cui l'elettrodo di registrazione è inserito nel cervello.

(B) Definizione dei campi ricettivi neurali.

Possiamo trovare anche i cosiddetti **errori di localizzazione**: poiché la localizzazione si verifica per proiezione, senza importanza del luogo ove tale eccitazione origina, possono esserci errori.

Per esempio, quando gli assoni sono stimolati in qualsiasi punto dalla pressione, il soggetto riferisce una sensazione che nasce dai campi ricettivi degli assoni che sono stati eccitati.

Se si eccita il nervo ulnare colpendo il gomito si avverte un formicolio alla mano, se si pizzica una radice dorsale lombare per lo spostamento o rottura di un disco vertebrale viene avvertito un dolore come se si originasse dalla gamba o nel piede.

Un argomento importante relativo agli errori di localizzazione sono i **dolori riferiti**, ossia quando abbiamo informazioni dolorifiche dalle parti superficiali del corpo; non perché queste siano state attivate da stimoli dolorifici ma poiché vi sono dei circuiti particolari all'interno del nostro organismo per cui un dolore viscerale viene risentito in superficie.

Un esempio calzante è l'infarto del miocardio, che è una rottura a livello del muscolo cardiaco e si percepisce con un dolore al braccio sinistro e nella zona intorno al collo. Un dolore che sembra muscolare ma che non va confuso con un infarto. Oppure un dolore alla "bocca" dello stomaco ugualmente sembra un dolore muscolare, può invece essere un dolore con riferimento in superficie. Per cui può capitare di trovare un paziente che accusa un dolore di tipo muscolare ad un arto e si deve escludere che ci siano altre patologie in corso. Più semplicemente possiamo fare un esempio del tipo: avete battuto un gomito in uno spigolo; la sensazione viene percepita al mignolo, senza che abbia interagito con nessun stimolo. Ciò è un errore di localizzazione dovuto ad una forte percussione a livello del gomito che attiva le fibre nervose le quali generano una frequenza di potenziali d'azione. Tutta l'innervazione della mano per arrivare al midollo spinale passa dall'avambraccio, braccio e così via. Quindi vengono emesse una serie di informazioni che arrivano alla corteccia da fibre che normalmente inviano informazioni dalla mano. Quindi abbiamo la

proiezione nel punto sbagliato. Questo è un errore di localizzazione; è un'attivazione non attraverso tutti i processi, ossia non attraverso l'interessamento di tutti i recettori.

Un errore di localizzazione con cui potremmo avere a che fare, è l'*arto fantasma* (la cosiddetta *sindrome dell'arto fantasma*). Si tratta di individui che hanno subito l'amputazione di un arto, ma che tuttavia continuano a risentire la presenza dell'arto stesso.

Se una gomitata attiva in maniera inadeguata le fibre afferenti, un'amputazione vuol dire fare una lesione, ossia tagliare, interrompere tutte le vie afferenti per molto tempo. In alcuni casi queste vie afferenti tagliate continuano a sentire informazioni fino a che non sono degenerare e portano quindi a dolori. L'individuo può riferire un dolore alla mano o al piede che è stato amputato. La sindrome dell'arto fantasma ha molte conseguenze e parleremo relativamente ad essa di *plasticità corticale*.

Se si eccita il nervo ulnare, si avverte un leggero formicolio alla mano; se si pizzica una radice dorsale-lombare per spostamento/rottura del disco intervertebrale, si avverte un dolore come se si originasse nella gamba, nel piede, ma in realtà è a livello della colonna vertebrale. Andare a schiacciare un nervo, porta all'attivazione delle informazioni che provengono da quel nervo e la localizzazione viene sempre fatta in periferia. Quindi la localizzazione è la dimensione della sensazione più complessa. È una componente importante perché se non riesco a localizzare l'informazione, riuscirò ancora peggio a rispondere all'informazione stessa.

Componente affettiva: piacevolezza o meno di una sensazione. La componente emotiva contribuisce a far sentire una sensazione in maniera diversa dallo stesso individuo o da individui diversi. Non ha confini ben delineati.

Sensazione e movimento sono collegati tanto che forme di riabilitazione lavorano sulla sensazione per attivare il movimento, fra le tante teorie di riabilitazione vi è anche quella sensitivo-motoria.

Parlando di sensazione, c'è una situazione

particolare che si chiama **percezione congiunta** o **sinestesia**, in cui i meccanismi non sono ben chiari, in quanto non si tratta di daltonismo ma di una condizione particolare che hanno alcuni individui, la quale consiste nel mettere assieme più sensazioni e percezioni. Per cui sono persone che sentono i colori o che vedono i suoni o che assaporano le forme.

Per esempio vedono le lettere dello stesso colore oppure vedono un triangolo e sentono il sapore della bistecca. O ad esempio, se pronuncio un numero, vedono sempre un colore (come in figura) o se dico un numero vedono sempre una forma. Il fatto di sentire i colori, di abbinare i colori e la musica, è stata utilizzato, da parte di chi si occupa di questi studi, che pittori come Kandinskij avessero questa capacità di abbinare determinati colori o fare determinati quadri, proprio perché nella loro mente abbinavano i colori stessi alla musica e quindi i quadri rappresentavano per lui vere e proprie opere musicali. Potrebbe quindi essere legato al discorso sulla percezione congiunta.

1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	2	3	4	5	6	7	8	9
3	5	1	6	9	7	2	4	8