

Sistemi sensoriali e percezione

Stimoli esterni

Percezione

- Visivo
- Somatosensoriale
- Uditivo
- Olfattivo
- Gustativo

1

Sistemi sensoriali

Percezione

2

Recettori

Il primo contatto di tutti i sistemi sensoriali con il mondo esterno avviene attraverso i **recettori**. Ogni recettore è sensibile a una particolare forma di energia.

Modalità	Recettore	Nervo periferico	SNC	Lunghezza
Mecanocettore (dolore, temperatura, proprioccezione)				>1000 mm
Propriocezione (mandibola)				100 mm
Olfatto				1 mm
Gusto				100 mm
Udito				100 mm
Visione				100 mm

3

Sistema visivo

A

Assoluta acuità visiva

Radice quadrata della lunghezza d'onda (nm)

4.4 4.6 4.8 5.0

0 50 100

Sistema per la lunghezza d'onda corta (SNC)

Sistema per la lunghezza d'onda lunga (SNC)

Sistema per la lunghezza d'onda intermedia (VNC)

Recettori: coni e bastoncelli
 Vie: dorsale e ventrale
 Aree: V1, V2, V4

4

Sistema uditivo

Orecchio umano

Curve tonali

Intensità soglia

Frequenza suono (Hz)

500 1000 2000

Recettori: cellule ciliate cocleari
 Vie uditive
 Area: corteccia uditiva

5

Sistema tattile

Meissner corpuscolo

Pacini corpuscole

Ruffini corpuscole

Merkel disc

free nerve endings

Soglia psicofisica

Curva psicofisica

Corpuscolo di Meissner

Corpuscolo del Pacini

Frequenza di stimolazione (Hz)

10 50 100 300 1000

Recettori: messner, pacini, ruffini, merkel
 Vie: lemnisco dorsale mediale e lemnisco dorsale laterale
 Aree: S1, S2, area 5

6

Trasduzione dello stimolo

Il recettore ha il compito di trasformare l'energia dello stimolo in **energia elettrochimica** che viene riconosciuta dal sistema nervoso.

Le informazioni sullo stimolo vengono rappresentate con **potenziali d'azione** e trasmesse alle aree corticali.

I potenziali d'azione insorgono nelle fibre afferenti solo quando l'intensità dello stimolo raggiunge il valore di soglia fisiologica assoluta.

7

Perché lo stimolo sia percepito occorre che le informazioni dal recettore siano trasmesse al sistema nervoso centrale.

Catena psicofisica:

Stimolo distale ----- Stimolo prossimale ----- Percepto



Esperienza soggettiva dovuta all'elaborazione e interpretazione delle modificazioni che lo stimolo prossimale ha creato negli organi di senso

8

Processi percettivi di base in visione

- Energia luminosa: condizione necessaria ma non sufficiente per la visione.
- Informazione ottica: una variabile cruciale.

Esempio: condizione di nebbia: è presente l'energia luminosa, però si distribuisce in maniera omogenea nello spazio e questo toglie importanti dettagli all'immagine che arriva agli occhi, cioè all'informazione ottica.

9

Informazione ottica

- Grazie alle disomogeneità presenti nella distribuzione della luce si forma un'immagine della scena visiva che arriva agli occhi.
- Se la luce invece fosse distribuita in maniera omogenea non riusciremmo a percepire i dettagli (fenomeno detto *Ganzfeld*, vedi esempio nebbia).

10

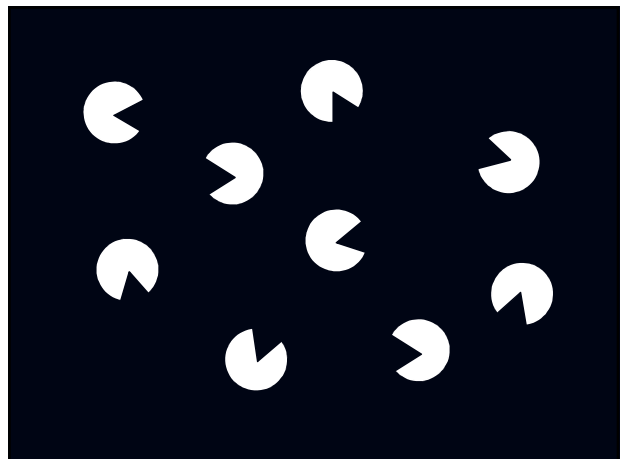
Percezione: processo attivo

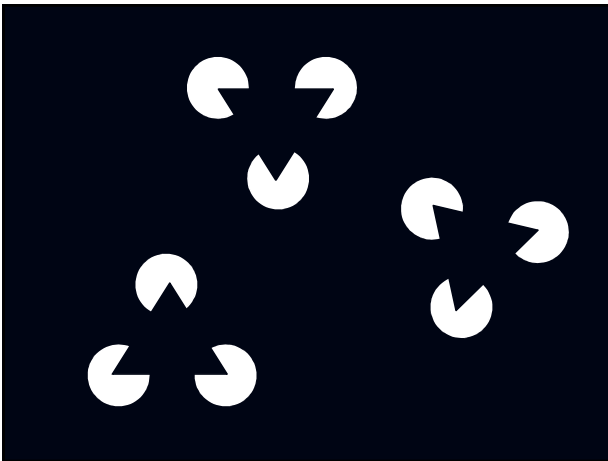
La percezione non è una semplice registrazione passiva e fedele degli stimoli del mondo esterno.

È un processo creativo che agisce in modo attivo secondo delle regole e in base all'esperienza precedente.

Questo porta anche al prevalere di alcuni **"vincoli"** percettivi sulla reale composizione dello stimolo distale.

11

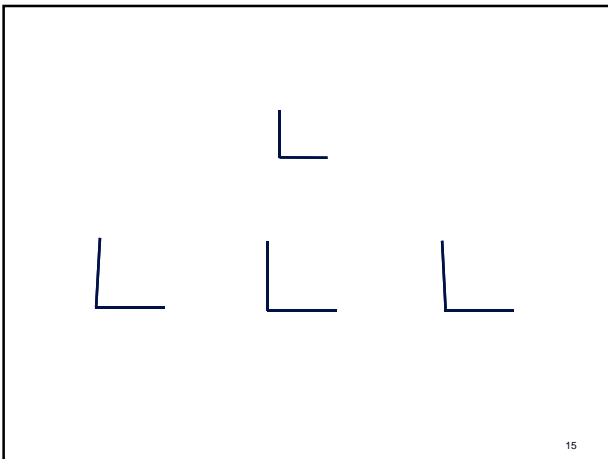




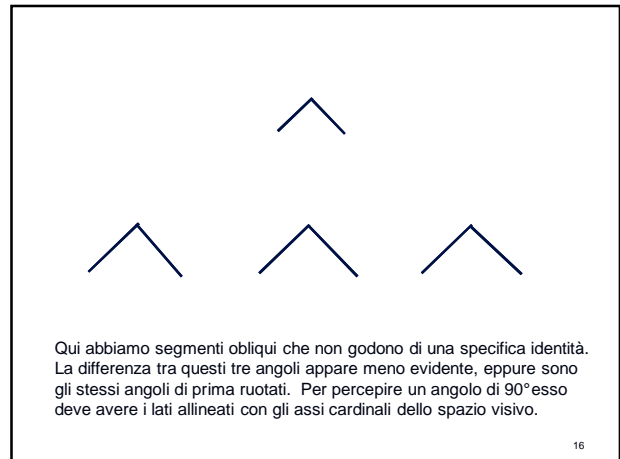
■ Nel caso dell'orientamento, fanno da riferimento gli **assi verticali e orizzontali**.

■ La percezione è ancorata agli assi verticali e orizzontali e questo ha conseguenze anche sulla percezione degli angoli.

14



15



Qui abbiamo segmenti obliqui che non godono di una specifica identità. La differenza tra questi tre angoli appare meno evidente, eppure sono gli stessi angoli di prima ruotati. Per percepire un angolo di 90° esso deve avere i lati allineati con gli assi cardinali dello spazio visivo.

16

Mondo fisico vs. mondo fenomenico

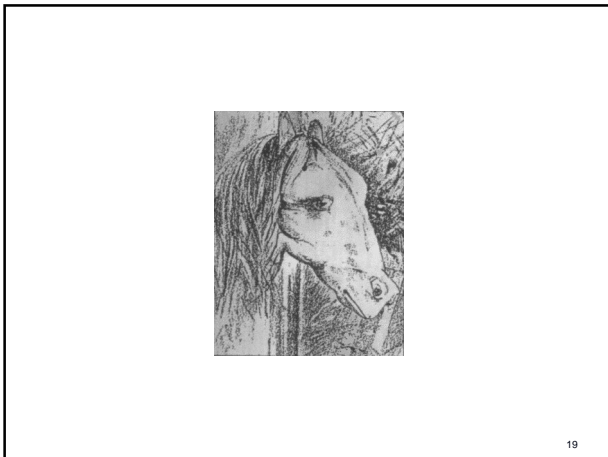
- Nel mondo **fisico** gli oggetti non cambiano al variare del loro orientamento (sono gli stessi angoli).
- Nel mondo **fenomenico** uno stesso oggetto (l'angolo di 90°) può apparire speciale oppure no, in funzione dell'orientamento.

17

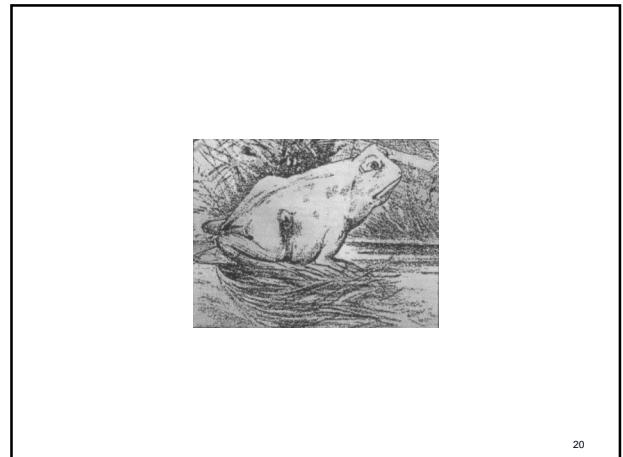
Polarità sopra/sotto

- Questi esempi dimostrano che la percezione dello spazio possiede una **direzione** (*verticale/orizzontale*).
- Oltre alla direzione, c'è anche una **polarità** (*dritto/capovolto o sopra/sotto*) ben precisa.
- Ad esempio lo schema percettivo di una **faccia** è *mono-orientato*, cioè è dato per scontato che gli occhi si trovano sopra e la bocca sotto, quindi tutto ciò che "capovolge" questo **vincolo**, non viene percepito come un volto.

18



19



20

- Gli stessi segni grafici assumono significati percettivi diversi a seconda di come si collocano rispetto alla polarità sopra/sotto.

21

- I **vincoli** percettivi sono più potenti anche delle **conoscenze** stesse del soggetto riguardo alle caratteristiche dell'oggetto che sta guardando (v. illusioni).

22

Illusione di Ebbinghaus

Illusione di Müller-Lyer

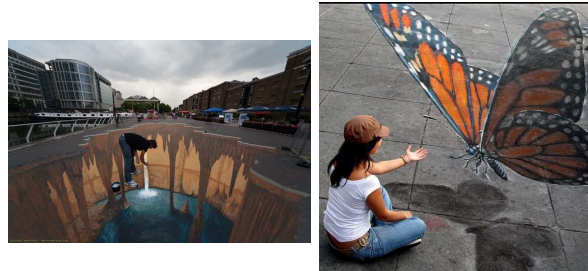
24

Illusioni sui colori





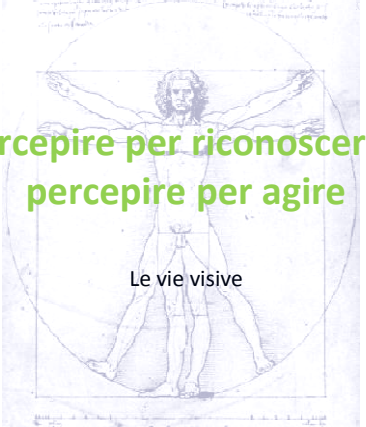
25



26

SECNODO UN PFROSSEORE
 DLEL'UNVIESRITA' DI
 CMABRDIGE, NON IMORPTA
 IN CHE ORIDNE APAPAINO
 LE LETETRE IN UNA PAOLRA,
 L'UINCA CSOA IMMORPTATE
 E' CHE LA PIMRA E L'ULIMTA
 LETETRA SINAO NEL PTOSO
 GITUSO. IL RIUSTLATO PUO'
 SERBMARE MLOTO CNOFSUO,
 MA NOONSTATNE TTUTO
 SI PUO' LEGERGE SEZNA
 MLOTTI PRLEOBMI.

27



**Percepire per riconoscere e
 percepire per agire**

Le vie visive

28

Percepire per riconoscere e percepire per agire

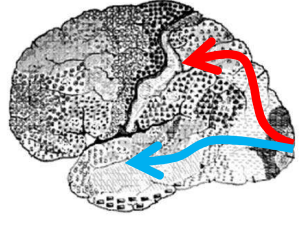
- > Le informazioni sensoriali non servono solo a riconoscere, identificare e comprendere il mondo.
- > Servono anche per pianificare le **azioni**, interagire con gli **oggetti** e comunicare con gli **altri**.
- > Le basi anatomiche della percezione per il **riconoscimento** e della percezione per **l'azione** sono distinte.

29

Sistema visivo e azione

Percepire per riconoscere o percepire per agire?

Via dorsale '**DOVE**': elabora l'informazione spaziale



Via ventrale '**COSA**': elabora le caratteristiche degli oggetti

30

Via visiva dorsale e via visiva ventrale

Teorie a confronto

- **Ungerleider e Mishkin** (1982): le due vie elaborano informazioni diverse degli stimoli (una la posizione spaziale e una le caratteristiche fisiche).
- **Goodale e Milner** (1995): le due vie elaborano le stesse informazioni (entrambe posizione e attributi) ma per scopi diversi (la dorsale per l'azione senza riconoscimento consapevole e la ventrale per il riconoscimento consapevole).

31

Via visiva dorsale e via visiva ventrale

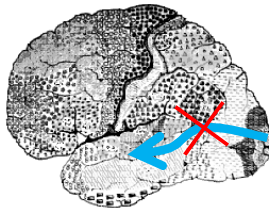
Teorie a confronto

Prove sperimentali da studi **neuropsicologici**:

Studiare i pazienti con danno cerebrale ad un sistema e non all'altro ha permesso di distinguere i due sistemi e le loro funzioni.

32

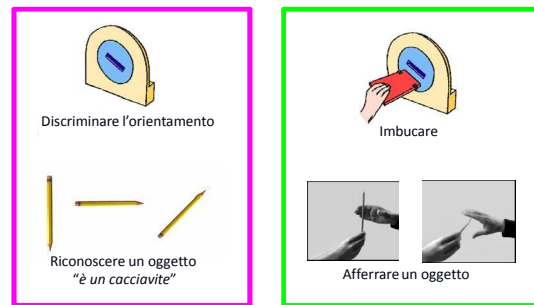
Lesione alla via ventrale: Agnosia visiva



- Disturbo neuropsicologico prodotto dalla lesione alla **via ventrale**.
- Il paziente **non è in grado di riconoscere** le caratteristiche degli oggetti, forma, colore, dimensione ... anche riguardo a volti noti e familiari.
- Tuttavia è in grado di **agire** correttamente sugli oggetti.

33

Agnosia visiva



I pazienti con agnosia visiva, non identificano correttamente gli oggetti. Conservano la capacità di utilizzare le informazioni visive per guidare i movimenti della mano sullo stimolo.

34

Lesione alla via dorsale: Atassia ottica



- Disturbo neuropsicologico prodotto dalla lesione alla **via dorsale**.
- Il paziente è in grado di **riconoscere** le caratteristiche degli oggetti, forma, colore, dimensione, ma **non è in grado di agire** correttamente su di essi.

35

Atassia ottica



I pazienti con atassia ottica riconoscono l'oggetto che devono afferrare.

Falliscono nell'utilizzare le informazioni visive quando devono compiere un movimento con la mano per raggiungere l'oggetto.

36

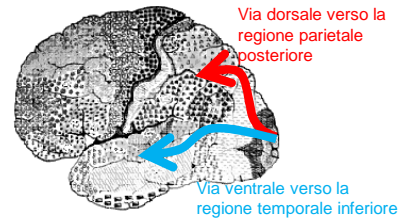
Via visiva dorsale e via visiva ventrale

Le osservazioni sui pazienti sono meglio spiegate dalla teoria di Goodale e Milner, in base alla quale:

- la **via ventrale** svolge un ruolo chiave nella percezione consapevole delle caratteristiche degli oggetti e della loro configurazione spaziale.
- la **via dorsale** media il controllo visivo delle azioni senza aver accesso alla coscienza.

37

Via visiva dorsale e via visiva ventrale

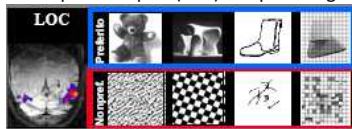


Le due vie originano in corrispondenza dell'area **visiva primaria**. La via visiva dorsale si dirige verso la regione **parietale posteriore**. La via visiva ventrale si dirige verso la regione **temporale inferiore**. Questi due sistemi sono formati da un mosaico di aree corticali, ciascuna dedicata all'analisi di uno specifico tipo di informazione.

38

Il mosaico della via ventrale

Lateral occipital complex (LOC) – risponde agli oggetti



Malach et al., 1995 Grill-Spector et al., 2001

Fusiform face area (FFA) – risponde alle facce



Kanwisher et al., 1997

39

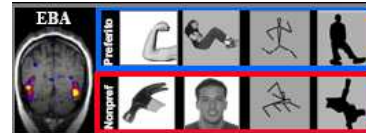
Il mosaico della via ventrale

Parahippocampal place area (PPA) – risponde agli edifici



Epstein and Kanwisher, 1998

Extrastriate body area (EBA) – risponde a parti del corpo



Downing et al., 2001

40

Il mosaico della via dorsale

Regioni specifiche della **corteccia parietale posteriore** analizzano diversi tipi di informazione sensoriale per il controllo motorio e la coordinazione di specifici effettori come l'**occhio**, il **braccio**, la **mano**, la **bocca**.

Alcune aree:

LIP: movimenti oculari saccadici (movimenti che consentono all'occhio di passare velocemente da un punto di fissazione all'altro).

VIP: Movimenti della bocca.

MIP (PRR): Movimenti di raggiungimento del braccio ('reaching').

AIP: Movimenti di prensione della mano ('grasping').

41

Via dorsale

Nelle diverse regioni che formano la via dorsale si formano gradualmente una molteplicità di *rappresentazioni* della posizione dell'oggetto, codificate in sistemi di riferimento sempre più stabili (dalla retina alla testa, al collo, alla spalla..).

La **corteccia parietale** converte l'informazione sensoriale in **programma motorio**.

42

Come avviene il passaggio dalla percezione all'azione vera e propria?

I circuiti parietali-premotori

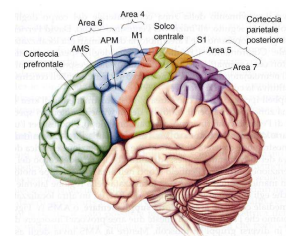


43

La corteccia parietale

Per pianificare un movimento servono informazioni sensoriali sull'ambiente.

La **Corteccia parietale posteriore** riceve informazioni dalle aree sensoriali (somatosensoriale, visiva, uditiva...), analizza le relazioni tra oggetti ed elabora informazioni relative alla posizione del corpo nello spazio.



44

Dalla percezione all'azione

Durante la pianificazione di un movimento verso un target, è necessario avere una **stima corretta della posizione** della parte del corpo da muovere al fine di:

Segnali visivi

Segnali propriocettivi

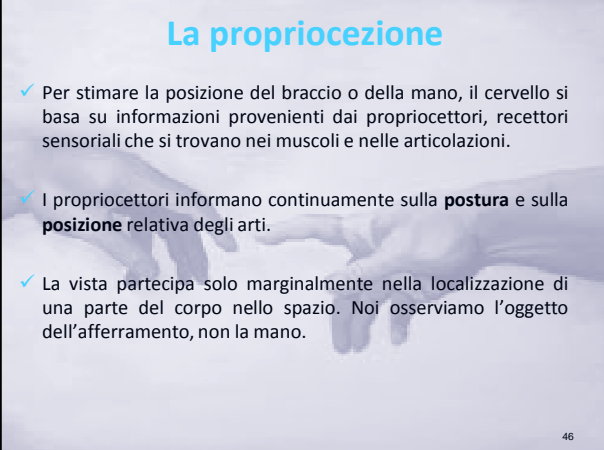
- 1) Pianificare la direzione del movimento
- 2) Convertire questa direzione in un comando motorio

Questa stima è data grazie all'**integrazione di segnali visivi e propriocettivi**.

45

La propriocezione

- ✓ Per stimare la posizione del braccio o della mano, il cervello si basa su informazioni provenienti dai propriocettori, recettori sensoriali che si trovano nei muscoli e nelle articolazioni.
- ✓ I propriocettori informano continuamente sulla **postura** e sulla **posizione** relativa degli arti.
- ✓ La vista partecipa solo marginalmente nella localizzazione di una parte del corpo nello spazio. Noi osserviamo l'oggetto dell'afferramento, non la mano.



46

Dalla percezione all'azione

Nelle regioni parietali vengono integrati diversi tipi di informazione (visiva, propriocettiva e tattile).

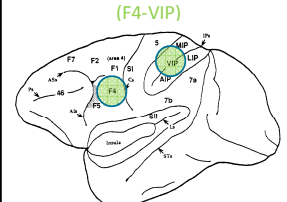
Queste informazioni sull'oggetto serviranno a definire l'atto motorio.

Tutto questo avviene grazie a dei circuiti neuronali che collegano le aree parietali alle aree premotorie.

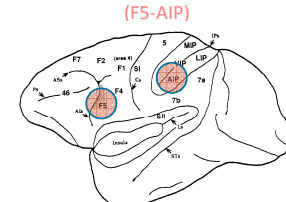
47

Circuiti parietali-premotori

Il circuito per la codifica dei movimenti di raggiungimento (F4-VIP)



Il circuito per la codifica dei movimenti di prensione (F5-AIP)

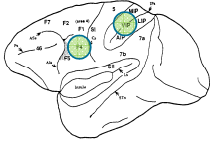


N.B. La nomenclatura F4 e F5 si riferisce al cervello della scimmia. Nell'essere umano entrambe queste regioni fanno parte della corteccia **premotoria ventrale**.

Rizzolatti et al., 1996

48

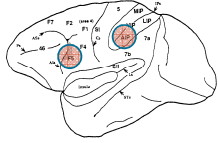
Il circuito per la codifica dei movimenti di raggiungimento (F4-VIP)



- ✓ L'area F4 è un'area premotoria implicata nella trasformazione visuo-motoria dei movimenti di raggiungimento. I neuroni di F4 permettono di calcolare la posizione spaziale di un oggetto rispetto all'osservatore e rispetto ai segmenti corporei che dovranno produrre l'azione.
- ✓ Nell'area F4 sono anche rappresentati i movimenti prossimali di raggiungimento: per esempio i neuroni scaricano quando il braccio deve essere mosso verso una specifica regione dello spazio.
- ✓ F4 è connessa all'area intraparietale ventrale (VIP) che contiene neuroni con caratteristiche simili a F4, ma con proprietà prevalentemente visive.

Rizzolatti et al., 1996 49

Il circuito per la codifica dei movimenti di prensione (F5-AIP)



- ✓ Nell'area F5 ci sono neuroni che scaricano selettivamente per il tipo di prensione (di precisione, con tutte le dita, con il palmo della mano).
- ✓ F5 riceve informazioni visive dall'area intraparietale anteriore (AIP) che descrive le caratteristiche intrinseche degli oggetti.
- ✓ I neuroni dell'area AIP mantengono una memoria a breve termine degli oggetti da afferrare. AIP fornirebbe le descrizioni strutturali di uno stimolo tridimensionale, proponendo all'area F5 diverse possibilità di afferramento di un determinato oggetto.
- ✓ L'area F5 seleziona il movimento di afferramento più appropriato in base al contesto e alla decisione presa dal soggetto.

Rizzolatti et al., 1996 50

Circuito corticale per il riconoscimento di azioni

Alcuni neuroni dell'area F5 hanno le stesse caratteristiche dei neuroni motori implicati nella prensione, con la peculiarità che scaricano non solo quando l'animale compie un determinato gesto di prensione, ma anche quando **osserva** un altro individuo compiere lo stesso gesto.

Questi neuroni sono stati definiti "**neuroni specchio**".

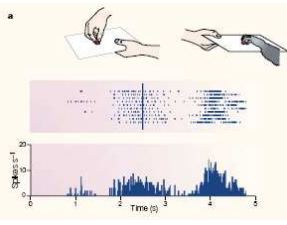
51

Cognitive Brain Research 3 (1996) 131-141
Research report

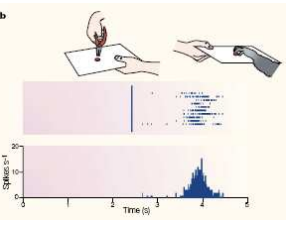
Premotor cortex and the recognition of motor actions

Giacomo Rizzolatti *, Luciano Fadiga, Vittorio Gallese, Leonardo Fogassi
Istituto di Fisiologia Umana, Università di Parma, Via Gramsci 14, I-43100, Parma, Italy

a



b



52

Il sistema dei neuroni specchio

Un simile sistema nell'essere umano potrebbe avere una duplice funzione:

- favorire il **riconoscimento** delle azioni eseguite da altri
- permettere l'**apprendimento** di azioni attraverso l'imitazione delle azioni osservate (Rizzolatti et al. 2001).

↙

Adulto: acquisizione di gesti specifici (vedi tecniche di allenamento sportivo)

↘

Bambino: base per lo sviluppo delle attività motorie più complete e mature.

53

Il sistema dei neuroni specchio

L'eccitabilità del sistema cortico-spinale umano è maggiore durante l'osservazione di azioni rispetto a osservazione di oggetti (Fadiga et al. 1995).

Organizzazione somatotopica: gli stessi muscoli coinvolti nell'esecuzione reale del movimento sono anche maggiormente attivi durante l'osservazione del movimento stesso (Fadiga et al. 1995; Romani et al. 2005).

54

I neuroni specchio

Riflessioni

“La motricità non è soltanto un prodotto del cervello, controllato dalla mente, ma anche un meccanismo che dà forma alla mente e alla stessa coscienza” (A. Oliverio).

“I movimenti non sono un puro congegno, un mezzo per ottenere qualcosa: essi sviluppano la logica della mente, fanno sì che cogliamo nessi temporali come il prima e il dopo, nessi di causa ed effetto, la concatenazione dei diversi anelli che unendo sensazioni e azione formano la catena del pensiero” (Alain Berthoz–Silvano Tagliagambe).

56

Riflessioni

I sistemi sensoriali ricevono energia fisica e la trasformano in informazione nervosa; i sistemi motori trasformano l'informazione nervosa in energia fisica.

Mentre il risultato finale dell'elaborazione dell'informazione sensoriale è una rappresentazione interna del mondo esterno o delle condizioni in cui si trova il nostro corpo, l'elaborazione delle informazioni da parte dei sistemi motori comincia con una rappresentazione interna dei risultati che si intendono conseguire con il movimento.

57