

I sistemi mirror e le basi neurali dell'intersoggettività

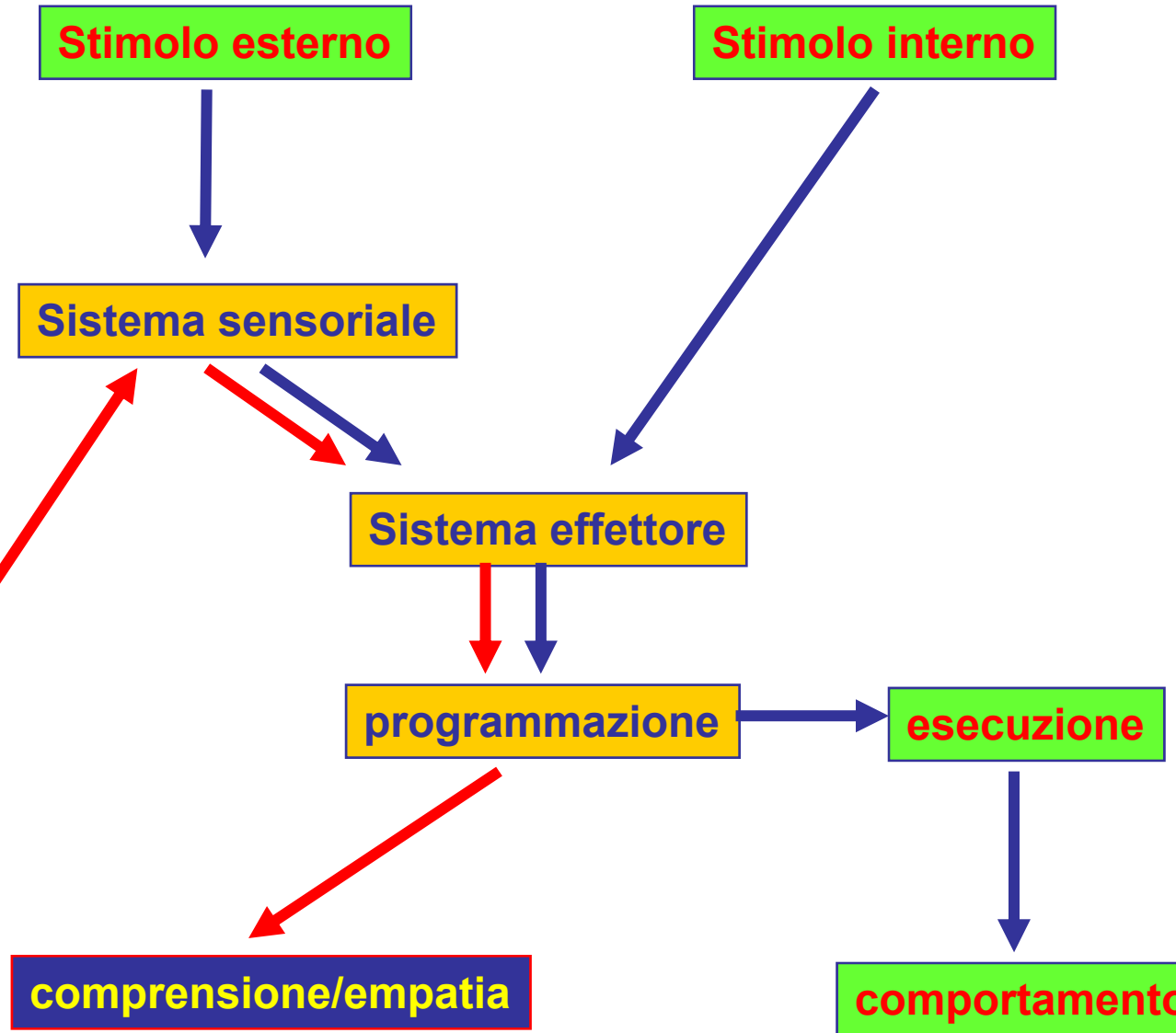
Azioni

Intenzioni

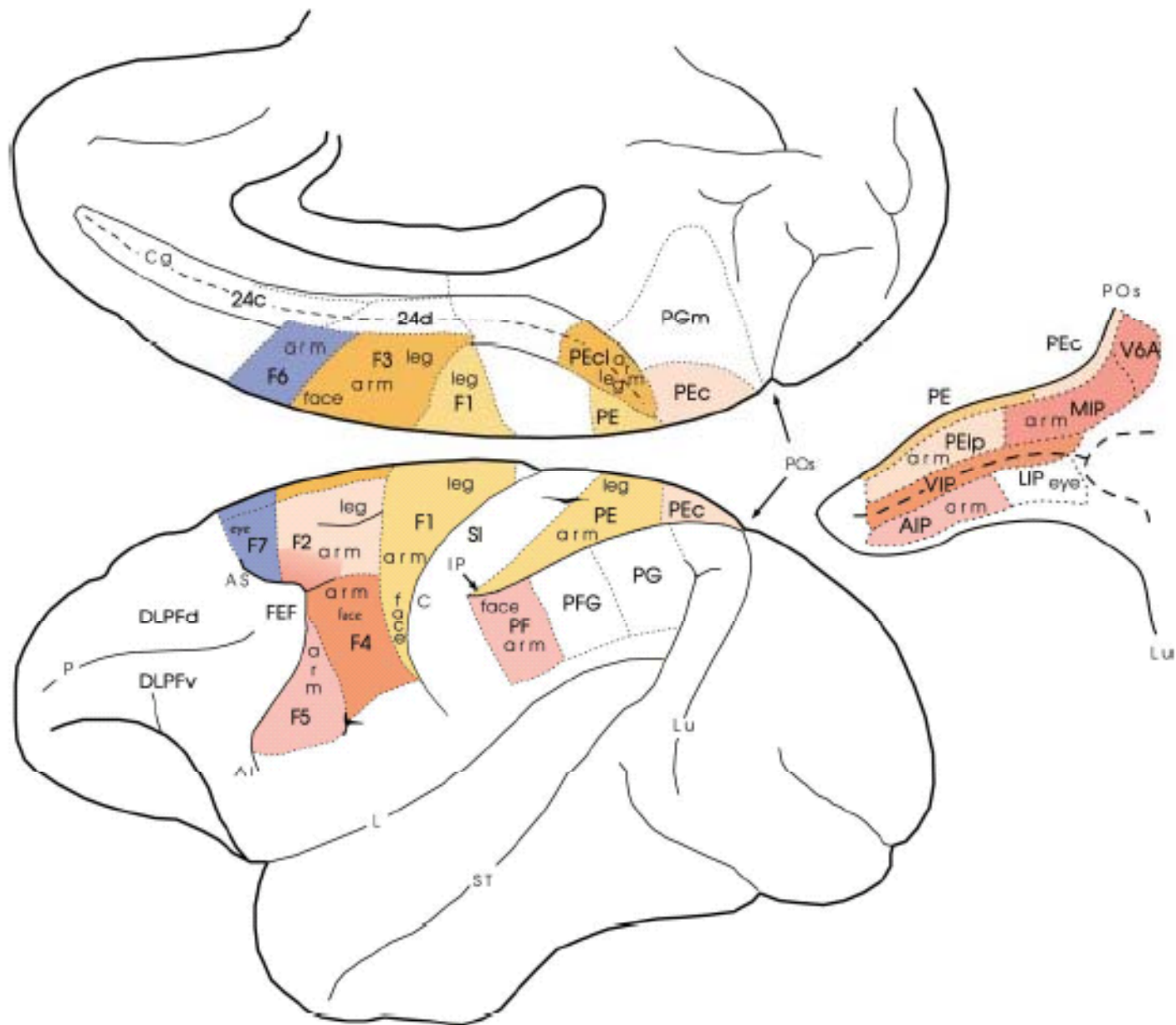
Emozioni

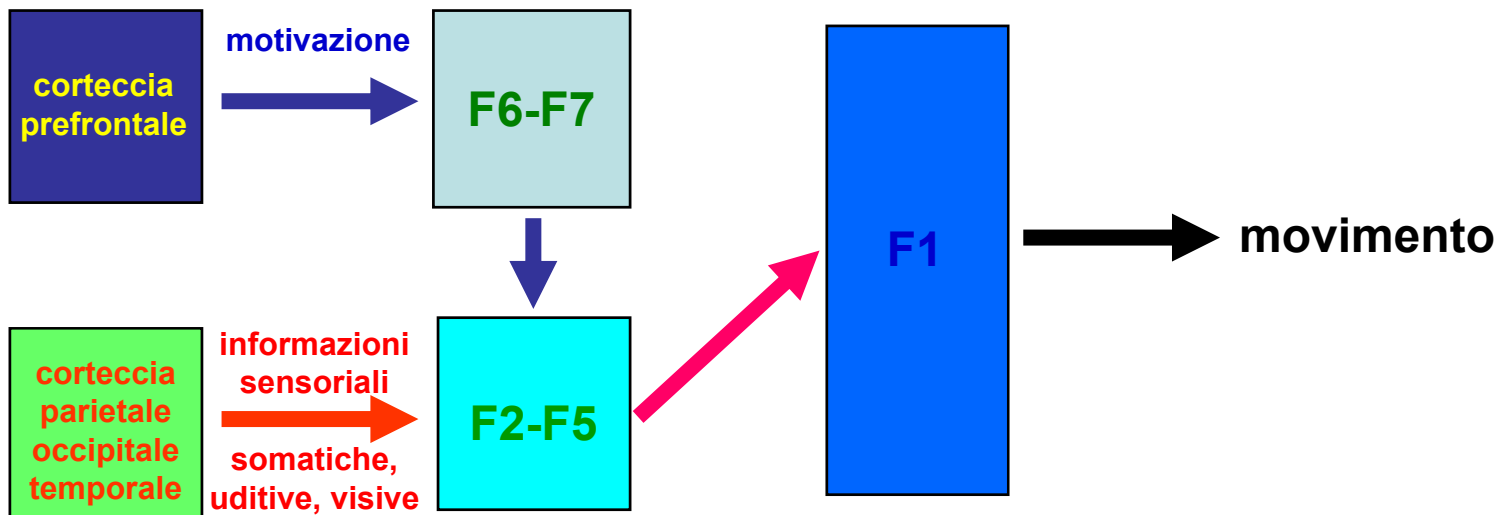
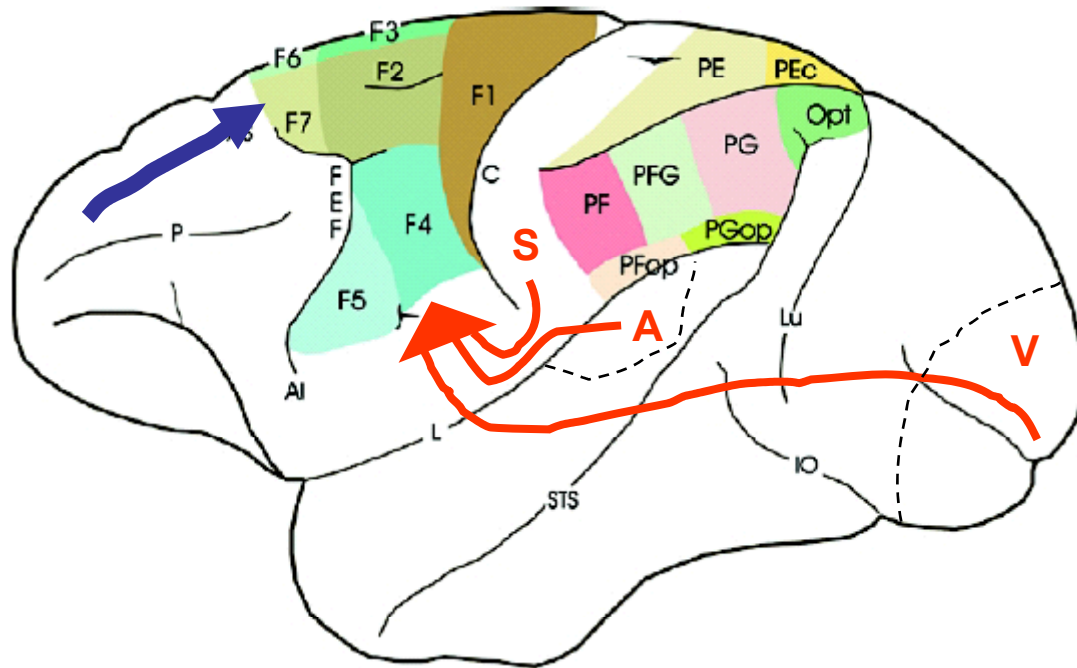
Sensazioni

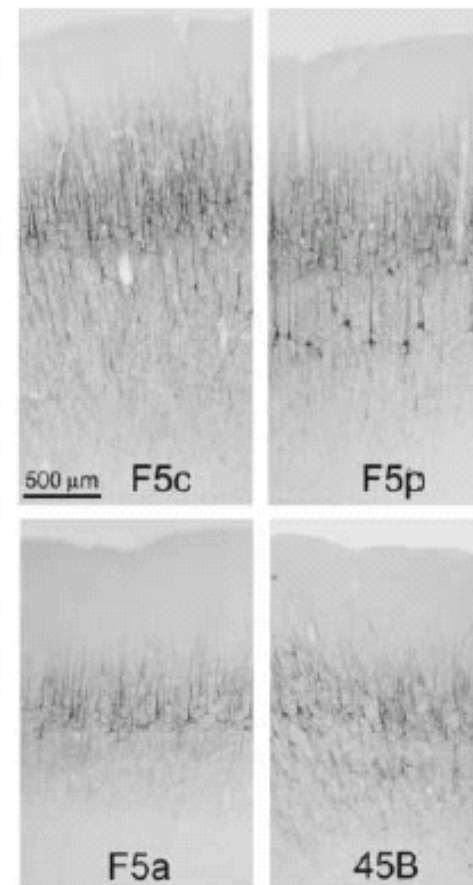
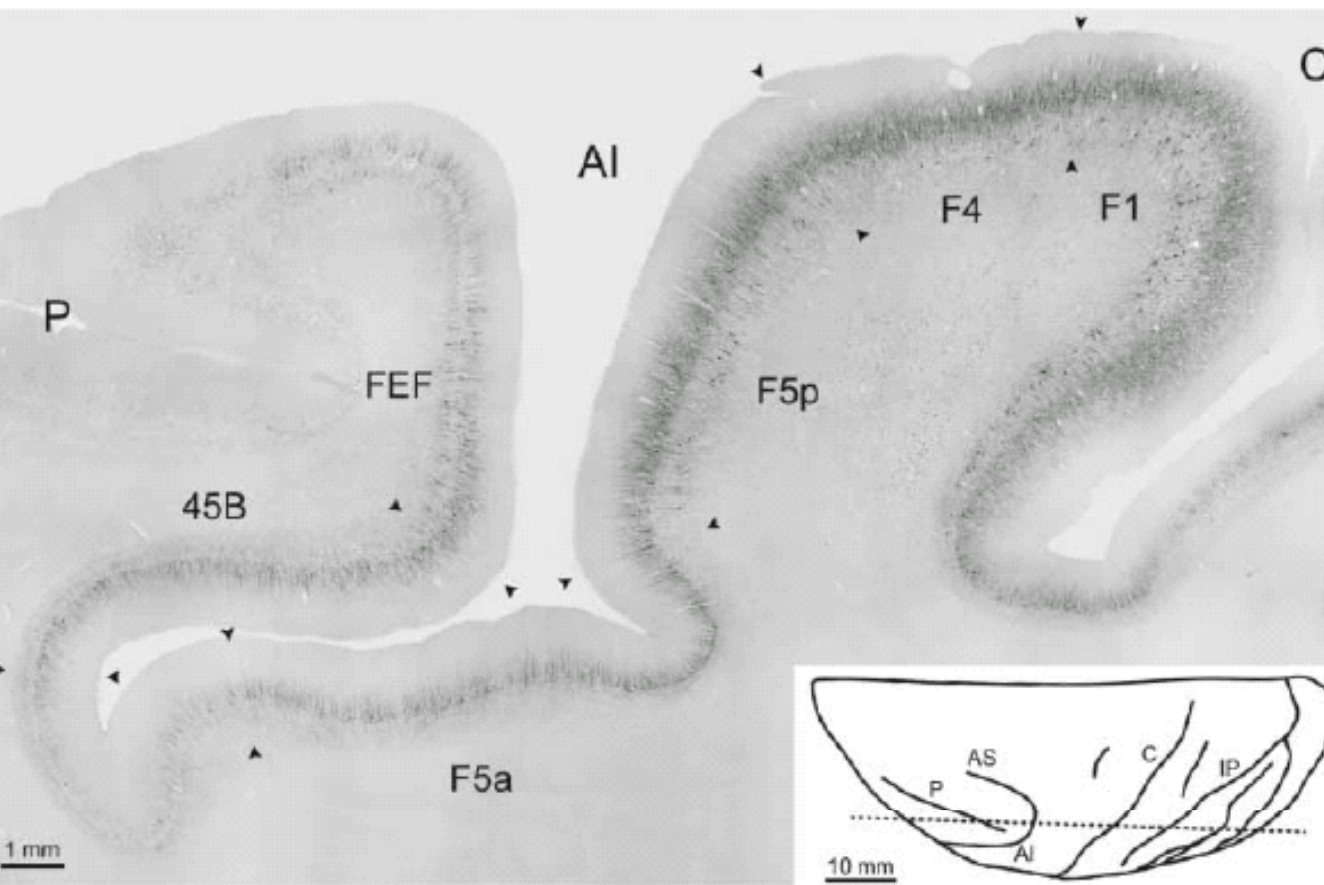
**Osservazione di un
comportamento**



Comprendere azioni ed intenzioni







F5 contiene una rappresentazione motoria della mano e della faccia (embricate)

Sistemi paralleli parieto-frontali

**Ventral
intraparietal
area (VIP)**



F4

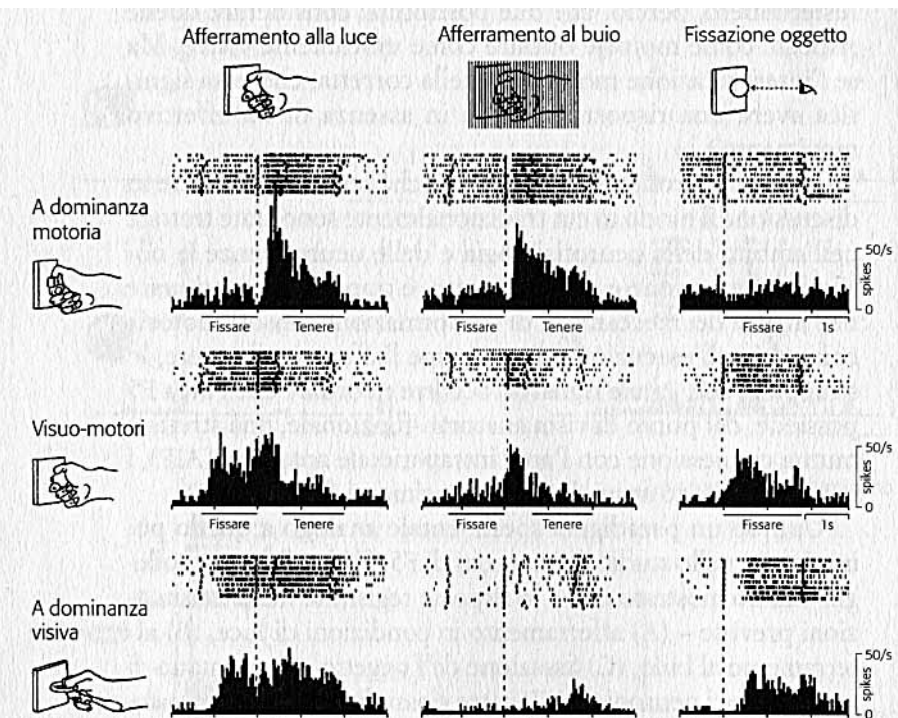
**Movimenti prossimali
Per-personal space
coding
Reaching**

**Anterior
intraparietal
area (AIP)**



F5

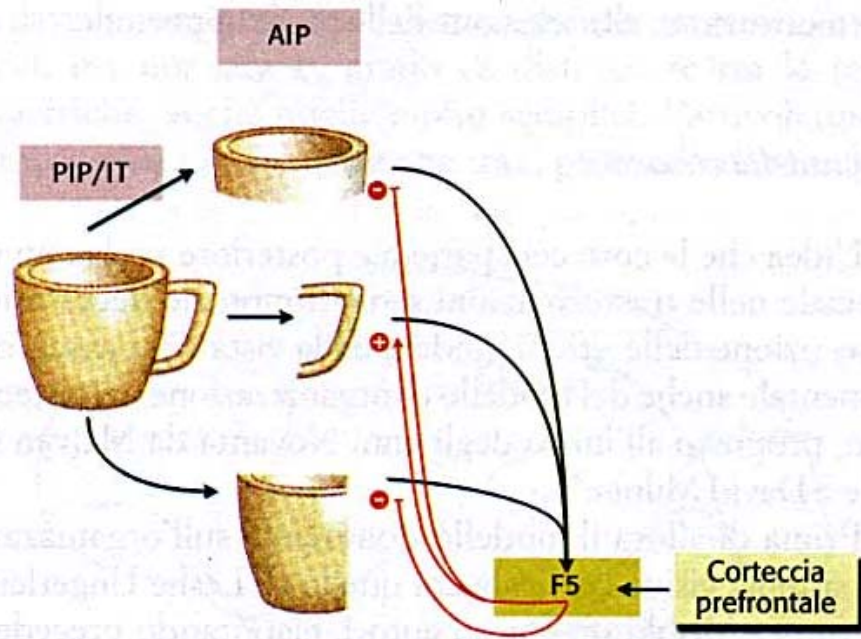
**Movimenti distali
Grasping**



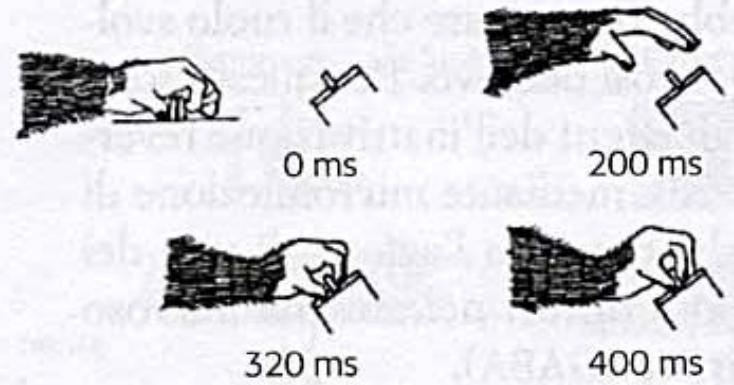
Motor dominant neurons
no oggetto
grasping luce-buio

Visuo-motor neurons
oggetto
grasping luce-buio

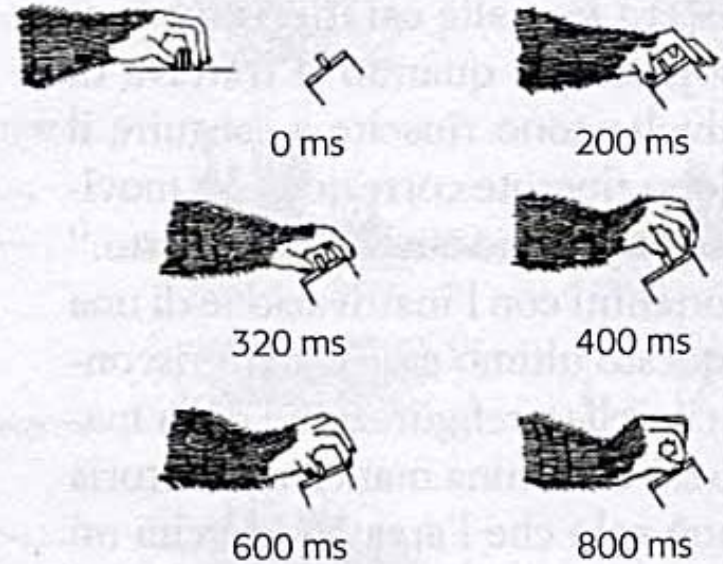
Visual dominant neurons
oggetto
grasping alla luce no al buio



Afferramento prima dell'iniezione di muscimolo



Afferramento dopo l'iniezione di muscimolo

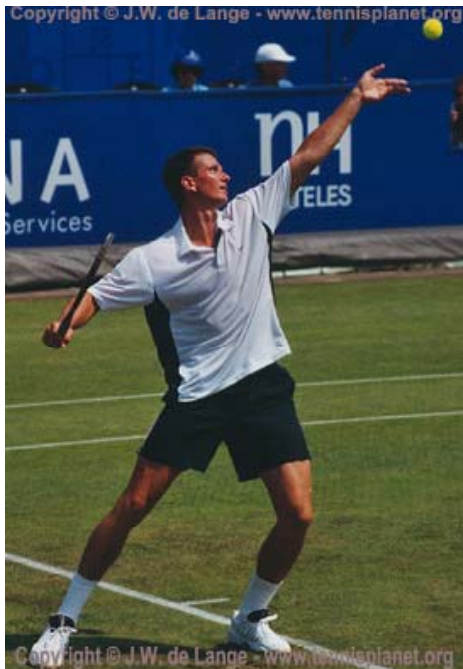


I **neuroni di F5** codificano **azioni** piuttosto che **movimenti** (afferrare, tenere, strappare, ecc...)

I neuroni attivi durante un'azione (afferrare) non sono attivi durante un'altra azione (es. strappare), anche se entrambe coinvolgono gli stessi muscoli

F5 contiene un **vocabolario di azioni base** che facilita:

- la programmazione di movimenti complessi (come somma di movimenti semplici)
- l'associazione fra le informazioni sensoriali sull'oggetto e la generazione di sequenze motorie adeguate per l'interazione desiderata



a



cinematica del movimento

singola prova

singolo potenziale d'azione

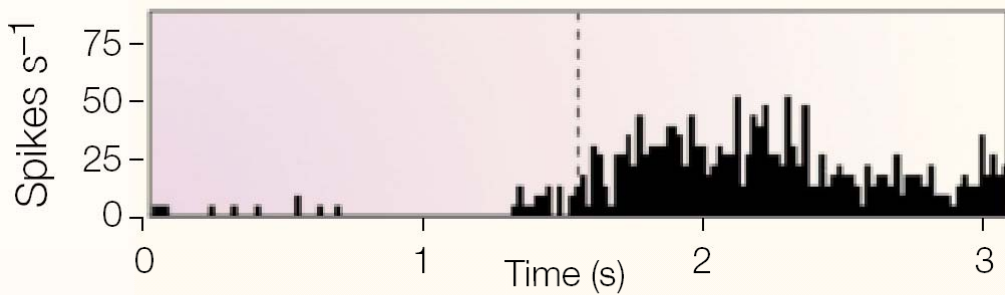
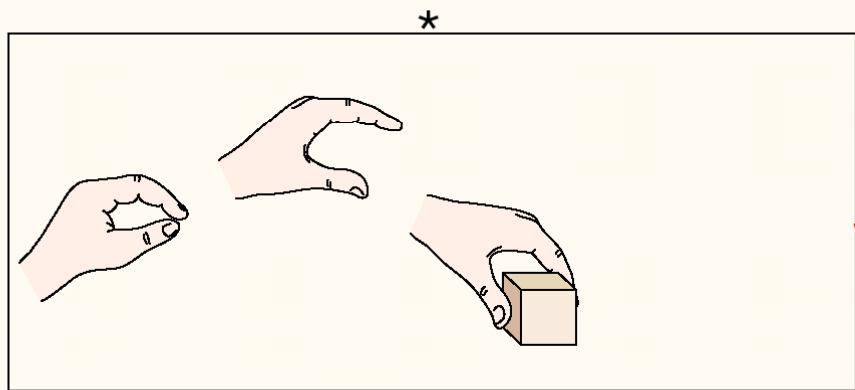


grafico cumulativo (pot. az./sec)

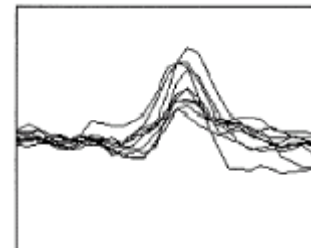
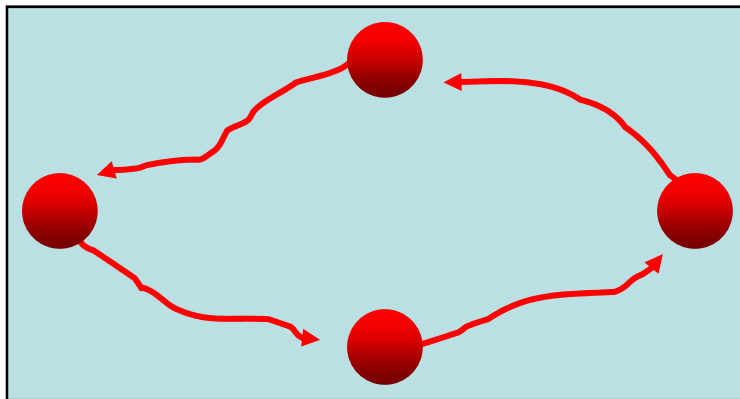


movimento

**Stimolazione
magnetica
transcranica (TMS)**

Circuito inattivo

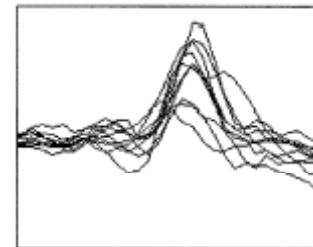
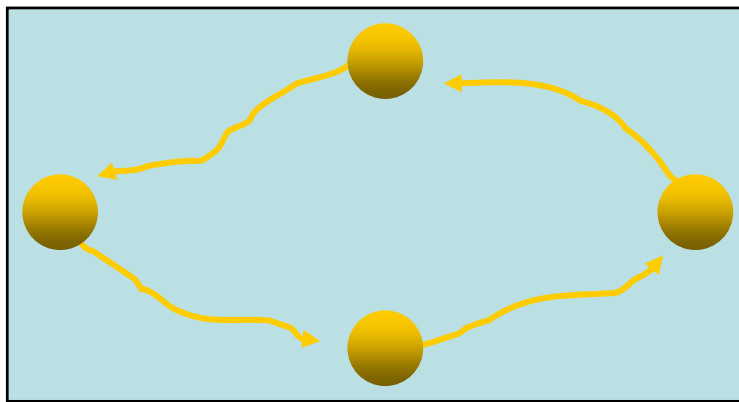
**Potenziali evocati
motori (MEP)**



**Stimolazione
magnetica
transcranica (TMS)**

Circuito attivo

**Potenziali evocati
motori (MEP)**



Neuroni canonici

Ripondono a:

- azione
- oggetto

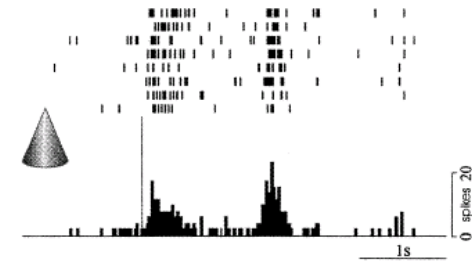
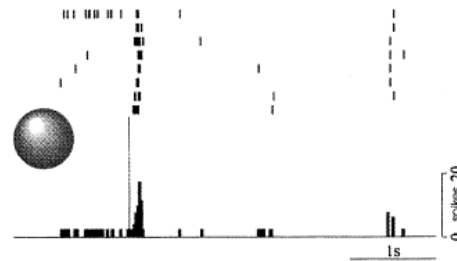
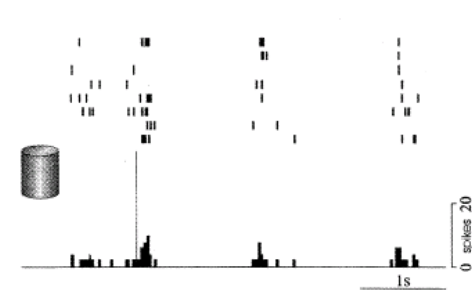
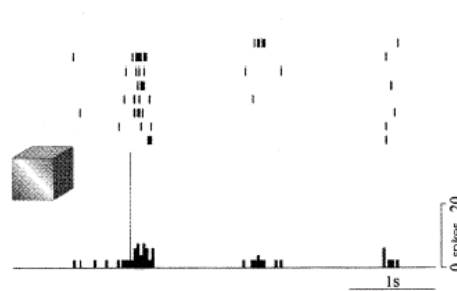
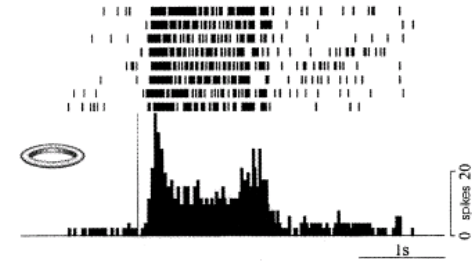
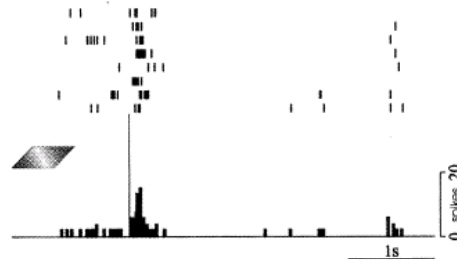
Non preparazione
motoria

Non attenzione

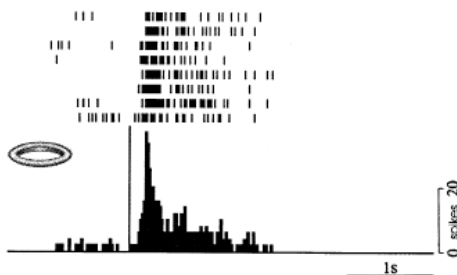
Rappresenano l'oggetto
in termini "motori"

Quando viene
presentato un oggetto
F5 codifica un'azione
potenziale. Questa può
divenire un'azione
attuale, ma può avere
altre funzioni.

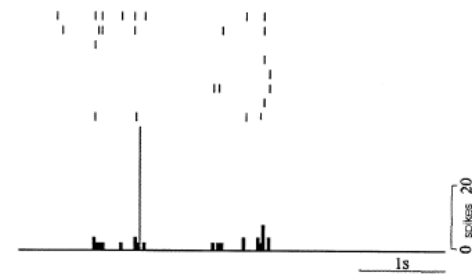
object grasping

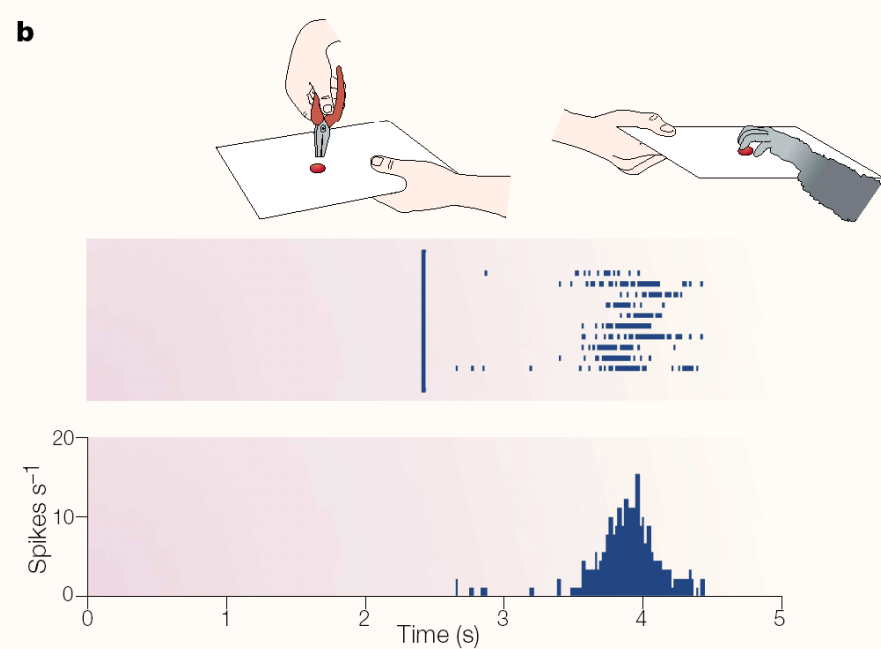
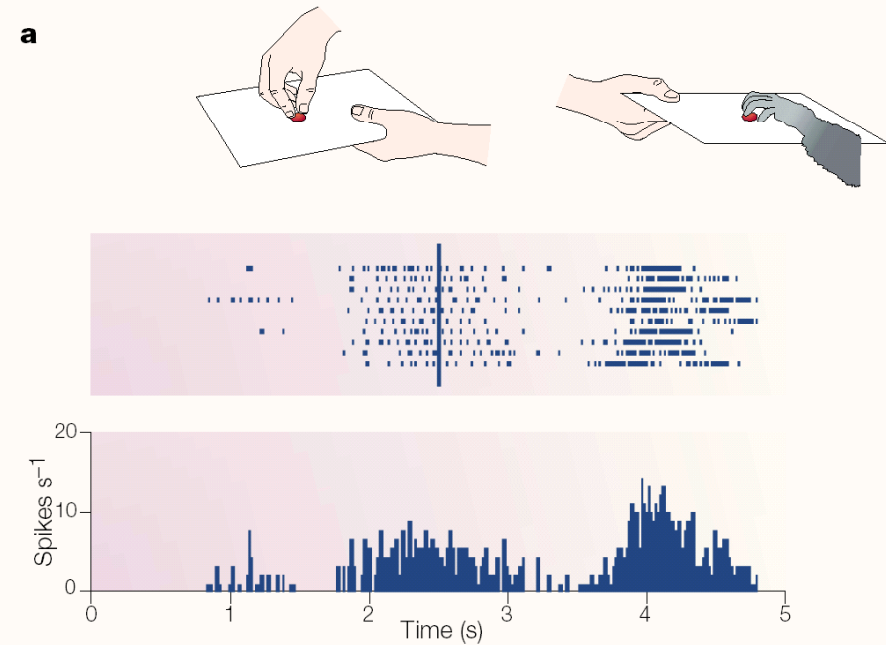


object fixation



LED fixation





Neuroni mirror visuo-motori (mano)

Il neurone scarica solo quando c'è **interazione effettiva** tra la mano e l'oggetto

La **natura dell'oggetto** (cibo, solido ecc..) non è importante

Il **movimento senza oggetto** non ha effetto

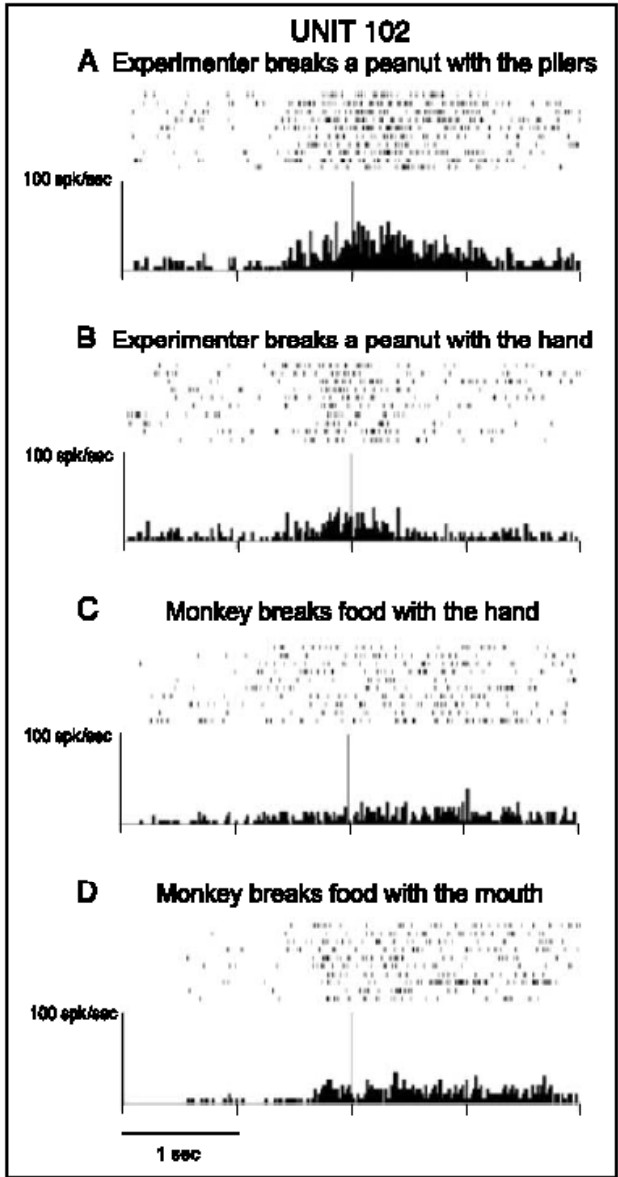
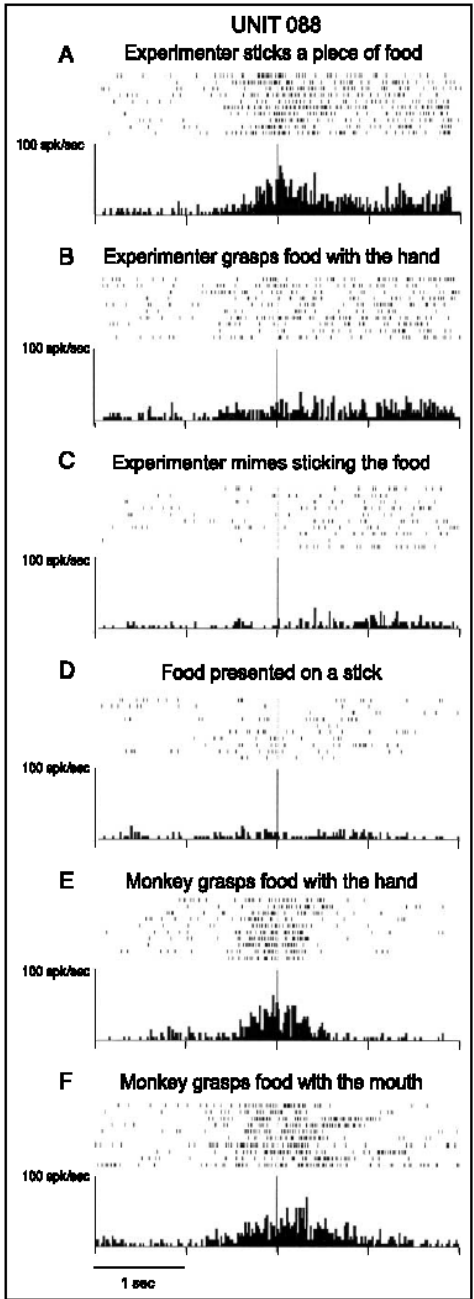
Chi esegue il movimento (uomo o scimmia) non ha importanza

Dove avviene l'azione (vicino-lontano) non ha importanza

La scarica non è influenzata dalla prospettiva di **ricompensa**

Congruenza (stretta o larga) fra la risposta motoria e quella visiva

Mirror Neurons Responding to Observation of Actions Made with Tools in Monkey Ventral Premotor Cortex



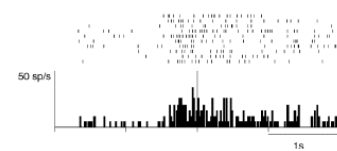
Neuroni mirror visuo-motori (bocca) ingestivi



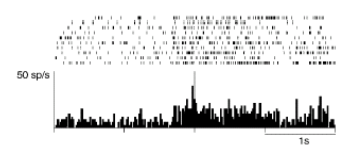
Neuron 68

Neuron 15

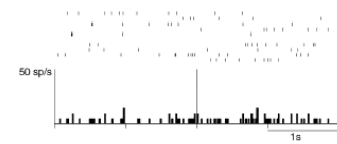
A) Experimenter grasps food with the mouth



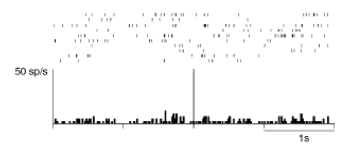
A) Experimenter sucks juice from a syringe



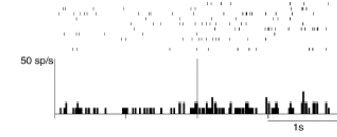
B) Experimenter sucks from a syringe



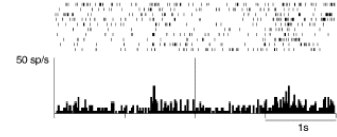
B) Experimenter grasps food with the mouth



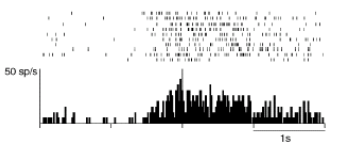
C) Experimenter mimes grasping food with the mouth



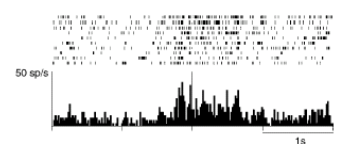
C) Experimenter mimes sucking



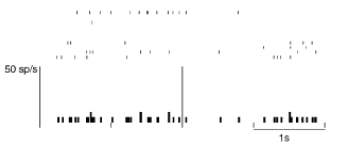
D) Monkey grasps food with the mouth



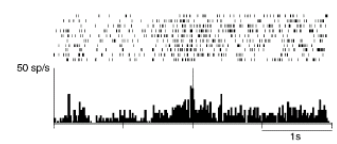
D) Monkey sucks from a syringe



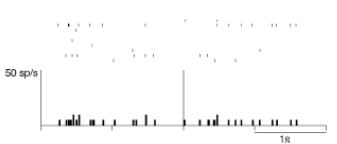
E) Monkey sucks from a syringe



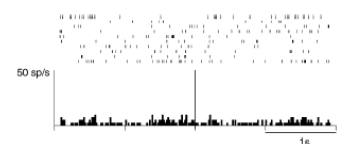
E) Monkey grasps food with the mouth



F) Food presentation

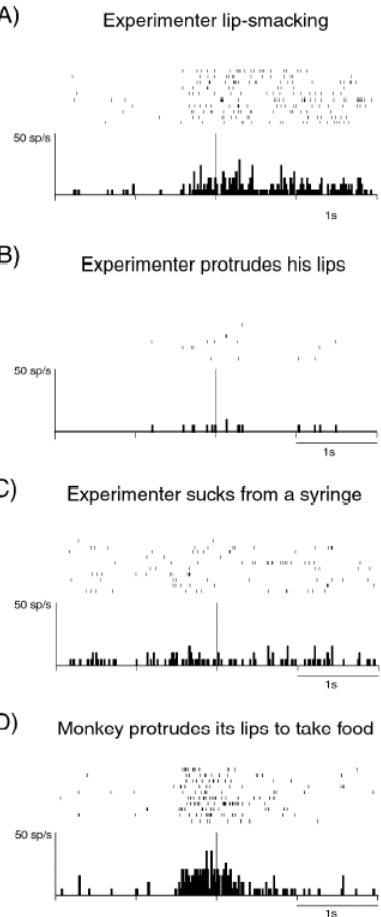


F) Food presentation

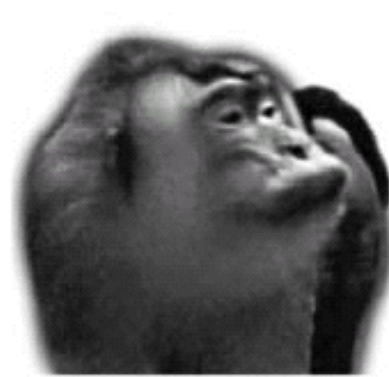
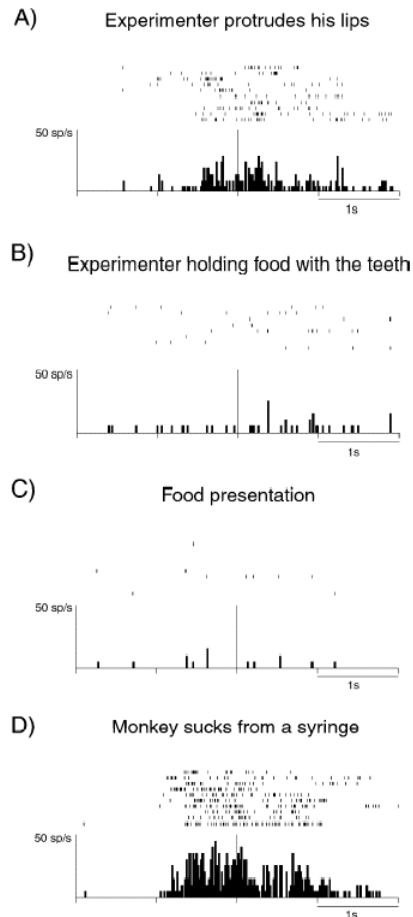


Neuroni mirror visuo-motori (bocca) comunicativi

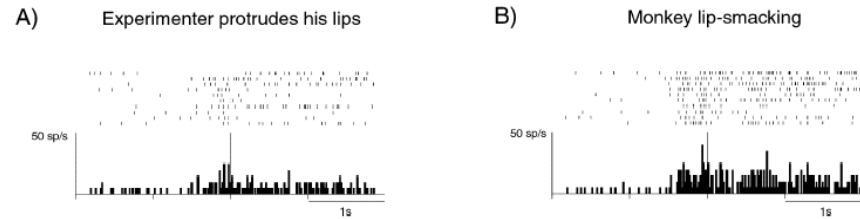
Neuron 76



Neuron 28



Neuron 33



Movimento – ingestivi
Mirror - comunicativi

Funzione dei neuroni mirror nell'area F5 della scimmia

Apprendimento per imitazione

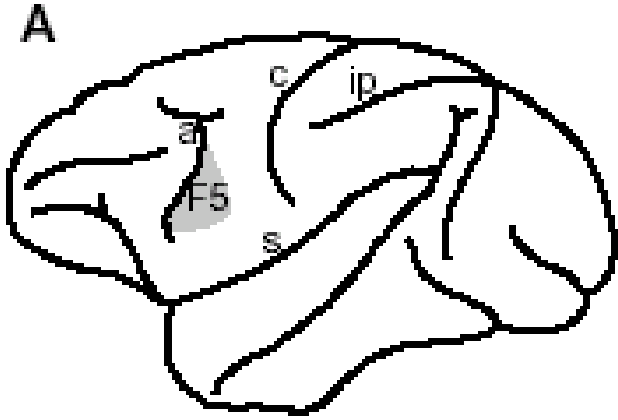
Comprensione del significato delle azioni eseguite da altri

Il sistema mirror trasforma la percezione visiva dell'azione nella stessa **rappresentazione motoria** che viene generata internamente quando intendiamo eseguire l'azione noi stessi

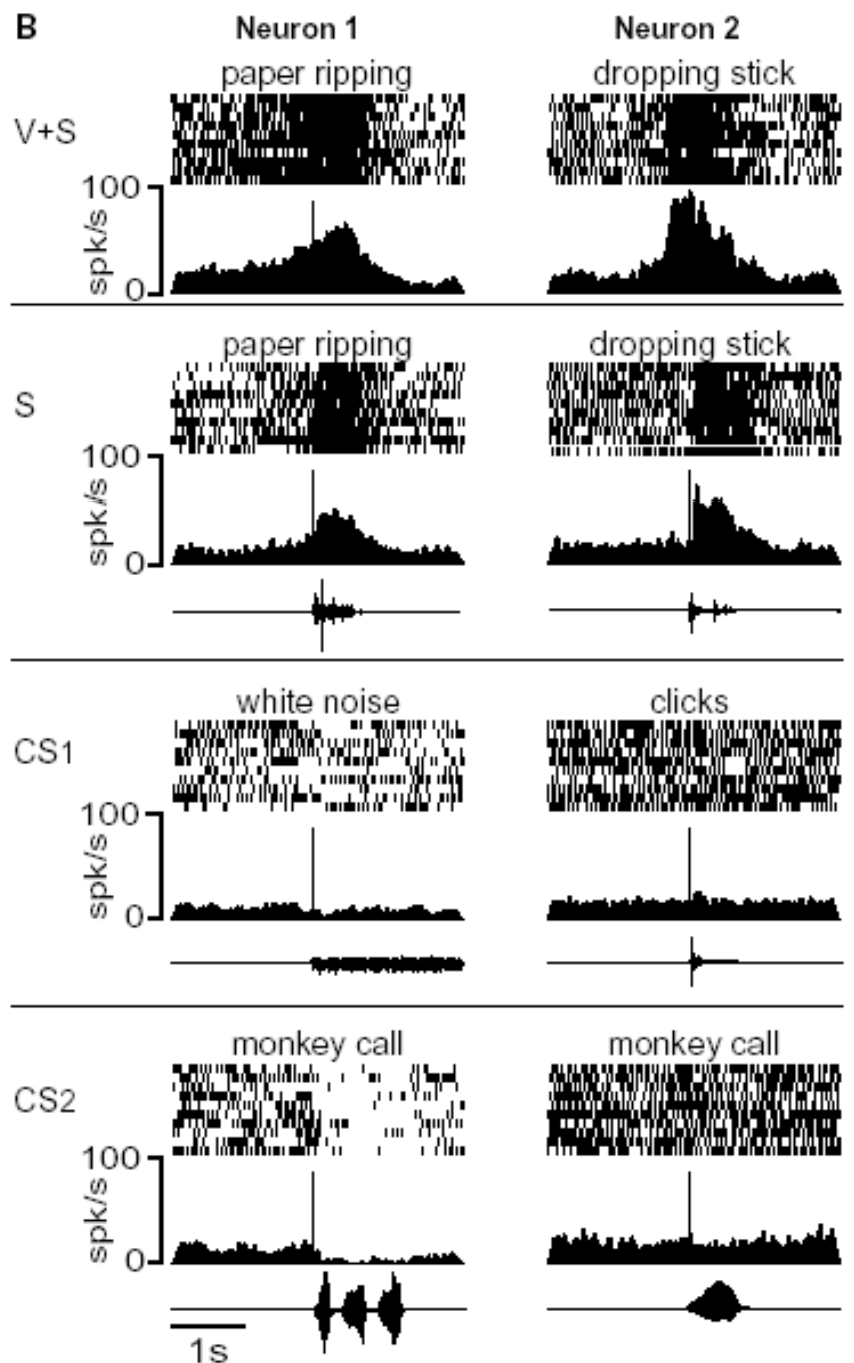
Il sistema mirror trasforma l'informazione sensoriale in conoscenza

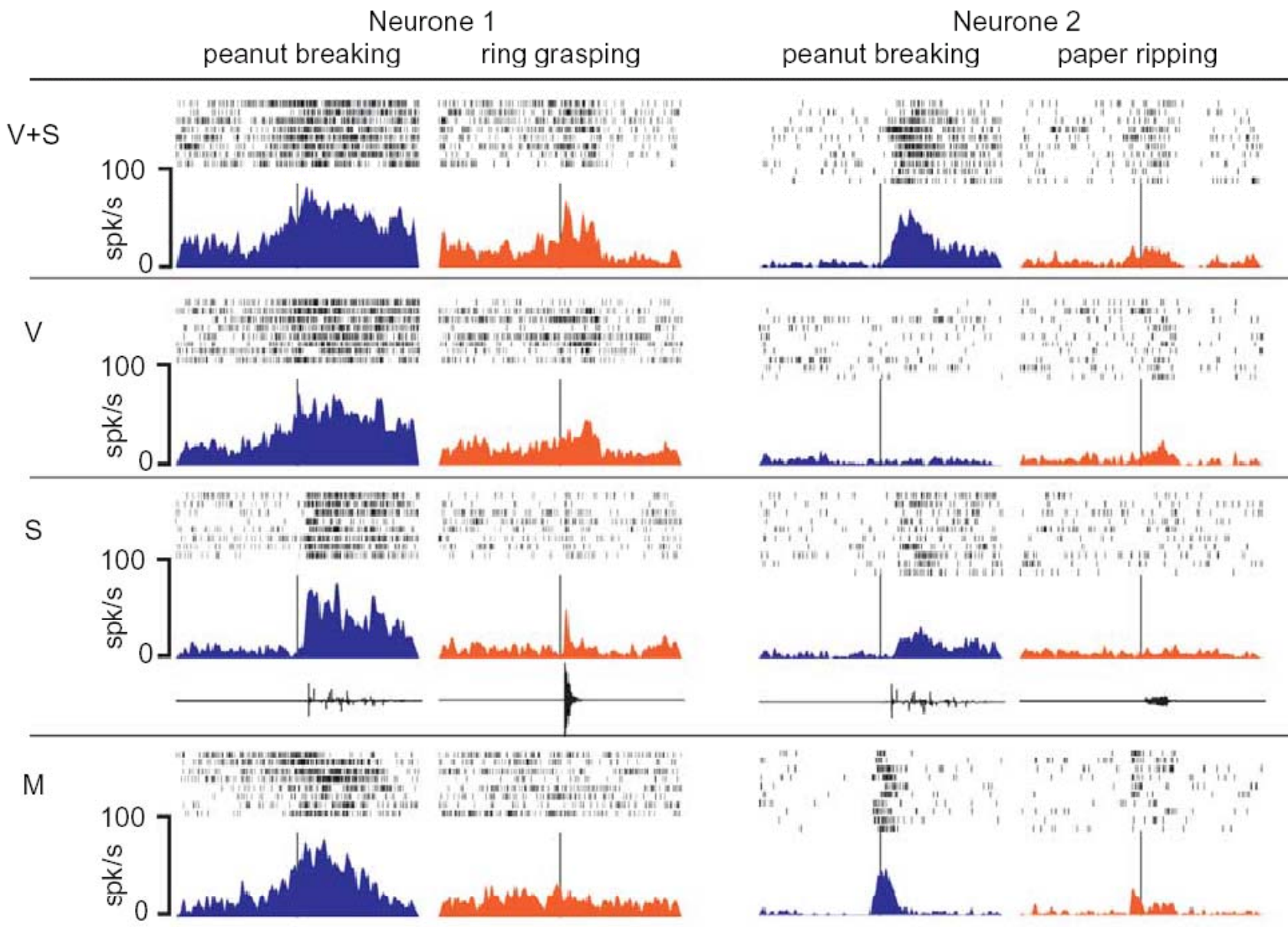
Se questo è vero, la rappresentazione mirror deve esistere anche in una condizione in cui l'individuo capisce il significato dell'azione senza vederla

Neuroni mirror audio-motori

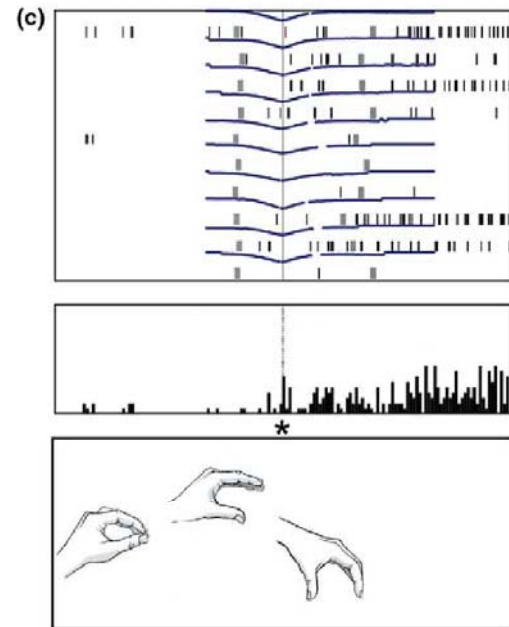
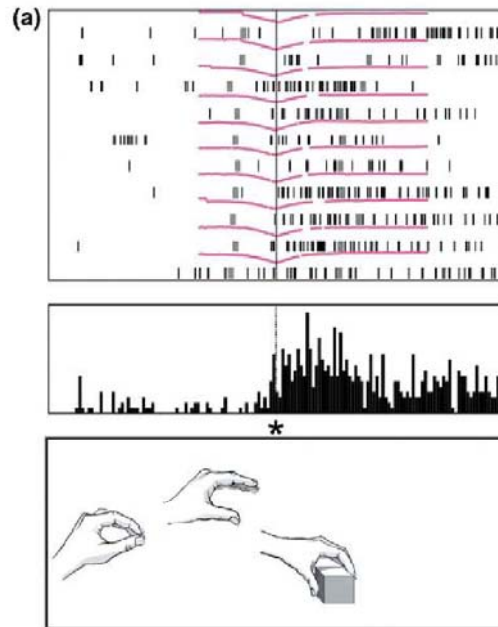


S: stimolo sonoro
V: stimolo visivo
CS: suono di controllo

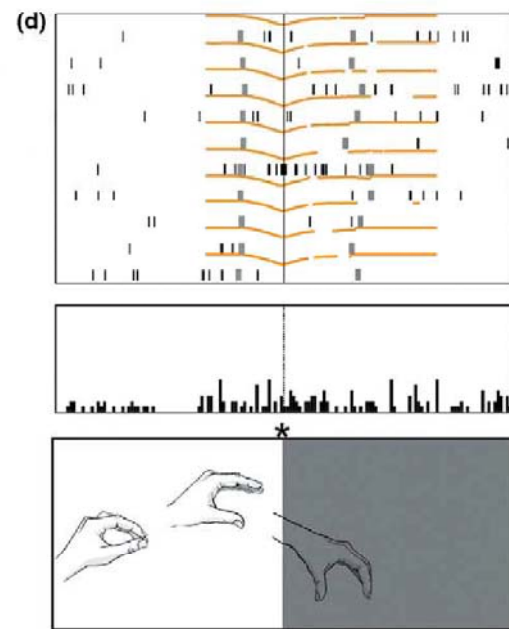
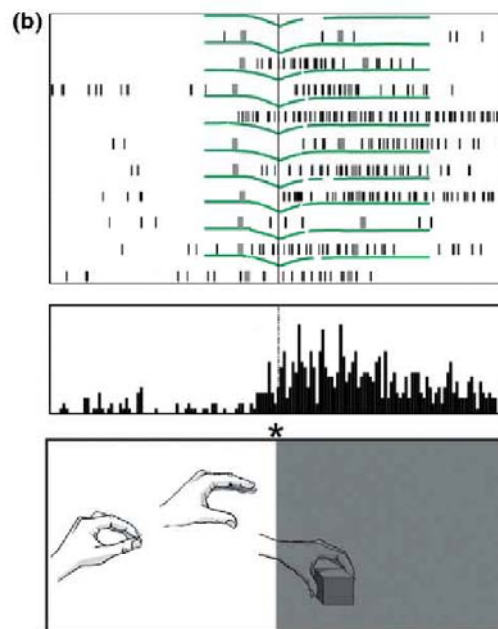




Full vision



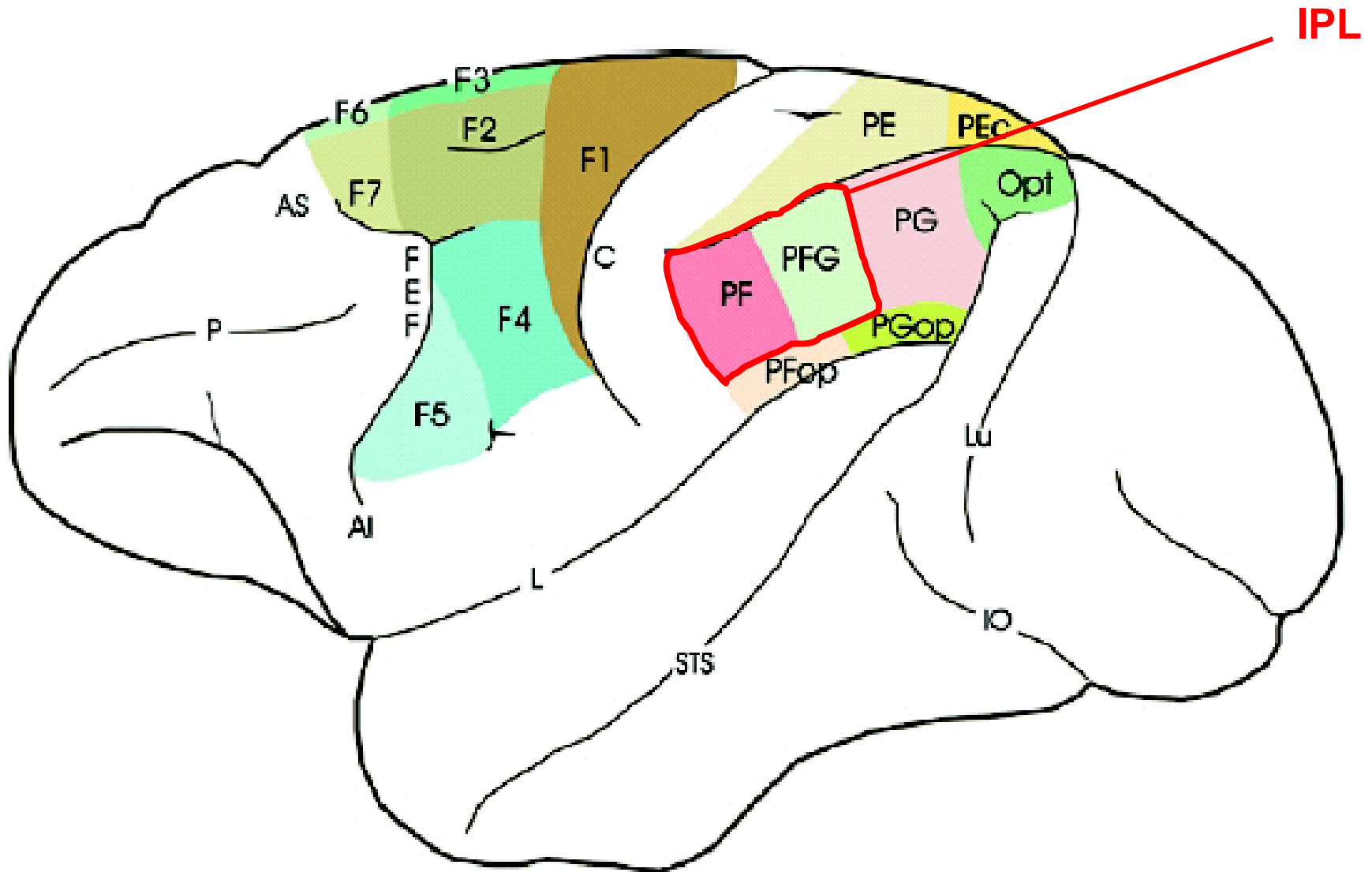
Hidden condition



100 spk/

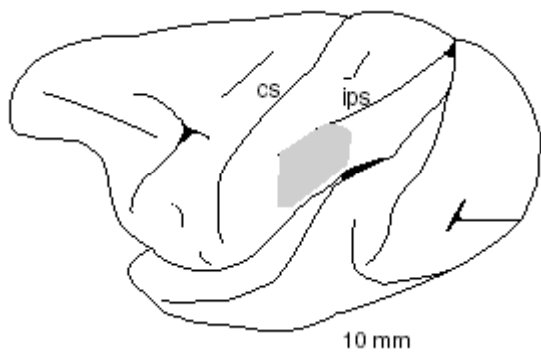
1s

Il sistema mirror nella corteccia parietale

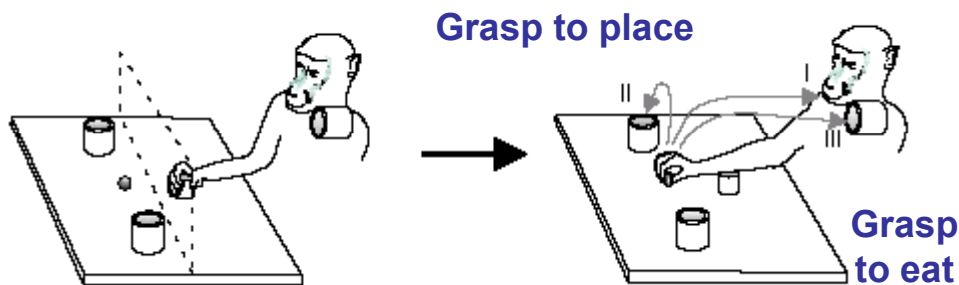


Neuroni motori in IPL

A

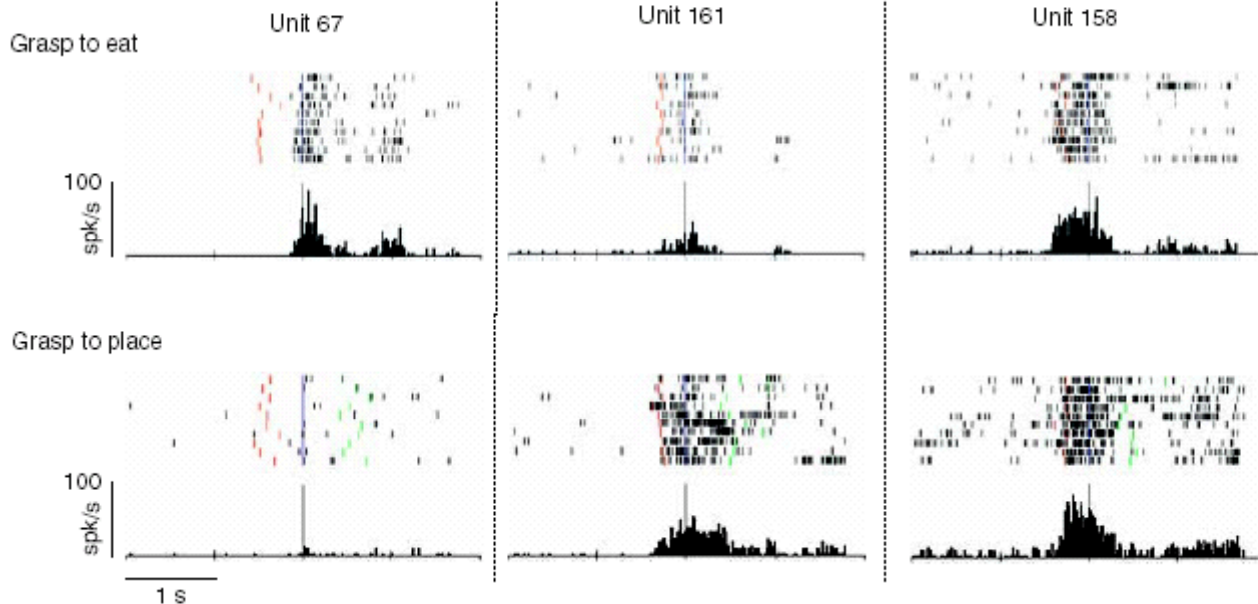


B

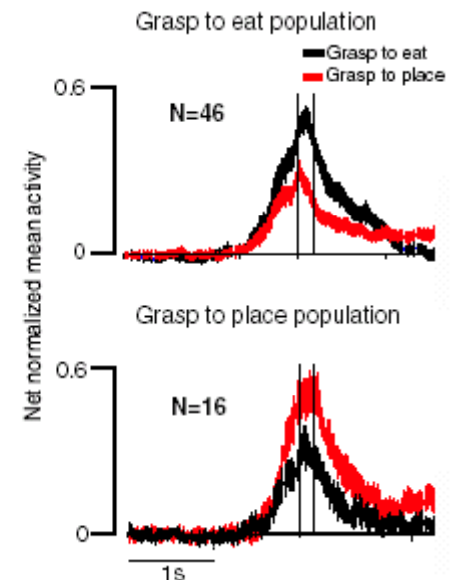


C

Motor responses of parietal neurons



D



Selettivi per l'azione "prendere", ma solo in associazione con l'azione seguente ("posare", "mangiare")

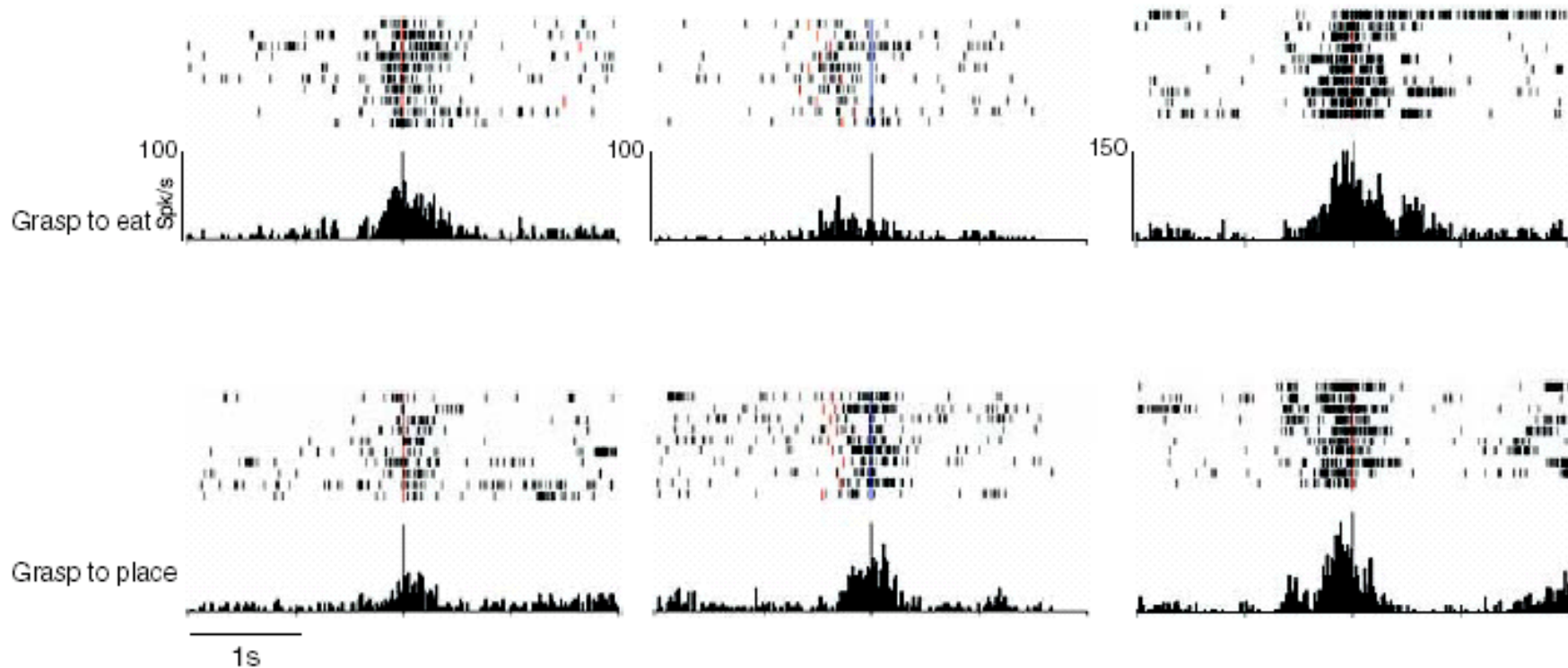
Neuroni mirror in IPL

Visual responses of mirror neurons

Unit 87

Unit 39

Unit 80

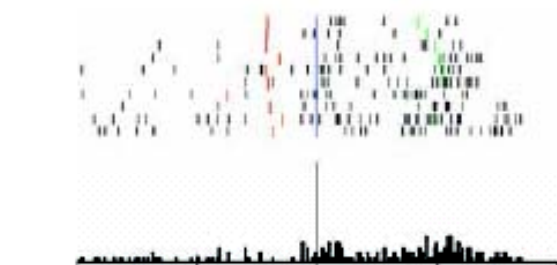
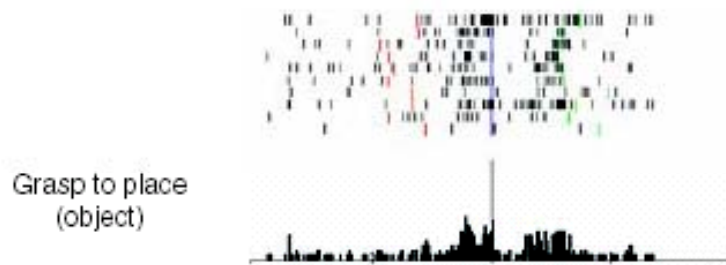
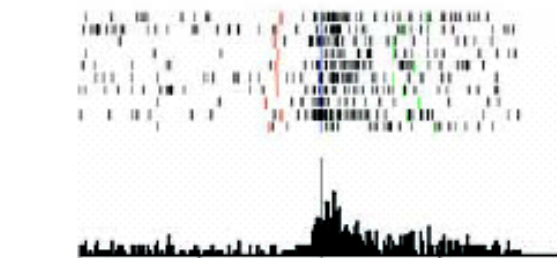
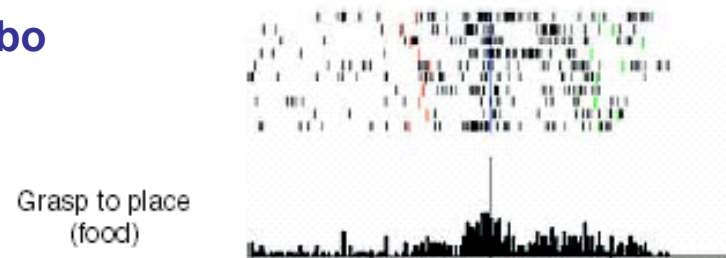
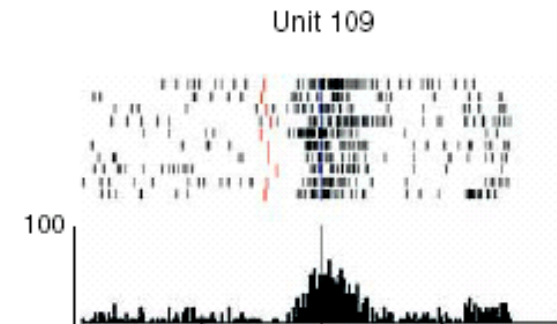
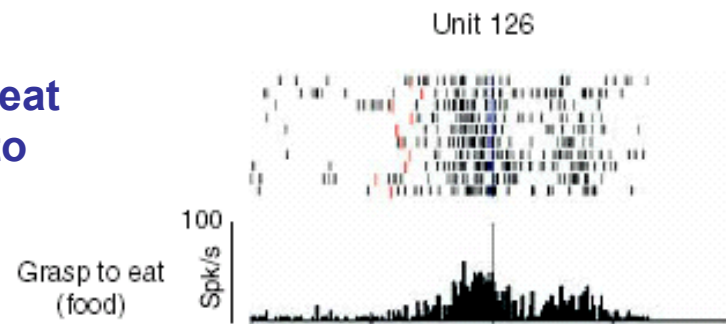


Neuroni mirror in IPL

La selettività della risposta non dipende dall'oggetto

U126: neurone grasp to eat
Nella condizione grasp to place non c'è differenza per l'oggetto

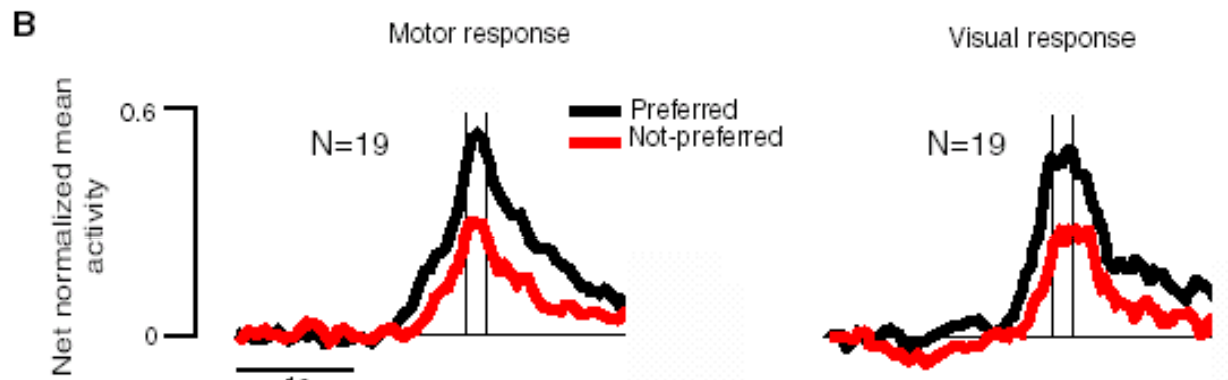
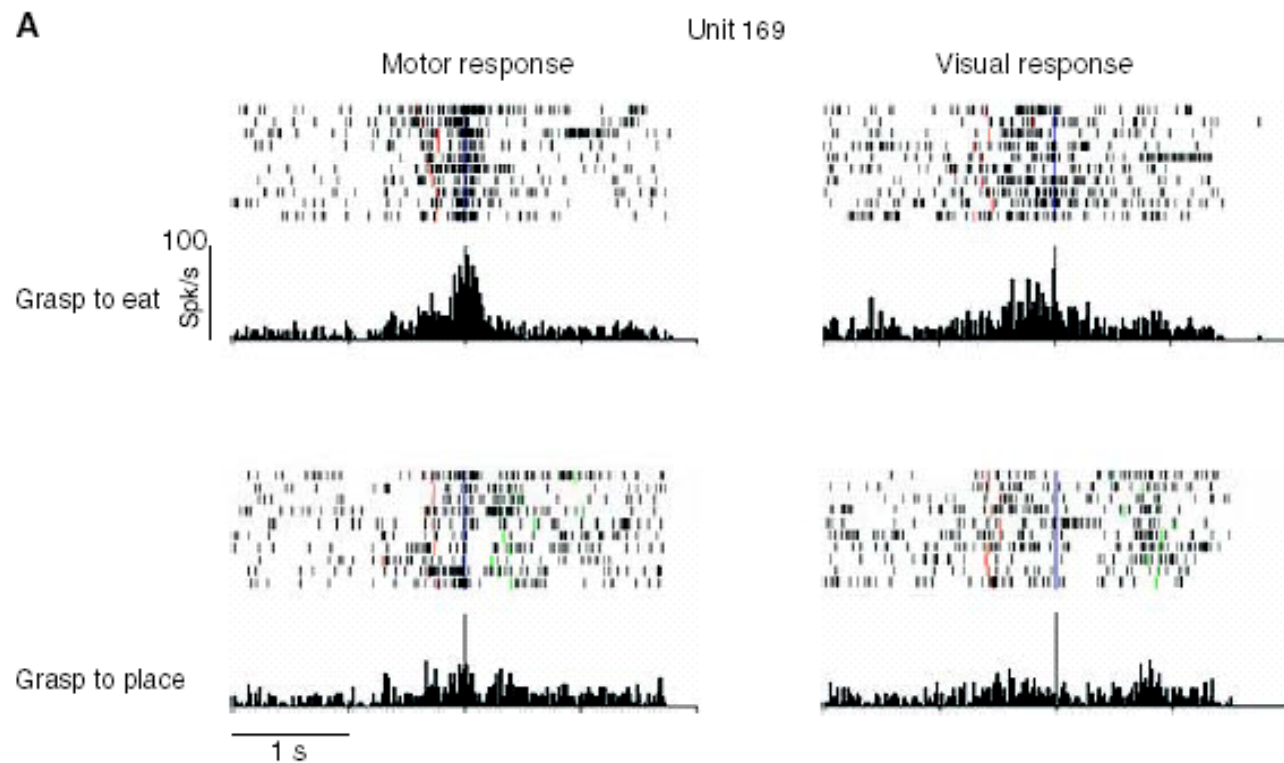
U109: neurone grasp to eat
Nella condizione grasp to place la scarica è più intensa se l'oggetto è cibo



1s

Neuroni mirror visuo-motori in IPL

Congruenza fra attività motoria ed attività mirror



Neuroni motori in IPL

Codificano differientemente lo stesso atto motorio (prensione) secondo il **fine ultimo dell'azione** (mangiare o posare)

Per garantire la fluidità del movimento complesso (prendere e mangiare vs prendere e posare) si attivano circuiti differenti che influenzano l'esecuzione degli atti motori seguenti (ogni atto è facilitato dal precedente).

Neuroni mirror in IPL

Codificano differientemente lo stesso atto motorio (prensione) compiuto da un altro individuo **secondo il fine ultimo dell'azione** (mangiare o posare)

Quindi, codificano la capacità di comprendere il fine ultimo dell'azione (cioè **l'intenzione** dell'altro individuo che compie l'azione).

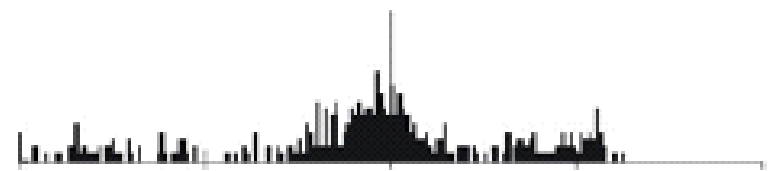
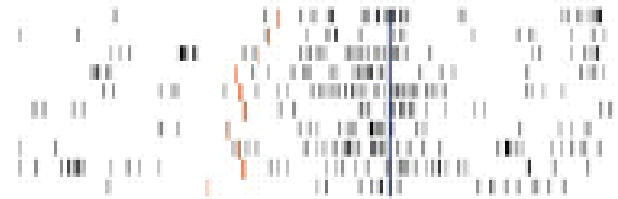
Dato che i neuroni scaricano **prima** che l'azione sia completata (cioè quando l'altro individuo afferra l'oggetto), il sistema in qualche modo **predice** quella che sarà la conclusione dell'azione

Tale predizione è probabilmente basata su indizi esterni come il **contesto** o **l'oggetto** che viene preso

Unit 125

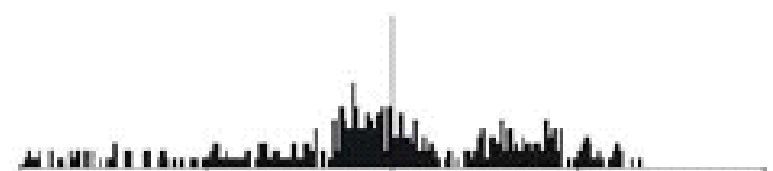
Grasp food
to eat

100
spk/s
0



Grasp food
to place

100
spk/s
0



Il sistema mirror nell'uomo

Non ci sono registrazioni elettrofisiologiche da singoli neuroni

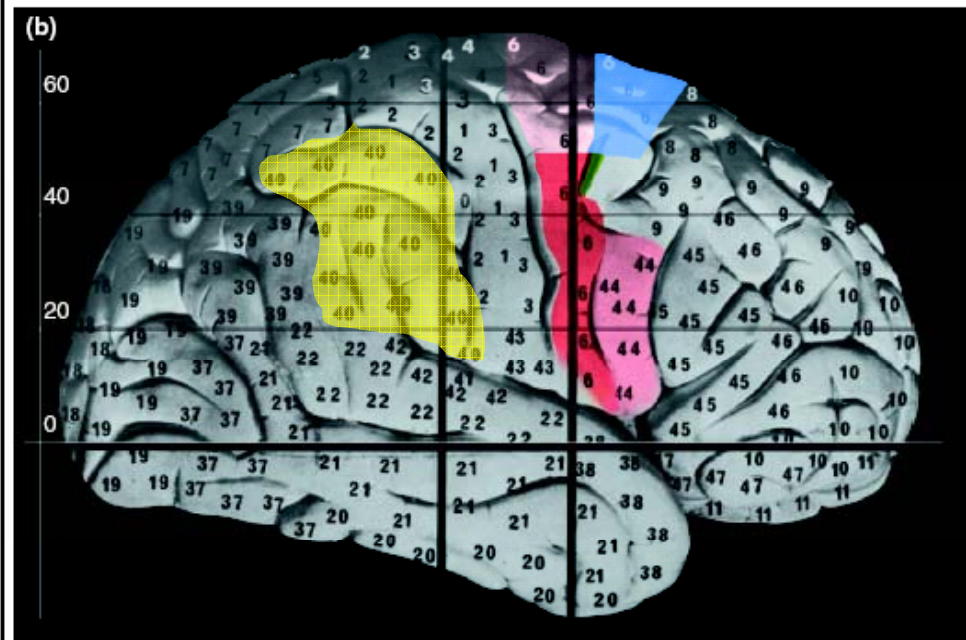
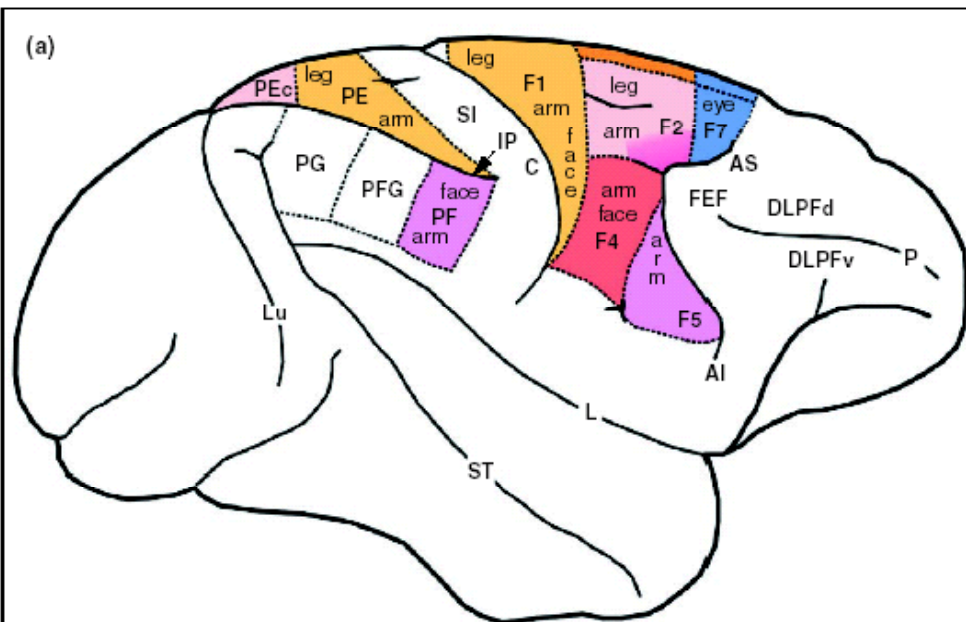
Ci sono però molte evidenze indirette da:

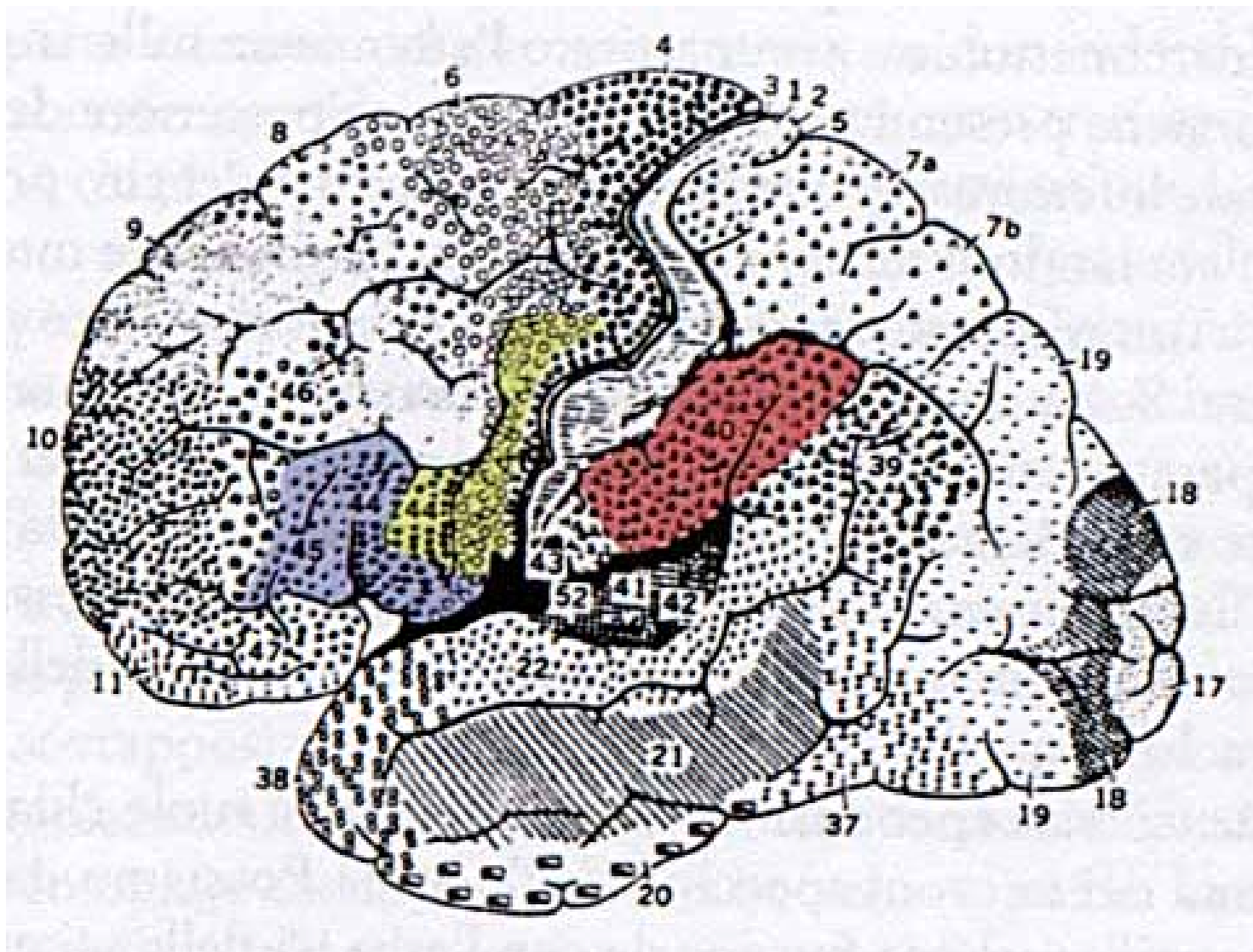
Studi neurofisiologici

Esperimenti di brain imaging

Circuito mirror nell'uomo

1. Lobulo parietale inferiore (IFP)
2. Giro frontale inferiore (pars opercularis – area 44)
3. Corteccia premotoria adiacente





Studi neurofisiologici

Desincronizzazione **EEG** nella corteccia motoria durante l'osservazione del movimento eseguito da un altro individuo

Facilitazione dei potenziali evocati motori (**MEP**) durante l'osservazione del movimento eseguito da un altro individuo. La facilitazione segue lo stesso **pattern temporale** che si riscontra durante l'esecuzione del movimento

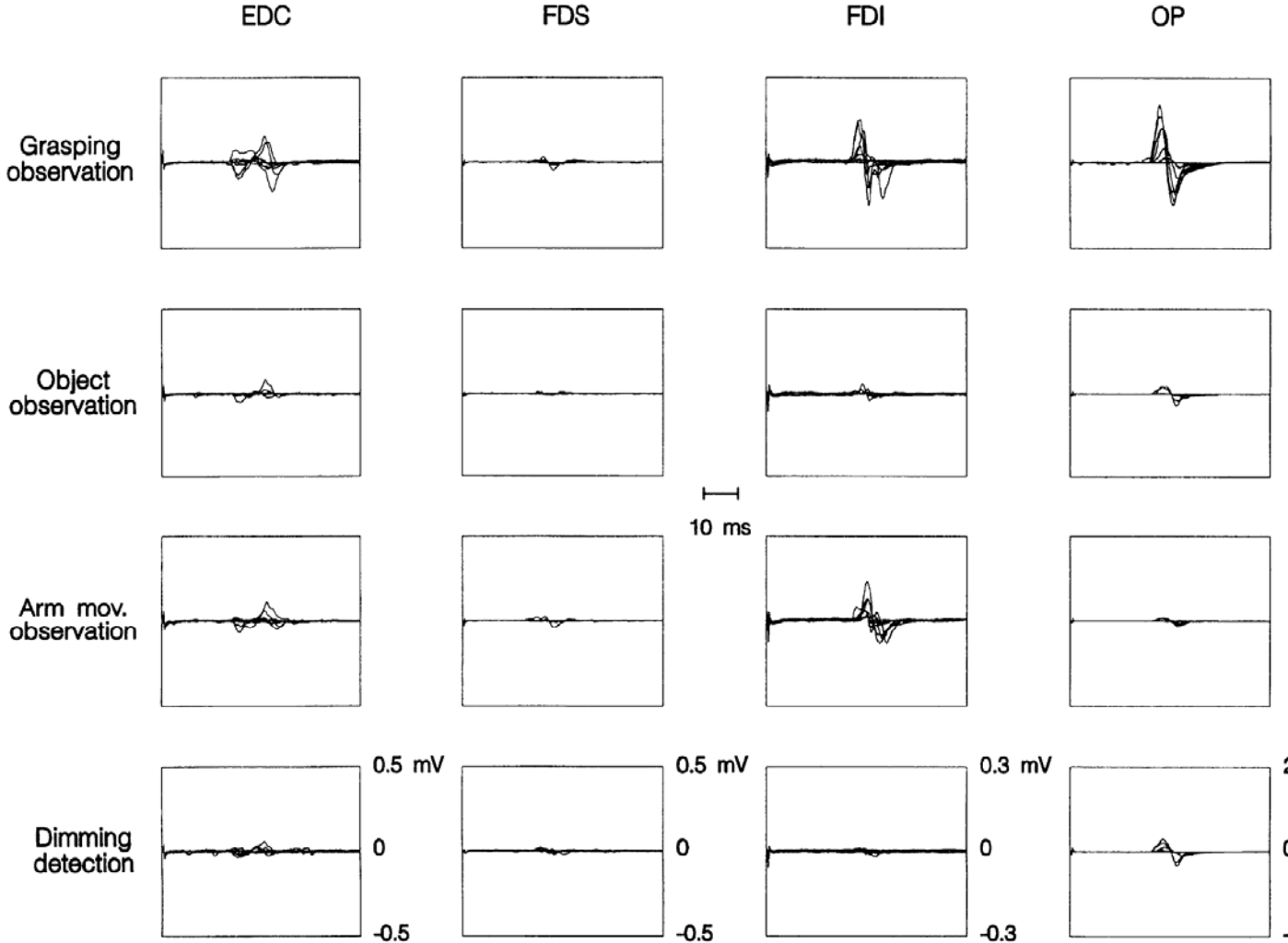
Secondo questi studi il sistema mirror umano presenta alcune **differenze rispetto a quello delle scimmie**

1. E' attivato anche da movimenti "**intransitivi**", senza oggetto o significato
2. Codifica anche le **singole componenti** dell'azione e non solo per l'azione nel suo complesso

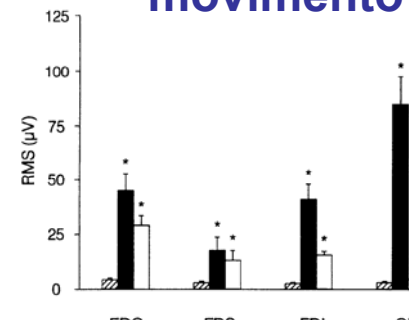
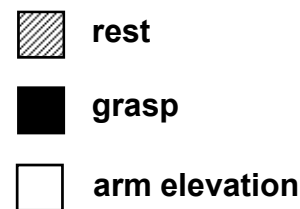
Queste caratteristiche suggeriscono un ruolo del sistema nell'**apprendimento per imitazione**

TMS osservazione

EMG movimento

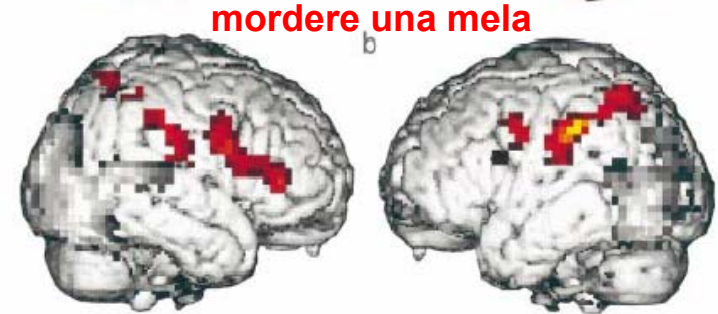
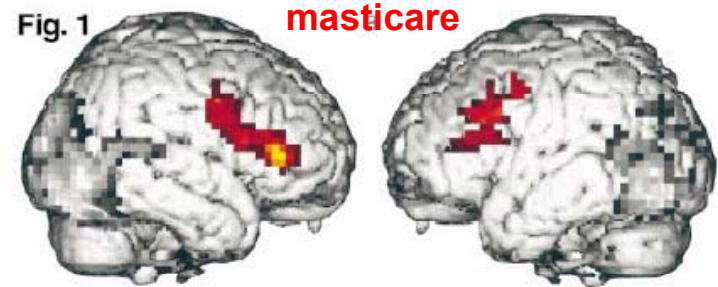


EDC = extensor digitorum communis
FDS = flexor digitorum superficialis
FDI = first dorsal interosseus
OP = opponens pollicis

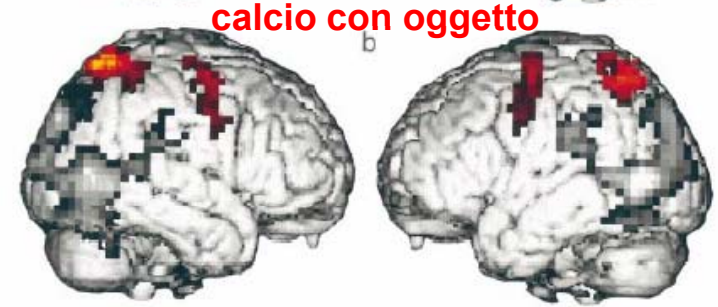
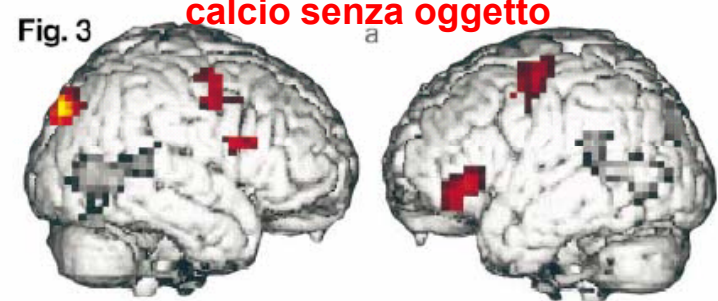


bocca

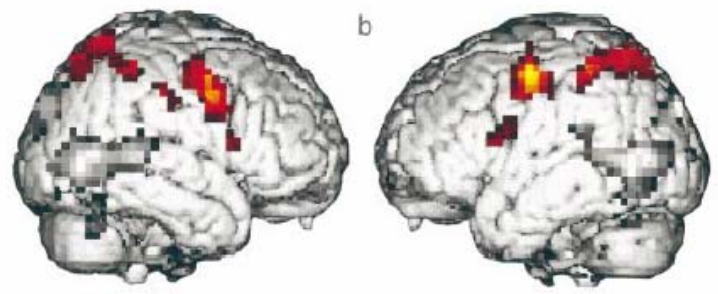
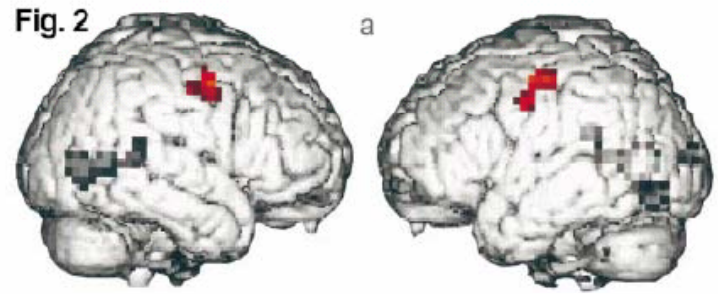
Somatotopia del sistema mirror umano



piede



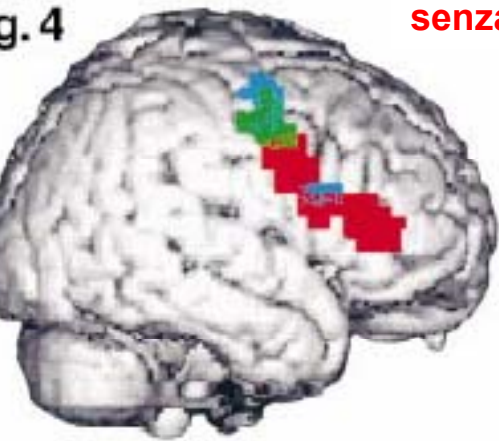
mano **prensione senza oggetto**



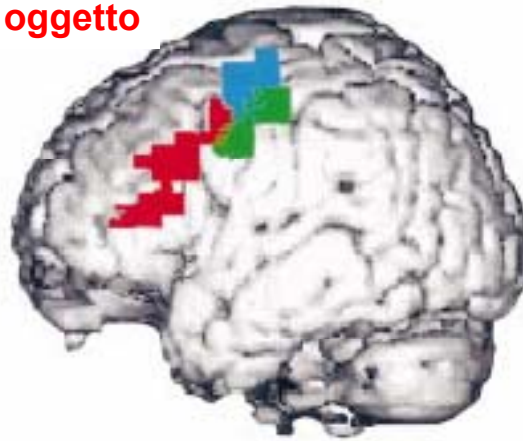
prensione con oggetto

Somatotopia del sistema mirror umano

g. 4



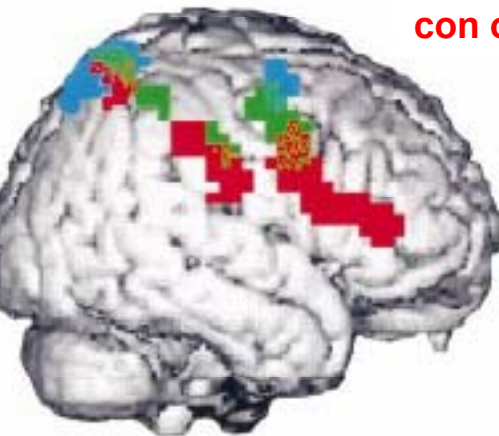
senza oggetto



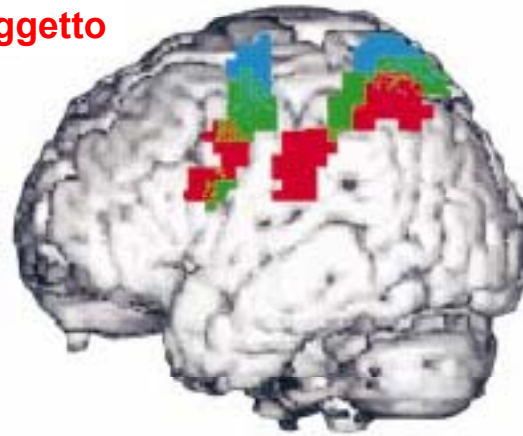
bocca

mano

piede



con oggetto



Frontale = rappresentazione del movimento volontario

Parietale = descrizione dell'oggetto ai fini dell'azione

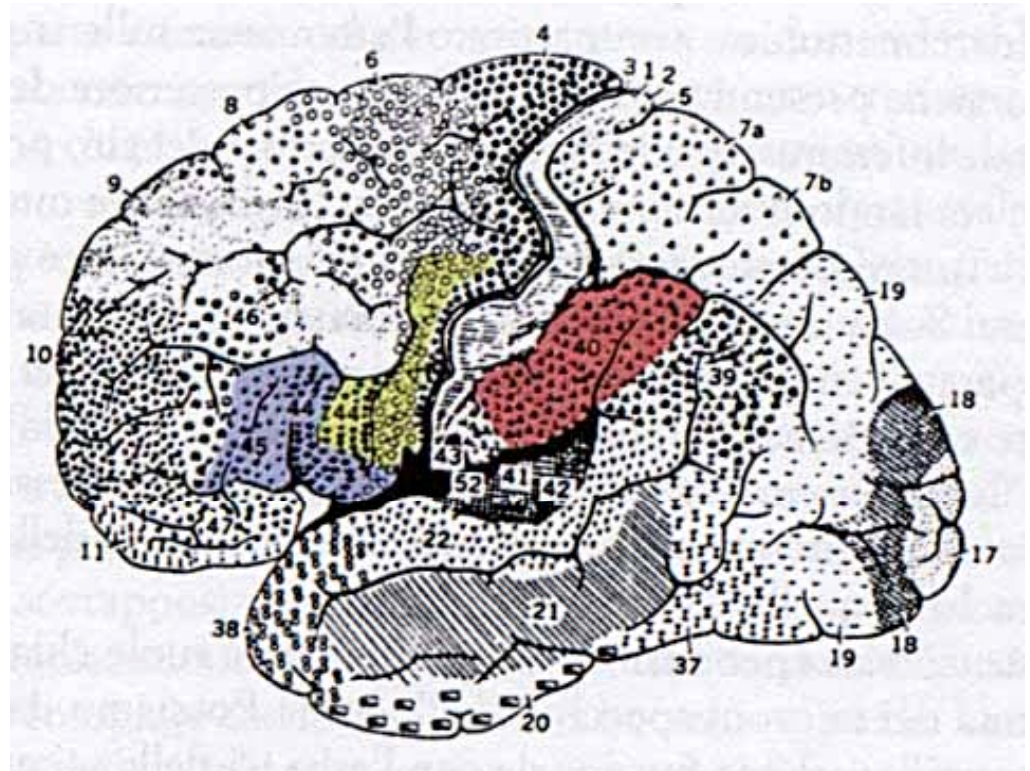
A differenza della scimmia il sistema mirror umano non rappresenta solo la mano e la bocca, ma un repertorio più vasti di azioni da tutto il corpo



azione **con**
oggetto



azione **senza**
oggetto



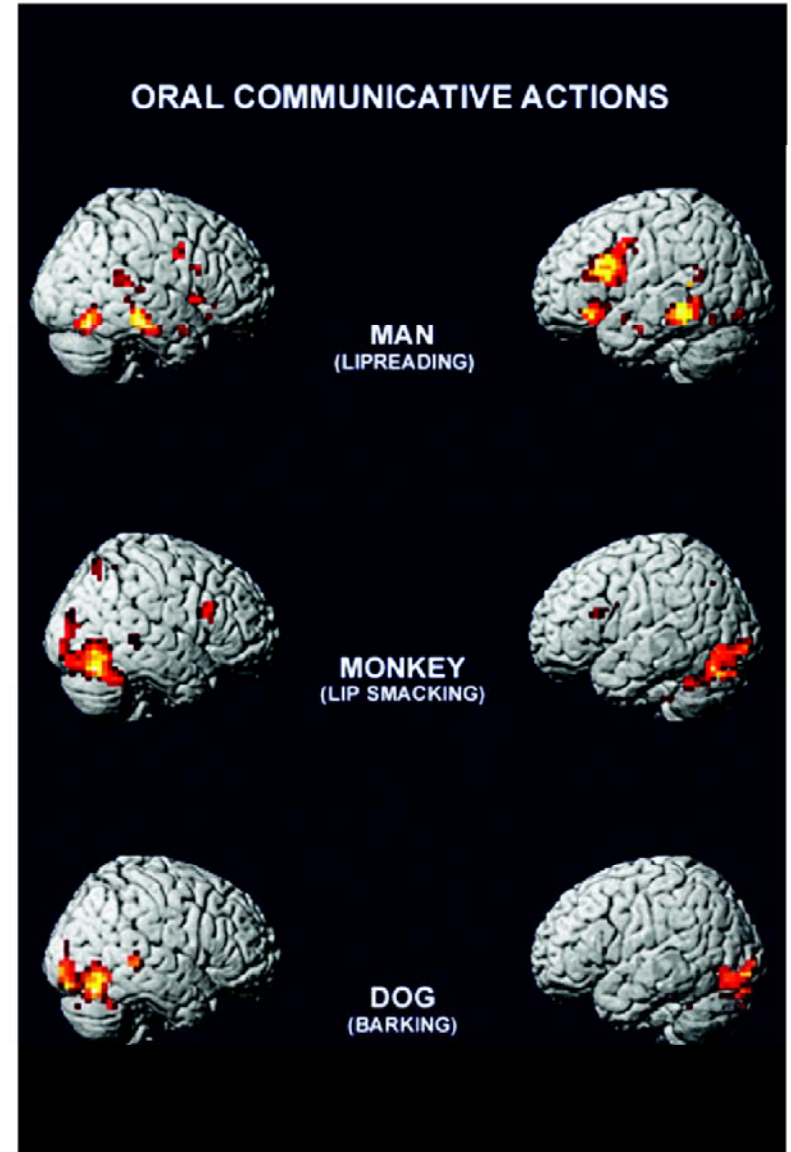
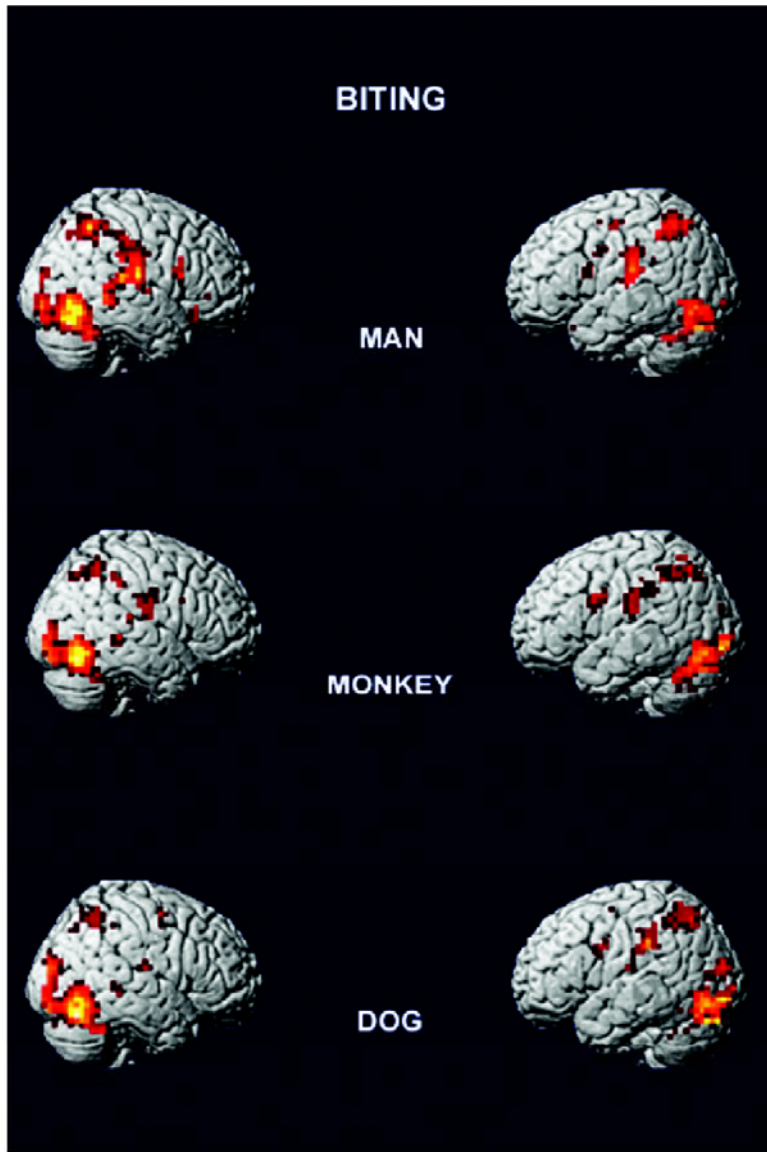
La corteccia del lobo parietale rappresenta l'oggetto per l'azione

Questa rappresentazione **pragmatica** è distinta da quella **semantica** prodotta dalla corteccia inferotemporale.

I risultati degli esperimenti sulla funzione mirror della corteccia parietale indicano che **la stessa rappresentazione pragmatica è prodotta quando un individuo osserva un'azione che coinvolge un oggetto, eseguita da un altro individuo.**

Se la comprensione del significato dell'azione fosse basata sull'analisi cognitiva dell'oggetto, l'elaborazione parietale sarebbe superflua

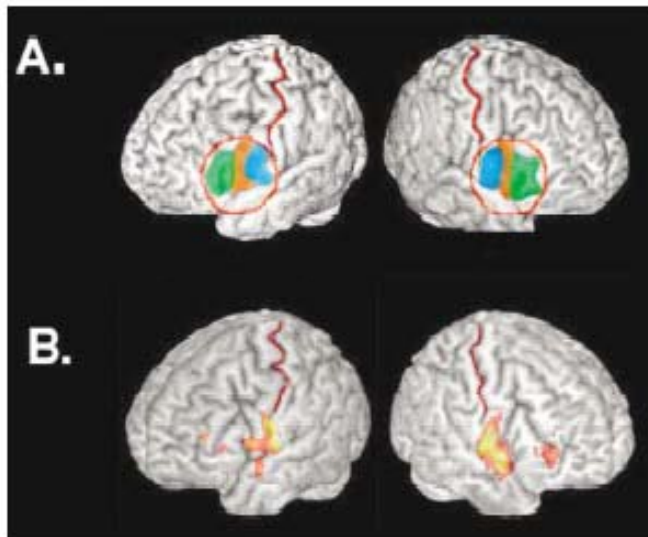
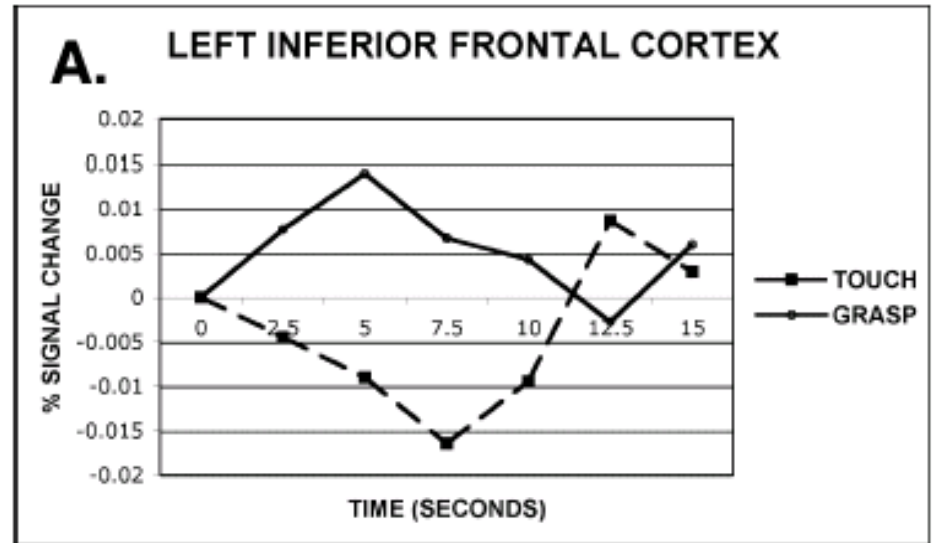
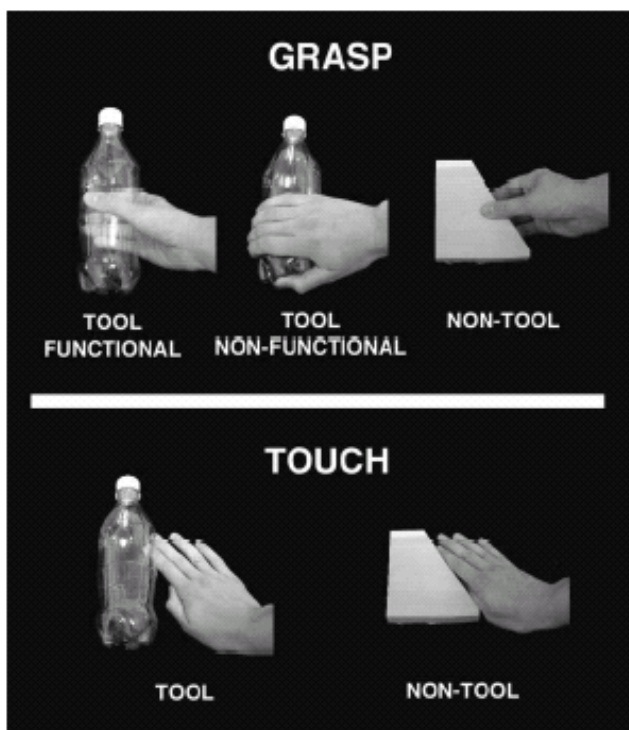
Funzione del sistema mirror umano: comprensione dell'azione



Le azioni eseguite da altri possono essere riconosciute attraverso due meccanismi distinti

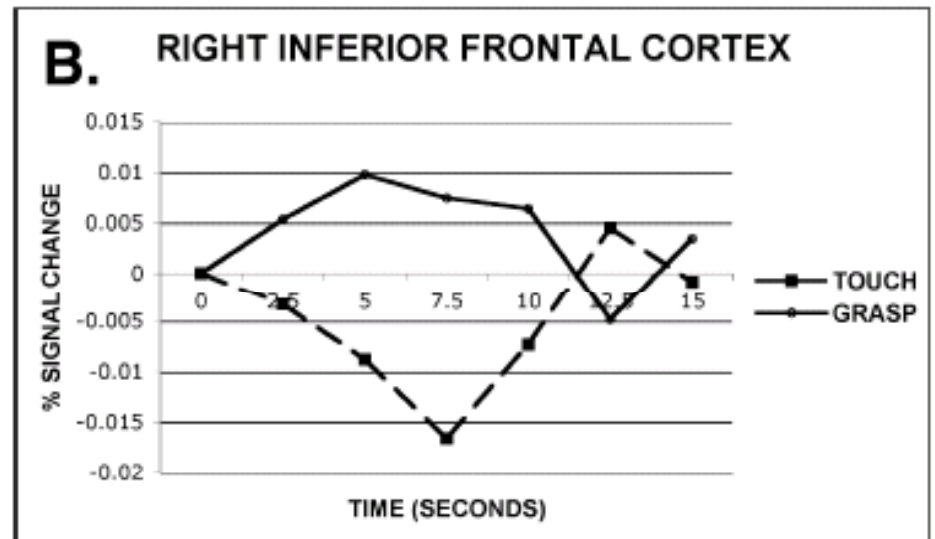
- 1. Le azioni che rientrano nel repertorio motorio dell'osservatore sono rappresentate nel suo sistema motorio**
- 2. Le azioni che non appartengono al repertorio motorio dell'osservatore sono riconosciute sulla base di informazioni sensoriali, senza coinvolgimento del sistema motorio**

Comprensione dell'azione attraverso immagini statiche

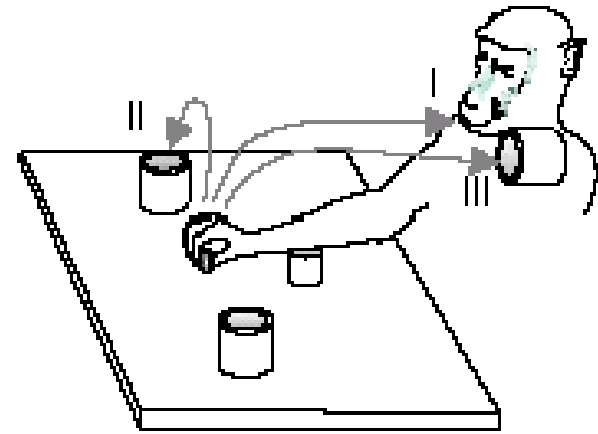
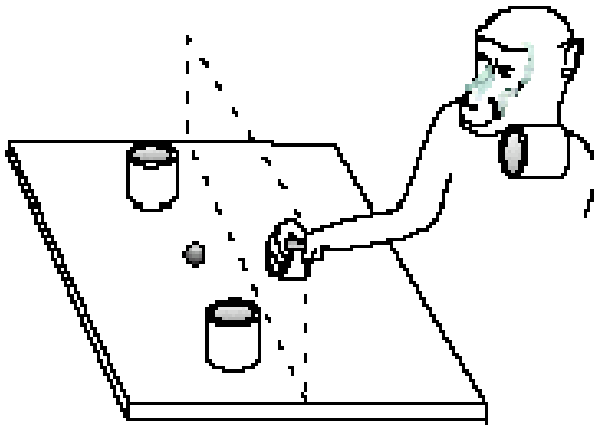


touch

grasp



Comprensione dell'azione vs comprensione dell'intenzione



Azione

La scimmia prende l'oggetto

Riconoscimento
dell'obiettivo immediato
dell'azione

Intenzione

La scimmia prende l'oggetto
per mangiarlo
per posarlo

Riconoscimento
dell'obiettivo finale
dell'azione prendere

contesto - oggetto

Intenzione = "perché?" dell'azione

Context



Before Tea

Action



whole-hand prehension

Intention



Drinking



After Tea



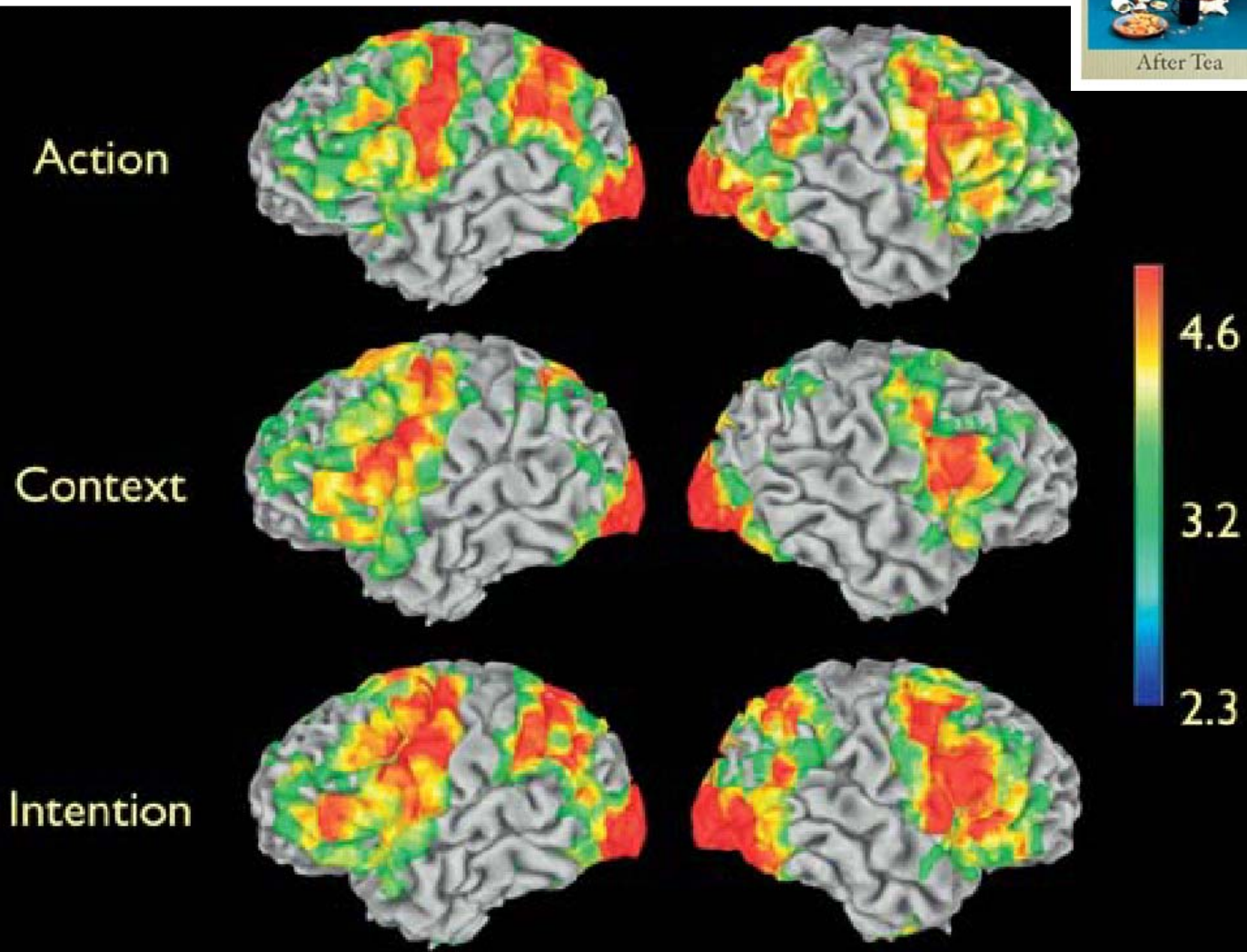
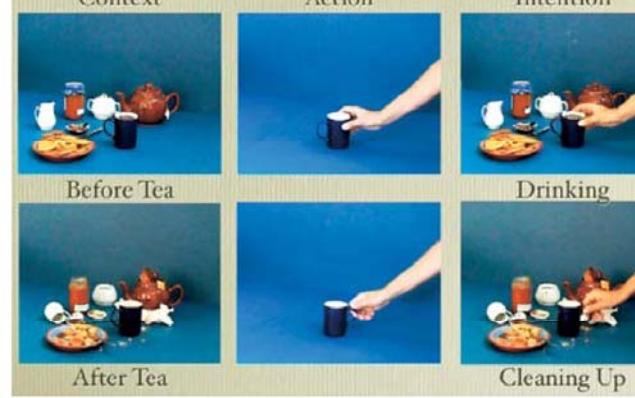
precision grip

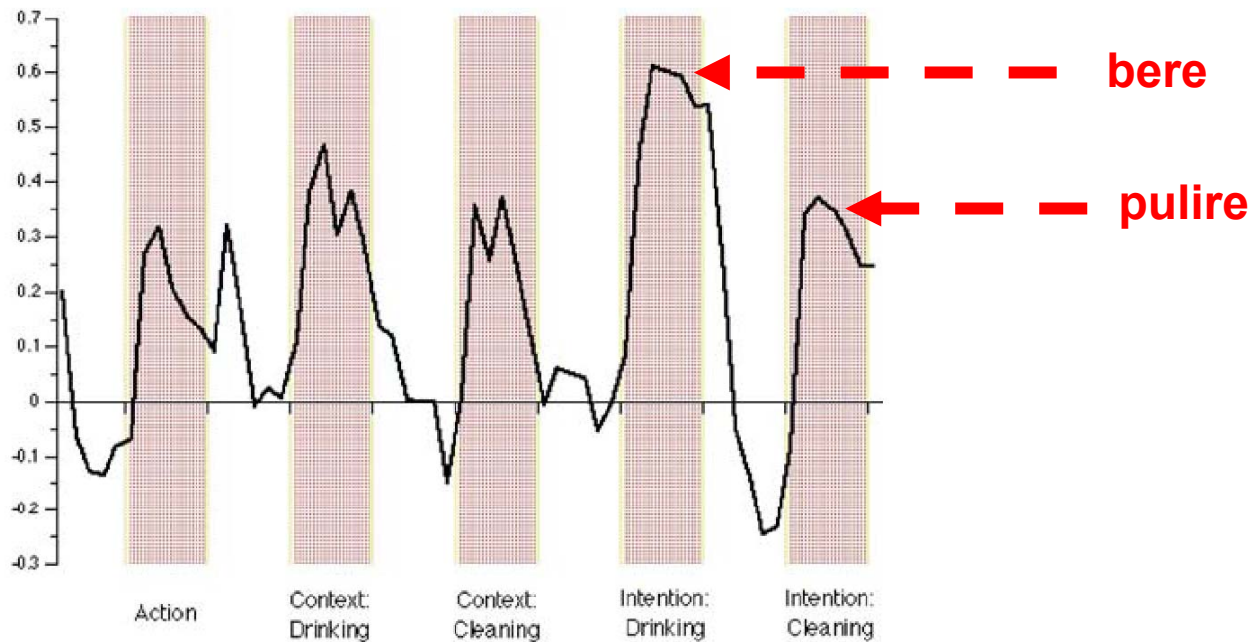
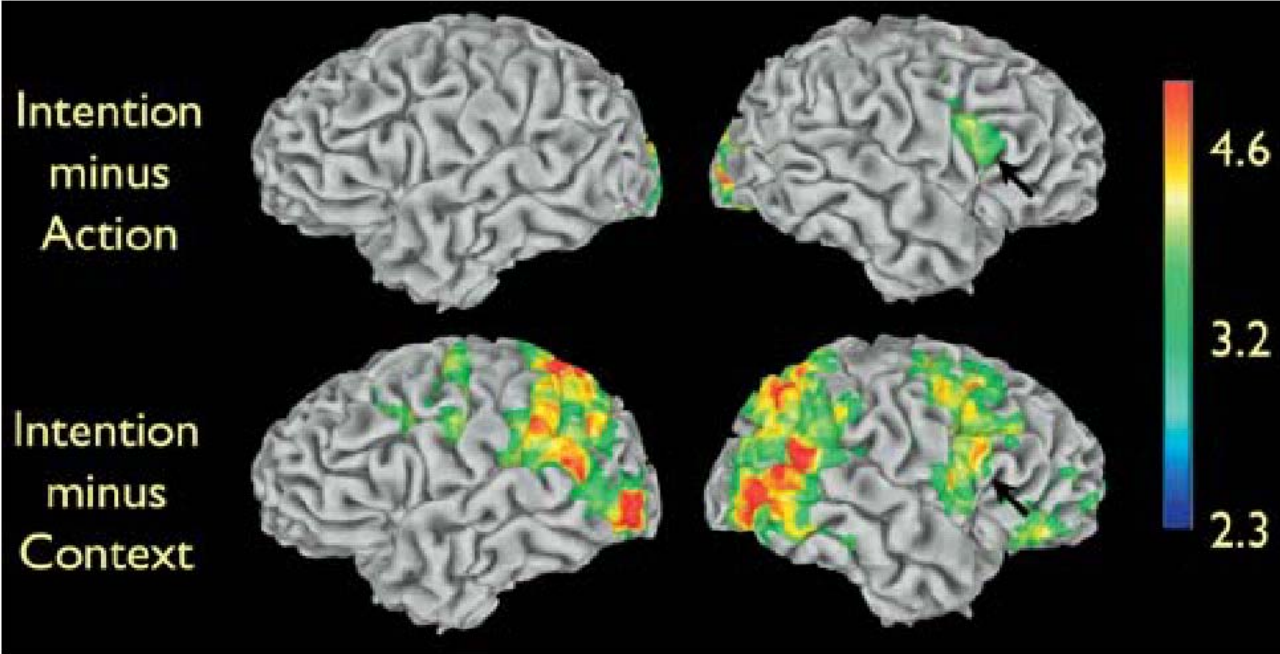


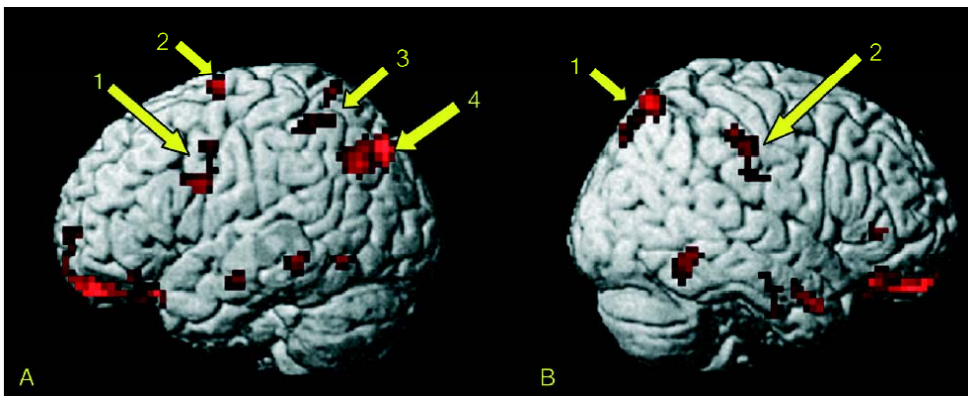
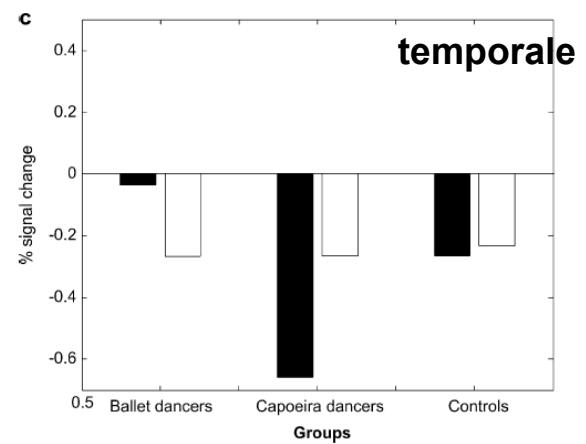
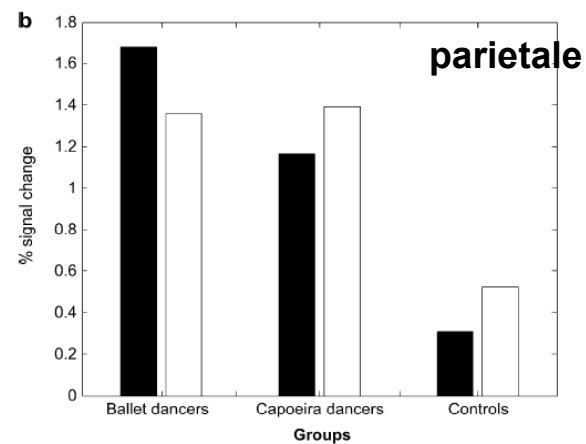
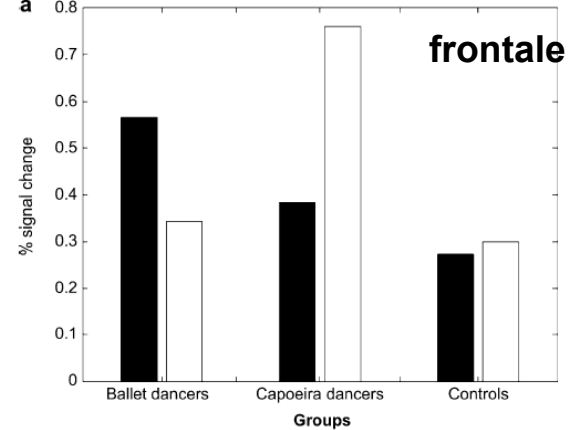
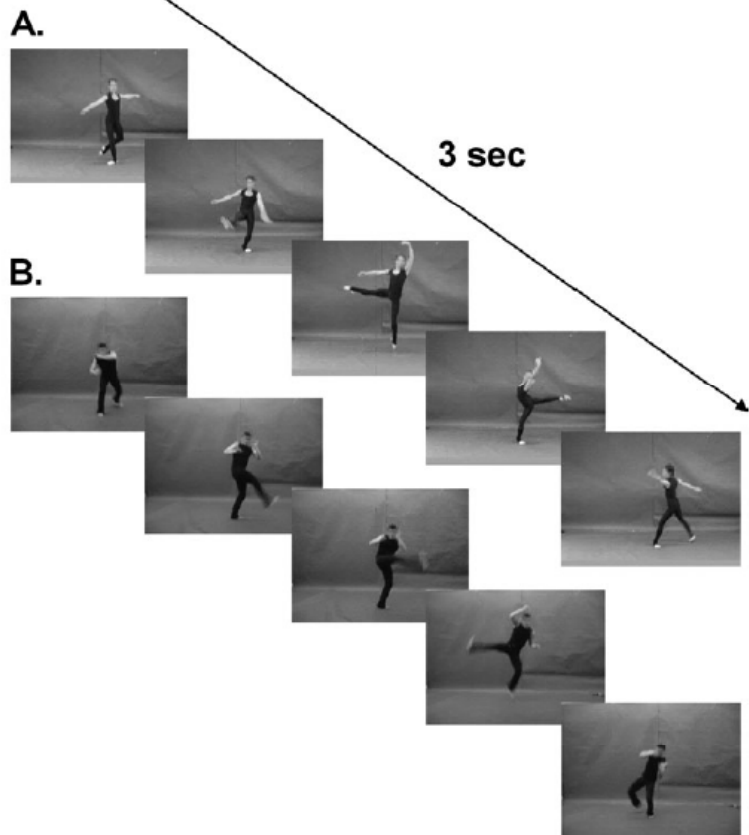
Cleaning Up

If the mirror neuron system simply codes the **type of observed action** and its **immediate goal**, then the **activity in mirror neuron areas should not be influenced by the presence or the absence of context**. If, in contrast, the mirror neuron system codes the **global intention associated with the observed action**, then the presence of a **context** that cues the observer **should modulate activity in mirror neuron areas**

observing **grasping actions embedded in contexts** yielded greater activity in mirror neuron areas in the inferior frontal cortex than observing **grasping actions in the absence of contexts or while observing contexts only**. This suggests that the human mirror neuron system does not simply provide an **action recognition** mechanism, but also constitutes a neural system for coding the **intentions** of others







Sistema mirror ed apprendimento per imitazione

Definizione

Imparare ad eseguire un'azione vedendola eseguire da un altro individuo

Presupposti

Il sistema mirror umano è attivato anche da azioni intransitive o mimate

Il sistema mirror umano codifica la sequenza temporale dei movimenti necessari per eseguire l'azione

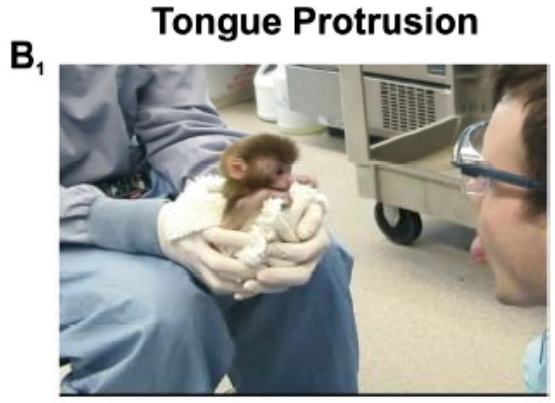
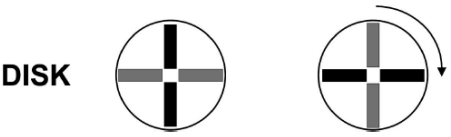
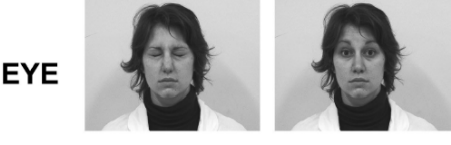
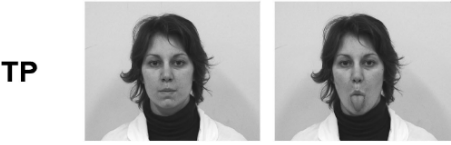
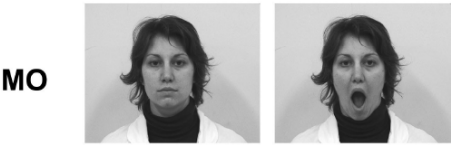
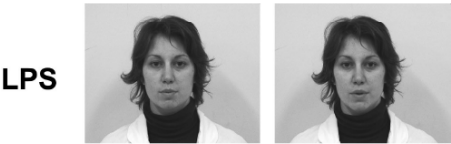
Ipotesi

L'apprendimento per imitazione richiede una **rappresentazione motoria interna** dell'azione osservata che viene poi riprodotta

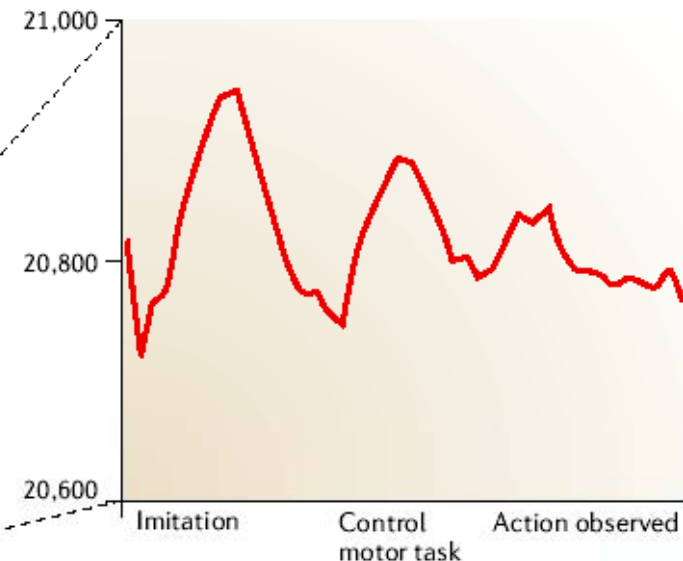
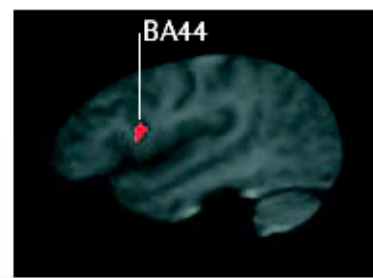
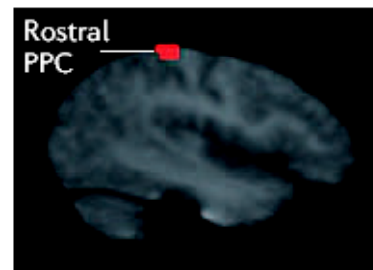
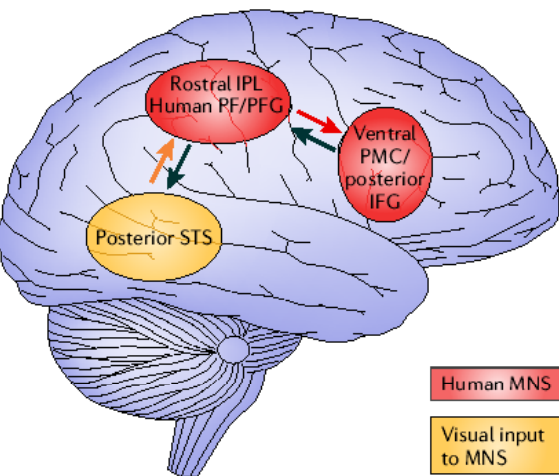
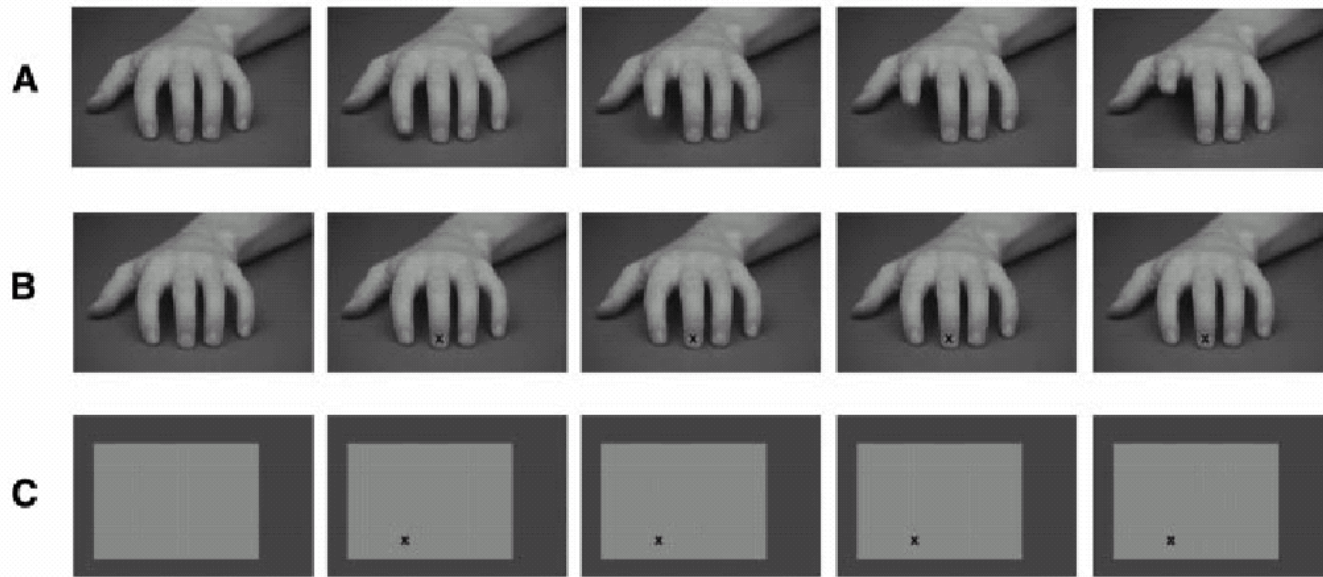
Un'**azione elementare**, già presente nel repertorio mirror del soggetto, viene immediatamente riprodotta, senza apprendimento

Un'**azione complessa**, non presente nel repertorio mirror, richiede una strategia di apprendimento complessa. Il sistema mirror rappresenta le **componenti elementari** e le riorganizza in una **nuova sequenza motoria** che porta all'esecuzione dell'azione complessa

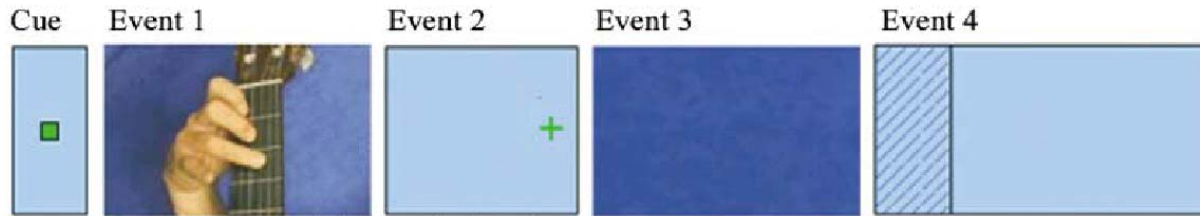
Imitazione nei macachi neonati



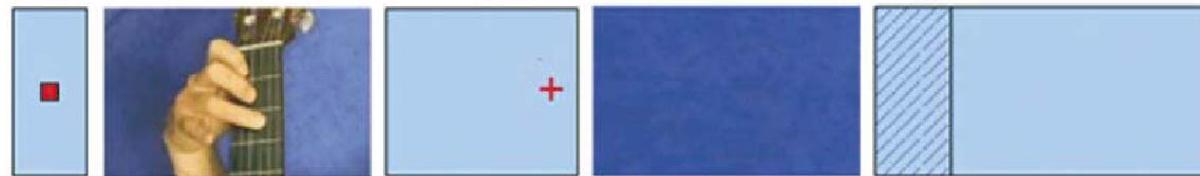
Sistema mirror ed apprendimento per imitazione



Sistema mirror ed apprendimento per imitazione



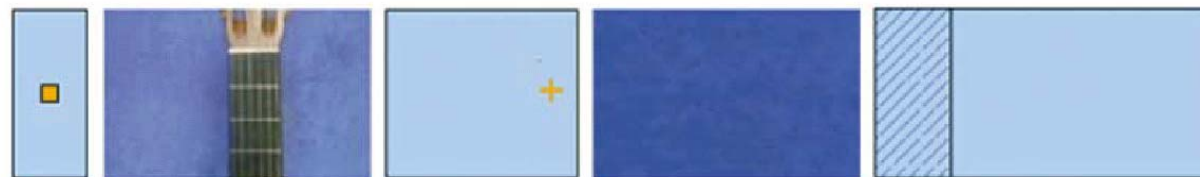
IMI: "observe the model, then imitate"



Non IMI: "observe the model, then perform a hand action"



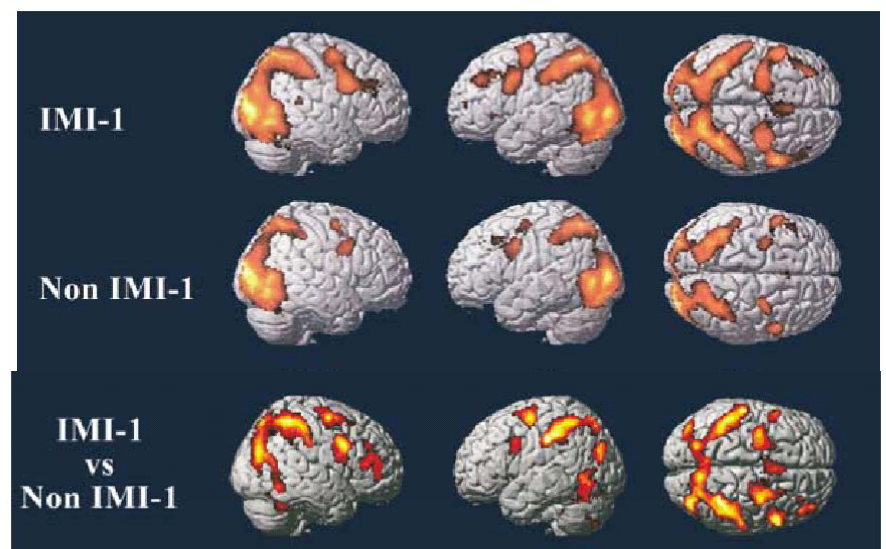
OBS: "just watch"



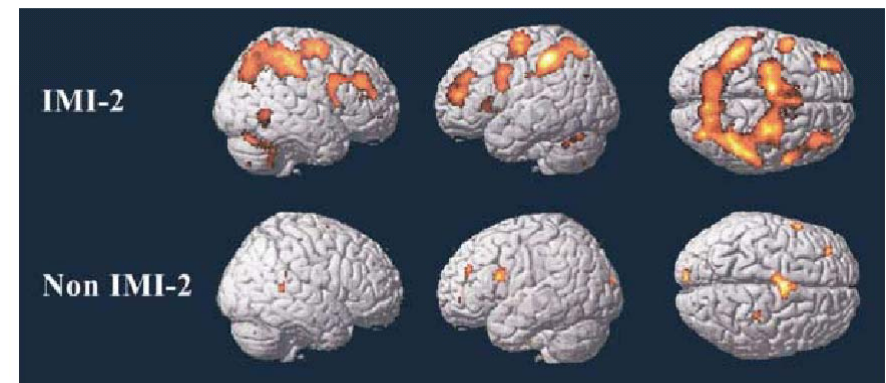
EXE: "play a chord of your choice"

Codificazione dei movimenti elementari che compongono l'azione da imparare
Codificazione di una **nuova** sequenza motoria per eseguire l'azione complessa

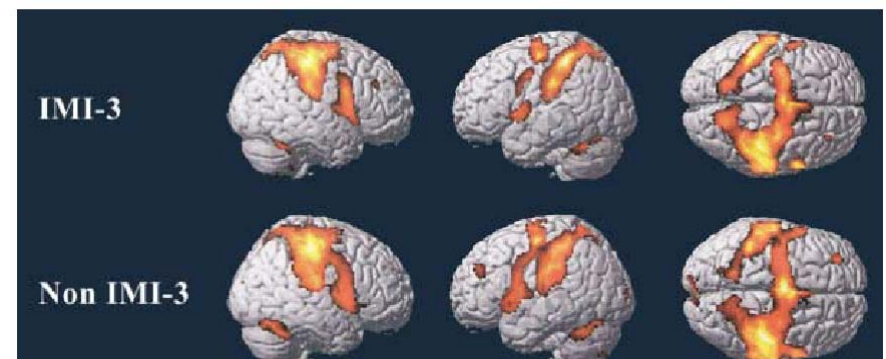
Evento 1: osservazione



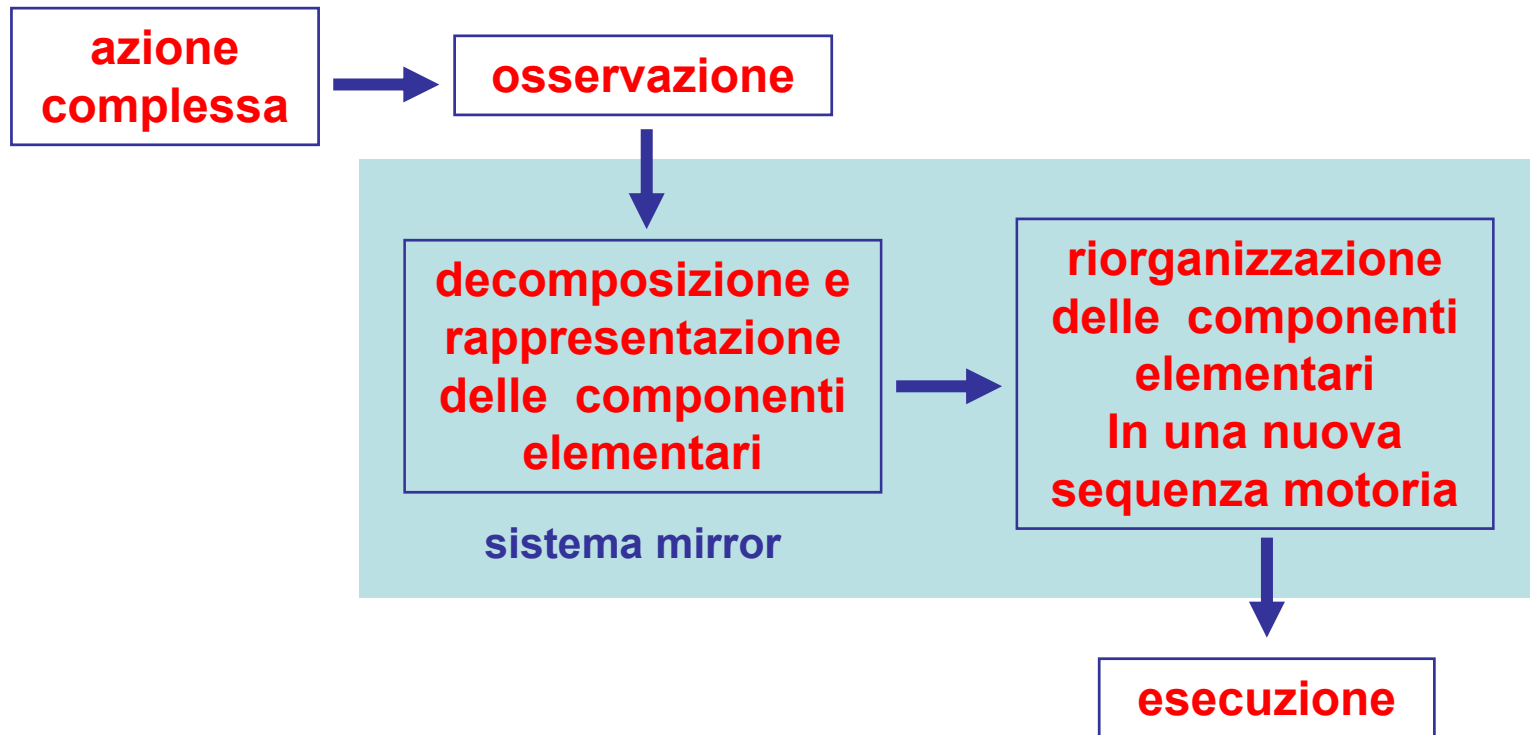
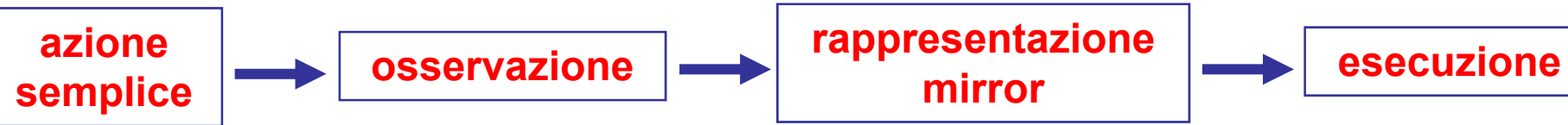
Evento 2: pausa



Evento 3: esecuzione



Sistema mirror ed apprendimento per imitazione



Sistema mirror e linguaggio

Tramite il sistema mirror le azioni di un individuo diventano un messaggio immediatamente comprensibile per gli altri senza alcuna mediazione cognitiva

Per questa proprietà, il sistema mirror potrebbe essere il substrato neurale dal quale è derivato il linguaggio

Nelle **scimmie**, il sistema mirror codifica azioni che coinvolgono un oggetto.

Un sistema di comunicazione deve essere in grado di rappresentare le azioni e gli oggetti senza riferimento diretto

Tuttavia, il sistema si attiva anche se l'oggetto non è visibile, ma la scimmia comprende lo scopo dell'azione. Quindi, già nelle scimmie è presente la capacità di rappresentare mentalmente l'azione indipendentemente dal contesto

Negli **umani** il sistema acquista nuove proprietà:

1. Apprendimento per imitazione
2. Azioni intransitive (senza oggetto o senza fine apparente)
3. Azioni mimate

Sistema mirror e linguaggio

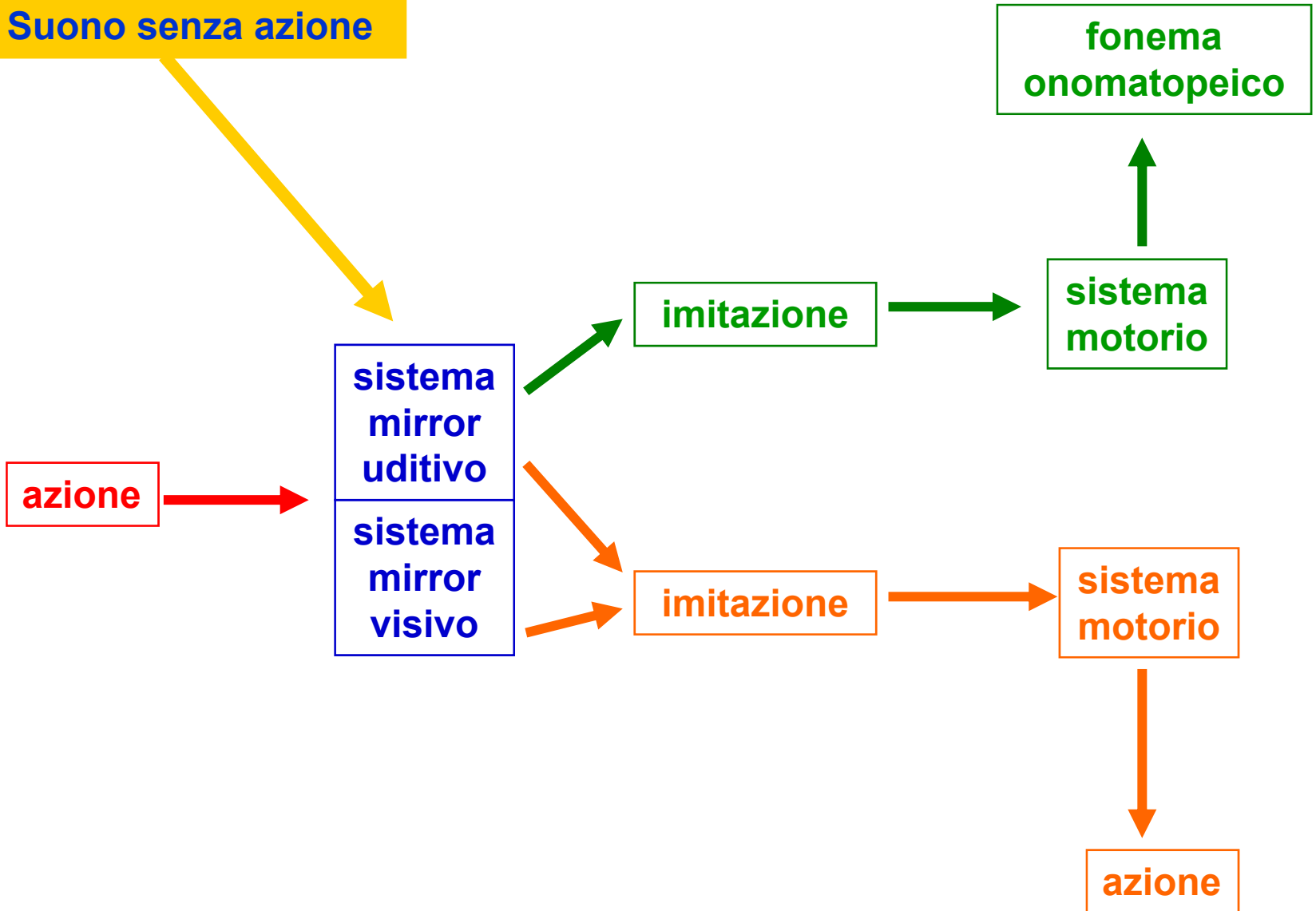
Nel sistema mirror motorio la semantica è intrinseca al gesto

Nel linguaggio non c'è relazione diretta fra l'azione (articolazione della voce) ed il significato. Un passaggio necessario è perciò il trasferimento del “significato” dall'azione al suono astratto.

Ne consegue che il controllo della mano e del linguaggio devono essere strettamente legati e, almeno in parte, condividere gli stessi meccanismi neurali. Infatti:

- 1. L'eccitabilità della regione della corteccia motoria che controlla la mano aumenta durante la conversazione o la lettura. L'effetto è assente nella regione del piede, ed è strettamente localizzato a sinistra.**
- 2. La cinematica dei movimenti delle labbra durante la conversazione è modificata dalla contemporanea esecuzione di movimenti della mano**
- 3. L'area di Broca controlla il movimento della mano e la produzione del linguaggio**

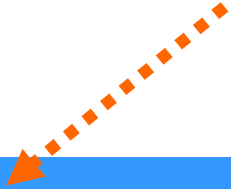
1. Azione ingestiva
2. Azione comunicativa
3. Suono senza azione



Individuo 1



**fonema
onomatopeico**



**sistema
mirror
uditivo**



rappresentazione



comprensione

Individuo 2

**Esiste nell'uomo un sistema
mirror, capace di risuonare
per stimoli uditivi verbali?**

Sistema mirror e linguaggio

Labiodental fricative consonant, 'rr'

Words	Pseudo-words
birra (bier)	berro
carro (cart)	firra
cirro (cirrus)	forro
farro (spelt)	furra
ferro (iron)	marro
mirra (myrrh)	merro
morra (morra)	parro
porro (leek)	perro
serra (greenhouse)	vorro
terra (ground)	vurro

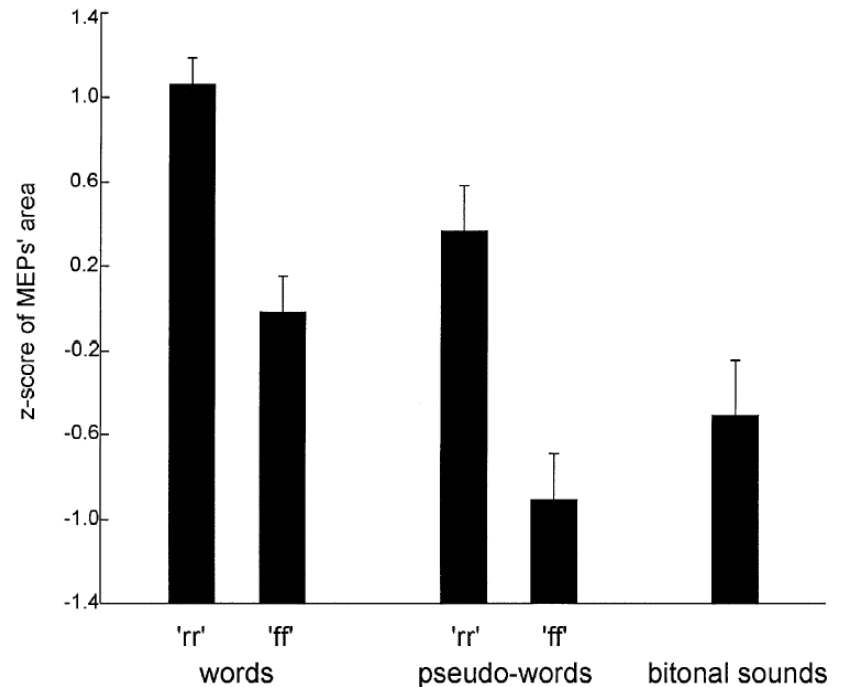
Lingua-palatal fricative consonant, 'ff'

Words	Pseudo-words
baffo (moustache)	biffo
beffa (hoax)	ciffo
buffo (funny)	leffa
ceffo (snout)	meffa
coffa (crow's nest)	paffo
goffo (clumsy)	peffa
muffa (mold)	poffa
puffo (smurf)	seffa
tuffo (dive)	viffo
zaffo (plug)	voffo

For words and pseudo-words, each category of stimuli (double 'r', "rr" and double 'f', "ff") are shown. Words pertaining to each category were balanced according to their frequency in Italian language. Pseudo-words had phonetic structure and spectral complexity comparable to those of words and were regular for Italian language pronounce.

"ff" lieve movimento della lingua

"rr" ampio movimento della lingua



Funzioni del sistema mirror verbale (echo neurons)

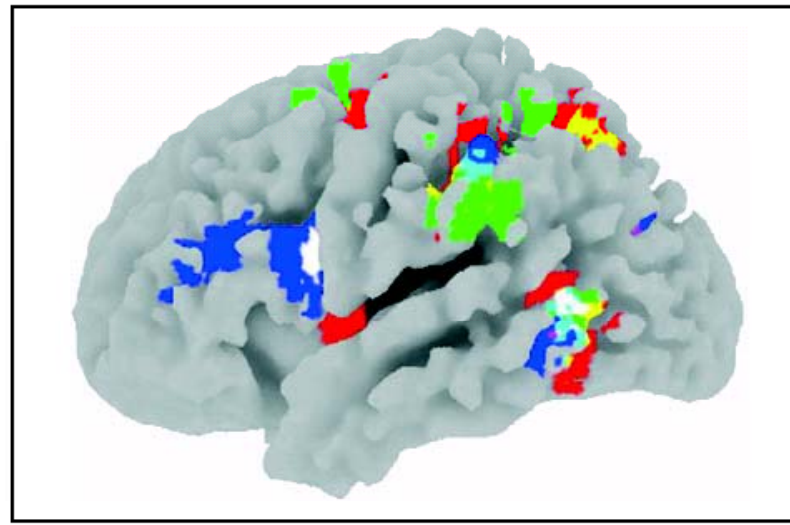
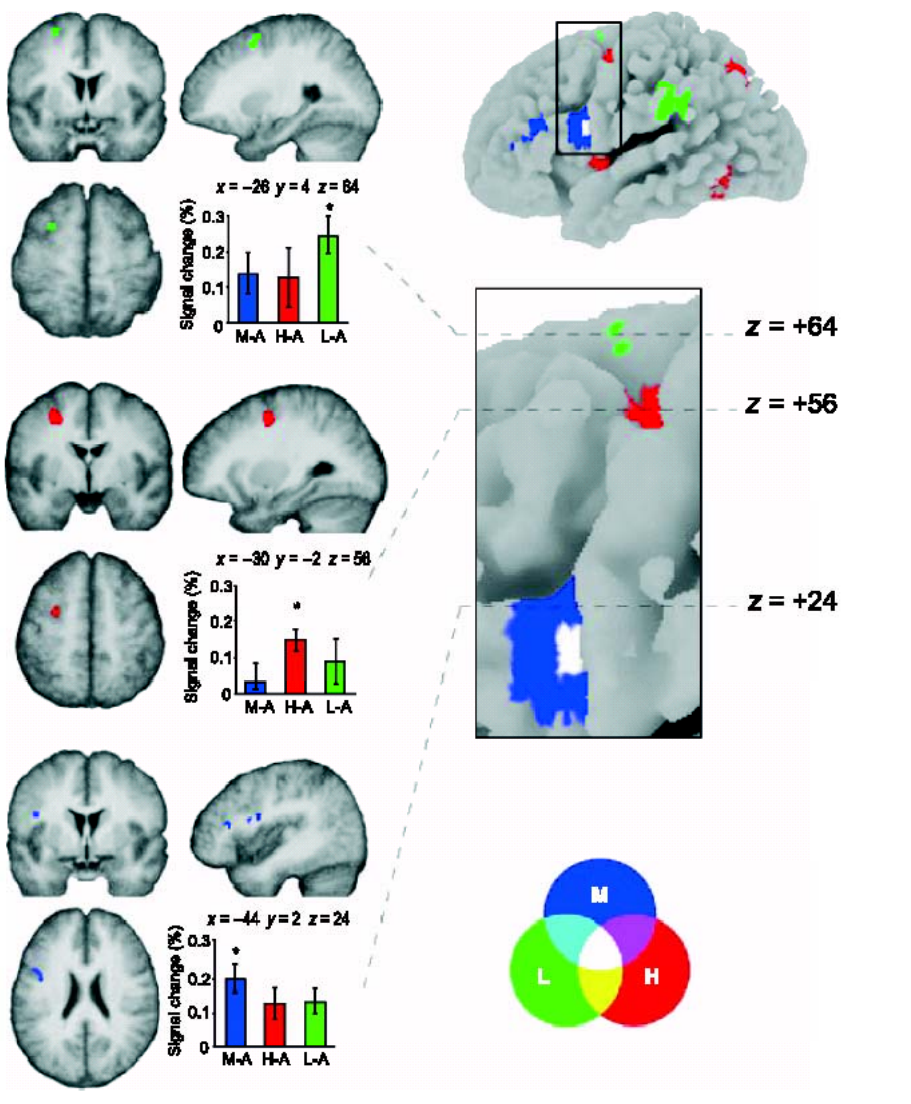
1. Imitazione dei suoni verbali

2. Comprensione del significato verbale

Sistema mirror, più antico, semantica legata all'azione (gesto)

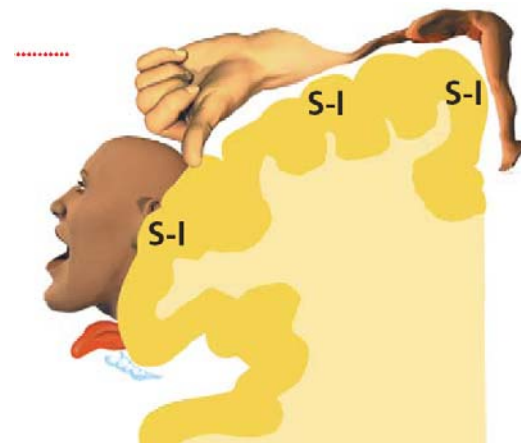
Sistema eco, più recente, semantica legata al suono (parola)

C'è attivazione motoria quando si ascolta la descrizione di un'azione?

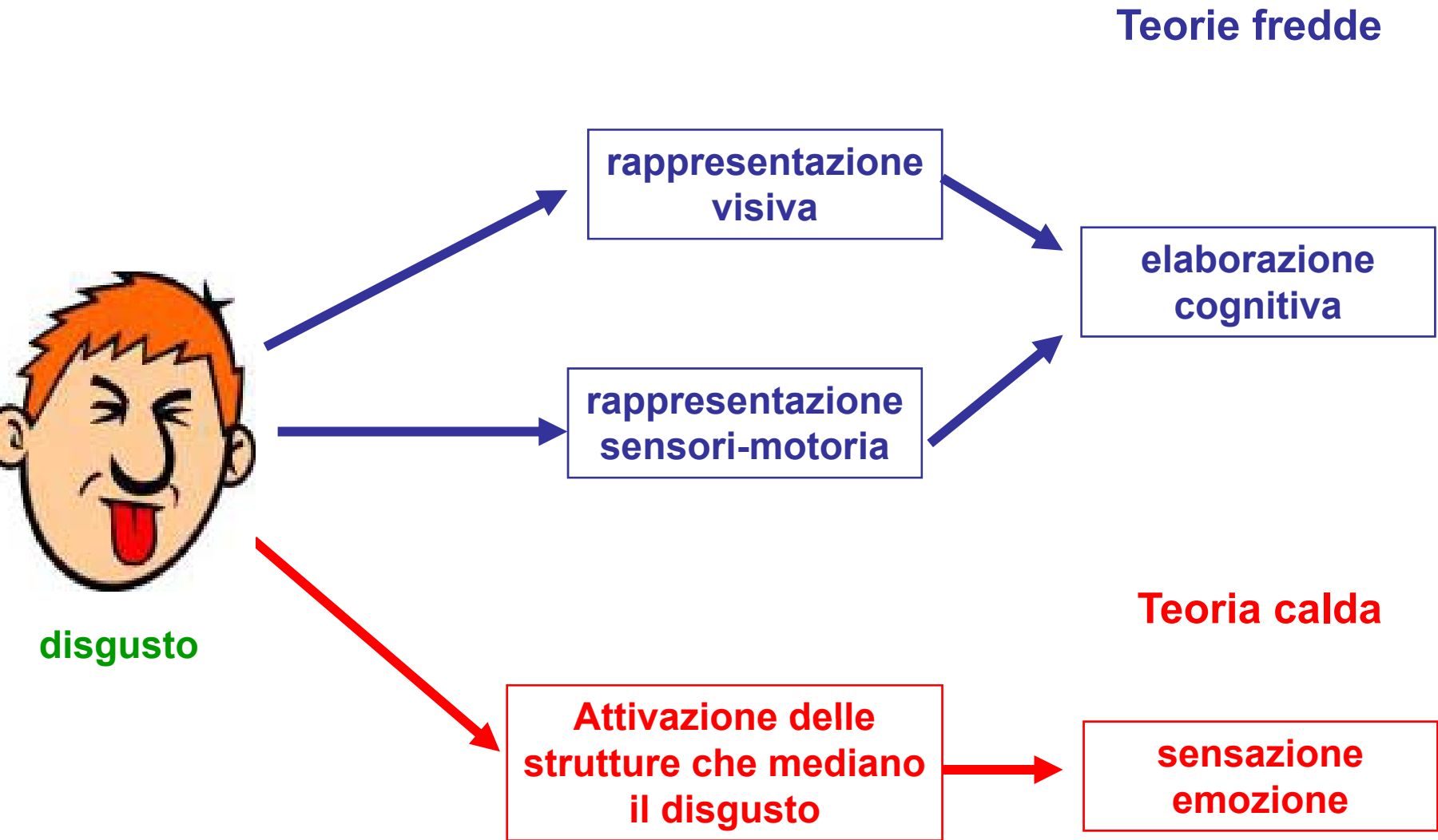


Mordo la mela
Afferro il coltello
Calcio il pallone

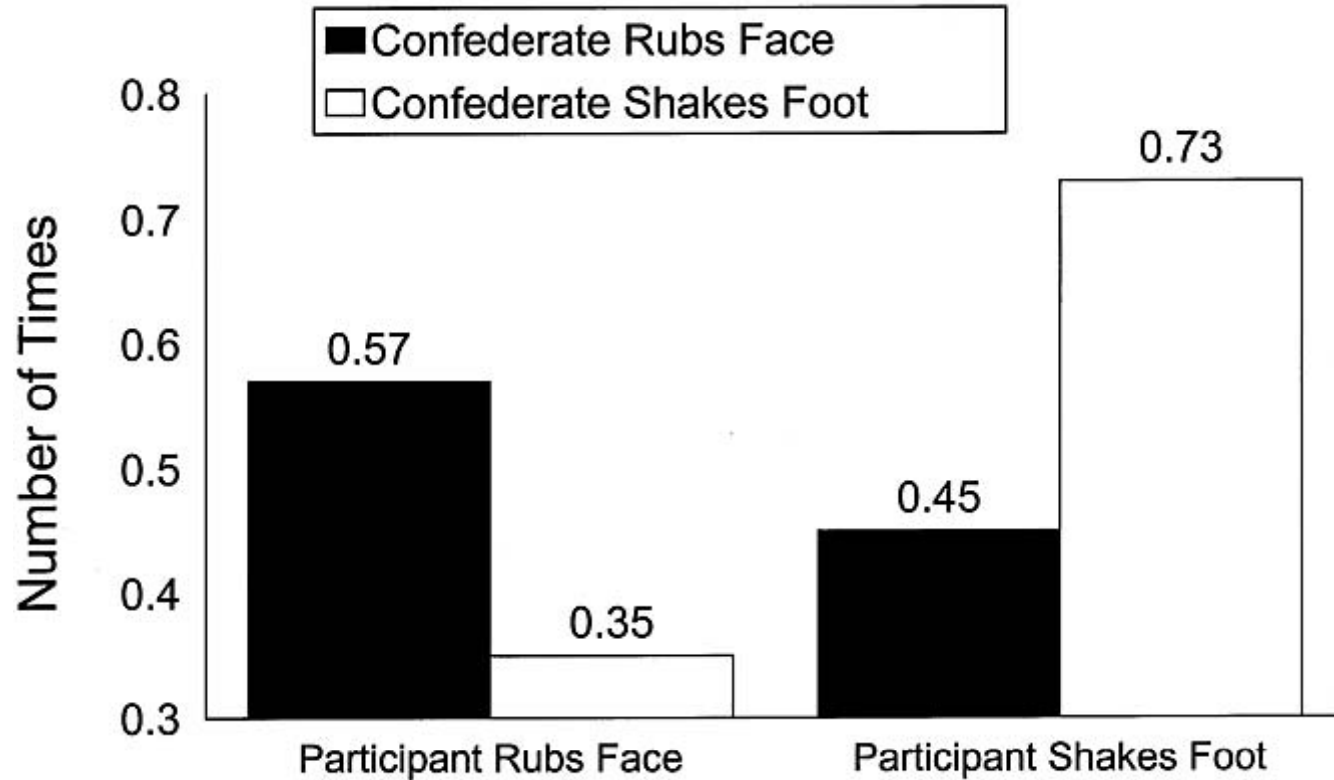
Apprezzo la sincerità



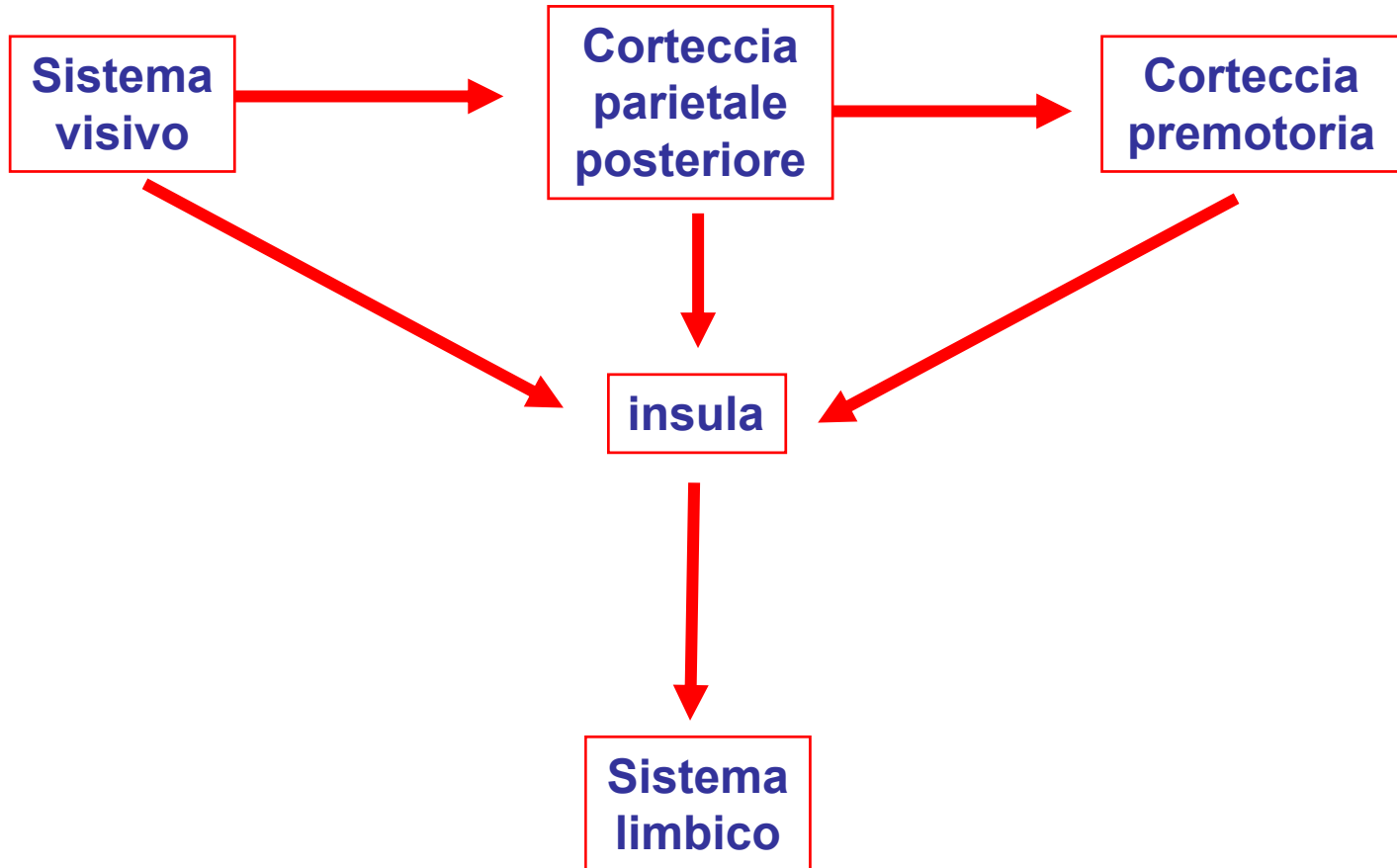
Comprendere sensazioni ed emozioni

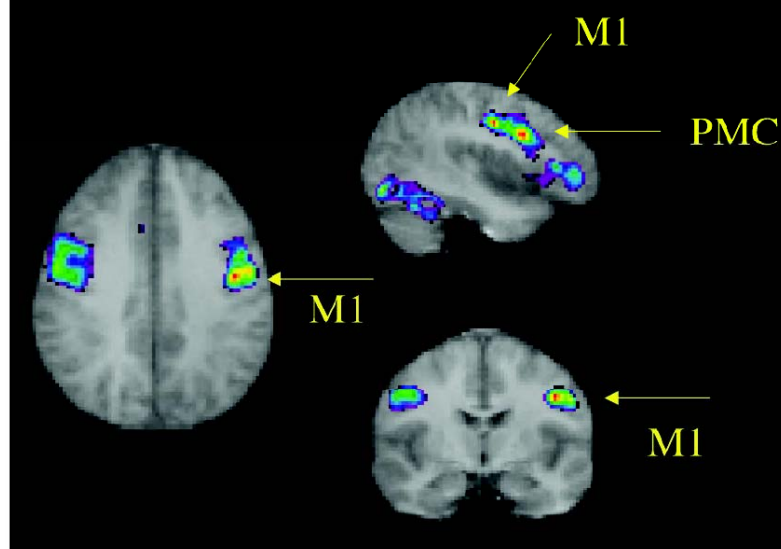


Effetto camaleonte ed empatia

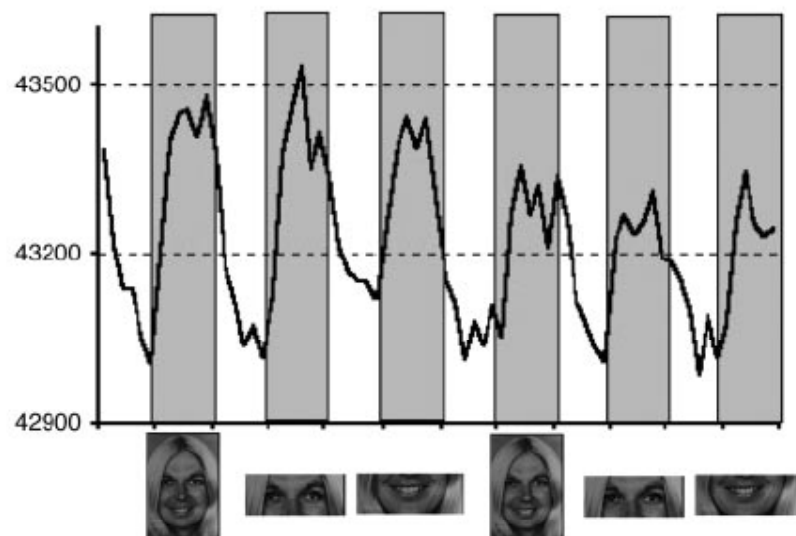


Sistema mirror e contenuto emozionale dell'azione



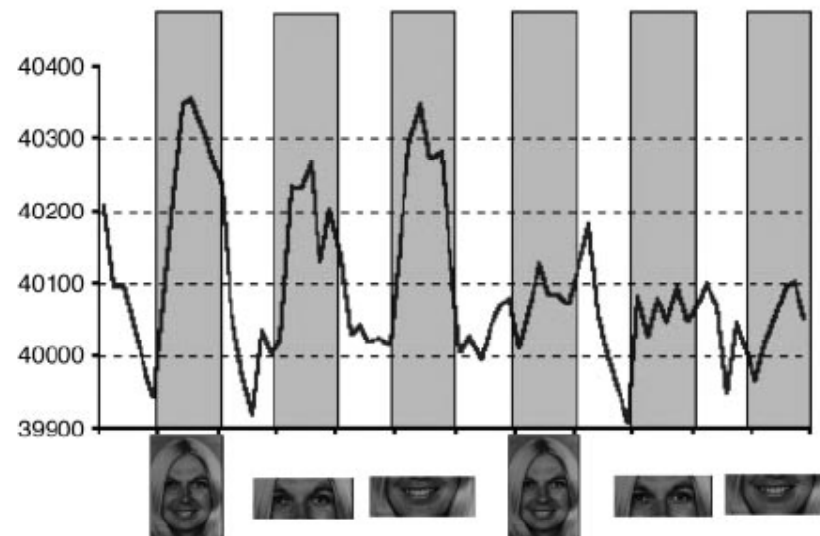


PMC



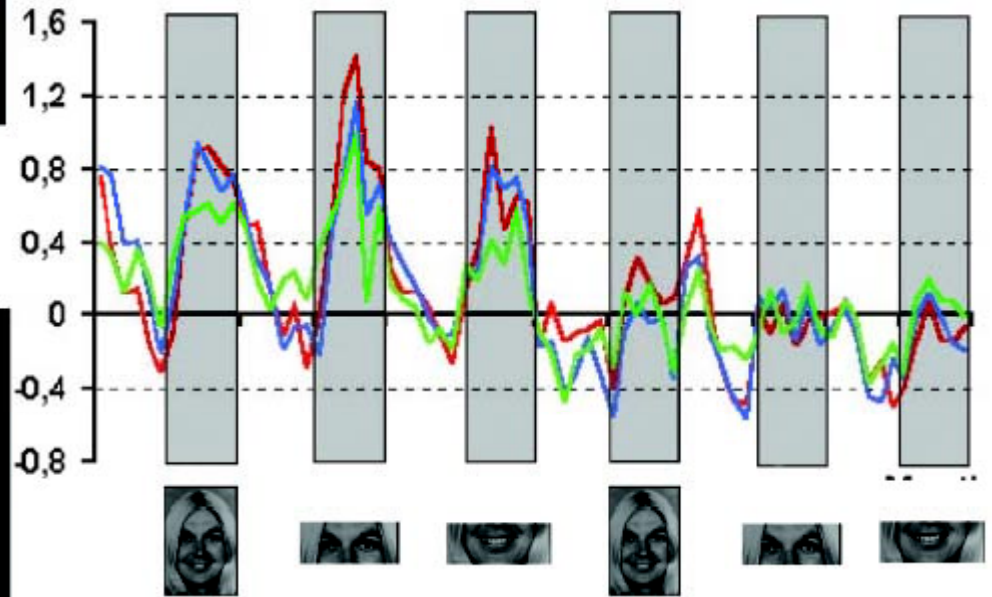
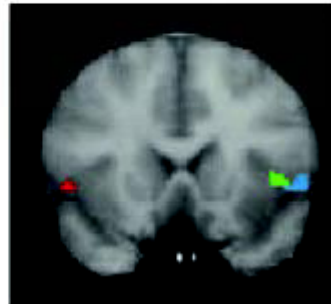
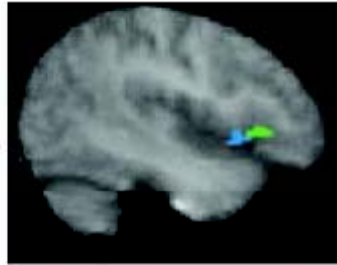
Imitation Observation

M1



Imitation Observation

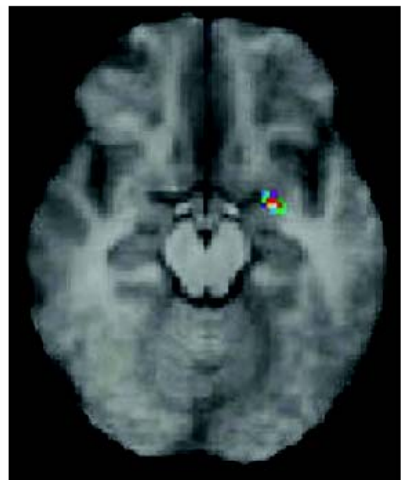
Insula dx
Cx frontale dx
Cx frontale sx



Imitation

Observation

Amigdala dx (più attiva durante imitazione che osservazione)



Disgust

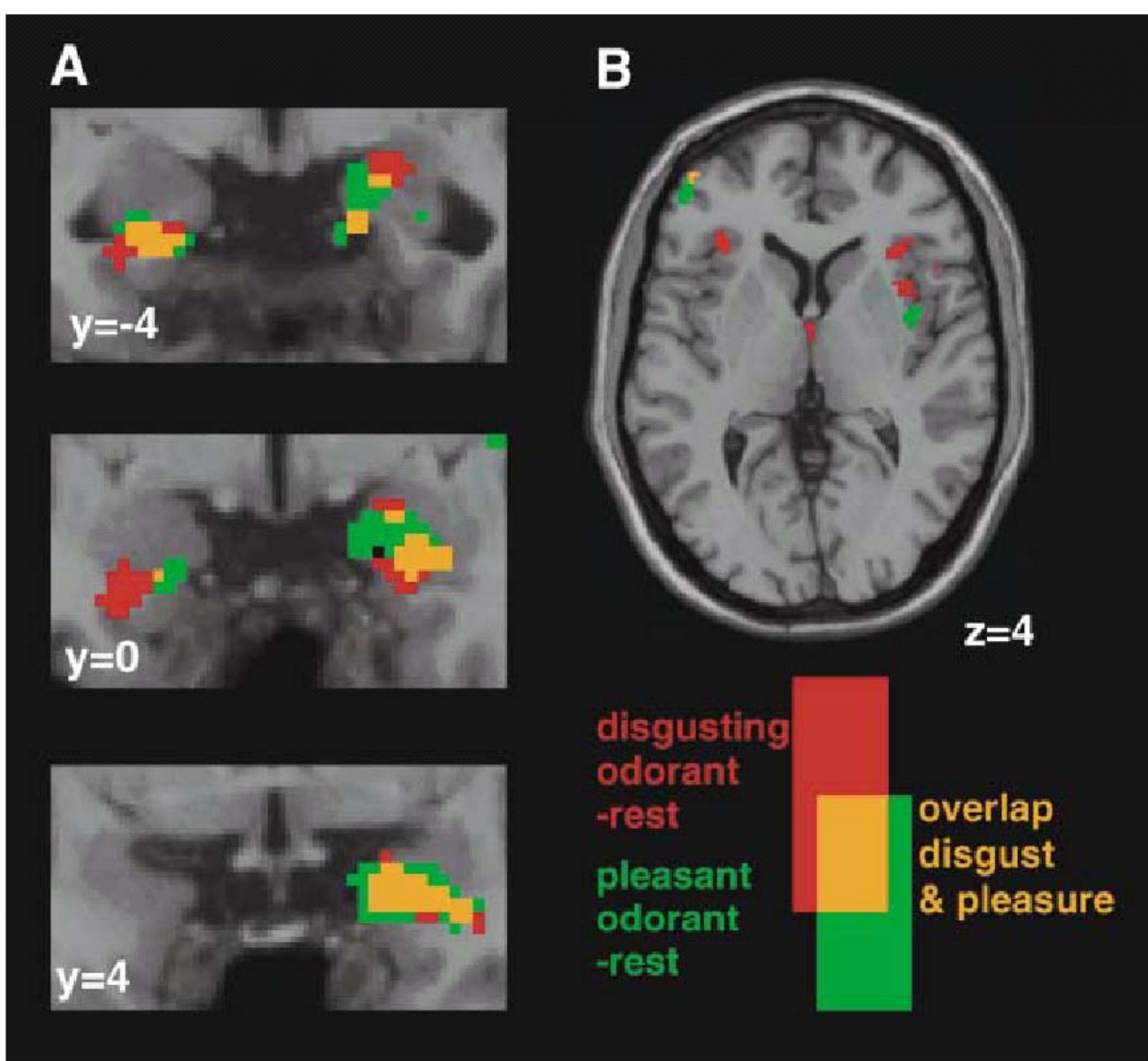
Pleasure

Neutral

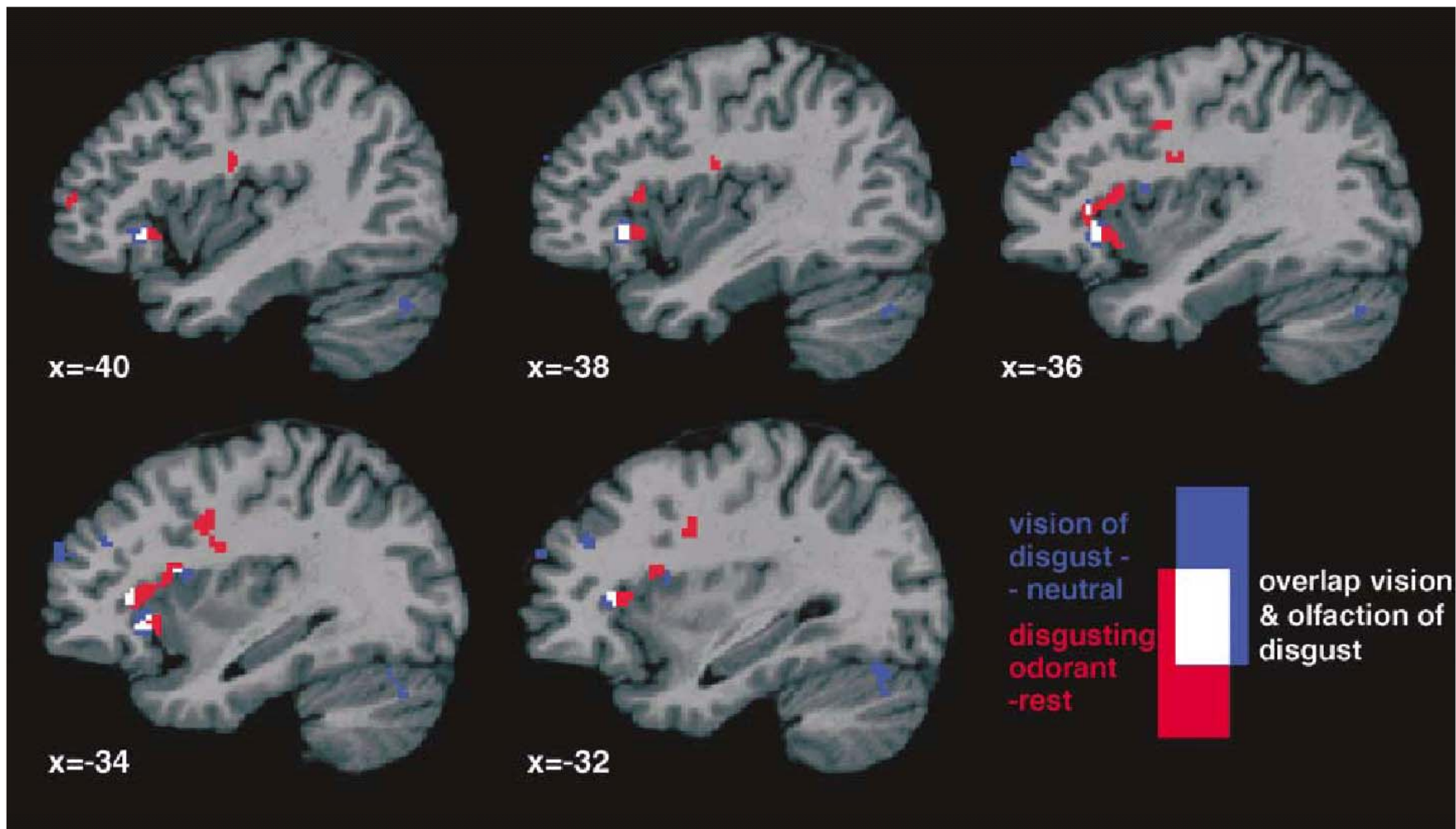
prove visive



Prova olfattiva – il soggetto annusa una sostanza disgustosa



Stimolazione olfattiva disgustosa attiva amigdala ed insula



La porzione anteriore dell'insula si attiva sia per stimoli olfattivi sia quando si osserva il disgusto in altri individui

Il paziente NK

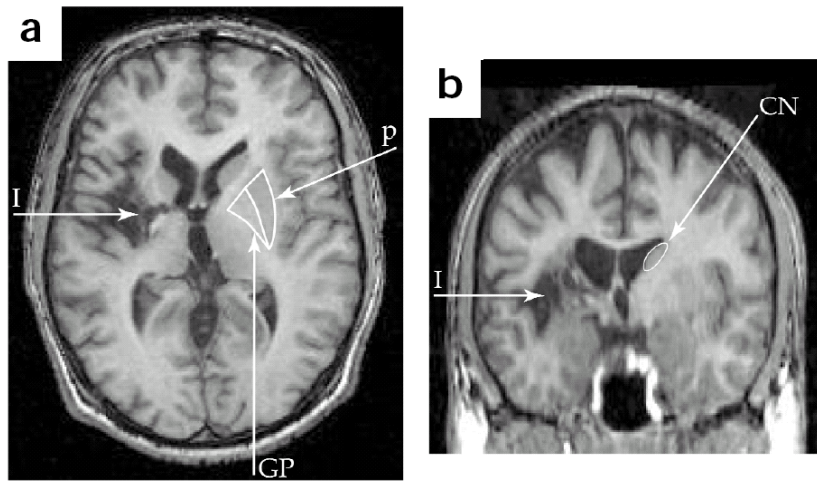


Table 2. Self-assessed experience of three negative emotions.

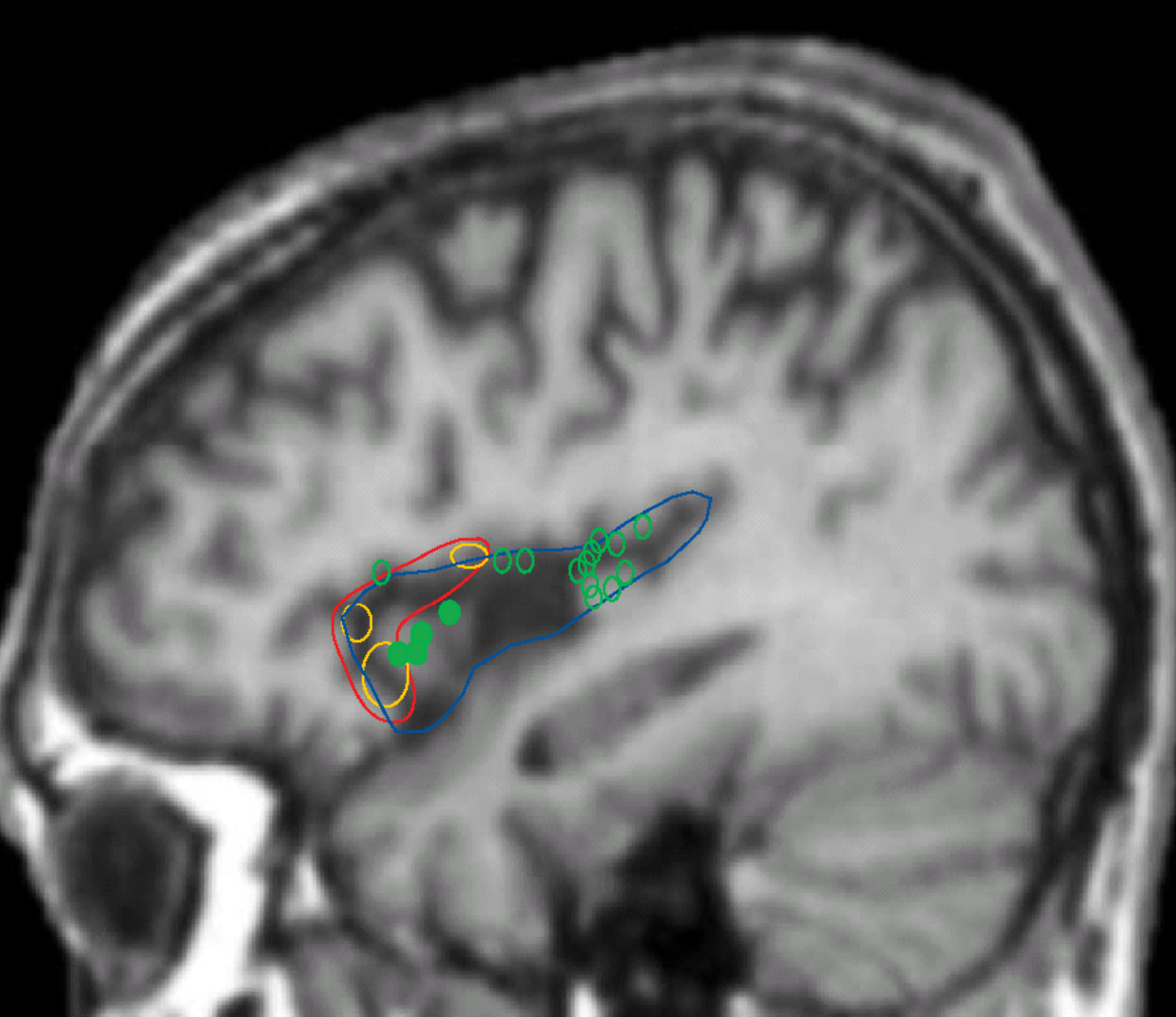
	NK	Controls
Emotional experience questionnaires		
Anger (max, 200)	116	119.3 ± 23.5
Fear (max, 375)	121	123.4 ± 23.3
Disgust (max, 100)	21.87 ^a (2.03)	48.9 ± 13.3
Food (max, 100)	12.5 ^b (1.54)	46.7 ± 22.3
Animals (max, 100)	0 ^{**} (2.41)	58.6 ± 24.3
Body products (max, 100)	0 ^{**} (2.57)	58.1 ± 22.6
Sex (max, 100)	87.5	66.2 ± 17.3
Envelope violation (max, 100)	12.5 ^a (1.66)	59.2 ± 28.1
Death (max, 100)	0 ^b (1.41)	39.7 ± 28.1
Hygiene (max, 100)	37.5	26.5 ± 14.7
Magical (max, 100)	25	36.0 ± 23.0

Scores lower than control mean indicate a reduction in self-assessed experience of the emotion; for scoring method, see ref. 1. The disgust scale contained eight subscales corresponding to disgust-provoking situations associated with food, animals, body products, sex, envelope violation (damage to the body envelope), death, hygiene and magical (disgust by connotation; for example, chocolate shaped like feces). Matched controls were 15 males and 19 females, mean age, 25.32 ± 6.27, of similar age and education to NK. ^a*p* < 0.05 versus control; ^{**}*p* < 0.01; ^b*p* < 0.1; Z scores in parentheses.

Table 1. Facial and vocal expression recognition.

	NK		Controls (mean ± s.d.)	
Facial expression				
	1. Ekman & Friesen	2. JACFEE	1. Ekman & Friesen	2. JACFEE
Anger	9 / 10	5 / 8	8.2 ± 1.8	6.3 ± 1.1
Contempt	—	3 / 8	—	6.0 ± 2.7
Disgust	5 / 10 ^a (1.68)	4 / 8 ^{**} (2.81)	8.2 ± 1.9	7.0 ± 1.1
Fear	7 / 10	8 / 10	7.8 ± 1.8	6.3 ± 1.5
Happiness	10 / 10	8 / 8	9.9 ± 0.1	8.0 ± 0.0
Sadness	8 / 10	8 / 8	8.6 ± 1.7	7.2 ± 1.0
Surprise	8 / 10	8 / 8	8.5 ± 1.3	6.8 ± 1.1
Vocal expression				
	3. Non-verbal sounds	4. Emotional prosody	3. Non-verbal sounds	4. Emotional prosody
Anger	18 / 20	7 / 10	17.8 ± 2.3	8.5 ± 1.5
Disgust	3 / 20 ^{***} (28.05)	4 / 10 ^{**} (2.57)	19.7 ± 0.6	7.9 ± 1.5
Fear	14 / 20	8 / 10	15.9 ± 2.7	7.9 ± 1.6
Happiness	14 / 20	9 / 10	15.8 ± 2.4	8.2 ± 1.6
Sadness	18 / 20	7 / 10	17.1 ± 2.5	8.4 ± 1.4
Surprise	15 / 20 ^a (2.06)	—	18.6 ± 1.7	—

Controls were matched to NK for age and education. For Ekman and Friesen⁸ faces, 32 male, 26 female, mean age, 27.3 ± 5.6; for JACFEE⁹ faces, 12 male, 13 female, mean age, 30.4 ± 9.9; for non-verbal emotional sounds, 9 male, 9 female, mean age, 26.3 ± 8.2; for emotional prosody, 9 male, 7 female, mean age, 28.0 ± 7.4. ^a*p* < 0.05 versus control; ^{**}*p* < 0.01; ^{***}*p* < 0.001; Z scores in parentheses.



Lesione NK



Zone attivate durante l'esperienza di disgusto

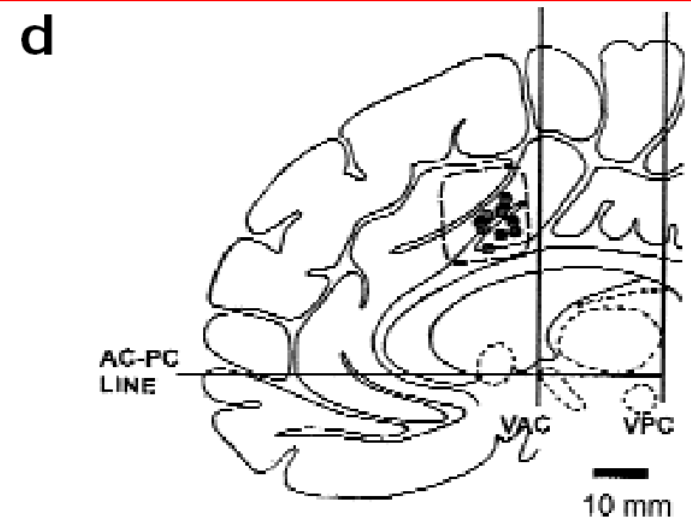
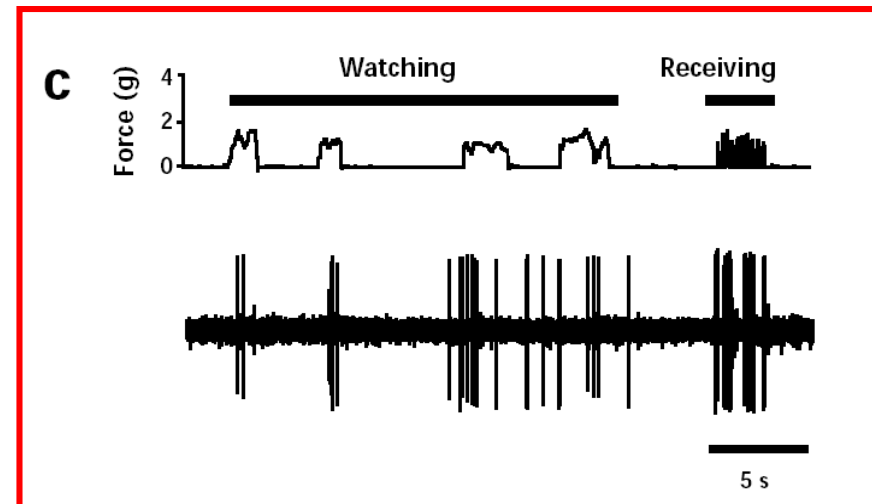
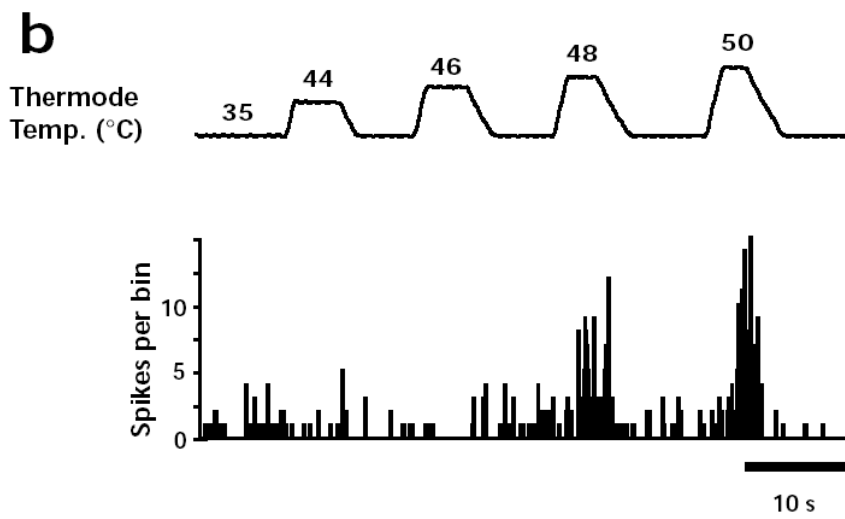
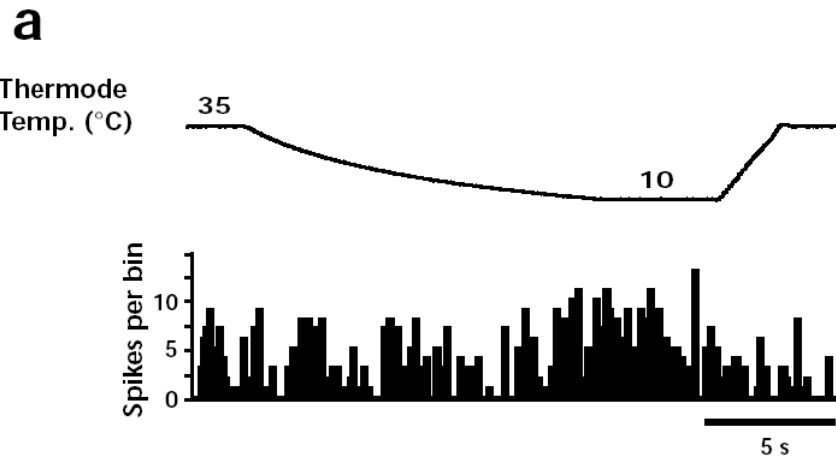


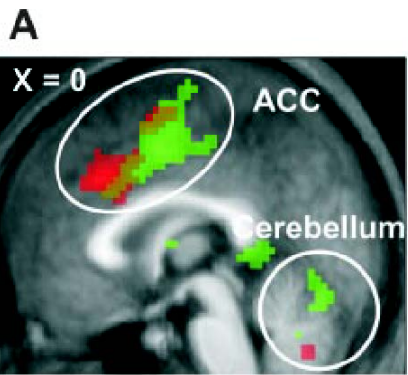
Zone attivate durante l'esperienza e l'osservazione del disgusto

○ **Posizione di elettrodi di stimolazione che inducono esperienze di disgusto (bocca/gola)**

● **Posizione di elettrodi di registrazione durante l'osservazione di espressioni di disgusto**

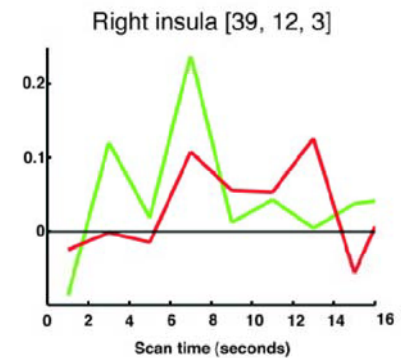
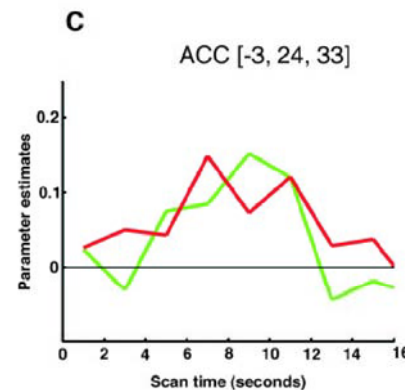
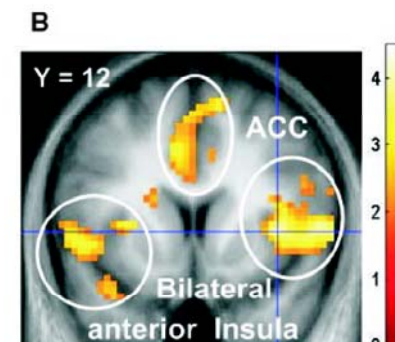
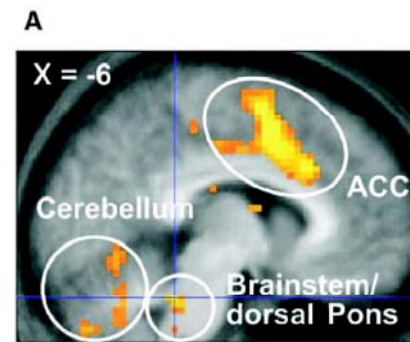
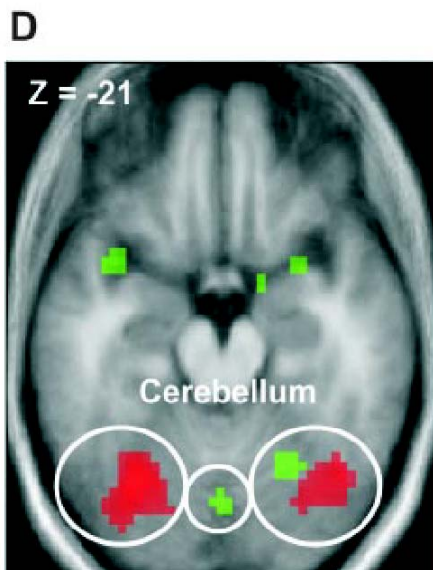
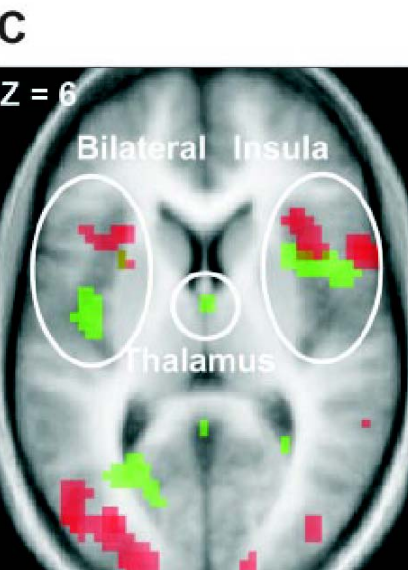
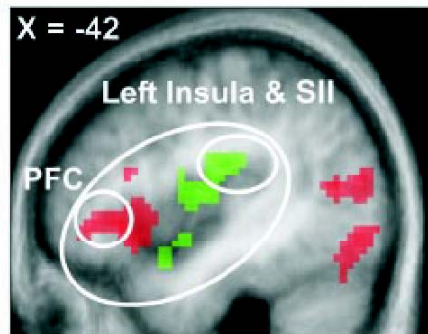
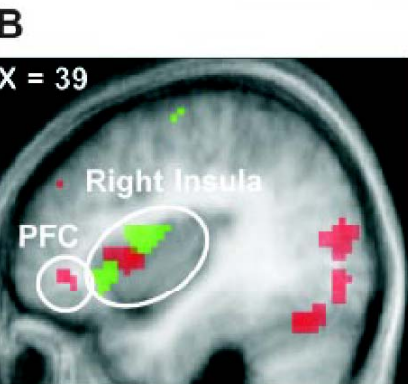
Empatia per il dolore. Neuroni mirror nel giro cingolare anteriore

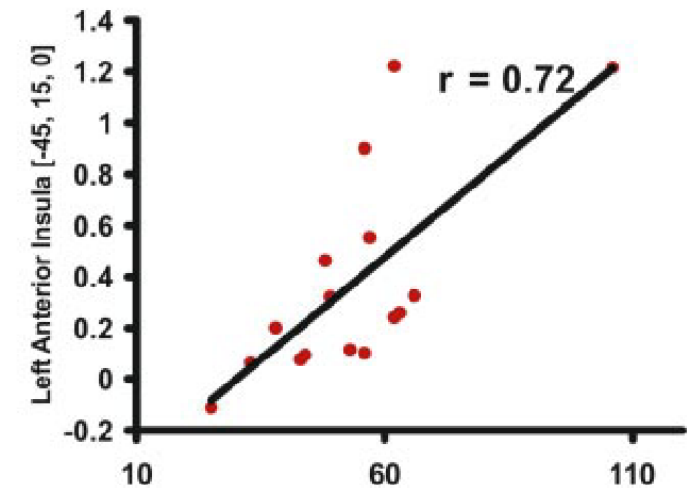
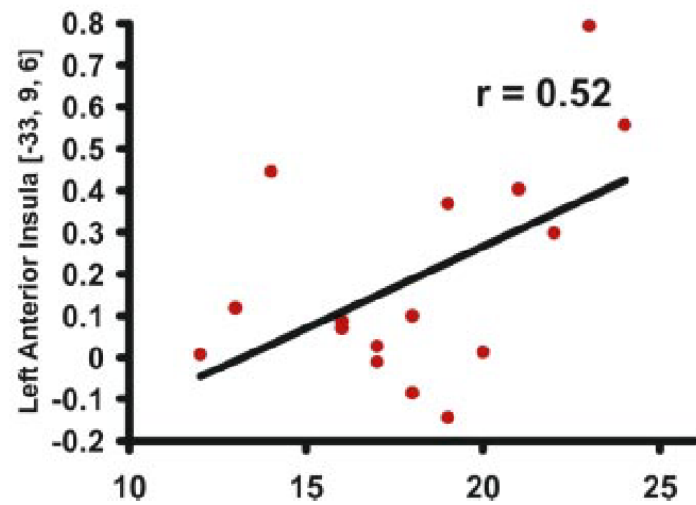
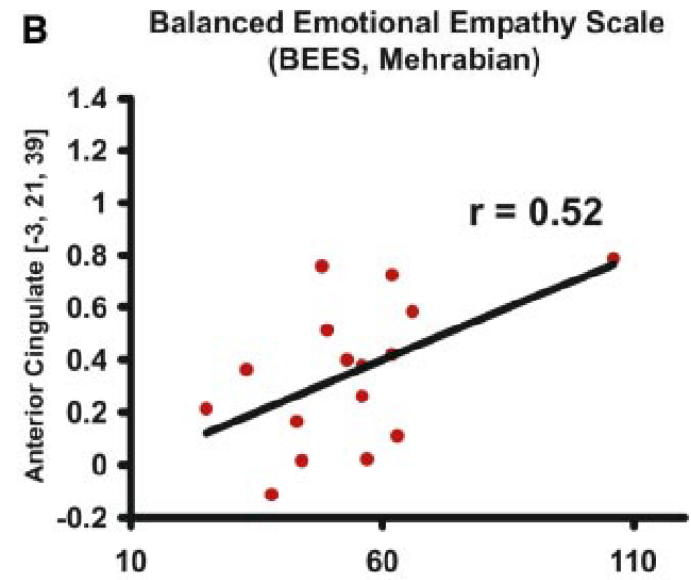
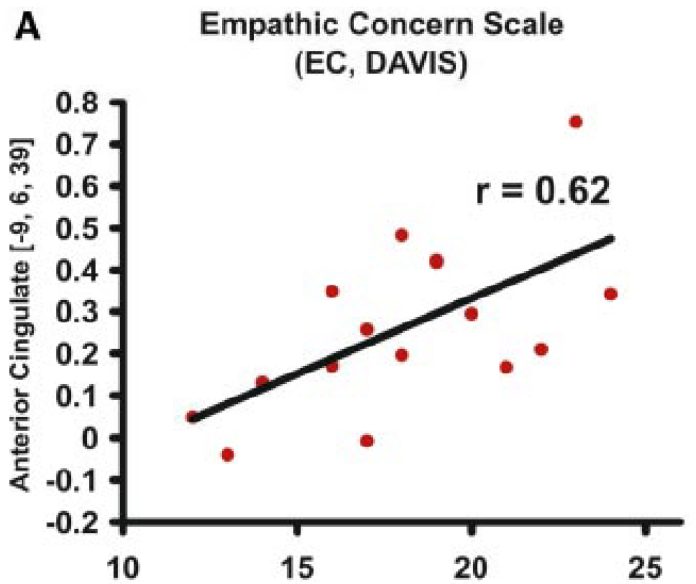




Matrice del dolore.
Regioni del SNC attivate da stimoli dolorosi

Regioni SNC attivate durante l'osservazione della stimolazione dolorosa





Correlazione fra empatia ed attivazione dell'Insula e della corteccia cingolare

L'empatia per il dolore altrui non porta all'attivazione dell'intero circuito del dolore, ma soprattutto di quelle regioni corticali che sono associate con gli **aspetti soggettivi ed affettivi** del dolore.

Questa rappresentazione svolge **due funzioni**

Crea una rappresentazione soggettiva della situazione che ci permette di predire gli effetti che avrebbe lo stimolo su noi stessi (**rappresentazione protettiva**)

Determina la nostra capacità di comprendere l'effetto emozionale che un certo stimolo provoca su un altro individuo e di predirne le conseguenze (**rappresentazione empatica**).

Imitation of Facial and Manual Gestures by Human Neonates

ANDREW N. MELTZOFF *

Department of Experimental
Psychology, Oxford University,
Oxford, England OX1 3UD

M. KEITH MOORE

Child Development and Mental
Retardation Center, University of
Washington, Seattle 98195

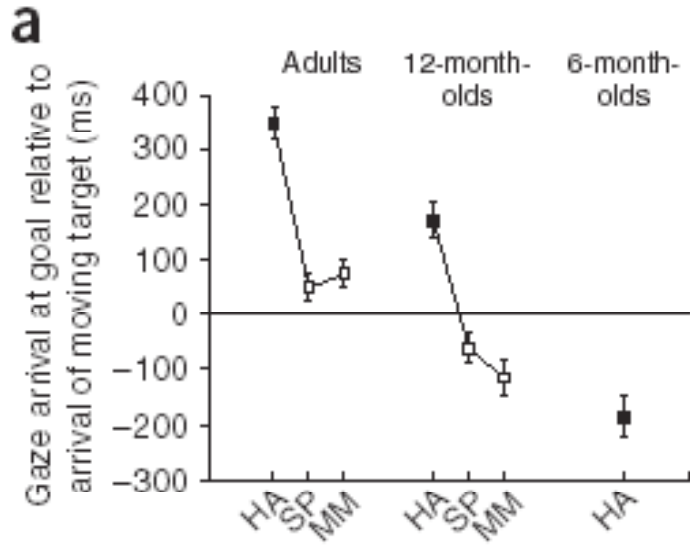
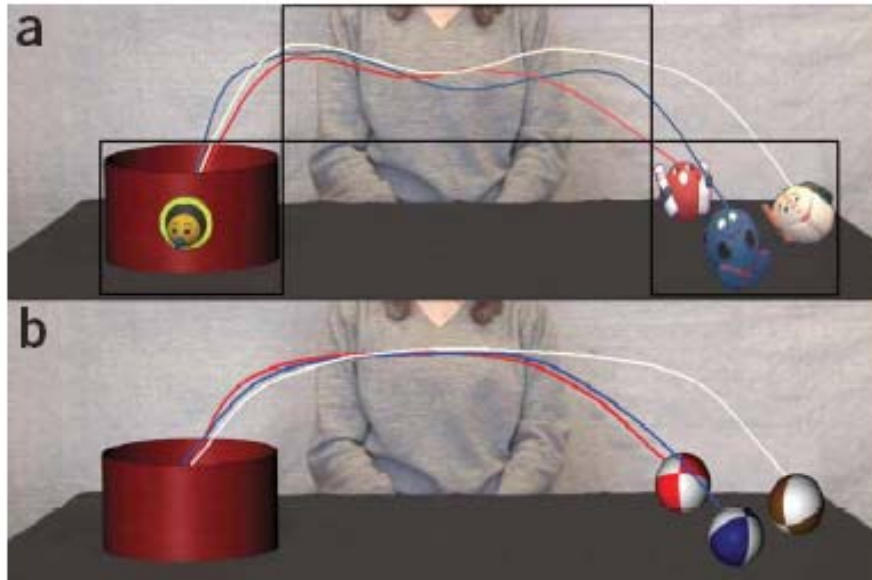
Abstract. Infants between 12 and 21 days of age can imitate both facial and manual gestures; this behavior cannot be explained in terms of either conditioning or innate releasing mechanisms. Such imitation implies that human neonates can equate their own unseen behaviors with gestures they see others perform.



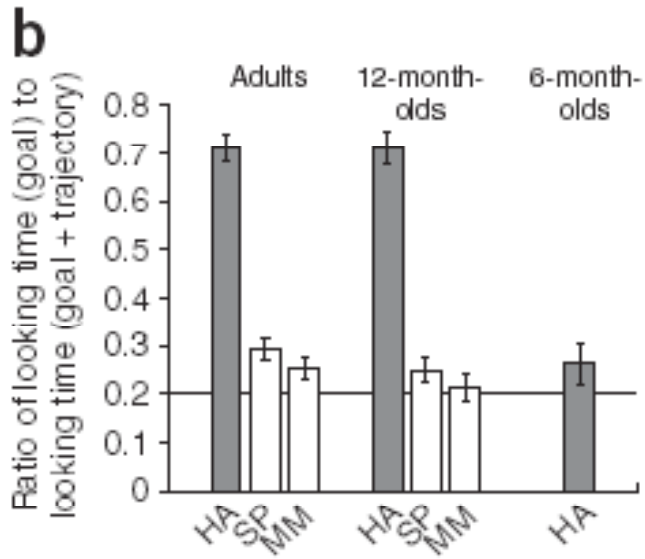
Infants predict other people's action goals

Terje Falck-Ytter, Gustaf Gredebäck & Claes von Hofsten

Do infants come to understand other people's actions through a mirror neuron system that maps an observed action onto motor representations of that action? We demonstrate that a specialized system for action perception guides proactive goal-directed eye movements in 12-month-old but not in 6-month-old infants, providing direct support for this view. The activation of this system requires observing an interaction between the hand of the agent and an object.



HA = human agent SM = self-propelled

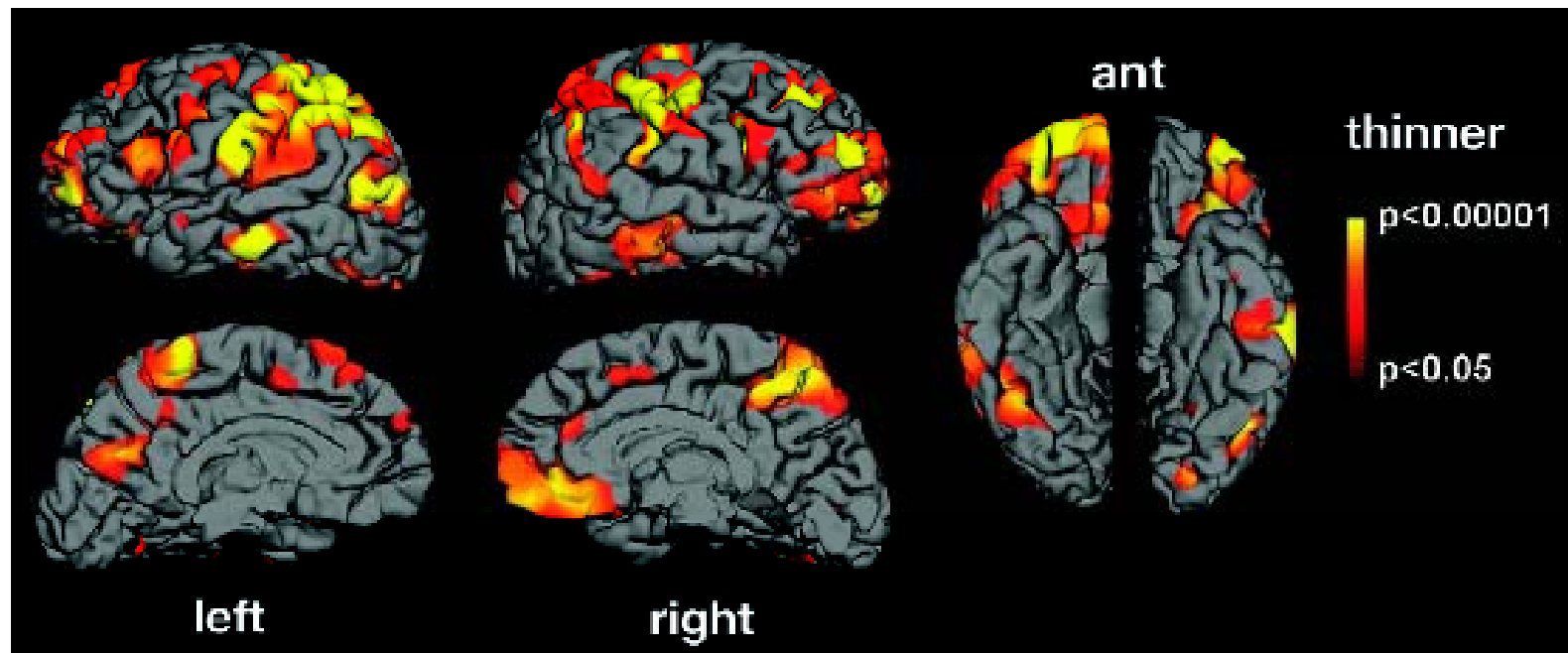


MM = mechanical motion

Anatomical Differences in the Mirror Neuron System and Social Cognition Network in Autism

Yuhong Du^{1,2}, Robert M. Joseph³, Josh Snyder¹ and
Doreen Tager-Flusberg³

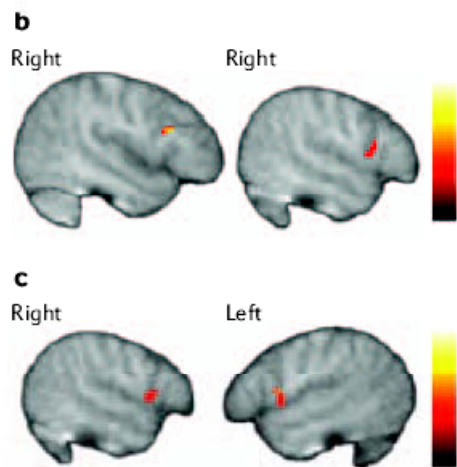
Autism spectrum disorder (ASD) is a neurodevelopmental disorder associated with impaired social and emotional skills, the anatomical substrate of which is still unknown. In this study, we compared a group of 14 high-functioning ASD adults with a group of controls matched for sex, age, intelligence quotient, and handedness. We used an automated technique of analysis that accurately measures the thickness of the cerebral cortex and generates cross-subject statistics in a coordinate system based on cortical anatomy. We found local decreases of gray matter in the ASD group in areas belonging to the mirror neuron system (MNS), argued to be the basis of empathic behavior. Cortical thinning of the MNS was correlated with ASD symptom severity. Cortical thinning was also observed in areas involved in emotion recognition and social cognition. These findings suggest that the social and emotional deficits characteristic of autism may reflect abnormal thinning of the MNS and the broader network of cortical areas subserving social cognition.



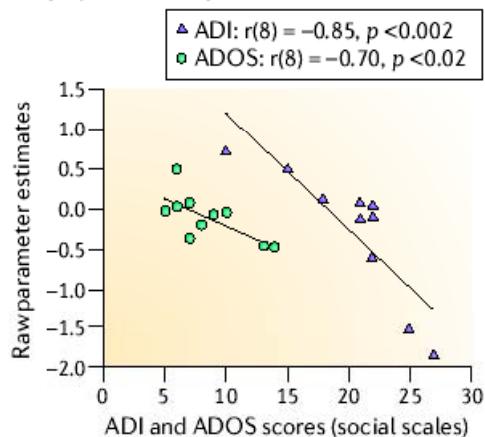
Understanding emotions in others: mirror neuron dysfunction in children with autism spectrum disorders

Mirella Dapretto^{1,2}, Mari S Davies³, Jennifer H Pfeifer³, Ashley A Scott¹, Marian Sigman^{2,3}, Susan Y Bookheimer^{1,2} & Marco Iacoboni^{1,2}

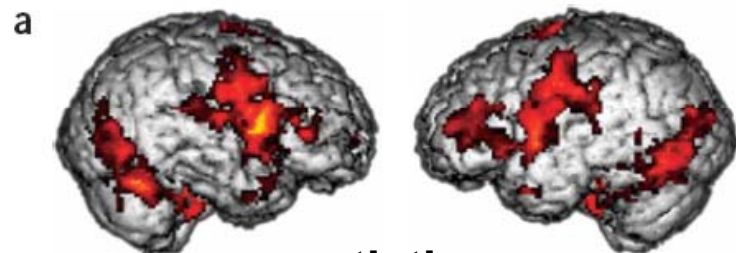
To examine mirror neuron abnormalities in autism, high-functioning children with autism and matched controls underwent fMRI while imitating and observing emotional expressions. Although both groups performed the tasks equally well, children with autism showed no mirror neuron activity in the inferior frontal gyrus (pars opercularis). Notably, activity in this area was inversely related to symptom severity in the social domain, suggesting that a dysfunctional 'mirror neuron system' may underlie the social deficits observed in autism.



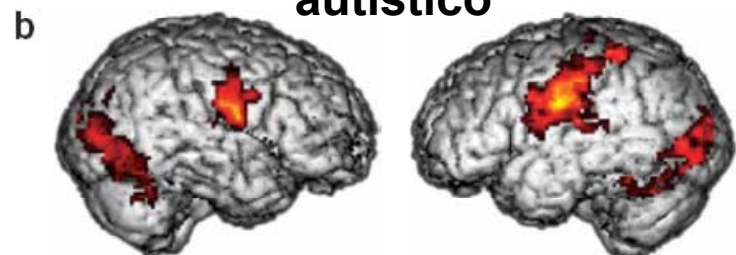
d Pars opercularis activity as a function of symptom severity



controllo



autistico



a - b

