

LEZIONE 9

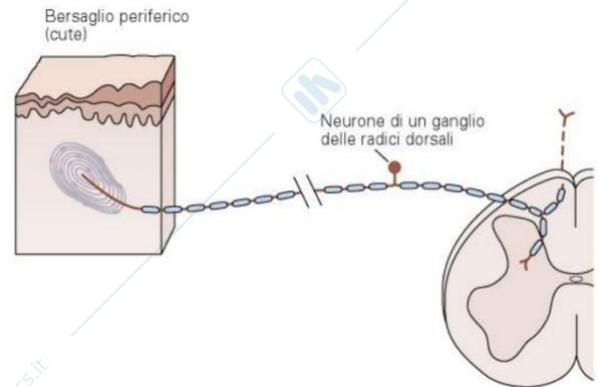
SENSIBILITÀ SOMATICA - ELABORAZIONE PERIFERICA

La sensibilità somatica nasce dalle terminazioni nervose afferenti, dalla superficie corporea, dalle pareti interne del corpo, dai muscoli, dai tendini, dalle ossa, dalle articolazioni e dal connettivo, quindi dal **soma** dell'individuo.

Indipendentemente dalle loro modalità tutte le informazioni somato-sensoriali provenienti dagli arti e dal tronco vengono ritrasmesse dai neuroni dei gangli delle radici dorsali, cioè da quei neuroni che hanno il corpo cellulare nei gangli delle radici dorsali.

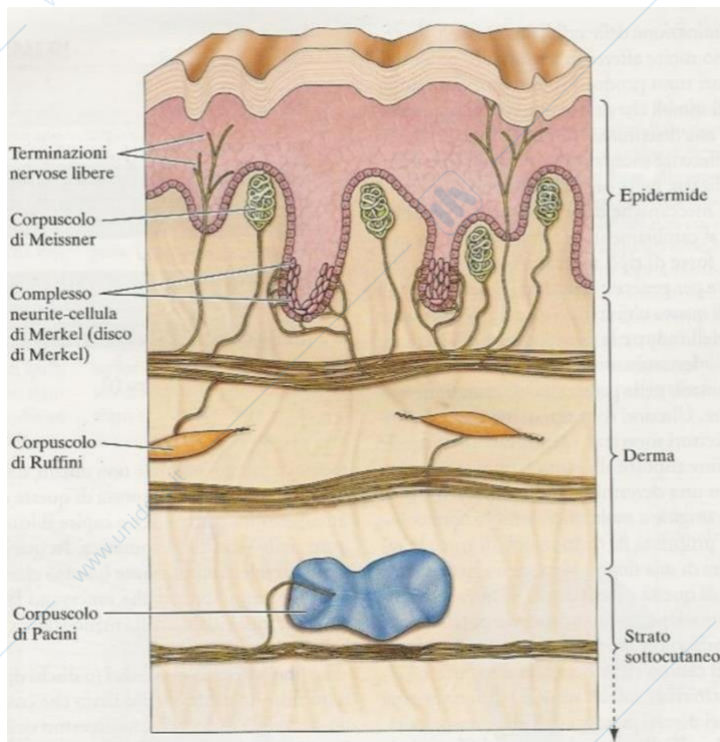
Le informazioni somato-sensoriali provenienti dalla testa, labbra, faccia, cavità orale, congiuntiva vengono trasmesse dai neuroni sensitivi del *nervo trigemino*, che sono analoghe a quelle dei neuroni dei gangli delle radici dorsali. Sono sempre cellule pseudounipolari a T che avranno però la loro prima sinapsi o la loro dislocazione a livello non del midollo spinale ma dei nervi cranici collegati al troncoencefalo.

Questo per ribadire il concetto che tutto ciò che riguarda la faccia, il collo ha una sua dislocazione per quanto riguarda sia le vie ascendenti che le vie discendenti.

**Tipi di recettore che mediano la sensibilità somatica**

Tipo di recettore	Gruppo di fibre ¹	Modalità
Meccanocettori cutanei e sottocutanei		Tatto
Corpuscolo di Meissner	A α , β	Strofinamento, tremolio
Recettore di Merkel	A α , β	Pressione, caratteristiche della superficie degli oggetti
Corpuscolo del Pacini ²	A α , β	Vibrazione
Corpuscolo di Ruffini	A α , β	Deformazione della cute
Recettori annessi ai peli robusti e della giarda	A α , β	Strofinamento, tremolio
Recettori annessi alla lanugine	A δ	Strofinamento leggero
Recettore di campo	A α , β	Deformazione della cute
Termocettori		Sensibilità termica
Recettori per il freddo	A δ	Raffreddamento della cute (25 °C)
Recettori per il caldo	C	Riscaldamento della cute (41 °C)
Recettori per il caldo intenso	A δ	Temperature molto elevate (> 45 °C)
Recettori per il freddo intenso	C	Temperature molto basse (< 5 °C)
Nocicettori		Dolore
Meccanici	A δ	Dolore puntorio, acuto
Termo-meccanici	A δ	Dolore urente
Termo-meccanici	C	Dolore da freddo intenso
Polimodali	C	Dolore urente, lento
Meccanocettori muscolari e scheletrici		Propriocezione degli arti
Terminazioni fusali primarie	A α	Lunghezza e velocità di allungamento dei muscoli
Terminazioni fusali secondarie	A β	Stiramento dei muscoli
Organo tendineo del Golgi	A α	Contrazione dei muscoli
Meccanocettori delle capsule articolari	A β	Angoli articolari
Terminazioni nervose libere sensibili allo stiramento	A δ	Stiramenti o forze eccessive

SENSIBILITÀ TATTILE



Immagine

Nella pelle sono presenti numerosi meccanocettori morfologicamente diversi. Questa rappresentazione schematica mostra la pelle liscia, priva di peli (cioè glabra) dei polpastrelli delle dita.

Parlando di sensibilità tattile o tatto, per avere appunto una sensazione di tipo tattile dovremmo avere una minima deformazione. Almeno la cute si dovrà deformare perché la parte più esterna è quella con cui interagisce lo stimolo, anche se i recettori per il tatto non sono tutti superficiali ma possono essere anche negli strati più profondi.

Se noi guardiamo qual è la soglia minima per poter attivare i recettori per il tatto nelle diverse parti del corpo, vediamo che le soglie più basse

le abbiamo a livello della faccia, della pianta del piede e della mano. Soprattutto la faccia, tutto ciò che riguarda la possibilità di interagire con l'ambiente esterno e di rispondere all'ambiente esterno. Siamo in grado di discriminare lo stimolo; abbiamo dunque una **discriminazione spaziale**. Questa si riconosce nella dimensione degli oggetti con cui si entra in contatto e nelle irregolarità delle superfici. Abbiamo invece una **discriminazione temporale** se la soglia dei due punti è la stimolazione contemporanea. Si parla quindi di **stereomiosia**. La stereomiosia è il riconoscimento delle forme; avviene a livello corticale e serve per la manipolazione di un oggetto. Si usano principalmente i recettori tattili.

Perché? Perché se io vi chiedo di maneggiare un oggetto, ci sarà una sensazione di tatto, di propriocezione. Se non si avesse l'informazione propriocettiva, non capiremmo che tale oggetto ha determinate caratteristiche rispetto ad un altro.

La sensibilità tattile è data da diversi recettori. Abbiamo cute glabra e cute con peli; anche i peli stessi ci servono perché anche loro rientrano nella sensibilità tattile. La nostra maggiore sensibilità però ce l'abbiamo nel palmo della mano.

La nostra cute presenta diversi tipi di recettori:

- **Corpuscolo di Pacini**
- **Corpuscolo di Merkel**
- **Corpuscolo di Meissner**
- **Corpuscolo di Ruffini.**

Sono i quattro recettori principali. Superficialmente troviamo i dischi o corpuscoli di Merkel e Meissner, più in basso nel derma ci sono i corpuscoli di Ruffini e a livello dell'ipoderma il corpuscolo di Pacini. Nella cute provvista di peli troviamo invece i recettori dei follicoli piliferi la cui funzione è quella di conferire movimento. Vi sono poi molte terminazioni nervose libere e in alcune zone ritroviamo anche i corpuscoli di Krause, che sono sempre a livello dell'ipoderma.

Quando si studia il tatto possiamo suddividere i quattro recettori principali (Meissner, Merkel, Pacini, Ruffini) in gruppi a seconda dell'**adattamento** e alle **dimensioni** del campo recettoriale. Per adattamento si intende la risposta del recettore allo stimolo prolungato nel tempo. Con la sigla **FA** vengono indicati i recettori ad adattamento veloce, con il numero romano **I** si indicano invece i recettori con campo recettoriale di piccole dimensioni.

Quindi Meissner e Merkel sono recettori più superficiali che hanno rispettivamente **adattamento rapido** e **adattamento lento**. Hanno campi recettoriali di piccole dimensioni, ossia sono delle aree di cute con un diametro, che può essere misurato in micron, intorno ad 1-2 mm.

Sono molto sovrapposti gli uni con gli altri. Ciò vuol dire che se si pensa al nostro polpastrello, abbiamo campi recettoriali con perimetro irregolare di diametro 1-2 mm, molto sovrapposti gli uni agli altri e con pochissimi fenomeni di convergenza. A livello terminale della falange media del dito indice, vi è una presenza di circa 140 recettori per centimetro quadro soltanto di tipo **I FA**.

Questo non vuol dire però che non ci siano gli altri tipi di recettori. Nello stesso polpastrello infatti ho una densità media di 140 recettori per cm quadro e di circa 80 recettori sempre per centimetro quadro del tipo del corpuscolo di Merkel. A livello dei polpastrelli delle dita abbiamo delle invaginazioni che vanno a costituire le impronte digitali. Questo serve proprio per aumentare, un po' come le circonvoluzioni cerebrali, la superficie e per poter permettere la presenza di tutte queste. Essendo uno ad adattamento rapido ed uno ad adattamento lento, quando vado a fare una pressione avrò un'informazione che, se prolungata nel tempo, si manterrà costante e un'informazione che invece mi avviserà del fatto che si sta verificando una variazione della zona interessata.

Il numero romano **II** invece sta ad indicare i recettori del tatto che troviamo più in profondità con campi recettoriali più grandi. Quindi un corpuscolo di Pacini, che è un recettore a rapido adattamento on/off, e un corpuscolo di Ruffini, che invece è un recettore ad adattamento lento.

Le densità di innervazione sono più basse. Se considero la mano, tra la falangetta e la falange, l'intensità di innervazione diminuisce molto. Qui i campi sono molto più grandi, di diversi centimetri.

Ciò vuol dire che un corpuscolo ha un campo recettoriale che prende tutto il dito, però ne ho a livello di quel dito almeno venti. Quindi anche in questo caso c'è sovrapposizione.

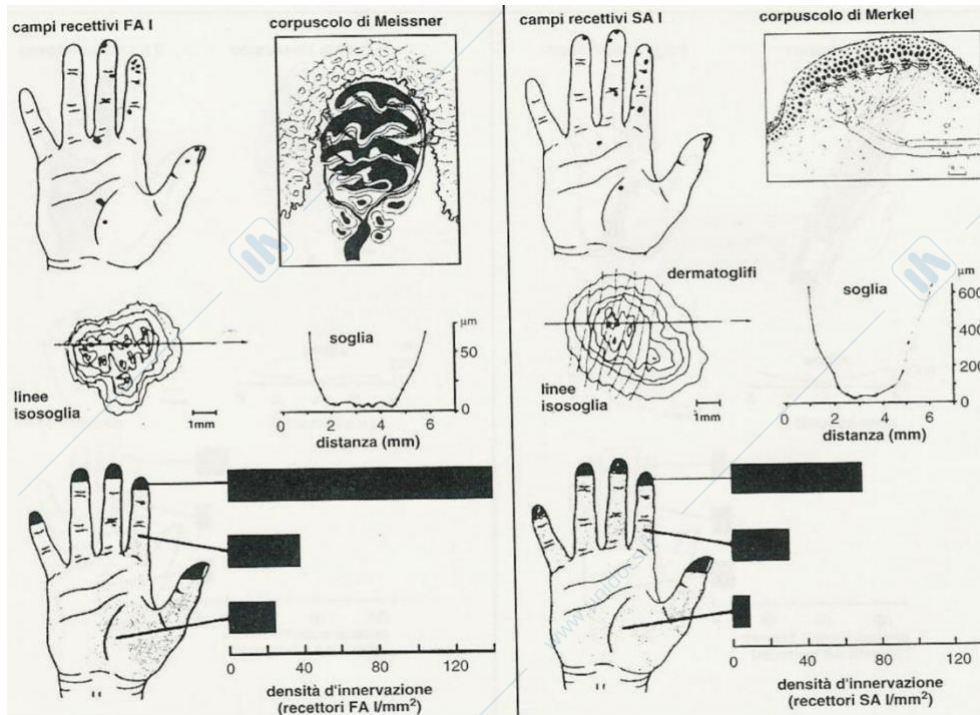
Come per il muscolo abbiamo due recettori, uno per la velocità ed uno per la forza, anche per quanto riguarda il tatto (stereomiosia) si va ad attivare diversi recettori.

Ogni recettore ci fornisce un'informazione relativa al suo campo recettivo, alla sua capacità e a tutte quelle caratteristiche che ci permettono di descrivere un oggetto quando lo tocchiamo.

Nella mano dell'uomo il tatto è mediato da quattro tipi di **meccanocettori**, coadiuvati dal fatto che quando tocco un oggetto, entrano in gioco anche la **termocezione** e la **propriocezione**.

Questa presenza di recettori diminuisce dall'apice delle dita verso il palmo. Le differenze che sussistono tra questi quattro recettori, relative alla capacità di riconoscimento di una superficie, sono state studiate andando a registrare la scarica dei potenziali d'azione.

Quindi ricostruendo l'immagine anche attraverso la microneurografia, nella lettura ibride è stato osservato che in questo caso sono i dischi di Merkel, cioè quei recettori capaci di dare una determinata specificità perché aventi un campo recettoriale grande.



Caratteristiche dei recettori FA I (corpuscoli di Meissner)

In alto a sinistra sono illustrate le piccole dimensioni e la distribuzione prevalentemente distale dei campi recettivi.

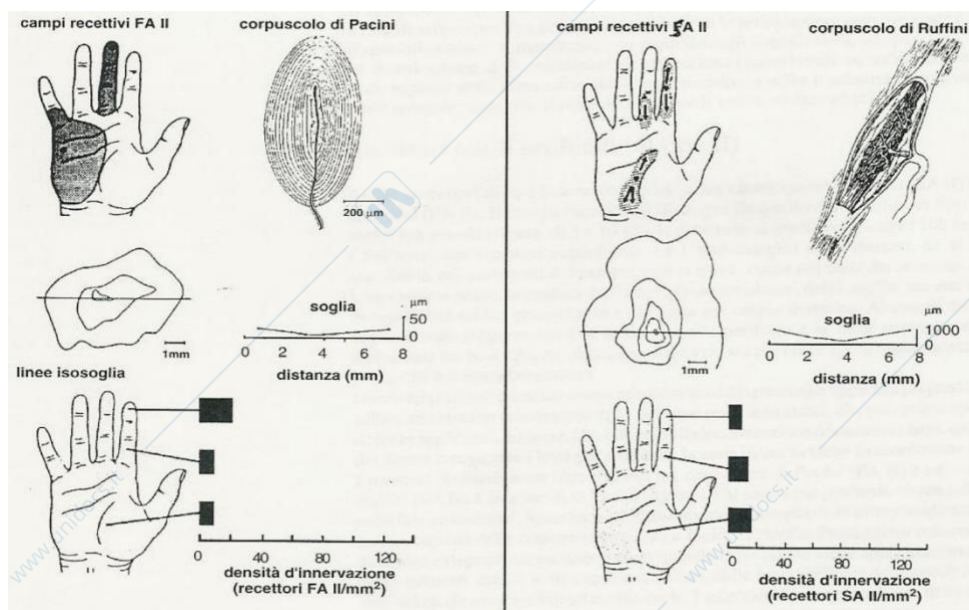
Nei grafici centrali è indicata la distribuzione topografica della soglia nel campo recettivo, sia tracciando le linee isosoglia sul piano della cute (a sinistra), sia evidenziando come varia la soglia lungo una linea orizzontale che attraversa il campo (a destra).

Quest'ultima rappresentazione mostra i margini netti del campo recettivo.

Nei grafici in basso è indicata la densità dei recettori FAI in tre zone della mano.

Caratteristiche dei recettori SA I (corpuscoli di Merkel)

Sono illustrati l'aspetto istologico, la distribuzione, le dimensioni e la forma del campo recettivo e la densità di innervazione nelle diverse regioni della mano.



Caratteristiche dei recettori FA II (corpuscoli di Pacini).

Il campo recettivo è molto più grande che nei recettori di tipo I e a margini sfumati: le linee isosoglia sono molto distanti l'una dall'altra e la soglia attraverso il campo si modifica molto gradualmente.

La densità di innervazione è simile nelle diverse regioni della mano.

Caratteristiche dei recettori SA II (corpuscoli di Ruffini).

Questi recettori reagiscono non soltanto alla pressione, ma anche allo stiramento tangenziale della pelle (frecce). Ciò ingrandisce il loro campo recettivo.

La soglia è elevata e si modifica gradualmente attraverso il campo.

La densità dei recettori è simile in tutte le zone della mano.

TABELLA 9.2 Sistemi afferenti e loro proprietà

	Campo recettoriale piccolo		Campo recettoriale grande	
	Merkel	Meissner	Pacini	Ruffini
Localizzazione	Margine delle impronte digitali	Papille dermiche (vicino alla superficie cutanea)	Derma e tessuti profondi	Derma
Diametro dell'assone	7-11 μm	6-12 μm	6-12 μm	6-12 μm
Velocità di conduzione	40-65 m/s	35-70 m/s	35-70 m/s	35-70 m/s
Funzione sensoriale	Percezione della forma e della struttura superficiale	Percezione del movimento; controllo della presa	Percezione degli eventi lontani attraverso trasmissione di vibrazioni; uso degli strumenti	Forze tangenziali; forma della mano, direzione del movimento
Stimoli attivanti	Rilievi, punti, angoli, curvature	Movimenti della pelle; contatto fisico pressione	Vibrazioni	Tensione della pelle
Area del campo recettoriale*	9 mm ²	22 mm ²	Tutto il dito o la mano	60 mm ²
Densità dell'innervazione (polpastrello)	100/cm ²	150/cm ²	20/cm ²	10/cm ²
Risoluzione spaziale	0,5 mm	3 mm	10+ mm	7+ mm
Risposta a stimoli continui	Prolungato (ad adattamento lento)	Nessuna (ad adattamento rapido)	Nessuna (ad adattamento rapido)	Prolungato (ad adattamento lento)
Intervallo di frequenza	0-100 Hz	1-300 Hz	5-1000 Hz	0-? Hz
Picco di sensibilità	5 Hz	50 Hz	200 Hz	0,5 Hz
Valore di soglia di stimoli continui o vibrazione:				
Valore massimo	8 μm	2 μm	0,01 μm	40 μm
Valore medio	30 μm	6 μm	0,08 μm	300 μm

* Area dei campi recettoriali misurati attraverso applicazione di stimoli rapidi di 0,5 mm.

Fonte: Johnson, K. O., 2002.

Altri meccanocettori che non rientrano direttamente nella sfera del tatto, ma si trovano invece in punti particolari della nostra superficie corporea, si chiamano **corpuscoli di Krause-finger**.

Sono appunto meccanocettori che portano a sensazioni collegate al solletico e soprattutto mediante i quali è dimostrato che una sensazione abbia fortemente la componente affettiva.

Questo perchè si trovano in zone quali i genitali maschili e femminili, nei capezzoli, nell'ano e quindi abbiamo dei recettori particolari collegati alle terminazioni del Sistema nervoso Autonomo.

Immagine

Simulazione dei tracciati di attivazioni delle differenti classi di afferenze meccanosensoriali quando un polpastrello è mosso su una riga di caratteri Braille.

Nella registrazione, ogni punto rappresenta un potenziale di azione registrato da una singola fibra afferente meccanosensoriale che innerva il dito nell'uomo.

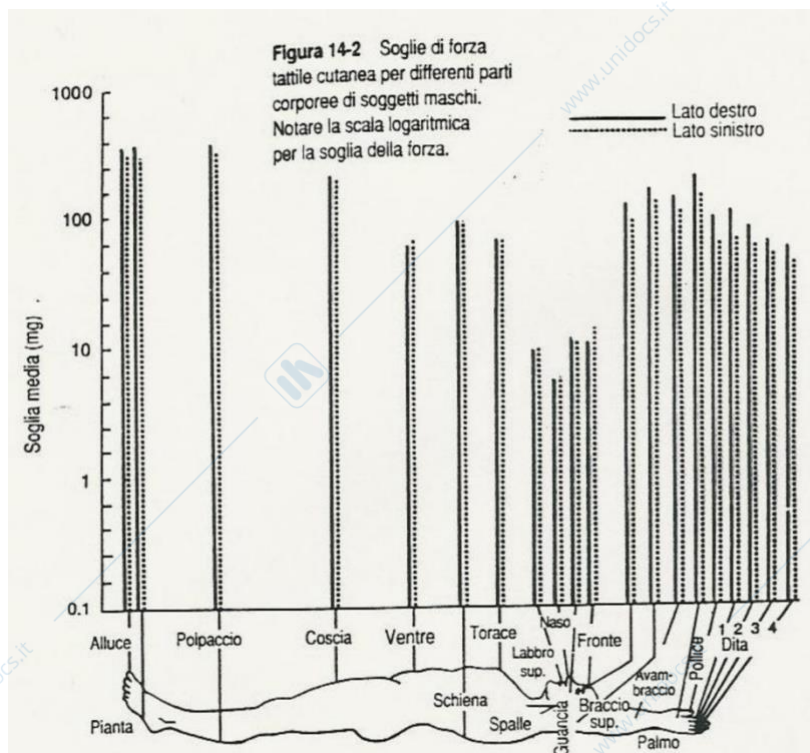
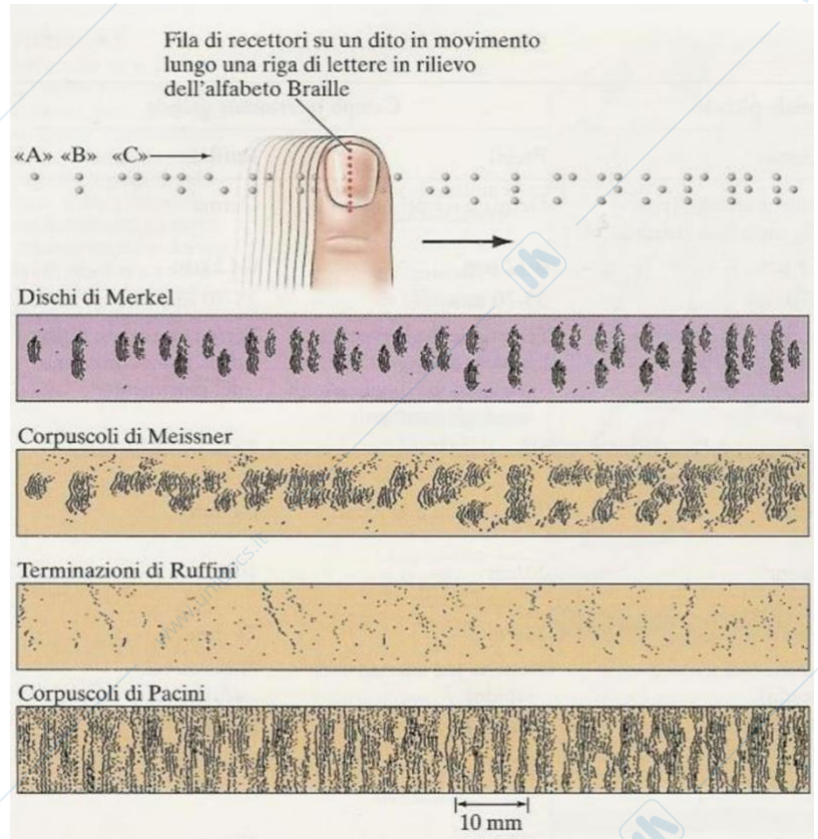
Una linea orizzontale di punti nel diagramma a scansione rappresenta il tracciato dell'attività delle afferenze come risultato dello spostamento della riga di caratteri di Braille da sinistra verso dentro lungo il dito.

La posizione dei punti in rilievo (rispetto al polpastrello) era quindi spostata di una piccola distanza, e la riga è stata letta ancora una volta con il dito.

La ripetizione di questo schema più volte produce una registrazione che simula il

tipo di attività che dovrebbe verificarsi in una popolazione di afferenze i cui campi recettoriali giacciono lungo una linea del polpastrello (pallini sull'unghia).

Solo le afferenze ad adattamento lento dei dischi di Merkel (primo pannello) forniscono una rappresentazione molto fedele dello schema Braille, cioè, i singoli punti del Braille possono essere distinti solo nel tracciato dell'attività neuronale delle afferenze di Merkel.



SENSIBILITÀ TERMICA

Sensibilità termica vuol dire capacità di risentire della temperatura a livello cutaneo, è evocata da stimoli caldi e freddi.

Sensibilità termica non vuol dire controllo della temperatura, quindi non è collegata direttamente con l'ipotalamo. È stato osservato che abbiamo delle terminazioni nervose libere capaci di registrare la diminuzione della temperatura e dei recettori che invece hanno la possibilità di risentire l'aumento della temperatura stessa.

Sono tutte **terminazioni libere**, quindi non recettori particolari.

I recettori per il caldo hanno fibre afferenti di tipo C o del quarto tipo dette **fibre amieliniche**, mentre i recettori per il freddo hanno fibre afferenti di tipo A delta, **mieliniche** ma di piccolo diametro.

Questo vuol dire che se applico a livello della cute un aumento di temperatura attraverso strumenti particolari, registrerò potenziali di azione nelle fibre C, se invece la diminuisco si avranno potenziali di azione a livello delle fibre A delta.

Sentire caldo o freddo, dipende dalla temperatura a cui abbiamo la nostra cute.

Tanto è vero che se prendiamo ad esempio tre bacinelle, una con acqua fredda, l'altra con acqua a circa 40°-45° gradi e la terza con una temperatura compresa tra i 30°-35° gradi e proviamo a mettere una mano in quella fredda e l'altra in quella calda, nel momento in cui mettiamo poi entrambe le mani nella bacinella con temperatura di 30° gradi avremo due sensazioni diverse.

Quella che veniva dal freddo avrà la scarica da parte dei recettori per il caldo, quella che proveniva dal caldo farà invece scaricare i recettori per il freddo. Questa è una dimostrazione del fatto che non sentiamo la temperatura, ma la variazione di temperatura stessa.

Si considera una temperatura neutra per la nostra cute mediamente intorno ai 34° gradi; cambia dalle diverse persone, dall'ambiente in cui ci troviamo.

Le fibre per il caldo scaricano principalmente per temperature intorno ai 38°-40° gradi; quindi sono più sensibili a variazioni di questo genere. Se aumenta troppo la temperatura che cosa succede? Non scaricano più, si saturano i recettori per il caldo e si attiveranno i recettori per il dolore.

Ugualmente se da una temperatura abbiamo l'attivazione dei recettori per il freddo, che dunque scaricano per una diminuzione di temperatura e sono particolarmente sensibili intorno ai 20° gradi, andando a diminuire la temperatura cutanea sotto i 5° gradi, possiamo avere due eventi: il primo viene chiamato **anestesia da freddo** per la quale perdiamo la sensibilità; il secondo invece viene definito **evento di caldo paradossale**, cioè quando il freddo eccessivo provoca una sensazione particolare quasi di calore ma che in realtà è un calore-dolore.

Un possibile esempio è il seguente: se andiamo a cercare ripetutamente qualcosa all'interno di un surgelatore a "pozzo", dopo un po' che abbiamo tenuto le mani nel ghiaccio, percepiamo delle sensazioni strane alle mani stesse ossia non più freddo, ma dolore misto a caldo.

A partire da una temperatura di 34° gradi, se ho una diminuzione della temperatura stessa, scaricano i recettori per il freddo e quindi non abbiamo caldo ma una sensazione appunto di vero e proprio freddo.

Mentre se la differenza di temperatura corrisponde a diversi gradi, maggiore è l'aumento di temperatura e quindi aumenta la nostra sensibilità, maggiore sarà l'area di cute che risente della variazione di temperatura stessa.

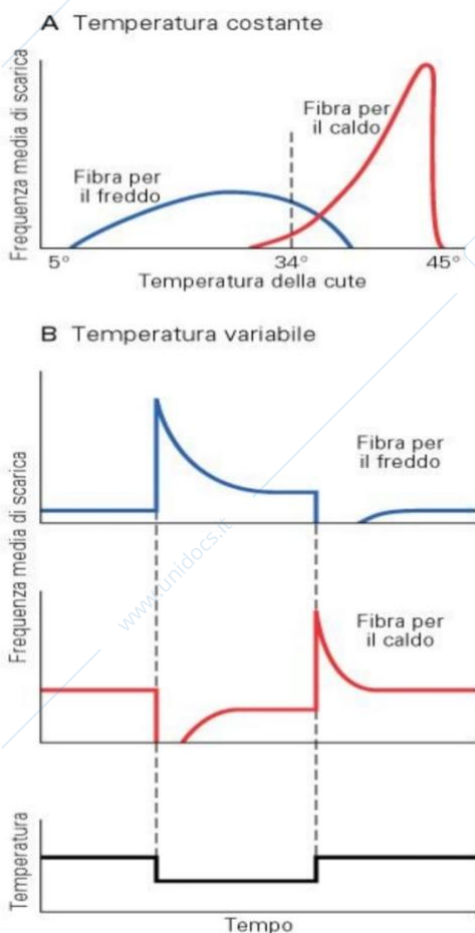
Quali saranno le aree del nostro corpo più sensibili alla temperatura? Le mani, i piedi e la faccia.

È importante che ci siano delle variazioni di temperatura abbastanza nette, altrimenti abbiamo l'insorgenza di problemi. Perché se c'è uno scatto netto, quindi una sensazione precisa, cercherò di muovermi (sensazione porta a movimento).

È stato provato che temperature ad esempio, che diminuiscono o aumentano molto lentamente ma costantemente, non superano la soglia, in quanto non vi è una variazione rapida dei recettori, e quindi insorgono quelli che sono i **problemi da raffreddamento**. Se mettiamo una persona in una stanza e la raffreddiamo gradualmente, arriverà ad avere problemi di intorpidimento, raffreddamento o anche a contrarre malattie poiché non ha percepito il freddo.

I recettori per la temperatura si adattano? Passando la mano ad esempio, dall'acqua calda a quella fredda, non risento più della variazione della temperatura. È un adattamento abbastanza lento ma i nostri recettori comunque si adattano.

Quindi due sono le nozioni principali per la temperatura: dobbiamo avere un'ampia superficie e deve esserci uno sbalzo di almeno di 2-3° gradi affinché possiamo risentirne. Una variazione molto lenta può essere dannosa. La variazione è sempre di tipo fasico-tonico, però continuano a scaricare in maniera diversa per tutta la durata del raffreddamento.



I recettori per il caldo e il freddo codificano la temperatura della cute

Temperature costanti: i recettori per il freddo e per il caldo rispondono a gamme diverse di temperature costanti ed hanno sensibilità massimali per stimoli termici differenti. I recettori per il freddo rispondono a temperature costanti comprese tra 5° e 40°, mentre quelli per il caldo sono tonicamente attivi tra 29° e 45°.

I recettori per il freddo raggiungono a massima frequenza di scarica quando la temperatura della cute è di 25°C, mentre i recettori per il caldo scaricano in modo massimale a 45°C.

Quando la temperatura cutanea è al valore normale di 34°C, i recettori per il freddo sono più attivi dei recettori per il caldo.

Temperatura variabile: entrambi i tipi di recettori sono più sensibili alle variazioni di temperatura piuttosto che alle temperature costanti. Il raffreddamento della cute al di sotto del livello normale provoca un brusco innalzamento della frequenza di scarica dei recettori per il caldo.

Se la temperatura viene mantenuta bassa, la frequenza di scarica dei recettori per il freddo si adatta.

Quando la temperatura viene riportata al livello normale, i recettori per il freddo cessano transitoriamente di scaricare, mentre i recettori per il caldo scaricano una salva di potenziali di azione.

Il riscaldamento della cute ha effetti opposti sulla scarica dei recettori per il freddo e per il caldo.

Nei visceri la sensazione termica è piuttosto limitata, abbiamo molti termocettori a livello dell'esofago, dello stomaco e nella parete delle grosse vene. Quando ingeriamo qualcosa risentiamo subito della variazione di temperatura nel cavo orale.

Il collegamento con SNC da parte dei nostri recettori non è sempre chiaro; sicuramente abbiamo dei recettori termici anche nel midollo spinale e nel troncoencefalo.

Quelli ipotalamici invece costituiscono quella che viene chiamata **area preottica**, molto importante per la termoregolazione.

Termocezione non è sinonimo di termoregolazione.

Per **termocezione** si intende risentire della temperatura che ci circonda; la **termoregolazione** invece rientra in quelle che sono le funzioni del **sistema vegetativo**.

Abbiamo dei meccanismi non volontari attraverso i quali regolare la temperatura interna, come ad esempio la vasodilatazione, vasocostrizione per risentire meno del caldo o del freddo. Gli stimoli non adeguati sono diversi. Gli studi di temperatura vengono fatti anche con sostanze a livello del cavo orale o anche della cute, i quali risentono della sostanza che utilizziamo. Ci sono tante sostanze che determinano l'attivazione a specifiche temperature dei vari canali della termoregolazione. Con il peperoncino ad esempio, vengono attivati i canali per il caldo, con l'aglio posso attivare sia quelli per il caldo che quelli per il freddo, con la menta attiverò quelli per il freddo. Ciò per dimostrare che vi sono stimoli non adeguati, ma che attivano ugualmente la sensazione di caldo o di freddo.

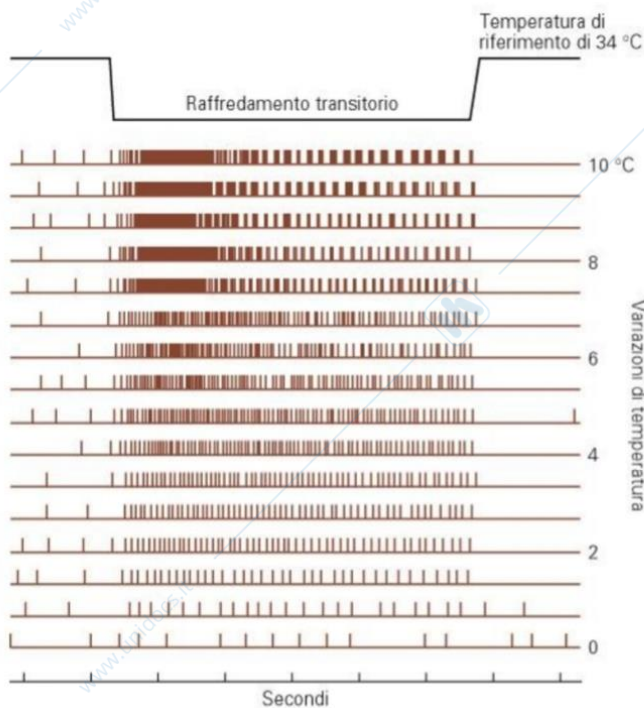


Figura 22.10 La velocità e l'entità del raffreddamento della cute vengono codificate dalla frequenza di scarica dei recettori per il freddo. Potenziali d'azione registrati dalla fibra di un recettore per il freddo a seguito del raffreddamento rapido della cute. I tracciati riportano la risposta del recettore ad una serie di stimoli di intensità decrescente. La fibra risponde con un rapido aumento della frequenza di scarica quando la temperatura della cute viene abbassata di 10 °C, partendo da una temperatura iniziale di 34 °C, fino alla temperatura di 24 °C. Decrementi minori della temperatura (per esempio da 34 °C a 30 °C) provocano incrementi meno pronunciati della frequenza di scarica della fibra. La frequenza di scarica della fibra è correlata in maniera lineare con l'entità del decremento di temperatura della cute. Il riscaldamento della cute alla fine del raffreddamento fa cessare la scarica della fibra. (Riprodotta, da Darian-Smith e collaboratori, 1973.)

PROPRIOCEZIONE

La propriocezione è il *senso di posizione e movimento degli arti*.

Si parla di **cinestesia** se è un *senso di movimento degli arti* in cui sono inserite velocità e accelerazione oppure un **senso di posizione degli arti** indicando invece un *senso di posizione statica*.

Quindi la propriocezione è la presa di coscienza delle nostre parti del corpo, le une rispetto alle altre, e del corpo nello spazio. È una sensazione che principalmente utilizza il fuso neuromuscolare, l'organo muscolo-tendineo di Golgi e i recettori articolari.

La cinestesia utilizza anche i corpuscoli di Ruffini e in parte il corpuscolo di Pacini cioè quei recettori cutanei che, siccome mi portano informazione a seconda della deformazione della cute, mi aiutano a sapere quale sia la posizione delle diverse parti del corpo.

Gli studi di propriocezione vengono fatti su un individuo ad occhi chiusi, in cui un operatore sposta gli arti nello spazio e chiede a tale persona dove ha le diverse parti del corpo. La propriocezione è una di quelle

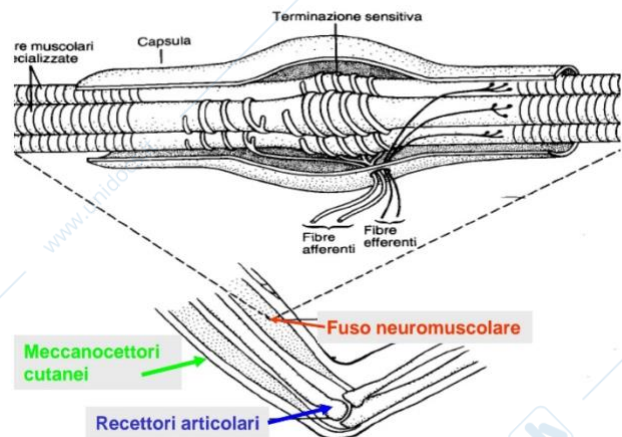
sensazioni che se viene a mancare porta, dal punto di vista della componente affettiva, ad una “spiacevolezza”. Quando ad esempio siamo seduti o ci svegliamo in maniera scomoda, e affermiamo di “non sentire più una gamba” o di averla “formicolata”, è perché la pressione esercitata ha fatto un blocco da pressione tale da impedire alle informazioni di attivare la propriocezione in quel preciso momento. Quindi non capiamo bene come ci stiamo muovendo nello spazio. O ad esempio quando, a seguito dell’anestesia, abbiamo la sensazione di avere la bocca gonfia; anche questa è mancanza di informazioni propriocettive. Tutto ciò viene dunque indicato dagli individui come qualcosa di spiacevole. È propriocezione anche sapere come si sta comportando la nostra muscolatura facciale.

Fra i recettori per la propriocezione è stato studiato che il recettore principale è il **fuso neuromuscolare**. L’esperienza è stata fatta andando ad osservare che l’indicazione principale per la propriocezione provenga dallo stiramento del muscolo.

Un ricercatore si fece isolare su sé stesso dal tendine dei muscoli flessori dell’alluce un modello di tessuto; aveva il muscolo attaccato nella parte prossimale e staccato in quella distale.

Quindi logicamente non riusciva più a flettere l’alluce e le uniche informazioni che gli arrivavano erano dal muscolo. Si fece perciò allungare o

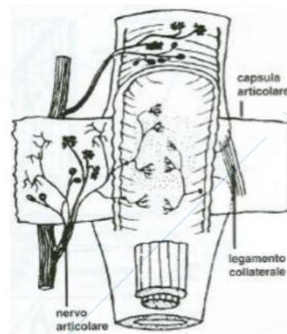
accorciare, dai suoi collaboratori, il muscolo e a seconda di quanto il muscolo stesso veniva stirato, era in grado di indicare un certo grado di flessione e quindi di posizione dell’arto. Questo studio stabilì quindi che il fuso neuromuscolare era il recettore più importante.



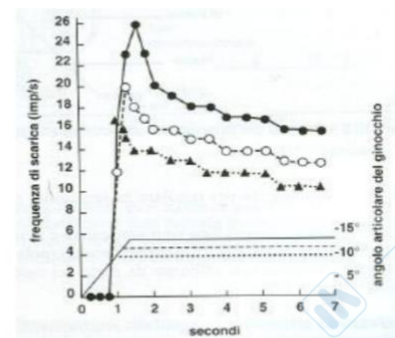
Perché sicuramente non sono i recettori articolari i più importanti per la propriocezione?

Questo perché non avrei più propriocezione. Ad esempio, in seguito ad un impianto di protesi al ginocchio o all’anca, non riceverei più informazioni propriocettive relative alla posizione dell’arto inferiore. Il compito del fisioterapista sarà quindi quello di riuscire ad attivare e riprogrammare, per quanto riguarda soprattutto la sensazione di movimento, quello che è il mantenimento della postura e l’utilizzo di un arto, in cui comunque i recettori principali sono rimasti, ma non funziona più come precedentemente al danneggiamento. Tanto è vero che se chiediamo a persone che hanno la protesi, riescono a recuperare al massimo la propria capacità di movimento, ma mostrano comunque alcune differenze rispetto all’individuo sano.

I **recettori articolari** possono essere sia capsulati che terminazioni nervose libere; a livello delle articolazioni ci sono anche i **nocicettori**.



I recettori articolari sono sia capsulati che a terminazioni libere rispondono allo stiramento e ci sono anche nocicettori



Risposte di un recettore articolare del ginocchio a 3 rotazioni della stessa velocità angolare ma di ampiezza diversa

Il fuso neuromuscolare risponde anche alle vibrazioni, ossia a quei movimenti continui con fasi di allungamento-rilasciamento senza fase statica. Sono stati effettuati studi sul fatto che l'informazione che ci arriva dai recettori è così forte che se chiedo ad una persona bendata di toccarsi con una mano il naso, quindi si troverà in una posizione fissa con il braccio senza allungamenti né accorciamenti, e applico delle vibrazioni, riferirà posizioni particolari. Come ad esempio se si avvicinasse la mano o si allontanasse, a seconda che si tratti della fase di allungamento o accorciamento.

Si parla di **memoria della propriocezione** e di **influenza della posizione di un arto su quella successiva** che andremo ad assumere. In caso di mantenimento prolungato di un arto in posizione flessa, nel momento in cui viene chiesto ad un individuo di estenderlo e portarlo ad un certo angolo (es: 90° gradi di estensione), si nota che tendiamo ad avere un errore maggiore nella flessione che nell'estensione e viceversa.

Dal momento che manteniamo la posizione mediante aggiustamenti posturali che riguardo l'intero organismo, c'è anche una difficoltà ad estendere in maniera corretta anche l'arto controlaterale. Questo per far capire come un minimo mal funzionamento, comporti uno scompiglio generale.

I pazienti che mancano della propriocezione non sono in grado di conservare i modelli interni, o meglio non hanno la capacità di ripetere determinati movimenti se non sono aiutati dalla vista. È ovvio che se devo portare il braccio da un punto ad un altro, l'individuo sano sarà in grado di fare ciò anche ad occhi chiusi. Se invece faccio compiere tale movimento ad una persona che non ha più informazioni propriocettive, sarà in grado di ripeterlo abbastanza semplicemente; facendole invece chiudere gli occhi non riuscirà a raggiungere il bersaglio.

Mancare di propriocezione vuol dire incapacità di compiere un determinato movimento, muovendo il braccio per raggiungere un punto preciso. Mancare di propriocezione non mi consentirà inoltre di afferrare un oggetto o riuscire ad esempio a tenere la posizione corretta con le mani per mangiare, bere e così via. Se ad individuo sempre ad occhi chiusi, gli chiediamo di tenere la mano in posizione verticale o di spostarla verso destra o verso sinistra rispettando un determinato angolo da raggiungere, lo riuscirà a fare se pur con un minimo errore. Se invece chiedo ad un soggetto di spostare la mano verso destra di un certo grado (es: 20-30° gradi) senza sapere quale sia la posizione della mano stessa, può addirittura arrivare a portarla dalla parte opposta. Questo vuol dire non riuscire più a fare movimenti per quelle che sono le normali attività quotidiane.