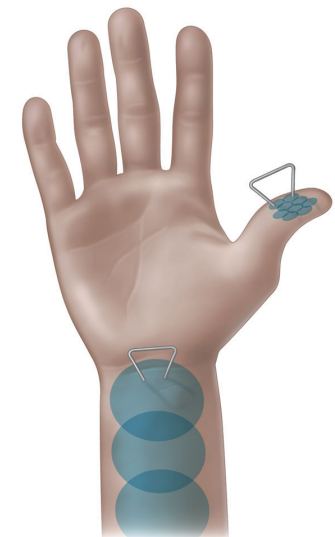
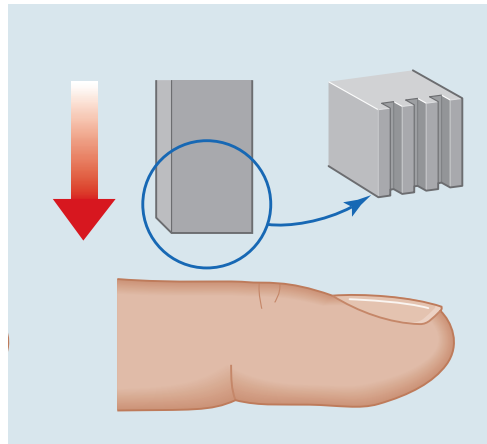
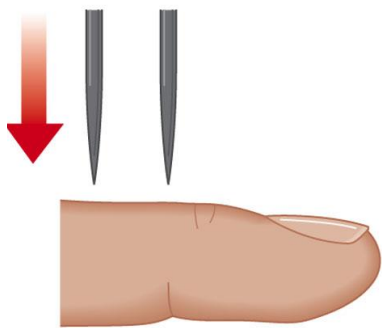


# Sensibilità Tattile

- Quanto finemente riusciamo a rilevare dettagli spaziali?
- Con che precisione?
- Metodo della Soglia tattile dei due punti
  - La distanza minima fra due stimolazioni tattili (due tocchi simultanei per esempio) che possono essere percepite ancora come separate

# Sensibilità Tattile

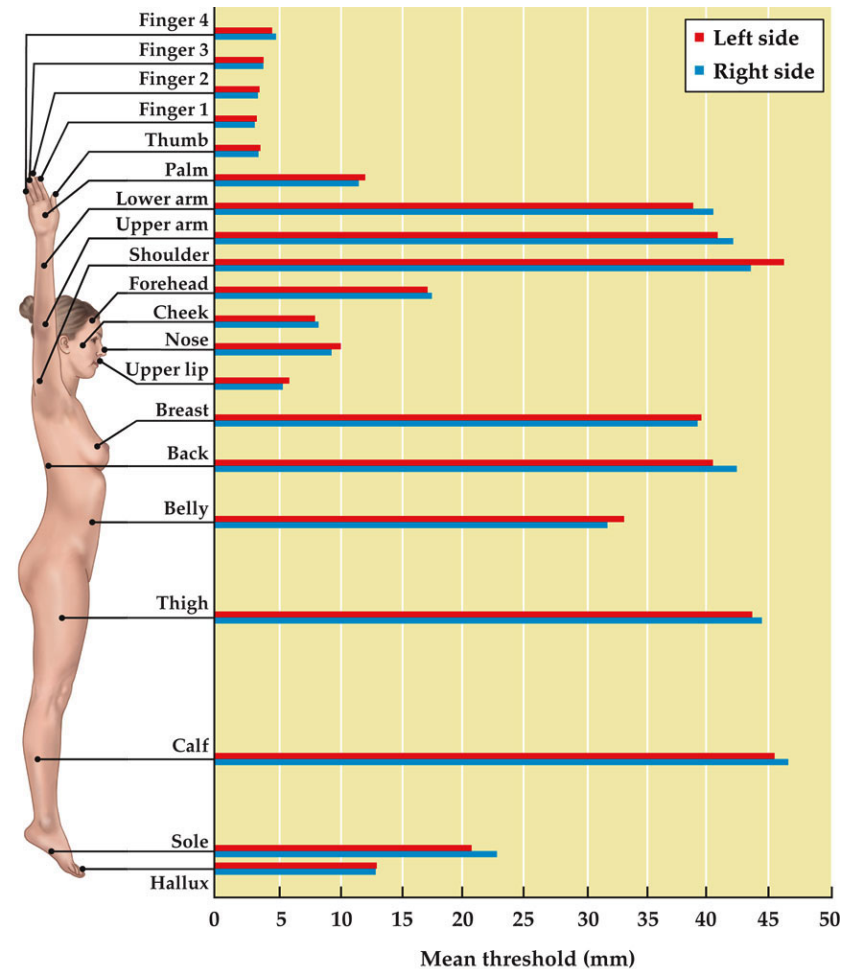
- Loomis ha calcolato che all'altezza delle dita si può arrivare a distinguere separazioni di stimoli di 1 solo millimetro
- Metodi più oggettivi e recenti di misura richiedono il riconoscimento di movimenti di oggetti con superfici specifiche (e.g. grating )



SENSATION & PERCEPTION 3e, Figure 13.12  
© 2012 Sinauer Associates, Inc.

# Sensibilità Tattile

- E nel resto del corpo?
- Variazione della sensibilità tattile in diverse zone del corpo



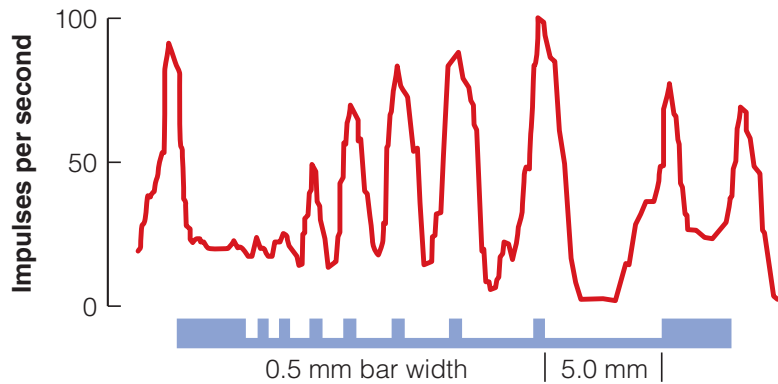
SENSATION & PERCEPTION 3e, Figure 13.13  
© 2012 Sinauer Associates, Inc.

# Sensibilità Tattile

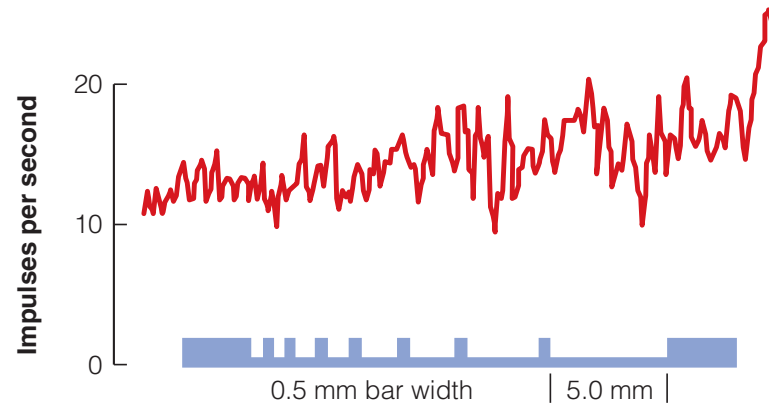
- Per percepire due stimolazioni come separate
  - bisogna che a livello della pelle ci sia una densità di recettori sufficiente (e con CR abbastanza piccoli) a rilevare la presenza di due stimoli
    - CR= Campo Recettivo, regione dello spazio nella quale deve essere localizzato uno stimolo sensoriale affinché un neurone possa rispondere
  - i segnali devono restare separati nel loro percorso verso la corteccia somatosensoriale

# Sensibilità Tattile

- Come possiamo spiegarlo?
- Tutto solo legato alla posizione e ai numeri di cellule di Merkel?



(a) Merkel/SA1



(b) Pacinian/RA2

Figura tratta dal libro Sensation and Perception, E. B. Goldstein

# Sensibilità Tattile

- Correlazione tra numero di cellule di Merkel e sensibilità tattile

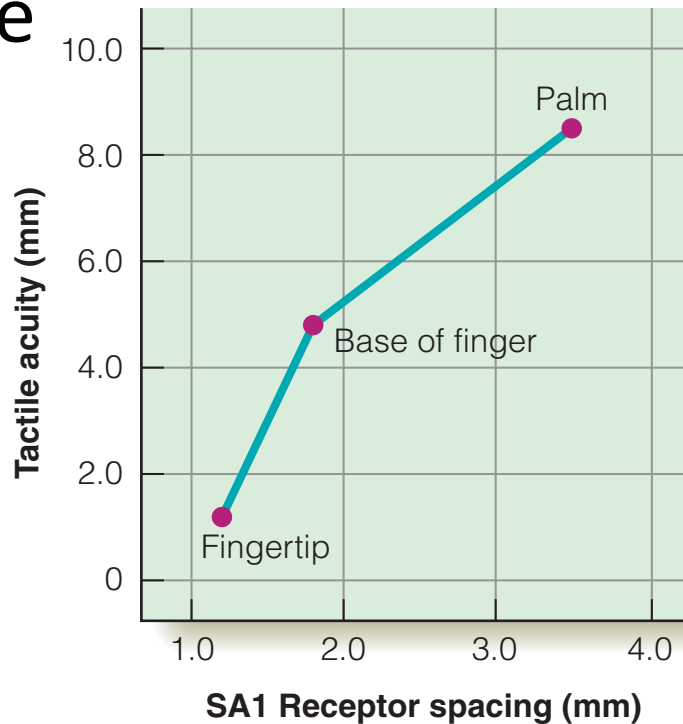


Figura tratta dal libro Sensation and Perception, E. B. Goldstein

# Il percorso delle sensazioni tattili

- Le sensazioni tattili in alcuni casi devono viaggiare anche due metri per coprire la distanza fra la pelle e muscoli ed il sistema nervoso centrale (cervello)
  - Per coprire questa distanza, le informazioni tattili passano attraverso il midollo spinale
  - Inizialmente, gli assoni di diversi recettori tattili si uniscono in singoli fasci nervosi (nerve trunks)

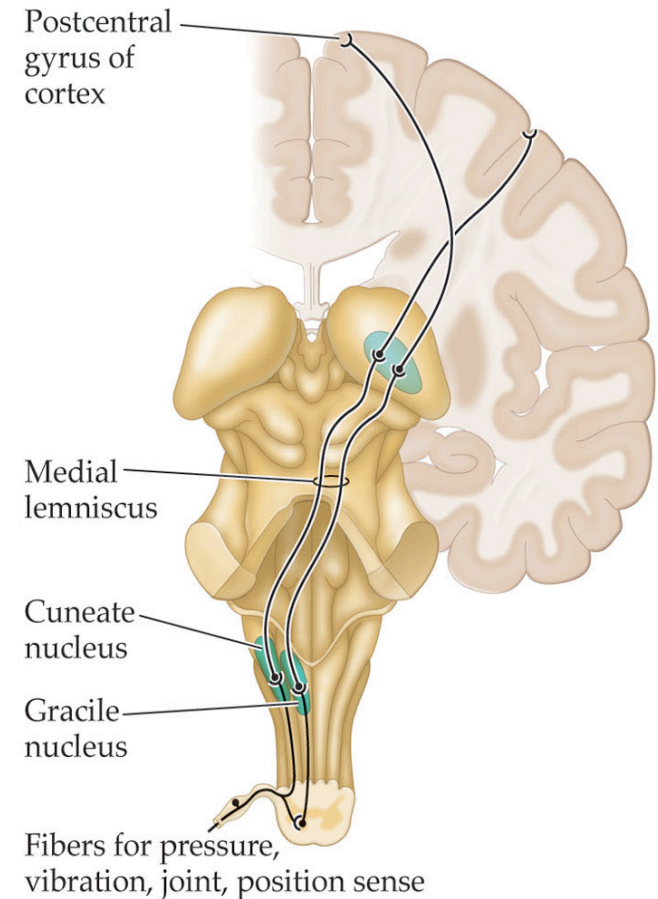
# Il percorso delle sensazioni tattili

- I nervi somatosensoriali sono molteplici. Essi provengono da diverse locazioni come piedi, mani, gambe, braccia ecc...ecc
- Una volta arrivate dentro il midollo spinale, le sensazioni tattili risalgono verso il cervello per due distinti percorsi neuronali:
  - Il percorso Spinotalamico (Spinothalamic pathway) evolutivamente più antico, è caratterizzato da un alto numero di sinapsi lungo il percorso che rallentano la velocità di propagazione dell'informazione.
    - Questa è la via principale delle informazioni circa la temperatura della pelle e del dolore!
  - Il percorso colosso-dorsale lemnisco mediale (DCLM pathway) è formato da neuroni di diametro più grande e da un numero minore di sinapsi che rendono la propagazione dell'informazione più rapida.
    - Questa è la via principale per le informazioni tattili e propriocettive
    - pianificare ed eseguire movimenti che necessitano di controlli rapidi per risultare corretti.



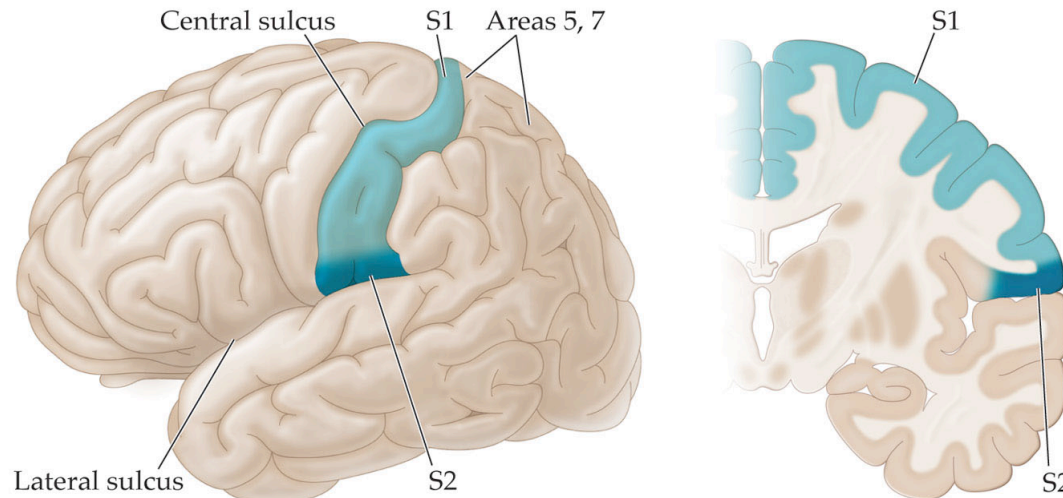
# Il percorso delle sensazioni tattili

- I neuroni del percorso DCML fanno le loro prime sinapsi nella medulla vicina alla base del cervello. Le informazioni tattili da qui raggiungono il nucleo ventrale posteriore del talamo.
- Dal talamo le informazioni tattili arrivano alla corteccia ed in particolare all'area somatosensoriale primaria (S1) situata nel lobo parietale.
- S1 comunica con S2 che si trova al di sopra del solco laterale ma comunica anche con altre aree corticali.



# Il percorso delle sensazioni tattili

- Le sensazioni tattili sono rappresentate nell'area S1
- Aree vicine della pelle sono rappresentate da aree adiacenti nella corteccia somatosensoriale.
- In realtà il cervello contiene diverse mappe somatosensoriali le quali si trovano sia in diversi substrati di S1 così come nelle aree somatosensoriali secondarie (S2)

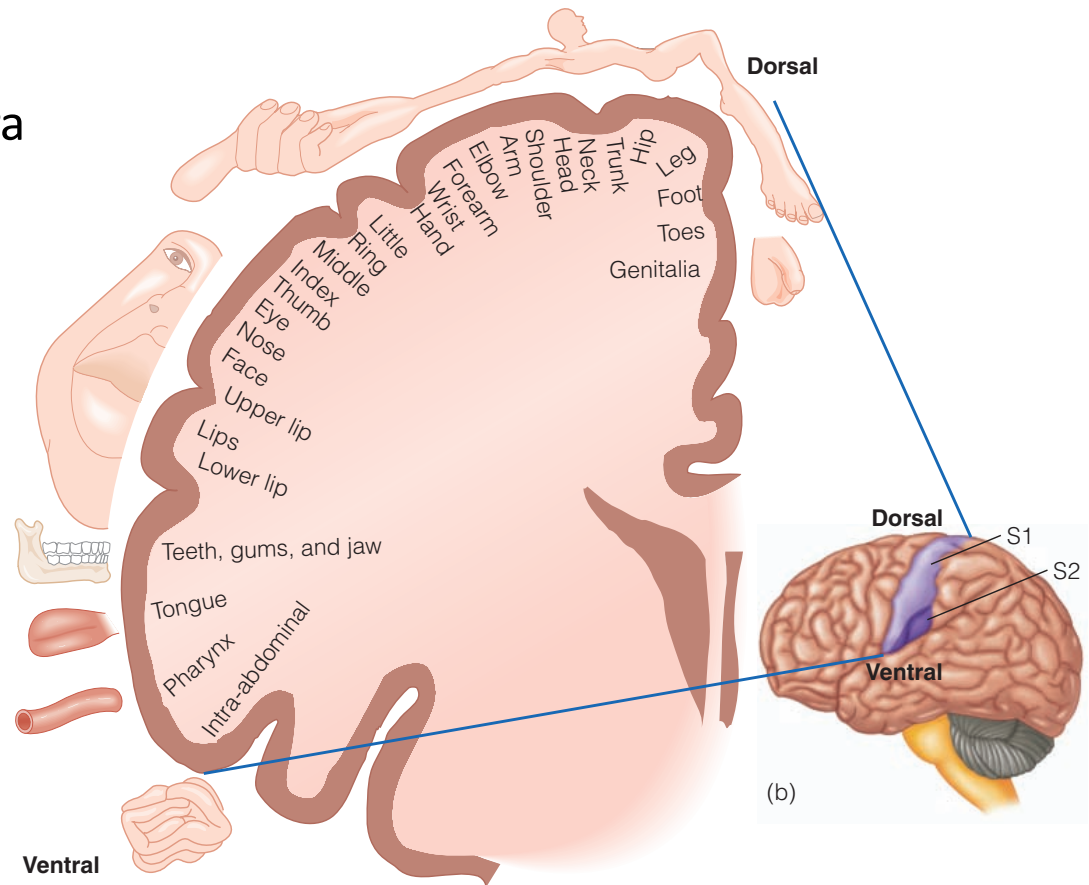


# Il percorso delle sensazioni tattili

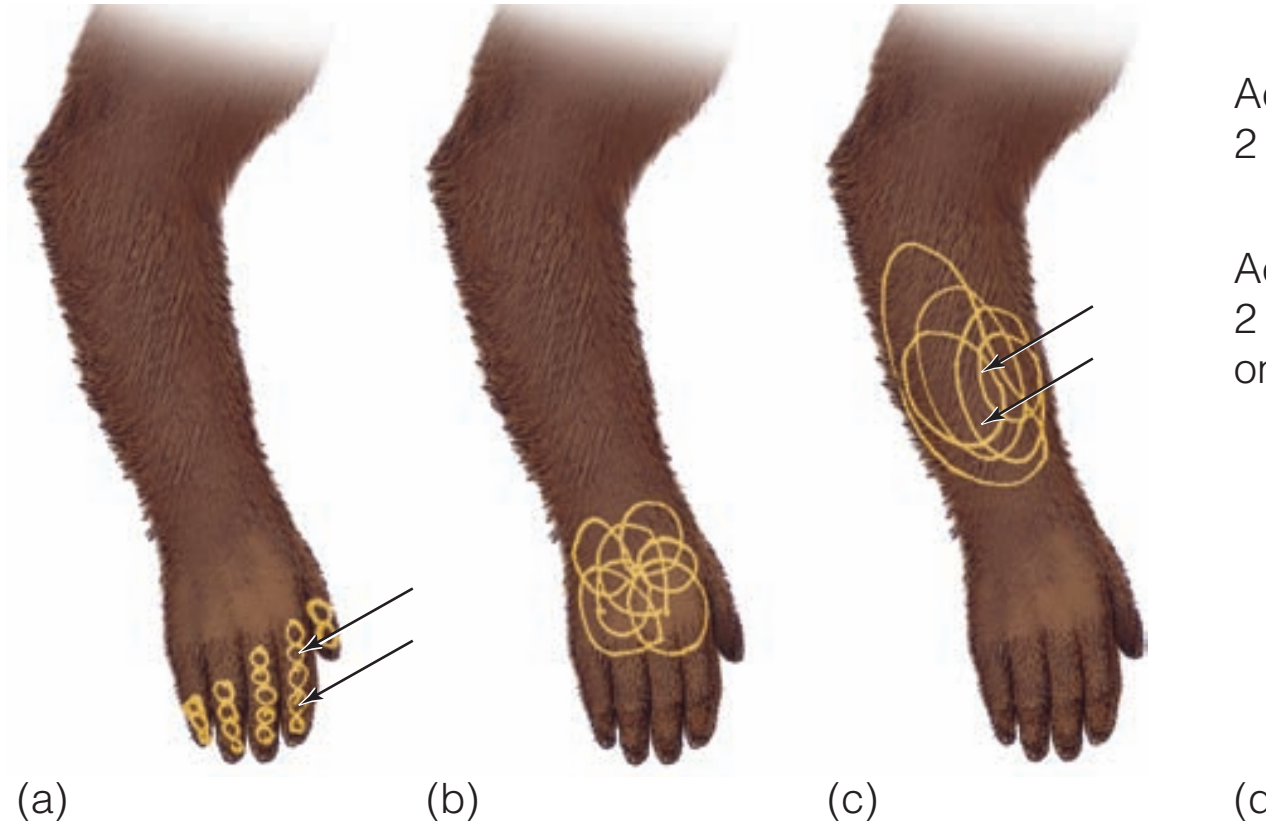
- Questo dà vita al famoso Homunculus.

Lo sviluppo della mappatura dell'Homunculus si deve principalmente a neurochirurgo canadese Wilder Penfield e ai suoi studi in vivo (coscienti) su pazienti epilettici.

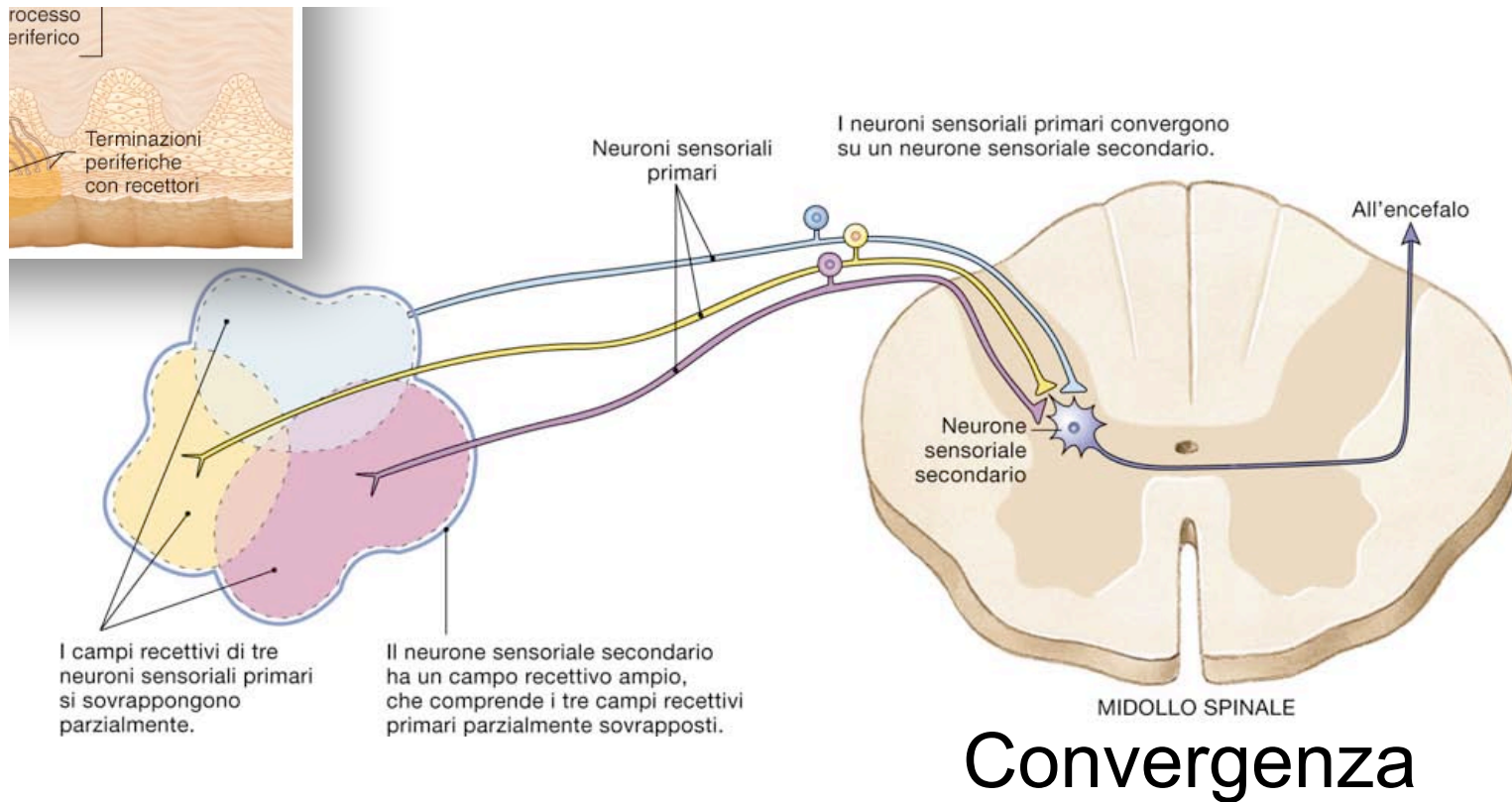
Mappa corporea è distorta: La distorsione riflette le caratteristiche (convergenza e campi ricettivi) quella dei nuclei delle colonne dorsali.



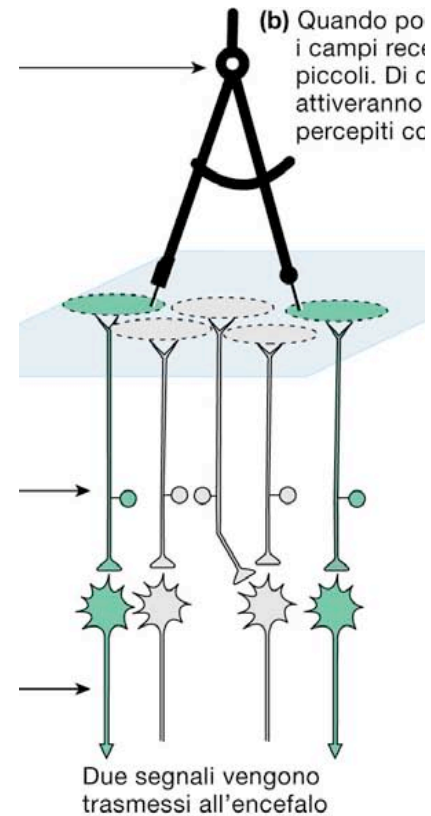
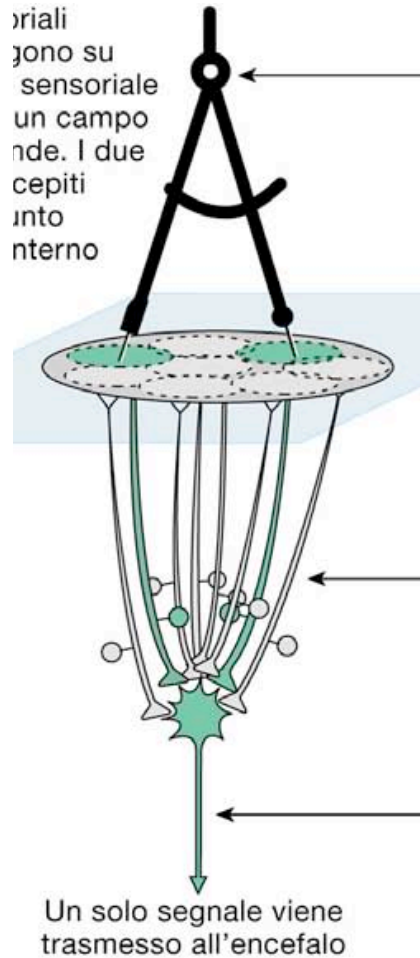
# Campo Recettivo



# Campo Recettivo



# Campo Recettivo



**Polpastrelli**



# Il percorso delle sensazioni tattili

- L'arto fantasma:
  - La stretta corrispondenza fra aree di S1 e parti del corpo può avere un effetto collaterale molto negativo: l'arto fantasma.
  - In soggetti che hanno un arto amputato capita certe volte che questi percepiscano sensazioni dall'arto mancante a causa di attività residua nelle aree di S1 a questo corrispondente.
  - possono percepire l'arto fantasma in posizioni non confortevoli e per questo motivo provare dolore REALE

# Termorecettori

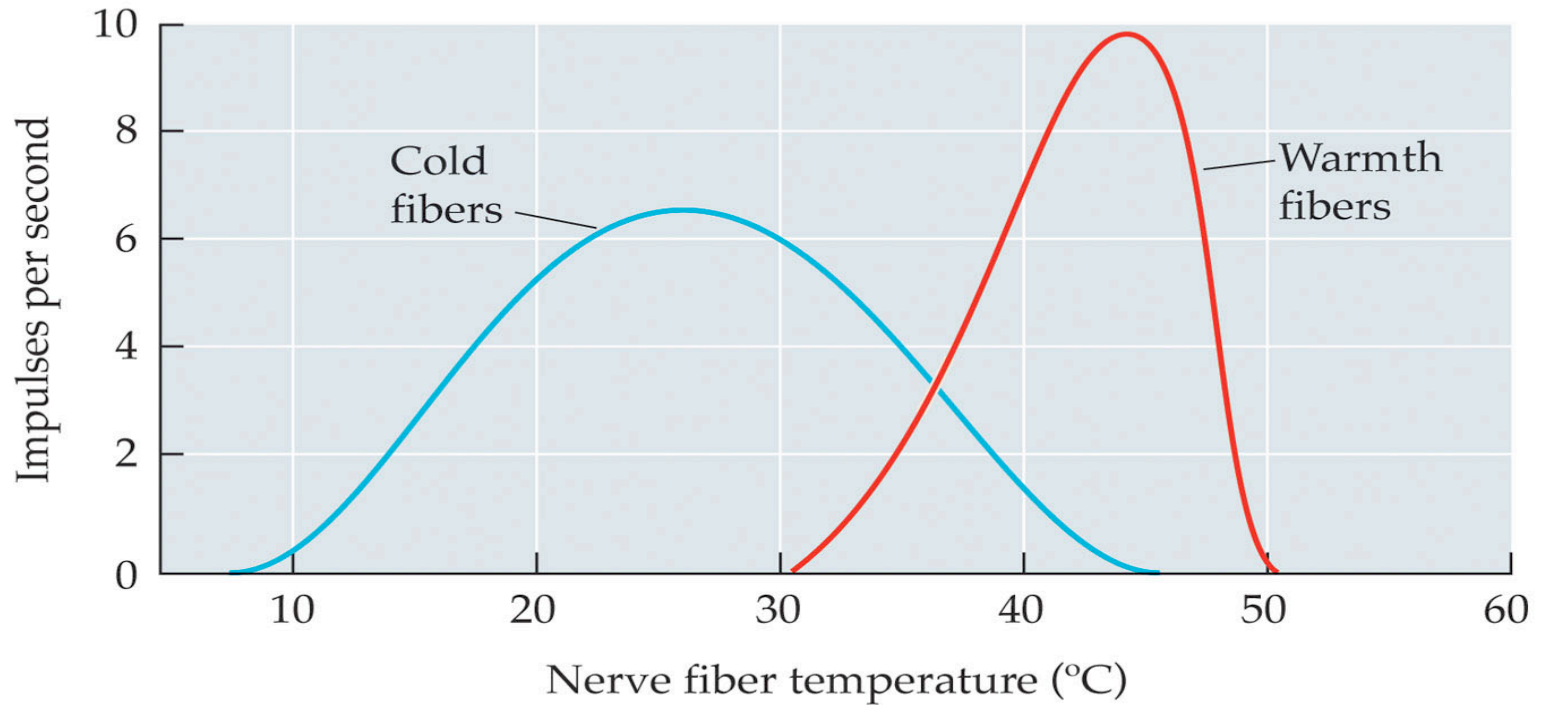
- Sono situati sia nell'epidermide che nel derma
  - Recettori sensoriali che trasmettono informazione circa la temperatura della pelle
- Due distinti gruppi di termorecettori:
  - Fibre per il riscaldamento che si attivano quando la temperatura della pelle sale
  - Fibre per il raffreddamento che si attivano quando la temperatura della pelle scende
- Sebbene il corpo lavori costantemente per il mantenimento della nostra temperatura corporea (OMEOSTASI), nei casi in cui questa salga o scenda in modo significativo i recettori si attivano
- I termorecettori si attivano anche quando entriamo in contatto con oggetti più caldi o più freddi della nostra pelle



# Termorecettori

- Recettori caldo:
  - Attivazione con  $T$  [30-45]°C
  - $T > 50^\circ\text{C}$  sono silenti-->  $T$  dolorosa, si attivano i nocicettori.
- Recettori del freddo:
  - Attivazione con  $T$  [10-45]°C
  - $T < 10^\circ$  il freddo diventa anestetico

# Termorecettori



# Nocicettori

- Recettori sensoriali che trasmettono informazioni circa stimolazioni nocive che possono causare o essere potenzialmente dannose per la pelle
  - comprese temperature sopra i 45 e sotto i 15 gradi celsius
- Anche i recettori per il dolore si dividono in due gruppi:
  - Fibre A-delta che rispondono preferibilmente a grandi pressioni o al calore. Queste vie sono mielinizzate in modo da rendere la conduzione del segnale molto rapida.
  - Fibre C che rispondono a stimolazioni intense di varia natura: pressione, caldo, freddo o sostanze chimiche nocive. Queste vie non sono mielinizzate

# Nocicettori

- La sensazione dolorosa di solito si presenta in due stadi.
- Una prima frustata dolorosa, seguita da una sensazione pulsante.
- I benefici della sensazione del dolore:
  - Questi ci rendono vigili dai diversi pericoli nell'ambiente circostante

# Percezione tattile: Aptica

- Conoscenza del mondo derivata dai recettori sensoriali nella pelle, nei muscoli, nei tendini, nelle giunture e che solitamente richiede un processo di esplorazione attiva

# Percezione tattile: Aptica

- Agire per percepire:
  - Procedure esplorative ovvero, movimenti stereotipati della mano a contatto con oggetti target che vengono utilizzati per percepire le loro caratteristiche
  - Tali procedure sono ottimizzate per ottenere precise informazioni circa una o due caratteristiche di un oggetto (e.g. per sapere quanto questo è rugoso si utilizza di solito un movimento laterale)

# Percezione tattile: Aptica

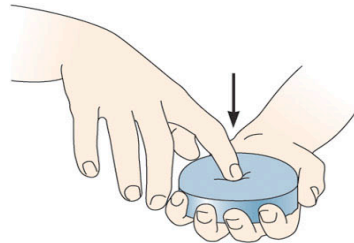
- Percepire per agire:
  - L'uso del sistema somatosensoriale per controllare una presa o per la manipolazione di oggetti in condizioni stabili o per il mantenimento della corretta postura implicano la capacità di poter percepire per saper agire.

# Percezione tattile: Aptica

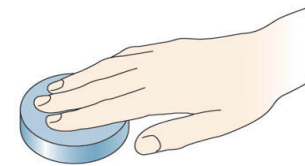
- Agire per percepire:
  - Lederman & Klatzky (1987)



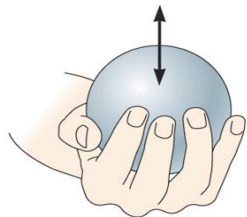
Lateral motion:  
texture



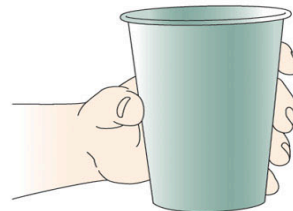
Pressure:  
hardness



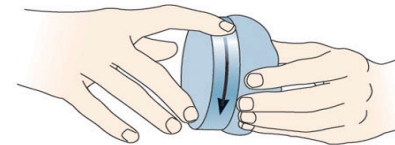
Static contact:  
temperature



Unsupported  
holding: weight



Enclosure: global  
shape, volume



Contour following: global  
shape, exact shape



# Percezione tattile: Aptica

- Movimenti Laterali per riconoscere la composizione dell'oggetto (texture)
  - Per esempio Johnson (2002) ha scoperto che sono i recettori SA1 quelli maggiormente responsabili per la percezione della rugosità di una superficie
    - Si attivano fino a 10 volte di più quando c'è un moto relativo fra la pelle e una superficie rispetto a un contatto statico

# Percezione tattile: Aptica

- Il ruolo delle “impronte digitali” nella percezione
  - le specifiche strutture con valli e creste amplificano/aiutano il riconoscimento delle superfici fini
  - Altezza creste circa dai 100 ai 300 micron, mentre il periodo cresta-solco corrisponde all'incirca a 500 micron
  - Queste caratteristiche strutturali permettono l'amplificazione di un fattore 100 di specifiche frequenze
  - range 200 - 300 Hz, le altre frequenze vengono filtrate.
  - Questo range frequenziale coincide con quello dei meccanoettori FA II (Pacini)

# Percezione tattile: Aptica

- La via tattile del cosa (WHAT) :
  - Il sistema tattile è particolarmente adatto per percepire le caratteristiche dei materiali (rugosità, temperatura ecc..ecc..) più che le sue caratteristiche geometriche
  - Queste ultime invece sono essenziali per il sistema visivo
  - la percezione globale della forma di un oggetto non è caratteristica del senso del tatto
  - quello che si tende a fare è di tracciare i contorni dell'oggetto, passandoci sopra le dita, per ottenere informazioni sulle proprietà dei materiali

# Percezione tattile: Aptica

- Oggetti comuni per il riconoscimento visivo, ma di difficile riconoscimento attraverso il solo tatto (Lederman et al. 1990)



SENSATION AND PERCEPTION, Figure 12.18 © 2008 Sinauer Associates, Inc.

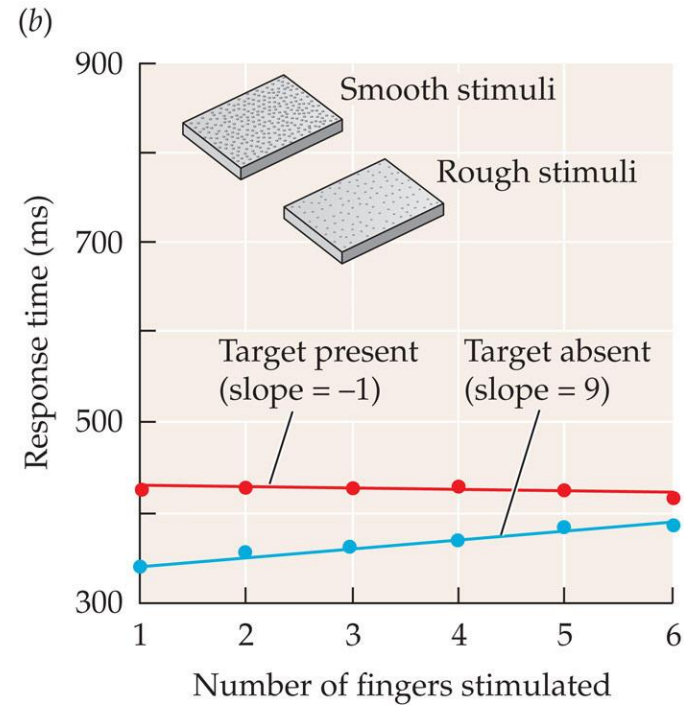
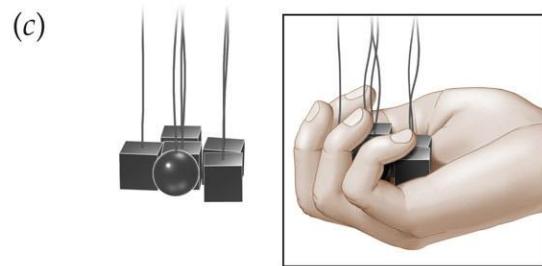
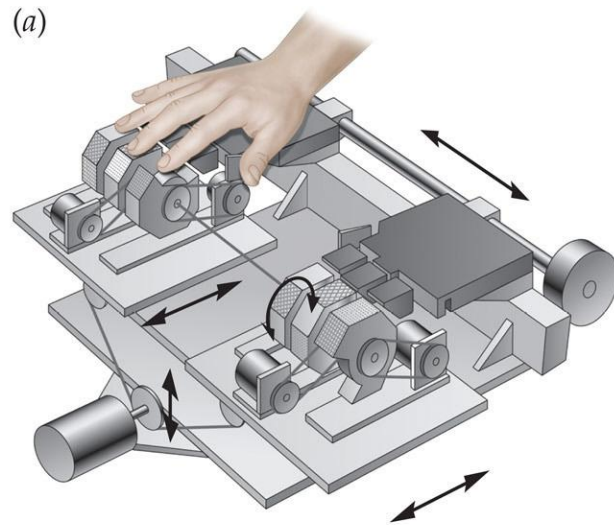
# Percezione tattile: Aptica

- La via tattile del dove (WHERE):
  - Conoscenza della posizione di un oggetto attraverso il solo utilizzo della percezione tattile
  - Esempio: ritrovare il tasto della sveglia al mattino
- Frame di riferimento: il Sistema di coordinate usato per definire la posizione nello spazio
  - Il centro del frame di riferimento, Egocentro, in visione è situato in mezzo agli occhi, in acustica in mezzo alle orecchie, nel tatto non ve ne è uno solo ma diversi
- Il tatto ha una via specializzata per il processamento delle informazioni sulla posizione dell'oggetto.

# Percezione tattile: Aptica

- Le caratteristiche della ricerca tattile:
  - Così come in visione, anche nella modalità tattile alcune caratteristiche possono essere disponibili al processo di riconoscimento prima che i meccanismi percettivi abbiano passato in rassegna l'oggetto.
  - Dal lavoro di Lederman e Klatzky (1997) si evince infatti che il riconoscimento tattile di un oggetto rugoso (target) in mezzo ad oggetti lisci (distrattori) è chiaramente un processo di ricerca parallelo e non seriale.
  - NB: La percezione di target con strutture che variano la composizione della superficie con linee orizzontali e verticali (distrattori) non provoca effetti di riconoscimento anticipato (come invece avviene in visione)
  - il sistema tattile è più specializzato all'analisi delle caratteristiche dei materiali più che alle conformazioni geometriche.

# Test di Lederman e Klatzky (1997)



*SENSATION & PERCEPTION 4e*, Figure 13.21  
© 2015 Sinauer Associates, Inc.

# Recettori meccanici

- Altri tipi di recettori meccanici si trovano all'interno di muscoli, tendini e giunture:
  - I recettori cinestetici giocano un ruolo fondamentale nella percezione della posizione degli arti e dei movimenti che questi effettuano

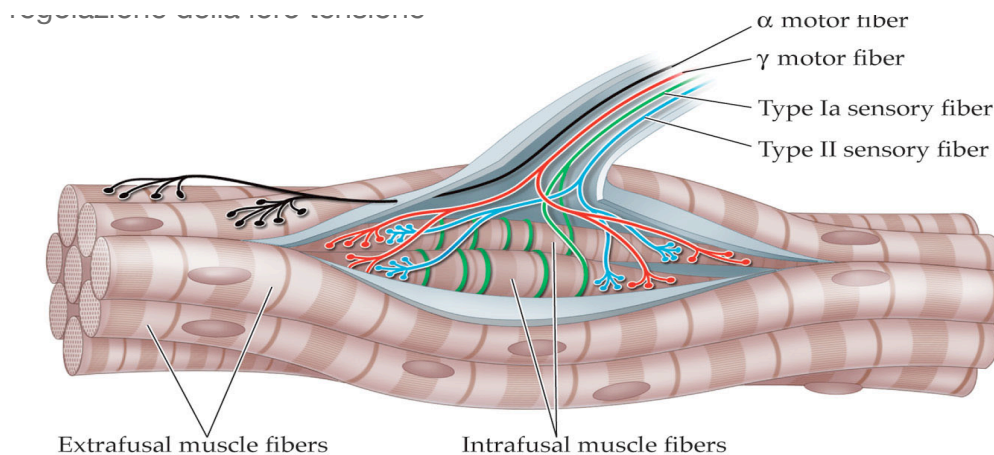


# Recettori meccanici

- L'angolo formato da un arto all'altezza di una giuntura viene inizialmente rilevato da recettori muscolari chiamati fusi (spindles) che segnalano la velocità con cui le fibre muscolari stanno variando la loro lunghezza.
- Recettori nei tendini segnalano la tensione dei muscoli legati a quei tendini
- Recettori all'interno delle giunture si attivano invece quando l'articolazione è piegata al massimo delle sue possibilità

# Recettori meccanici

- Un fuso muscolare innestato in una fibra muscolare (Extrafusal) contiene fibre interne (Intrafusal).
- Quando queste si contraggono un segnale parte dal fuso verso il sistema nervoso centrale circa la lunghezza dei muscoli in modo da permettere la regolazione della loro tensione



# Recettori meccanici

- Esecuzione di un movimento

