

# Dalle cellule nervose ai processi cognitivi

Capitolo 20

# Indice

- Le neuroscienze cognitive hanno come principale obiettivo lo studio delle rappresentazioni nervose di processi mentali
- Per studiare le funzioni cognitive le neuroscienze integrano le informazioni che derivano da cinque diversi metodi di studio
- Il cervello possiede una rappresentazione ordinata dello spazio personale che può essere studiata a livello cellulare
- La rappresentazione interna dello spazio personale è modificabile dall'esperienza

- Sia lo spazio extrapersonale reale che la sua immagine e il suo ricordo sono rappresentati a livello della corteccia associativa parietale posteriore
- Lo stato di coscienza è accessibile dall'analisi neurobiologica?
- L'attenzione selettiva è una componente della coscienza che può essere studiata sperimentalmente
- Una visione d'insieme

# Neisser 1967

“Il mondo dell’esperienza viene prodotto da chi prova l’esperienza stessa”.

- Come percepiamo il mondo?
  - Fino alla fine del diciannovesimo secolo lo studio era fondamentalmente di tipo filosofico
  - Successivamente vengono adottati approcci sperimentali (nascita della psicologia sperimentale)

# Psicologia sperimentale

- Si occupa di:
  - Apprendimento
  - Memoria
  - Attenzione
  - Percezione
  - Azione volontaria

# Comportamentismo

- Pavlov, Skinner ed altri sostenevano che:
  - Il comportamento può essere studiato con lo stesso grado di precisione delle scienze fisiche.
  - Focalizzavano la loro attenzione sugli aspetti OSSERVABILI del comportamento
  - Mettevano in relazione le risposte osservabili a specifici stimoli fisici.
  - Modello utilizzato :
    - Stimolo (ingresso)
    - Comportamento (uscita)

# Limiti del comportamentismo

- I processi mentali che si instaurano fra lo stimolo di ingresso ed il comportamento in uscita vengono considerati del tutto irrilevanti
- Il comportamentismo alla fine considera solo azioni riflesse che non richiedono alcuna attività mentale conscia

# Cognitivismo

- Chomsky, Simon per citare alcuni nomi
- Sottolineando i limiti del comportamentismo cercano di dimostrare che la conoscenza del mondo si fonda sui nostri apparati deputati alla percezione del mondo
- La percezione è un processo costruttivo che dipende non solo dalle informazioni inerenti lo stimolo ma anche dalla struttura mentale del soggetto che le elabora.

# Cognitivismo

- Identificare non solo l'ingresso e l'uscita ma anche analizzare i processi attraverso i quali le informazioni sensoriali vengono trasformate in percezioni e azioni.
- Per meglio comprendere in quale modo uno stimolo finisce per produrre una certa risposta comportamentale.

# Cognitivismo

- Nuovi concetti:
  - Elaborazione delle informazioni
    - Quali sono i processi attraverso i quali le informazioni sensoriali vengono tradotte e trasformate in percezioni ed azioni
  - Rappresentazione interna
    - Come specifici gruppi di cellule neurali formano la rappresentazione interna di una percezione o di una azione?

# Imaging

- Le tecniche di imaging (fMRI, PET, TMS, EEG, microelettrodi) ci aiutano a definire pattern neurali legati ad una specifica sensazione/azione

# Per studiare le funzioni cognitive le neuroscienze integrano le informazioni che derivano da cinque diversi metodi di studio

- 1- correlare l'attività di cellule neurali con il comportamento
  - Correlare l'aumento della loro attività (mediante stimolazione) o della loro diminuzione (mediante lesione), per definire i meccanismi che stanno alla base della percezione e dell'azione

- 2- Correlare le scariche di singoli neuroni di particolari regioni cerebrali con processi cognitivi complessi
  - Attenzione, apprendimento, processi decisionali
- 3- Correlare i comportamenti patologici con le lesioni cerebrali specifiche
  - Attraverso la nascita della psicologia cognitiva si sviluppa l'interesse sull'analisi comportamentale di pazienti con lesioni del sistema nervoso
- 4- utilizzare tecniche di imaging per correlare attività di gruppi di neuroni con stati mentali

- 5- Utilizzare le tecniche e i modelli dei computer per simulare l'attività di un enorme numero di "neuroni artificiali" in attività
  - Creazione delle cosiddette reti neurali che includono nella loro connessione disegni diversi (topograficamente) e modalità di mandare messaggi diversi (modulazione della velocità e intensità del segnale)
- Inizieremo a comprendere come attraverso tutte queste analisi possiamo comprendere le rappresentazioni dello spazio personale

Il cervello possiede una rappresentazione ordinata dello spazio personale che può essere studiata a livello cellulare

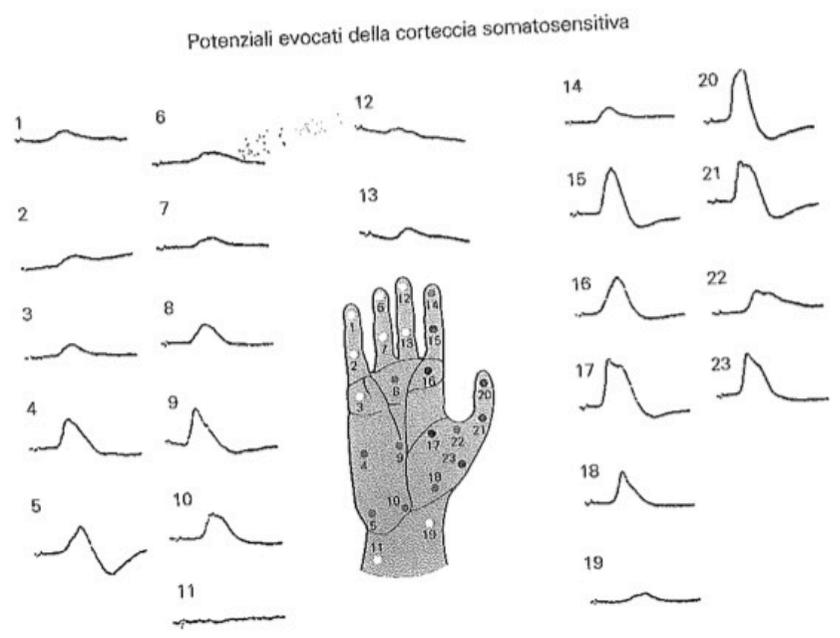
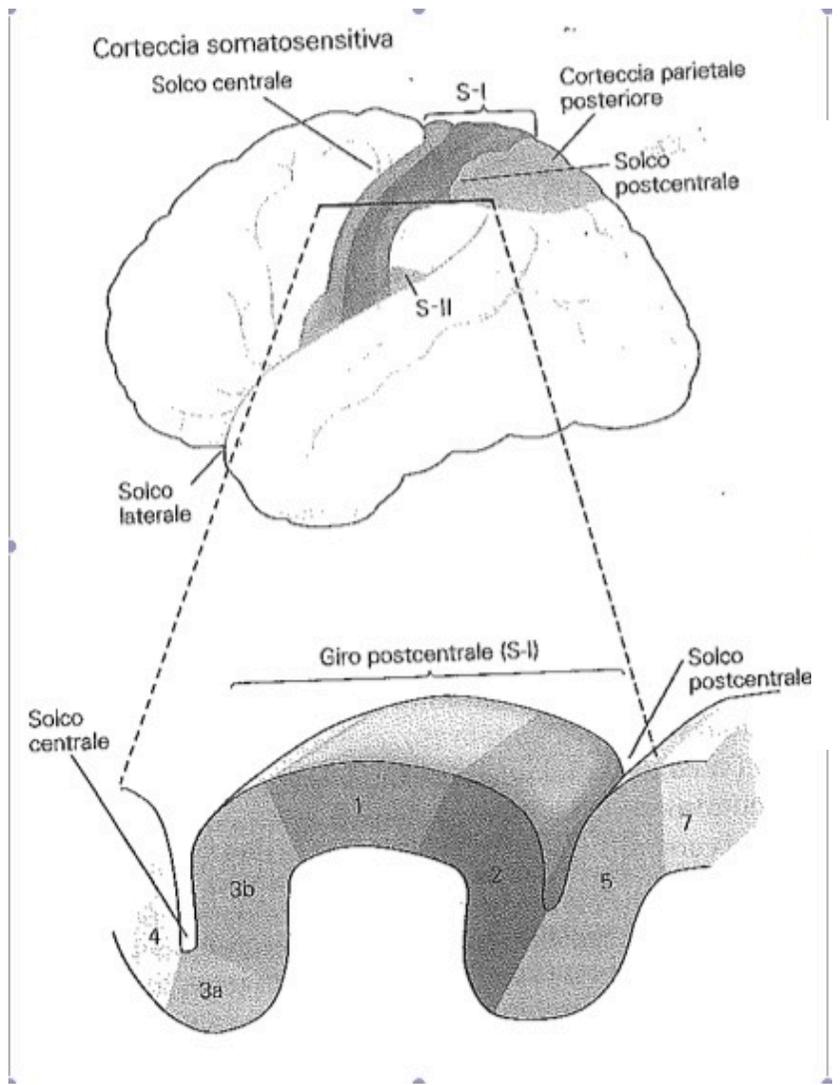
- Che cosa si intende per rappresentazione interna a livello neurale:
  - A -Organizzazione anatomica delle vie sensoriali afferenti
  - B- rappresentazione corticale dello spazio circostante il corpo

# La rappresentazione dello spazio personale

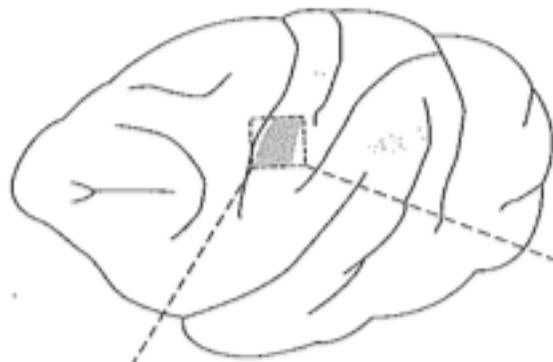
- Il senso del tatto e della proprioccezione
  - Tatto: info sulla superficie corporea e proprietà degli oggetti.. Recettori cutanei trasduco l'energia degli stimoli in eventi nervosi per terminare a livello delle aree somatosensitive del lobo parietale.
  - Proprioccezione: info sulla posizione statica ed il movimento

# Organizzazione topografica

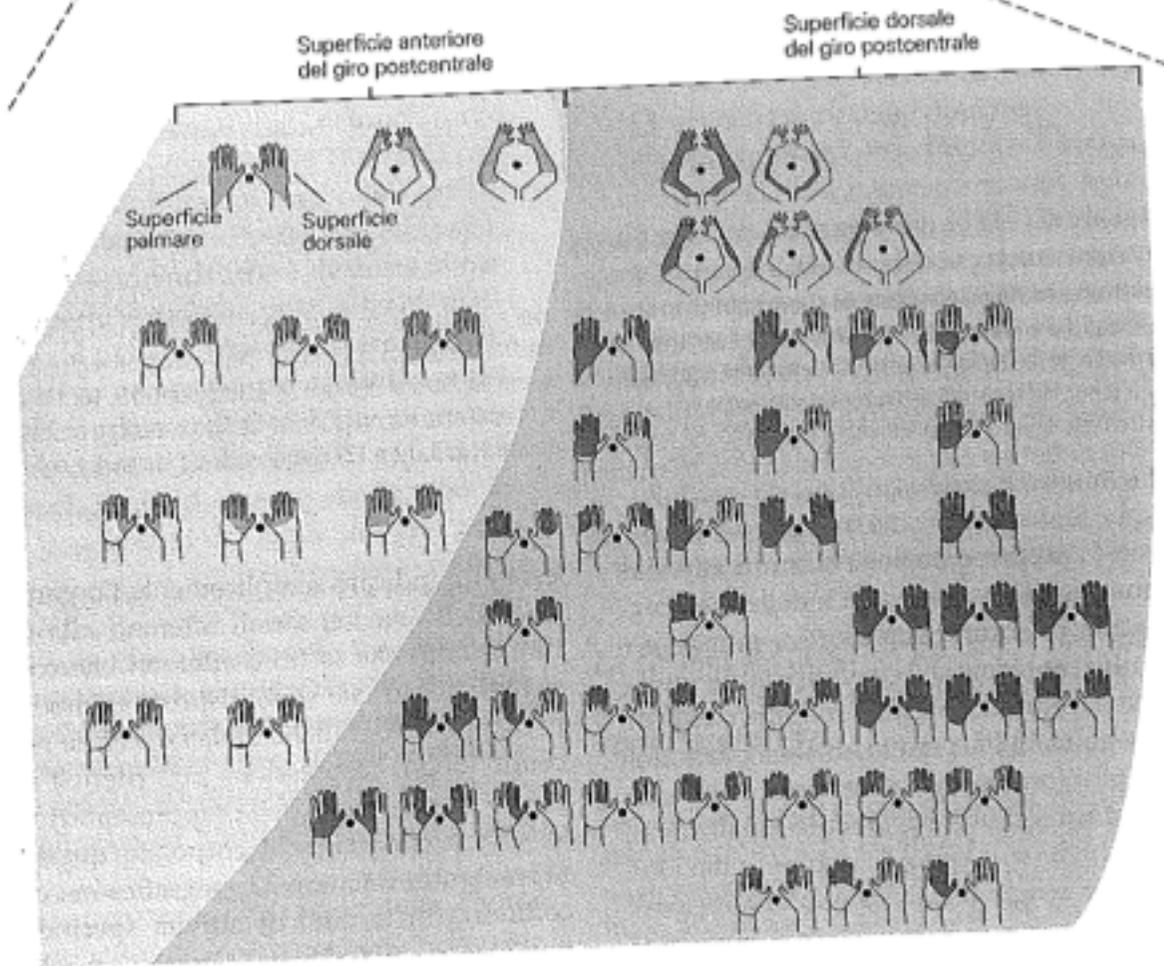
- La disposizione delle afferenze mantiene le relazioni spaziali dei recettori della superficie corporea
  - Si mantiene una mappa nervosa congruente topograficamente fra la superficie corporea e la mappa cerebrale somatosensitivo.
  - Vedi figura 20.3



A

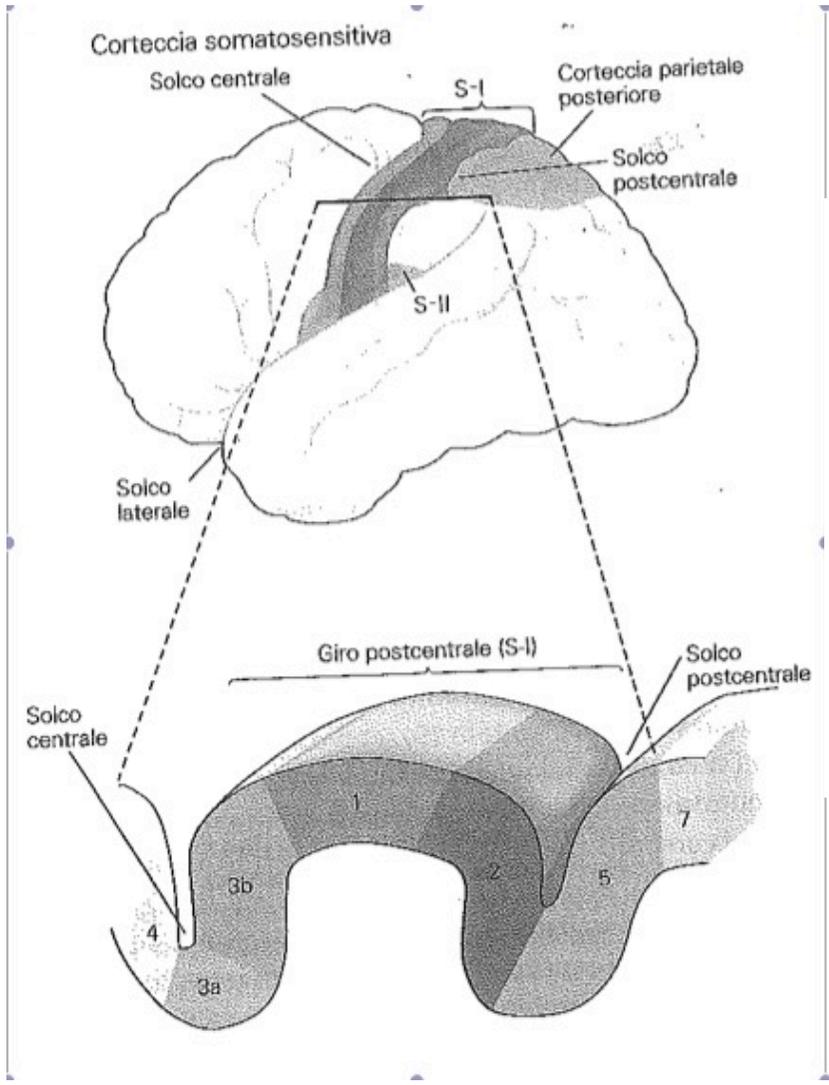


B

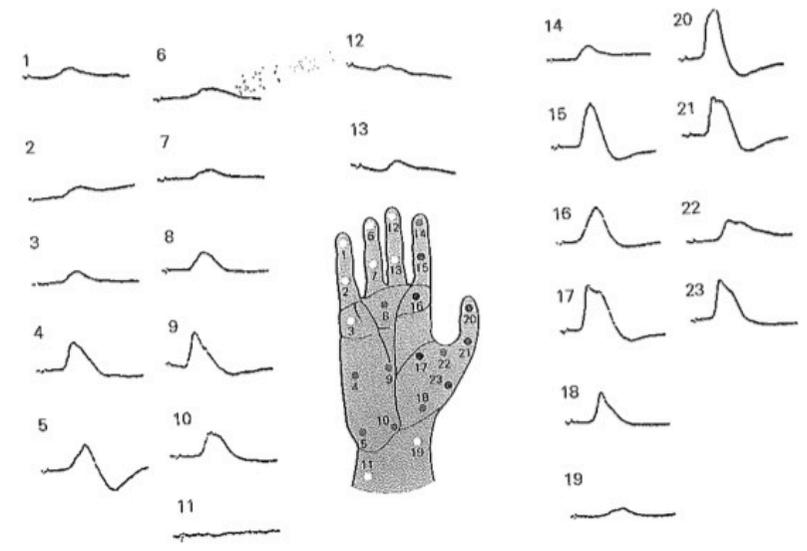


# Tecniche di registrazione

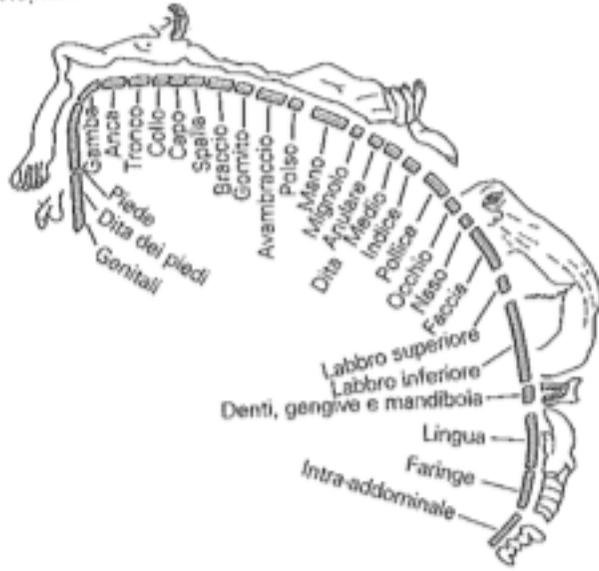
- Esperimenti su animali (1930 Marshall)
  - Toccare una parte del corpo portava alla registrazione di un potenziale evocato a livello corticale (Fig 20.2)
- Esperimenti su umani (Penfield 1950)
  - Durante operazioni per terapia chirurgica di epilettici Penfield stimolava corteccia somatosensitiva primaria e chiedeva a pazienti cosa sentissero. Fig.20.4 e 20.5



Potenziali evocati della corteccia somatosensitiva



Homonculus sensitivo



Coniglio



Gatto



Scimmia



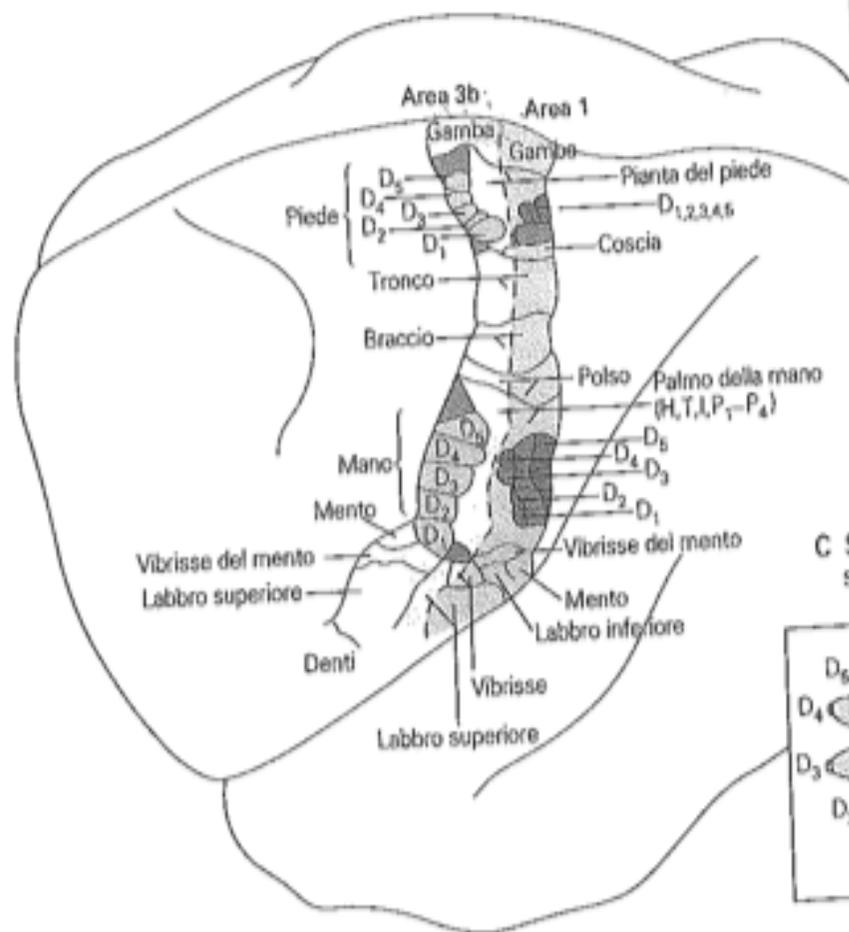
Uomo



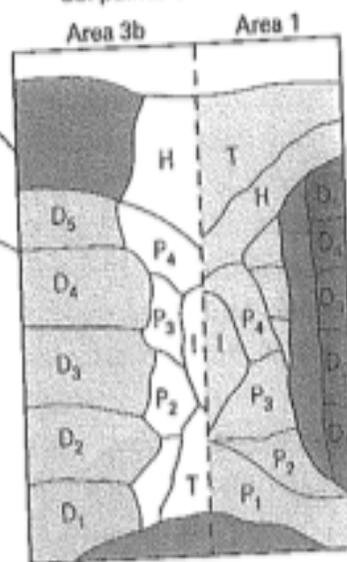
# La corteccia cerebrale possiede una mappa del corpo per ciascuna delle modalità somato-sensitive

- Attraverso ricerche condotte utilizzando registrazione con microelettrodi si è compreso che:
  - A livello della corteccia somatosensitiva primaria esistono 4 mappe quasi complete ognuna localizzata in una delle 4 aree di Brodmann: 3°, 3b, 1 e 2

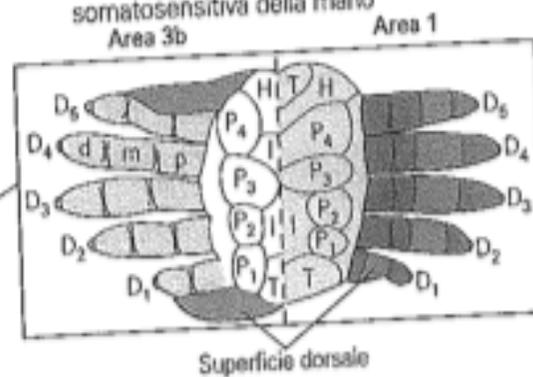
A Mappe somatosensive della corteccia cerebrale di Nictipiteco



B Particolari della rappresentazione del palmo della mano



C Schema semplificato della mappa somatosensiva della mano



# Le 4 mappe

- Le 4 mappe sono quasi identiche ma rappresentano informazioni diverse:
  - Info sensitive che provengono da muscoli e articolazioni (propriocezione): area 3°
  - Info provenienti dalla cute (tatto): area 3b
  - Inoltre, tatto area 1 e muscoli area 2

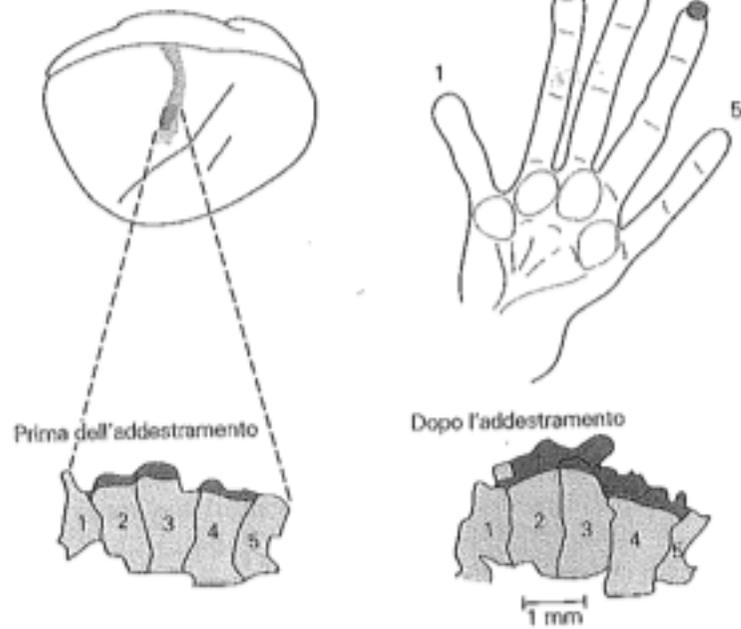
L'accuratezza dell'esame neurologico dei pazienti si fonda sull'esistenza di mappe corticali del corpo dettagliate ed ordinate

- Con l'aiuto di queste mappe dettagliate possiamo ottenere grande precisione diagnostica sui disturbi del sistema somatosensitivo.

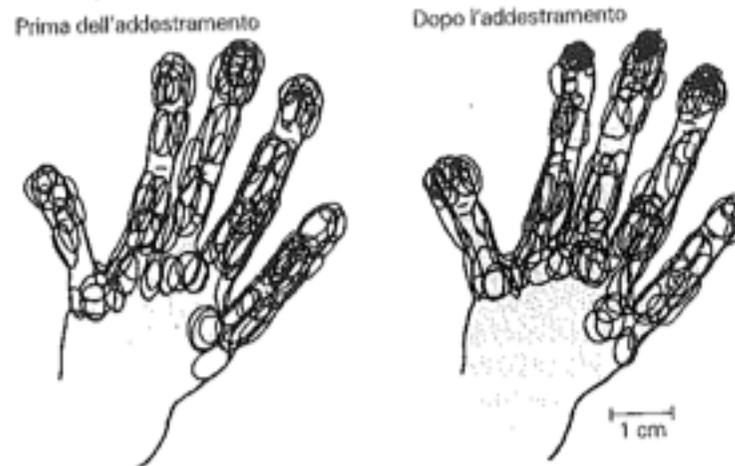
# La rappresentazione interna dello spazio personale è modificabile dall'esperienza

- Le mappe corticali non sono fisse ma si modificano con “ l'uso” delle vie afferenti.
  - Scimmie addestrate a ottenere cibo toccando con il dito medio mostravano area della corteccia dove la punta del dito era rappresentata in modo più esteso
  - Scimmie studiate 10 anni dopo deafferentazione dell'arto superiore hanno mostrato che l'area dell'arto era occupata dall'area della faccia

**A Rappresentazione corticale della dita**



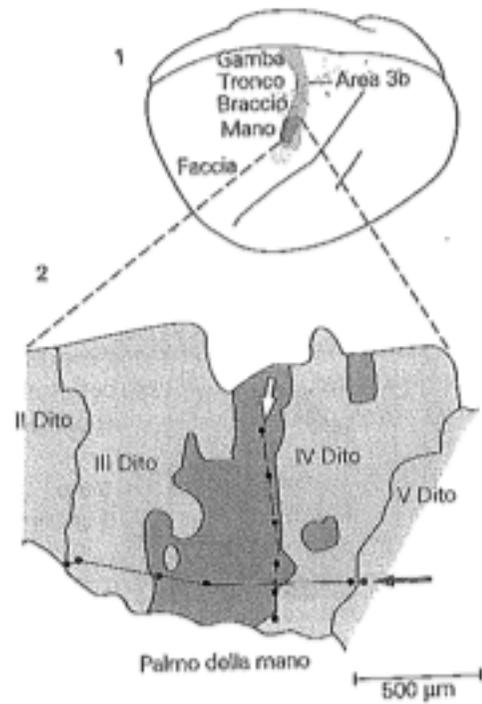
**B Campi recettivi dei neuroni corticali per le dita**



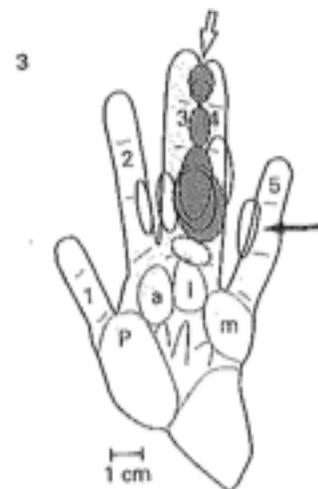
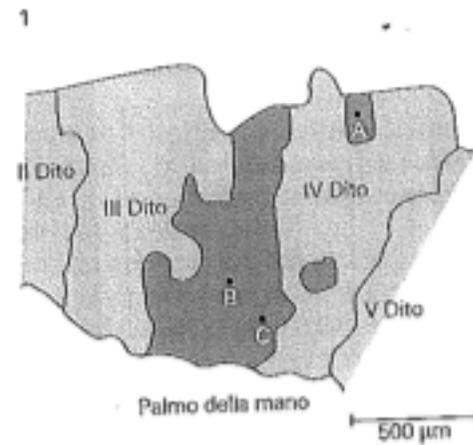
# Quali sono i meccanismi sottostanti?

- Nel sistema somatosensitivo le connessioni si formano in base alla presenza di scariche neurali correlate fra loro.
  - Legando due dita adiacenti fra loro a livello corticale si nota la scomparsa della discontinuità fra le due dita. Questo è dato dall'aumento della correlazione dei segnali afferenti che provengono dall'attività delle due dita che ora funzionalmente operano come un unico dito!
  - Fig 20.8

A Rappresentazione corticale di due dita della mano suture chirurgicamente



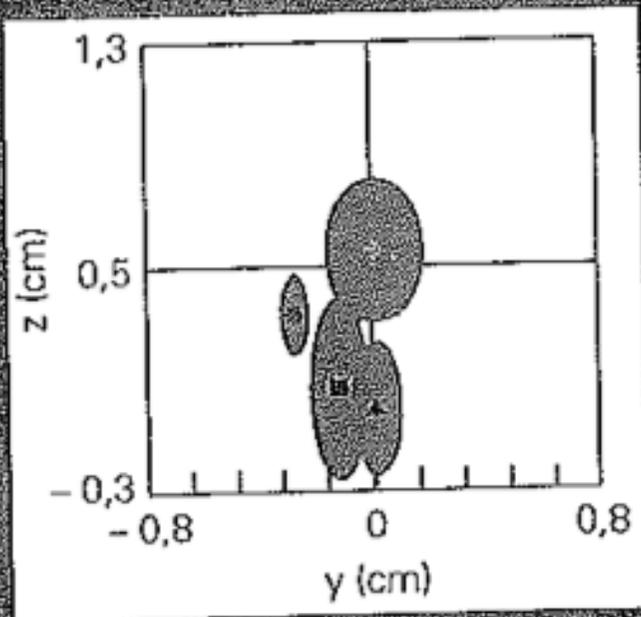
B Rappresentazione corticale dopo la separazione chirurgica delle dita



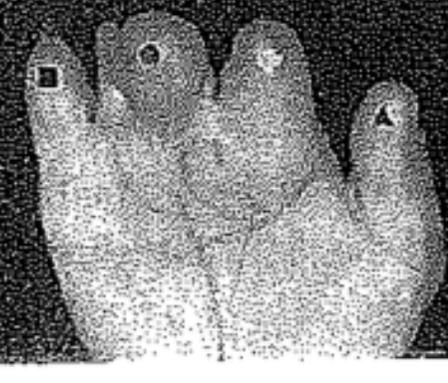
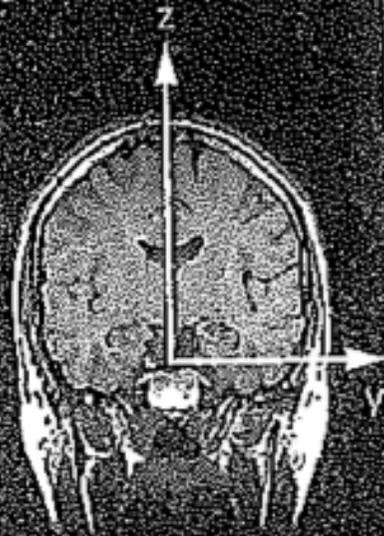
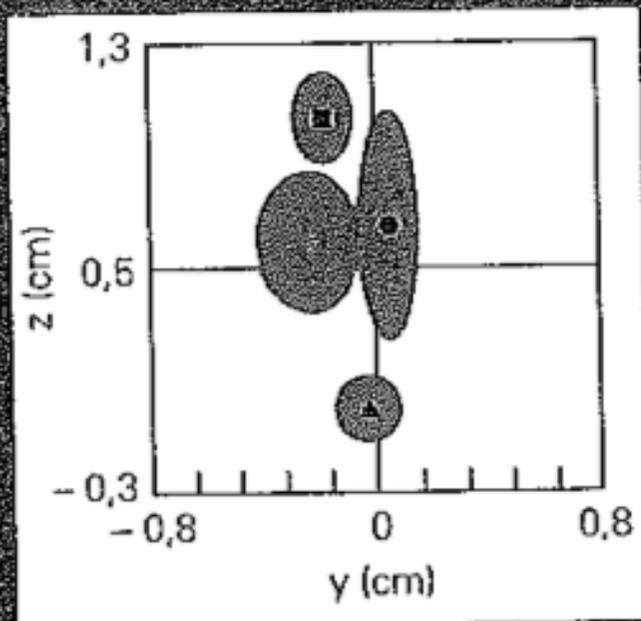
# La rappresentazione corticale dell'area della mano dell'uomo è modificabile

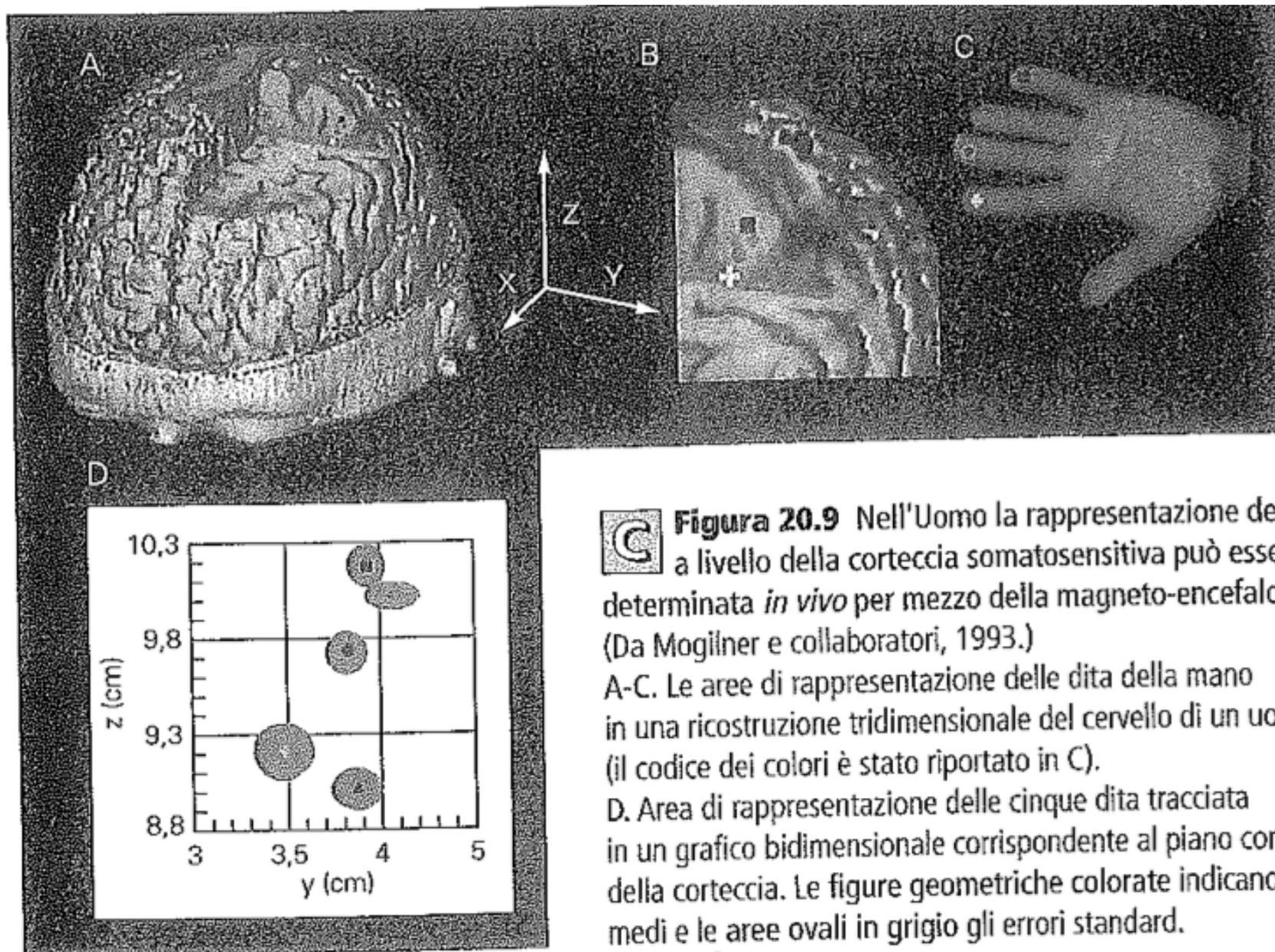
- Riorganizzazione delle fibre afferenti nell'uomo
  - Tecnica usata magneto-elettroencefalografia x definire le mappe funzionali della mano in soggetti sani
  - Confronto fra area della mano definita in soggetti sani e pazienti che hanno dita fuse fra loro dalla nascita (sindattilia)
    - Pazienti mostrano aree più piccole e mancanza topografica della separazione fra le dita Fig 20.9
    - Dopo poche settimane dalla separazione delle dita acquisizione topografica delle dita distinte e area più grande Fig 20.10

A



B





**C** **Figura 20.9** Nell'Uomo la rappresentazione della mano a livello della corteccia somatosensitiva può essere determinata *in vivo* per mezzo della magneto-encefalografia. (Da Mogilner e collaboratori, 1993.)

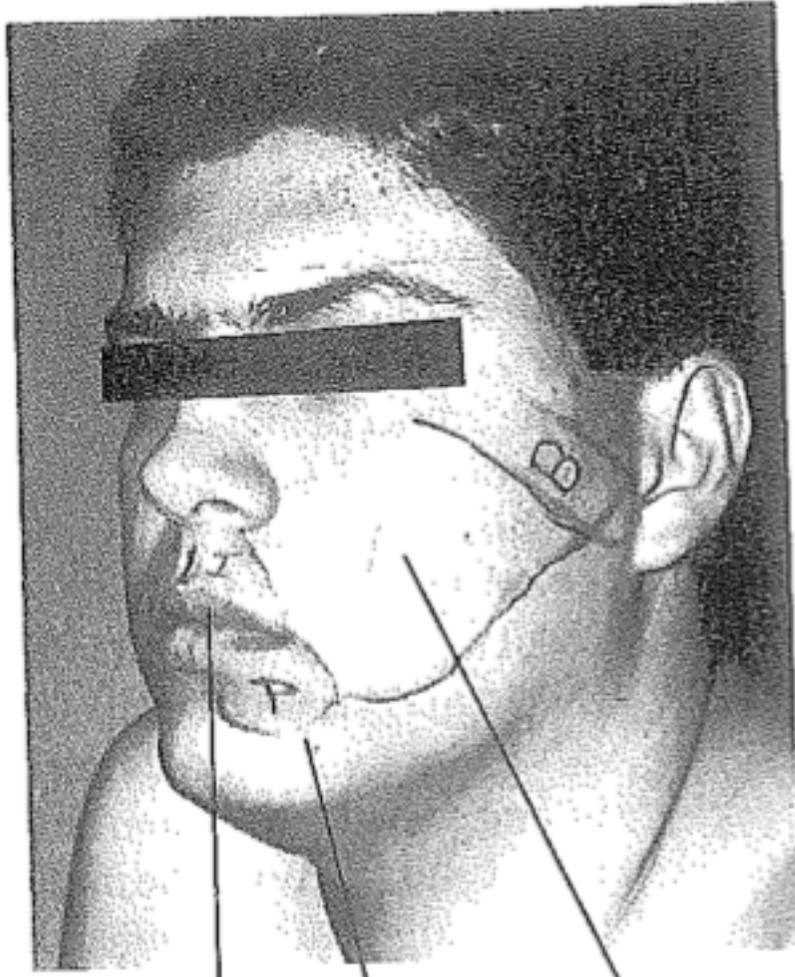
A-C. Le aree di rappresentazione delle dita della mano in una ricostruzione tridimensionale del cervello di un uomo (il codice dei colori è stato riportato in C).

D. Area di rappresentazione delle cinque dita tracciata in un grafico bidimensionale corrispondente al piano coronale della corteccia. Le figure geometriche colorate indicano i valori medi e le aree ovali in grigio gli errori standard.

# La sindrome dell'arto fantasma deriva dalla riorganizzazione delle afferenze corticali

- Sindrome dell'arto fantasma
  - Vivide esperienze somatosensitive dell'arto mancante
    - Avvertire la presenza dell'arto, sentire che si muove, avvertire dolore.
  - Tutte queste sensazioni sono dovute ad una riorganizzazione dei circuiti corticali
    - Aree dove l'arto amputato era rappresentato si espandono ricevendo afferenze da diverse parti del corpo, detta *rimappatura delle sensazioni riferite (Fig.20.11)*

A

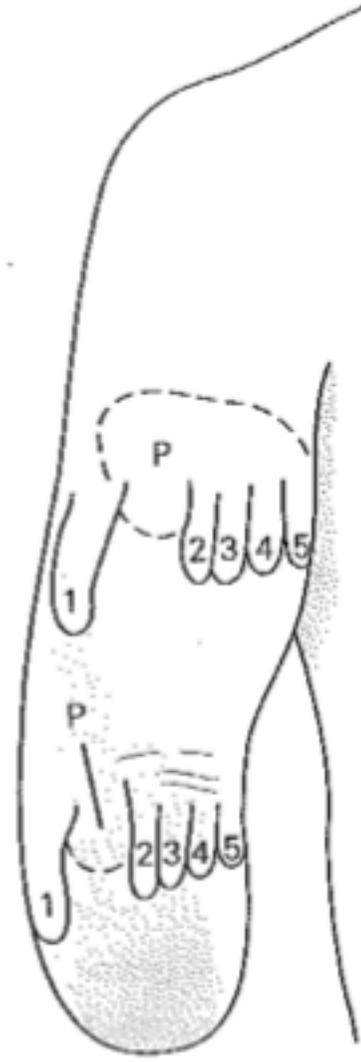


Indice

Mignolo

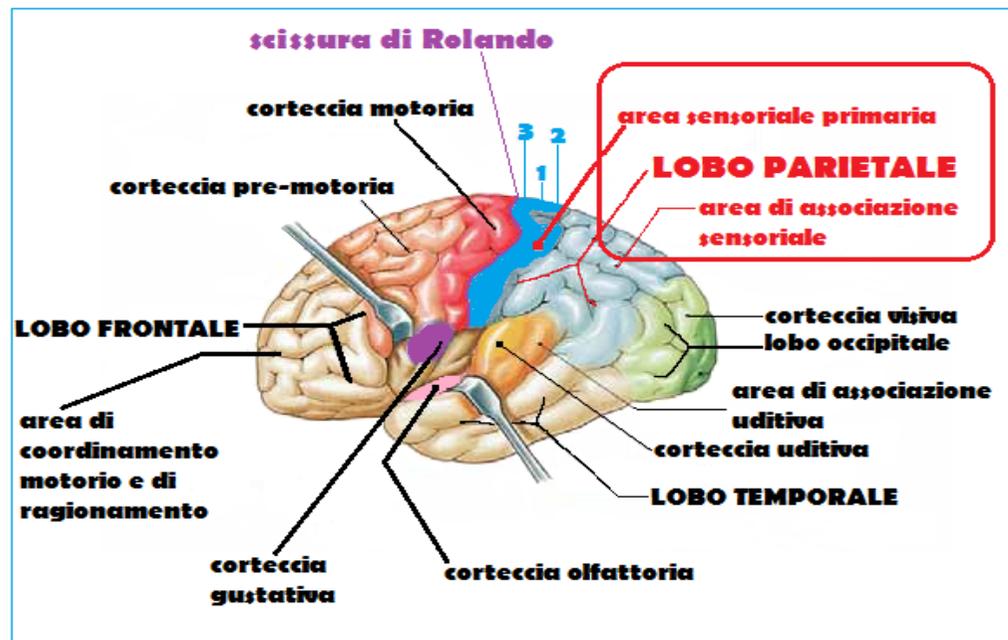
Pollice

B



Sia lo spazio extrapersonale reale che la sua immagine e il suo ricordo sono rappresentati a livello della corteccia associativa parietale posteriore

- I neuroni della corteccia somatosensitiva primaria proiettano alle aree associative multimodali della corteccia parietale posteriore (aree 5 e 7 di Brodmann)



# Queste aree associative ricevono afferenze anche dai sistemi visivo e uditivo

- Il loro ruolo è quello di integrare le informazioni somatosensitive con quelle di altre modalità sensoriali
  - Sono in grado di percepire la tridimensionalità degli oggetti e pianificare la loro manipolazione
  - Lesioni in quest'area provocano deficit sensoriali complessi come agnosia.

# Diversi deficit e tipi di agnosie

- Deficit della percezione spaziale
- Dell'integrazione visuo-motoria
- Dell'attenzione selettiva
  
- Astereognosia (agnosia tattile)
- Neglect

Modello



Copia fatta dal paziente

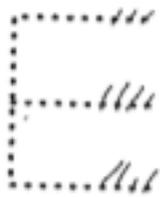
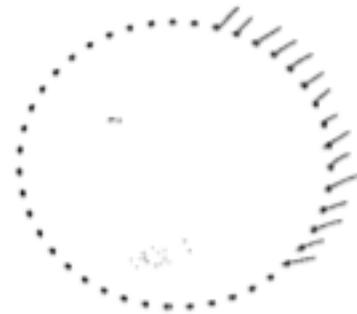
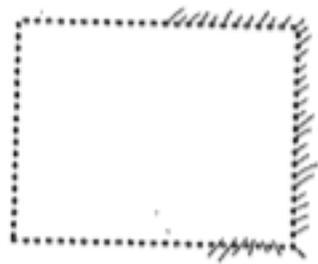




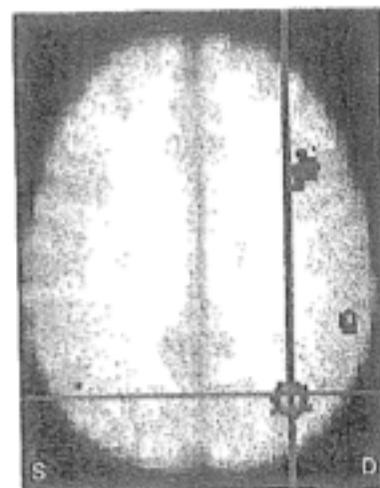
AR-11-08

# Neglect spaziale

- Negligenza spaziale può essere molto selettiva
  - Deficit relativo alla forma degli oggetti
    - Non riescono a vedere tutte le parti di un oggetto anche se il sistema visivo è intatto Fig. 20.14
  - Deficit sulla forma complessiva o sul particolare
    - figura 20.15



D  
D  
D  
D  
D  
D  
DDDD



Attenzione distribuita



Attenzione verso  
le caratteristiche globali



Attenzione verso  
le caratteristiche locali

# Negligenza della rappresentazione

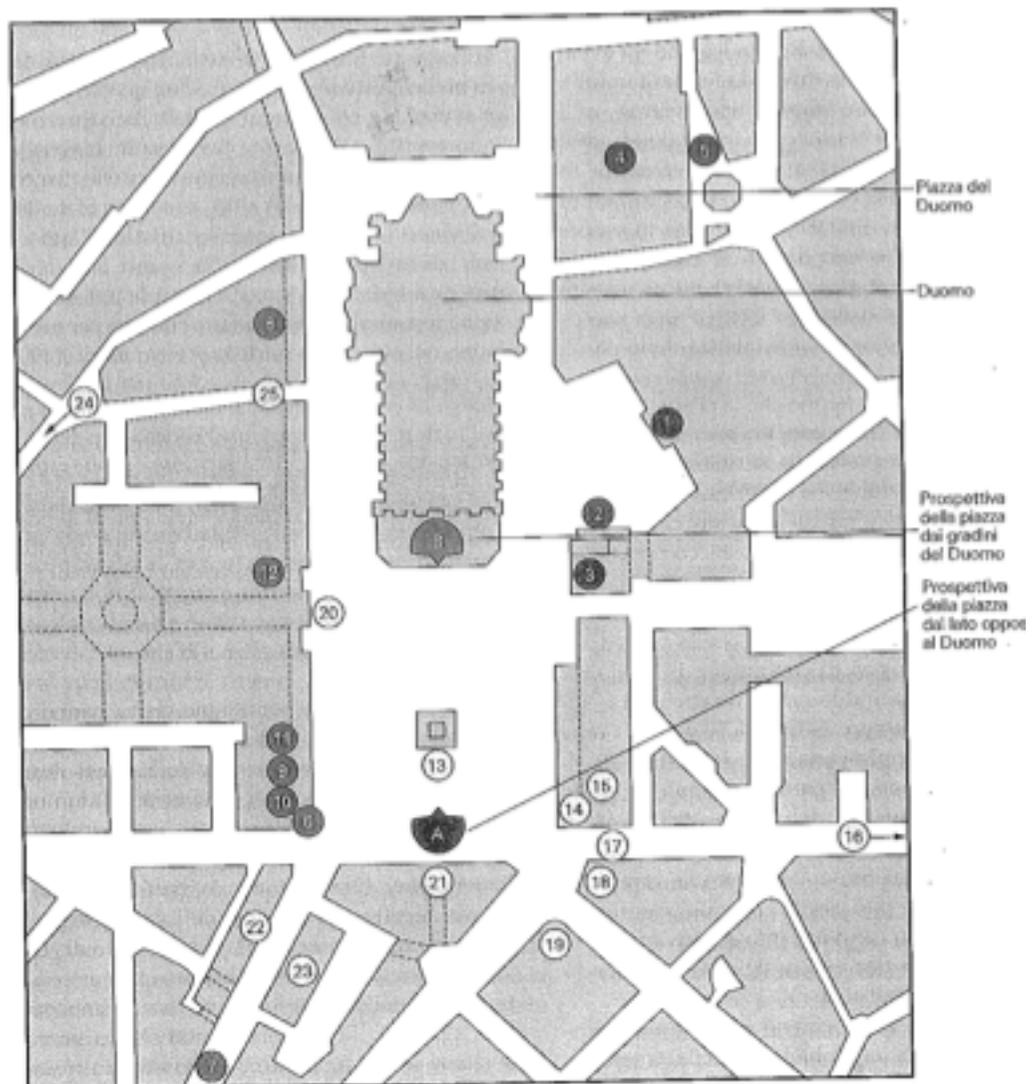
- Edoardo Bisiach : Diversi pazienti testati tutti con lesione del lobo parietale destro
  - Ricordare i palazzi a destra e sinistra del duomo se visto di fronte o di spalle
  - La memoria dello spazio extrapersonale viene immagazzinata secondo un sistema di riferimento centrato sul corpo e controlaterale alla lesione
  -

# Immagini mentali attivano il sistema visivo

- Se immaginiamo la lettera A si attiva la corteccia visiva primaria (così come quando osserviamo la lettera A)
- Quindi lesioni della corteccia parietale posteriore determinano anche deficit nell'immaginazione e nella creazione mentale di immagini
- Pazienti con lesioni parietali non sanno orientarsi nello spazio attraverso l'immaginazione



... ..



# Lo stato di coscienza è accessibile all'analisi neurobiologica?

- Coscienza: condizione di consapevolezza
  - Soggettività: facciamo riferimento alle esperienze degli altri solo attraverso la nostra. Esiste una oggettività delle sensazioni?
  - Unità: le esperienze vengono vissute come un processo unitario. Parliamo non facendo caso alla costruzione della frase.
  - Intenzionalità: le nostre sensazioni continuano ad avere significato anche in assenza della sensazione fisica.

# Il corpo ha una esistenza fisica e la mente?

- Dualismo ha separato corpo e mente
- Oggi diverse le domande:
  - Searl Nagel: la coscienza è accessibile all'analisi come lo sono i processi mentali
  - Dennet: la coscienza è una proprietà emergente (aree associative)
  - Rimane la difficoltà di comprendere come da una scarica neurale si possa produrre una percezione cosciente. Manca un modello teorico adeguato che includa la soggettività.

Nonostante certe perplessità di natura filosofica i neurobiologi hanno adottato un approccio riduzionistico allo studio della coscienza

- La soggettività percettiva potrebbe non essere così necessaria
  - Conosciamo la neurobiologia della percezione dei colori senza aver bisogno di sapere se ogni individuo vede lo stesso blu
  - Quello che ancora non sappiamo è come i potenziali di azione riescano a produrre il significato delle percezioni

# Soggettività oggettività

- “La forma di un oggetto percepita con una mano è in qualche misura soggettiva ma non impedisce ad una terza persona di valutare oggettivamente i dati sperimentali relativi a cosa sta percependo un altro soggetto”.

# Correlati neurali della coscienza

- Ovvero come gli eventi nervosi possono generare un evento mentale.
- Passi che si dovranno eseguire nella ricerca
- 1- localizzare neuroni la cui attività presenti un'elevata correlazione con l'esperienza cosciente
- 2- identificare i circuiti nervosi di cui questi neuroni fanno parte
- 3- sviluppare una teoria delle correlazioni scoperte (leggi della correlazione)

L'attenzione selettiva è una  
componente della coscienza che può  
essere studiata sperimentalmente

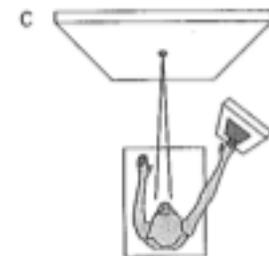
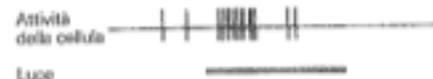
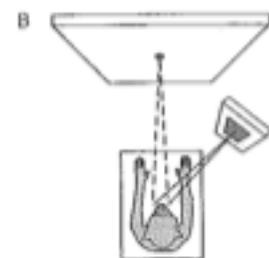
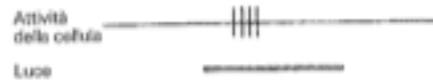
- Attenzione selettiva: focalizzazione ,  
concentrazione consapevole del nostro  
pensiero

# Michael Posner

- 4 componenti dell'attenzione selettiva :
- 1- disimpegno o liberazione dal precedente orientamento dell'attenzione
- 2- spostamento dell'attenzione verso un nuovo oggetto
- 3-impegno dell'attenzione verso un nuovo indirizzo e di norma...
- 4- elevato stato di allerta

# Neuroni parietali e risposta a stimoli visivi

- Questi neuroni rispondono alla presenza di uno stimolo visivo all'interno del loro campo ricettivo
- Goldberg ha osservato che l'intensità della loro risposta dipende dal fatto che l'animale presta o meno attenzione (Fig 20.17)
- C'è un legame fra attenzione selettiva ed il programmare un movimento



# Attenzione selettiva aumenta la risposta dei neuroni in diverse aree

- Corteccia prefrontale
- Corteccia temporale
  
- Attenzione selettiva attiva diverse aree funzionali sensoriali che risultano fondamentali per la pianificazione del movimento
- Future ricerche fondamentali per comprendere la direzione dell'attenzione

# Una visione d'insieme

- Per comprendere come funzionano i substrati biologici dei processi cognitivi è necessario comprendere come reti neurali elaborano l'informazione (psicologia cognitiva)
- Ricerche sul tatto ci hanno spiegato come avviene la rappresentazione interna del nostro corpo e dello spazio peripersonale
- Questa rappresentazione non è fissa ma può essere modificata dall'esperienza

- I processi attentivi implicano l'integrazione della rappresentazione interna del corpo con la visione ed il movimento
- L'insieme di queste integrazioni con la rappresentazione peripersonale innescano meccanismi funzionali di immagini e memorie di sensazioni e movimenti
- Ed è proprio all'interno di questa rappresentazione integrata che opera la coscienza di sé