

I sistemi mirror e le basi neurali dell' intersoggettività

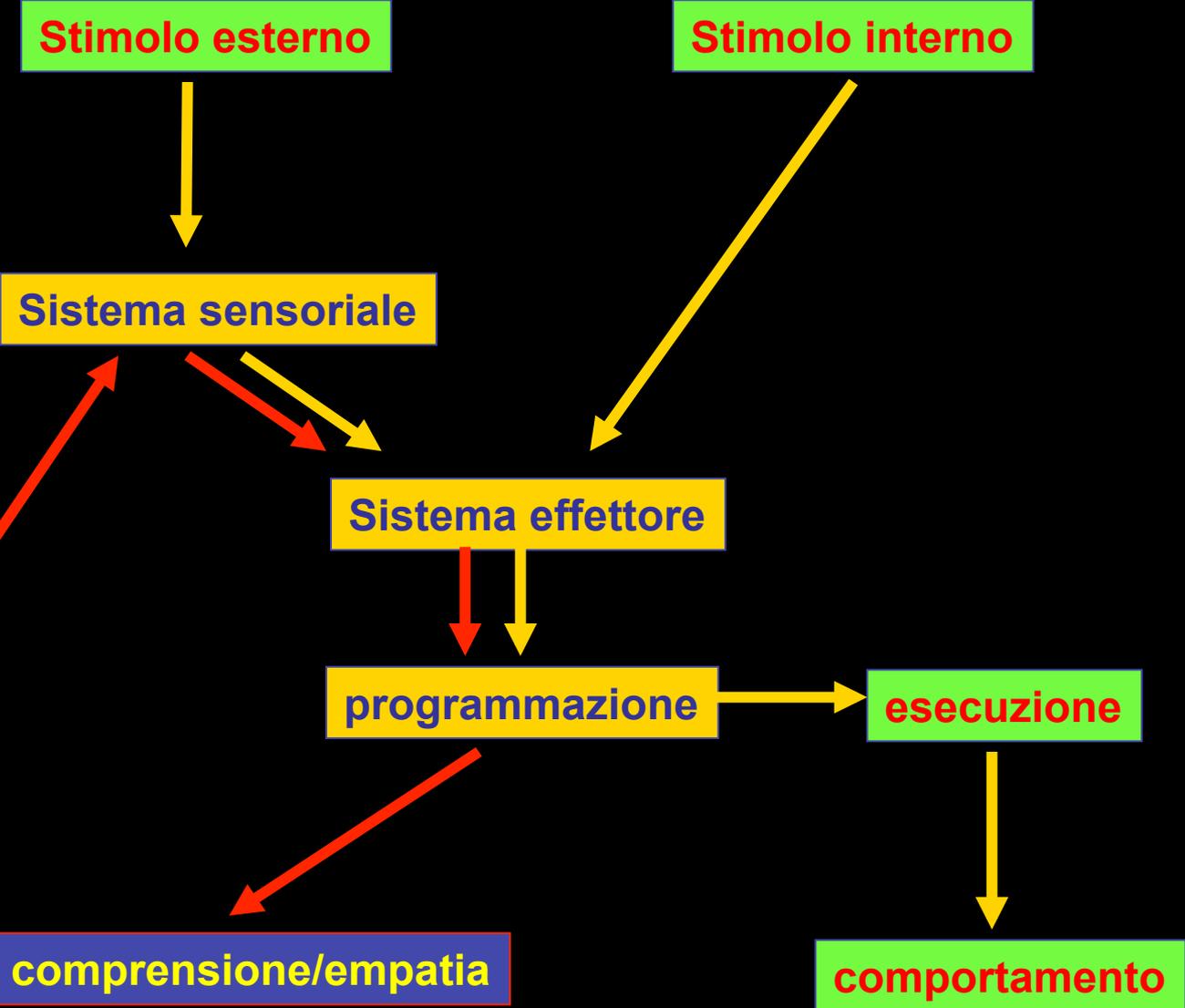
Azioni

Intenzioni

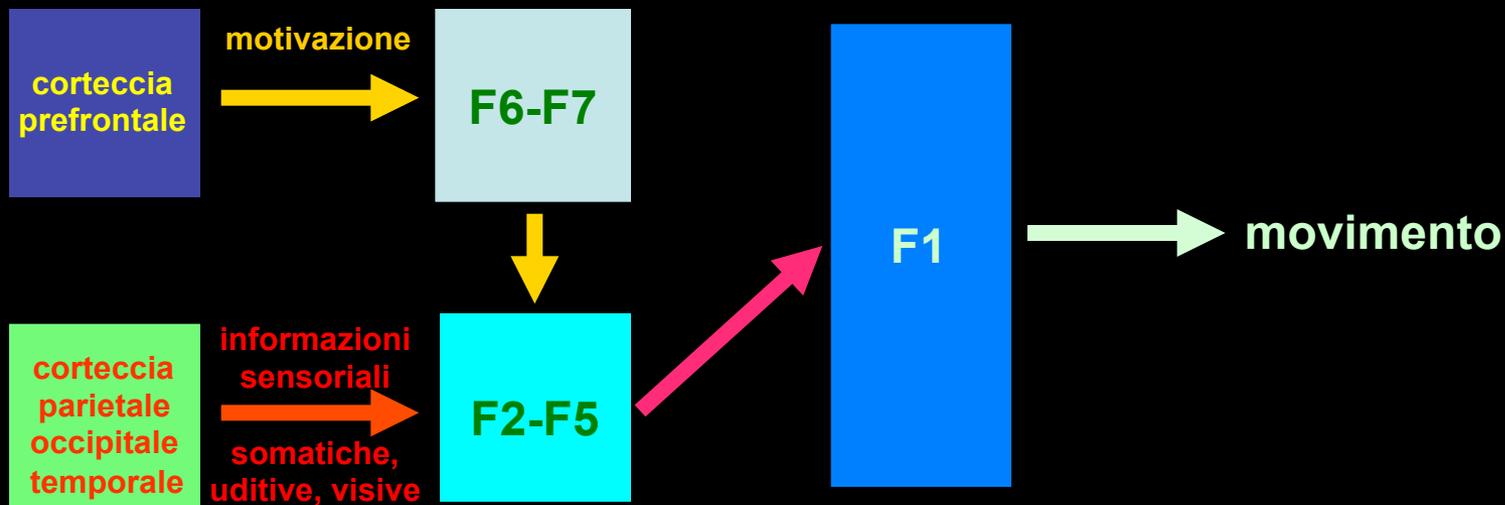
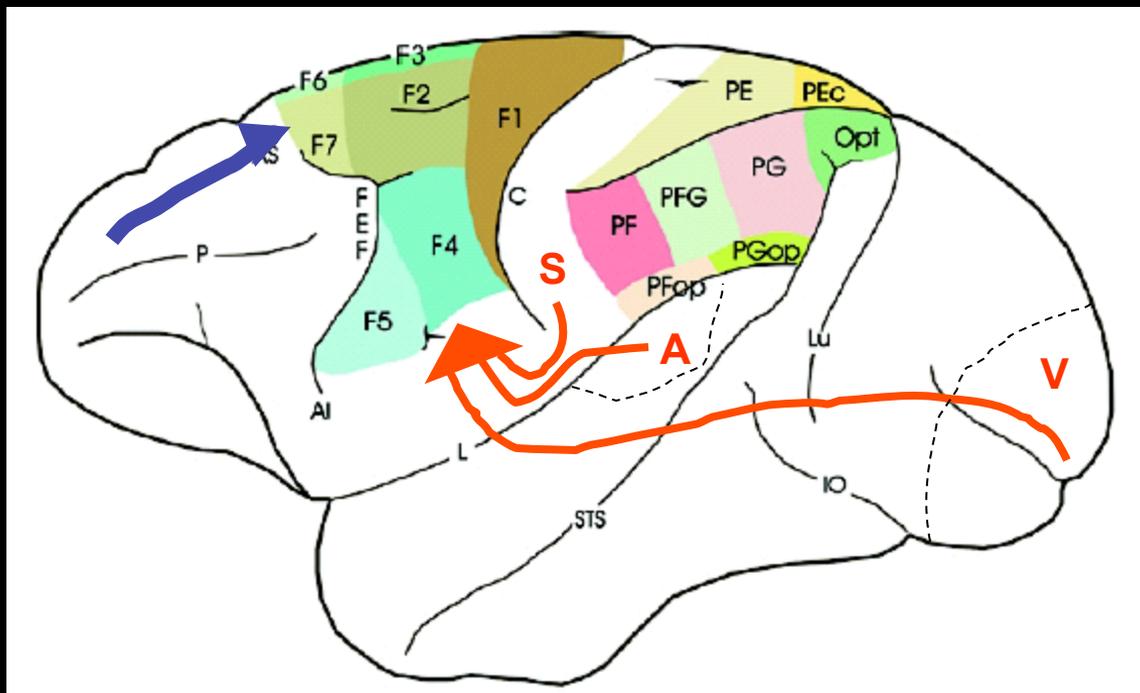
Emozioni

Sensazioni

**Osservazione di un
comportamento**



Comprendere azioni ed intenzioni



a



cinematic del movimento

singola prova

singolo potenziale d'azione

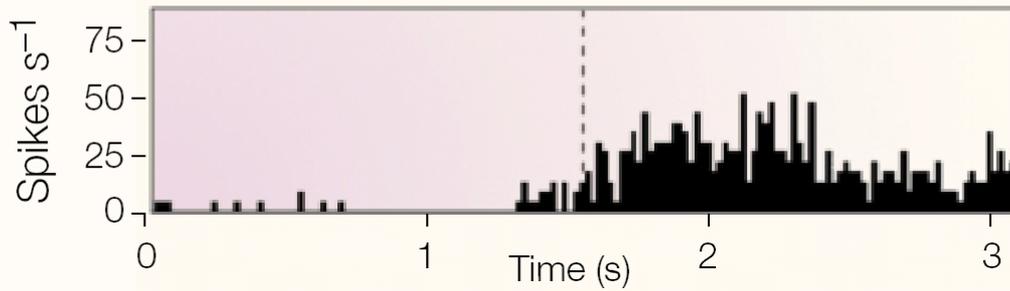
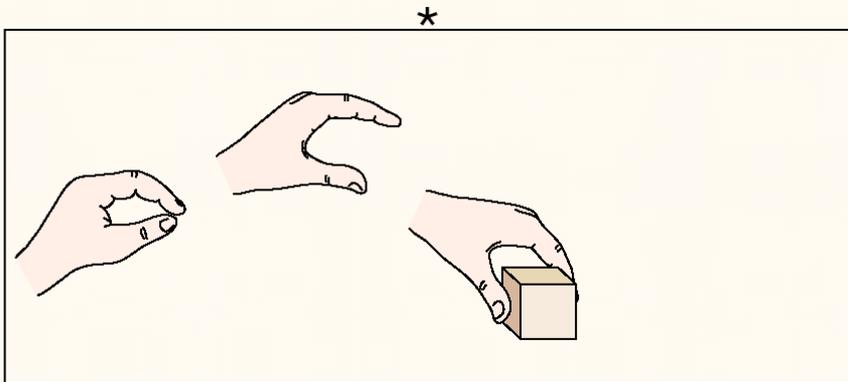
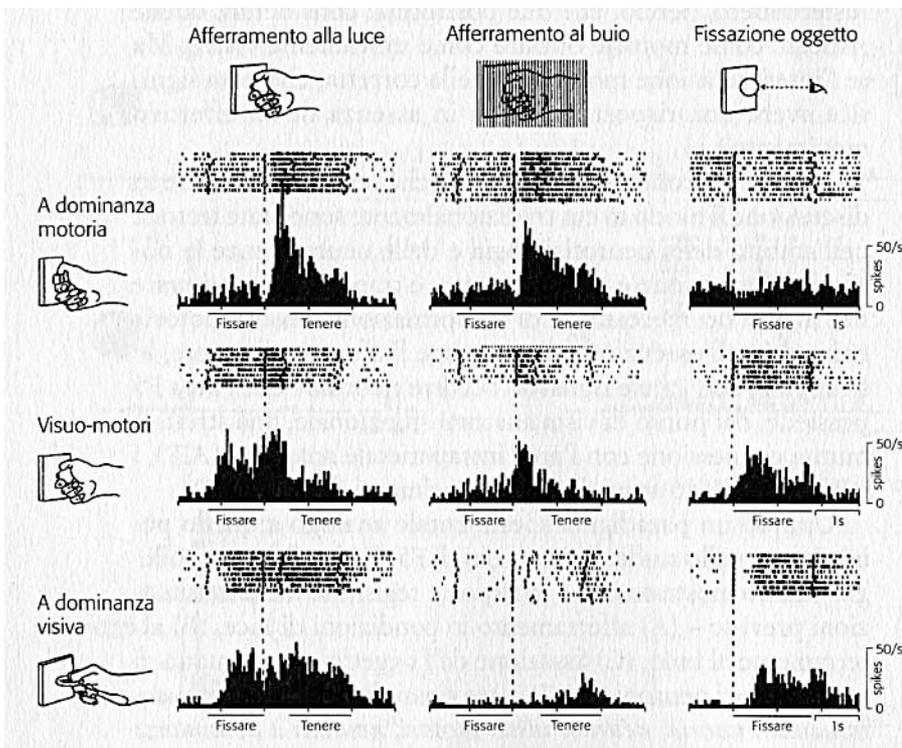


grafico cumulativo (pot. az./sec)



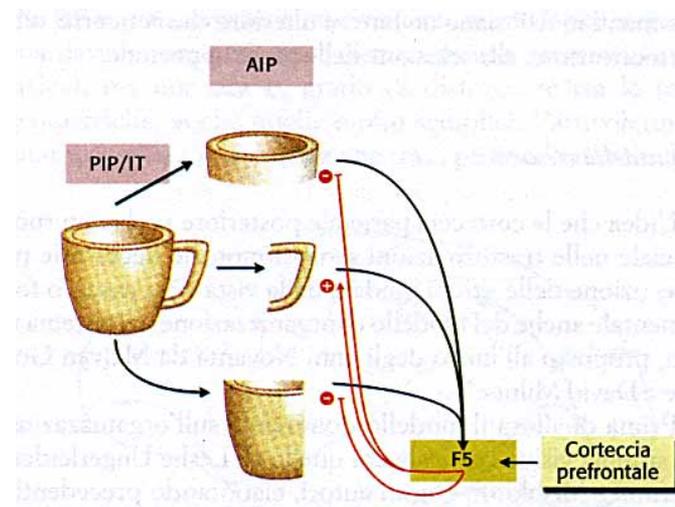
movimento



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

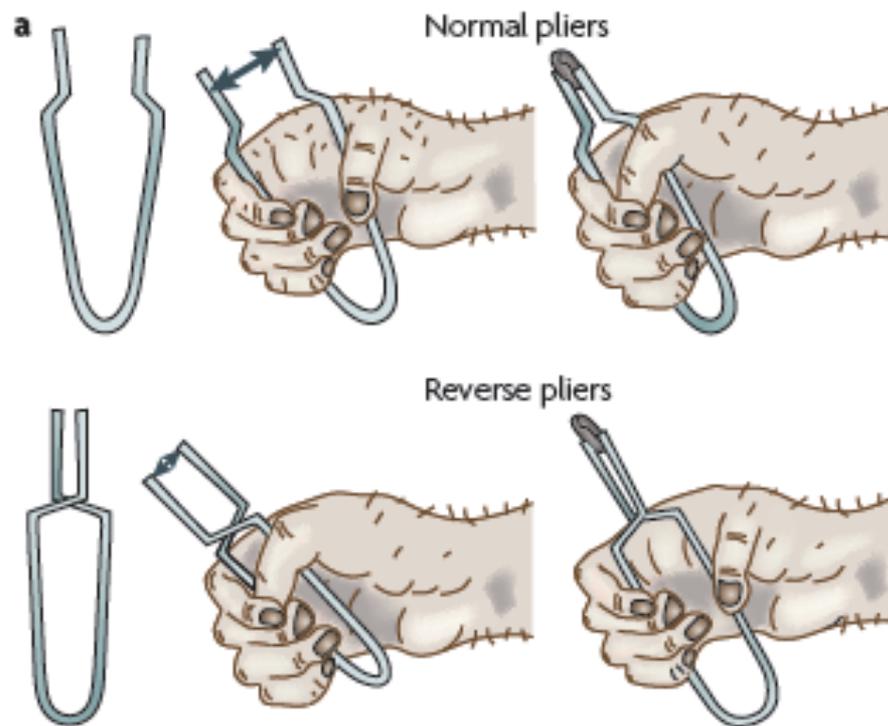


I **neuroni di F5** codificano **azioni** piuttosto che **movimenti** (afferrare, tenere, strappare, ecc...)

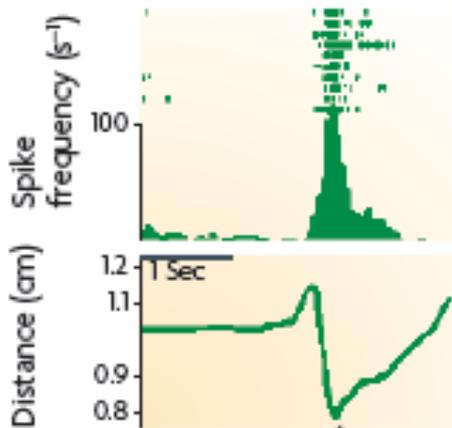
I neuroni attivi durante un'azione (afferrare) non sono attivi durante un'altra azione (es. strappare), anche se entrambe coinvolgono gli stessi muscoli

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

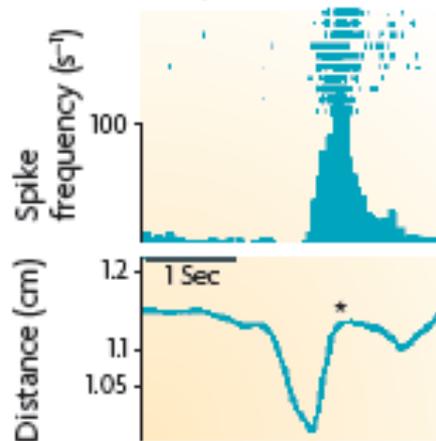
- la programmazione di movimenti complessi (come somma di movimenti semplici)
- l'associazione fra le informazioni sensoriali sull'oggetto e la generazione di sequenze motorie adeguate per l'interazione desiderata

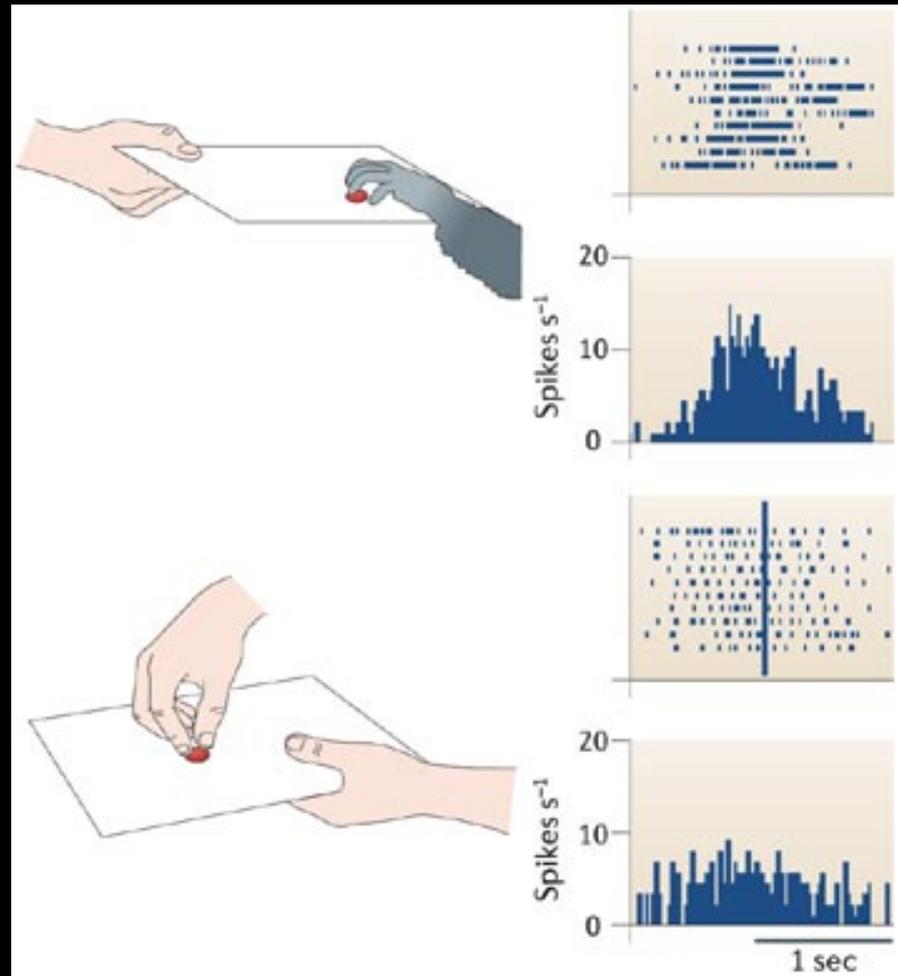


b Normal pliers



Reverse pliers

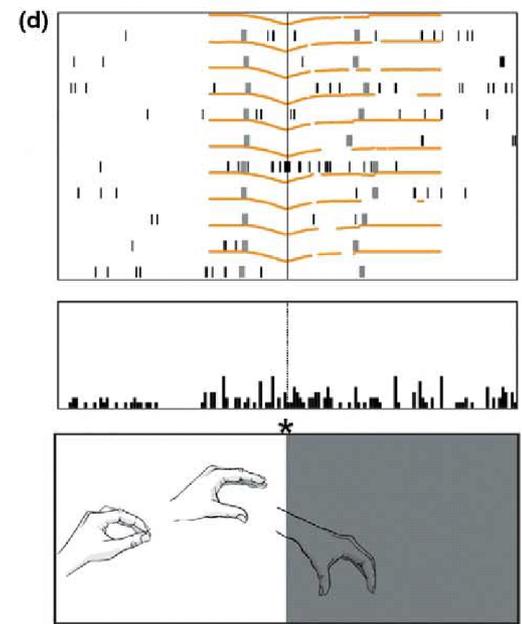
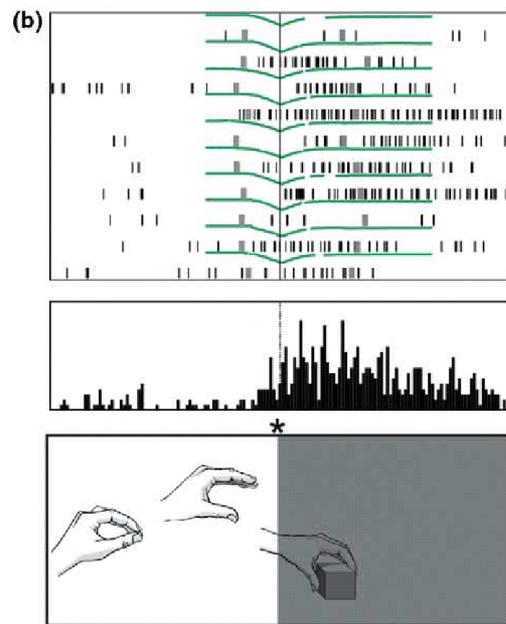
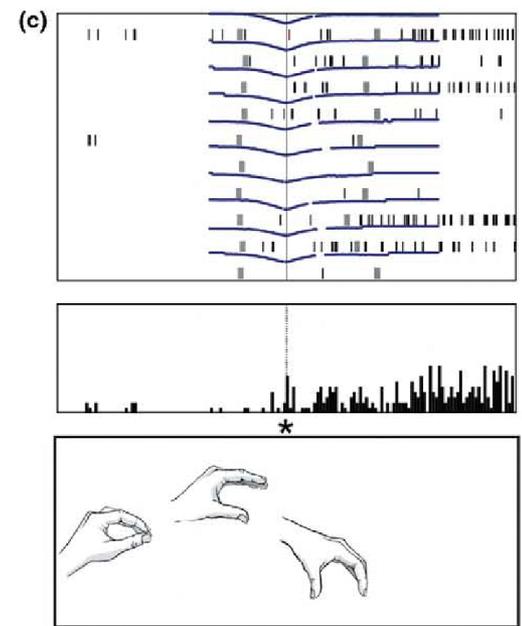
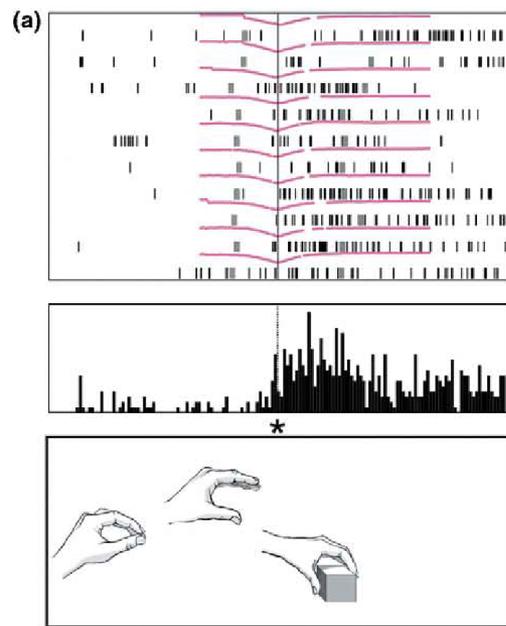




Copyright © 2006 Nature Publishing Group
Nature Reviews | **Neuroscience**

Comprendere le azioni degli altri

azione visibile



azione nascosta

100 spk/s

1s

Funzione dei neuroni mirror nell' area F5 della scimmia

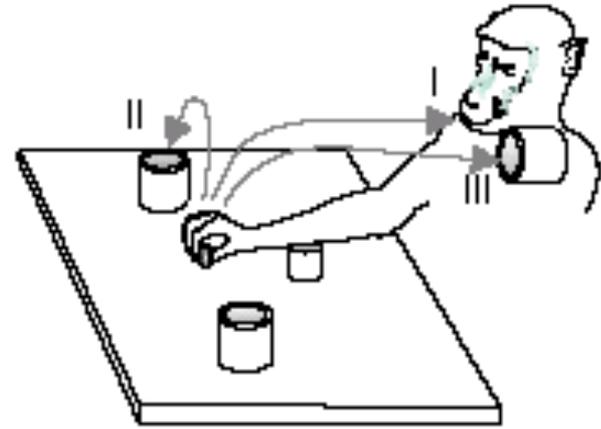
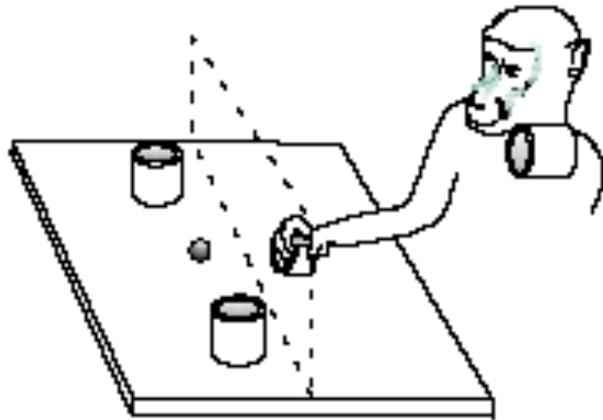
Apprendimento per imitazione

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

Comprensione dell' azione vs comprensione dell' intenzione



Azione

La scimmia prende l' oggetto

Riconoscimento
dell' obiettivo immediato
dell' azione

Intenzione

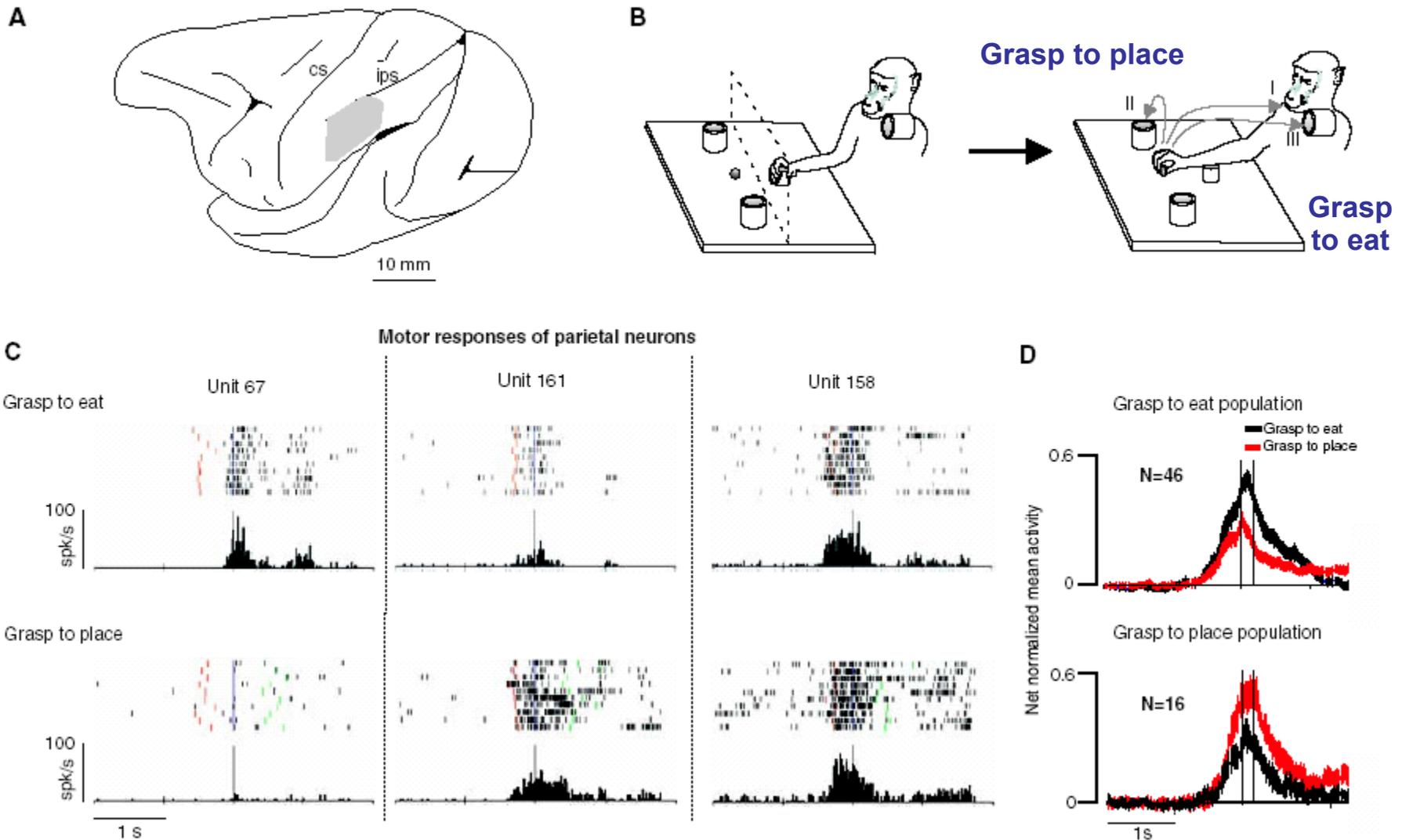
La scimmia prende l' oggetto
per mangiarlo
per posarlo

Riconoscimento
dell' obiettivo finale
dell' azione prendere

contesto - oggetto

Intenzione = “perché?” dell' azione

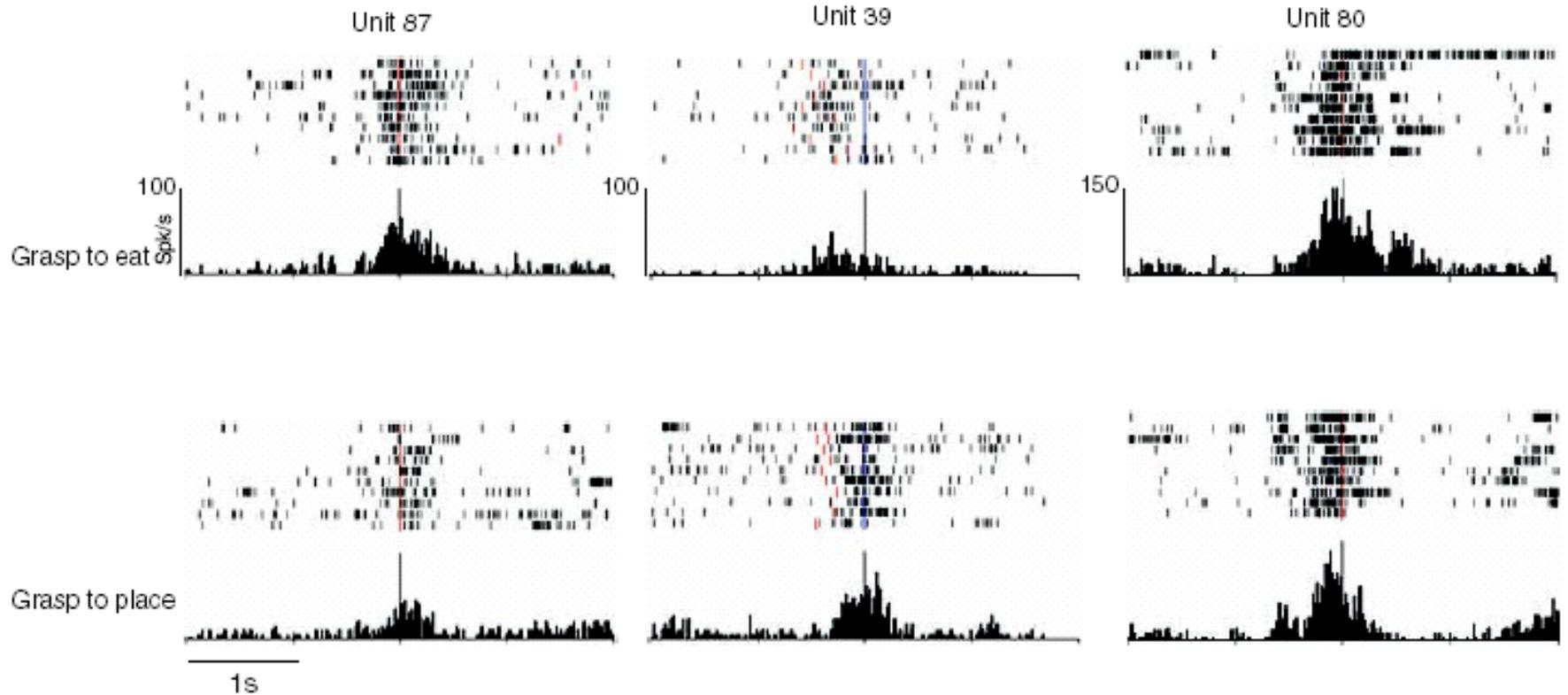
Neuroni motori in IPL

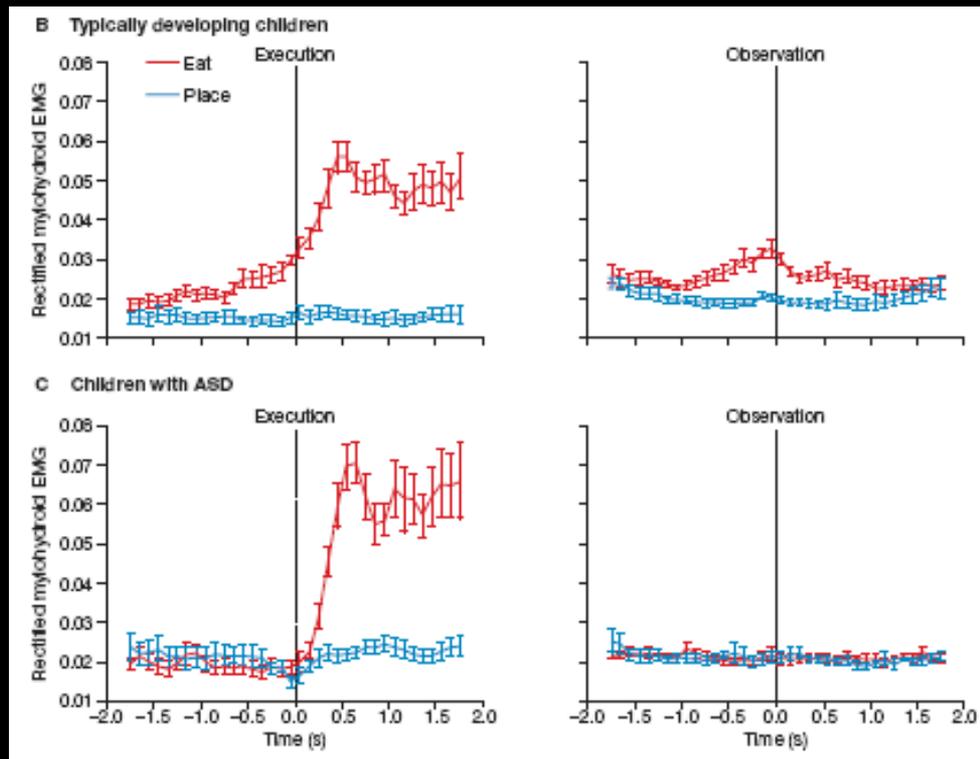
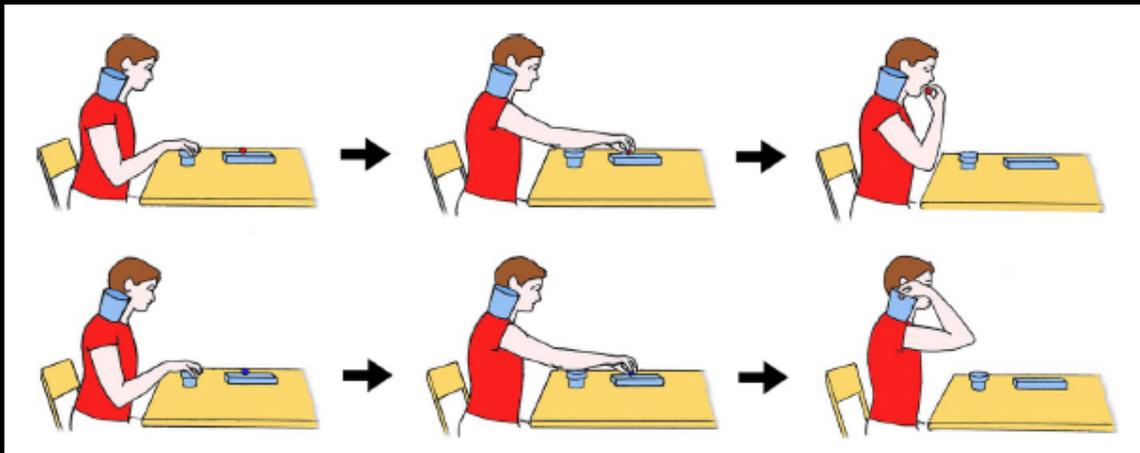


Selettivi per l'azione "prendere", ma solo in associazione con l'azione seguente ("posare", "mangiare")

Neuroni mirror in IPL

Visual responses of mirror neurons





Neuroni motori in IPL

Codificano differentemente 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 differentemente 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

Il sistema mirror umano

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**

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

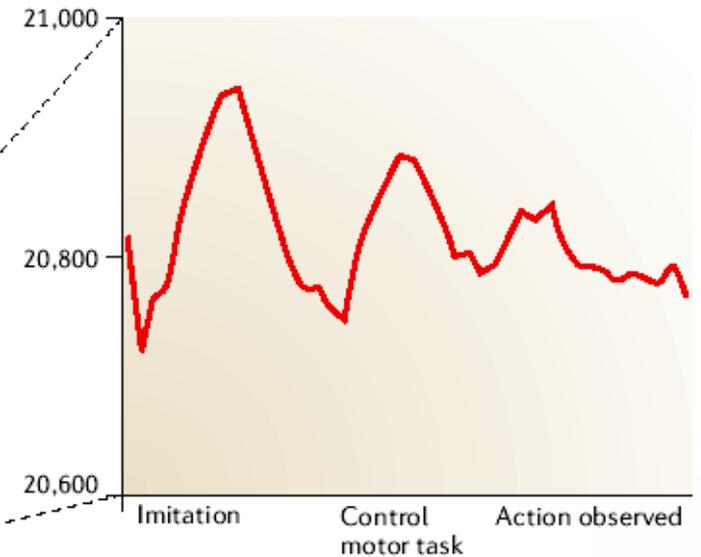
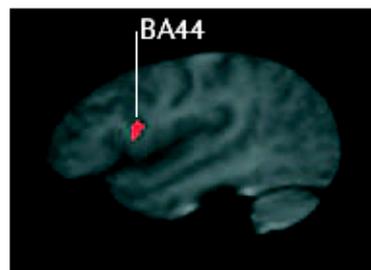
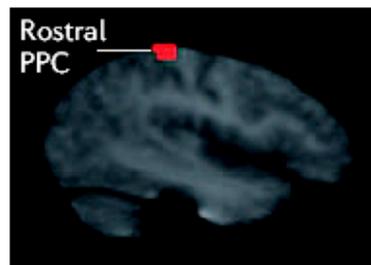
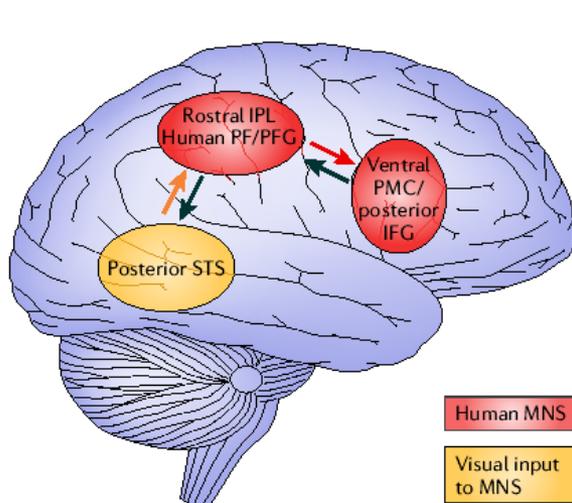
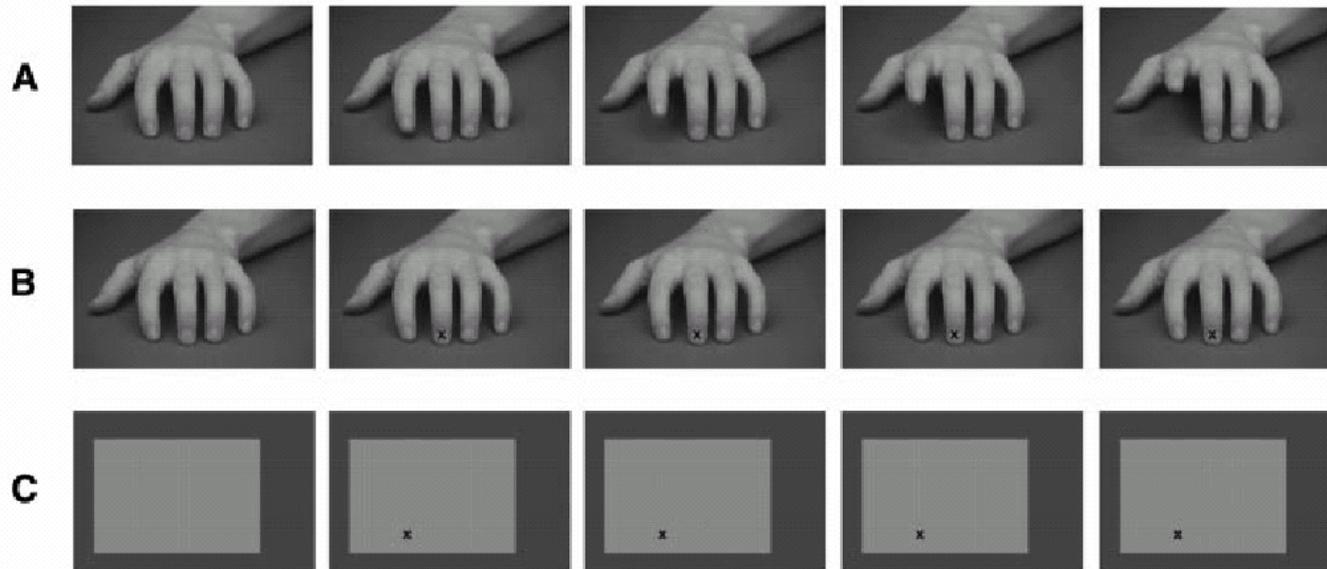
Ipotesi

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

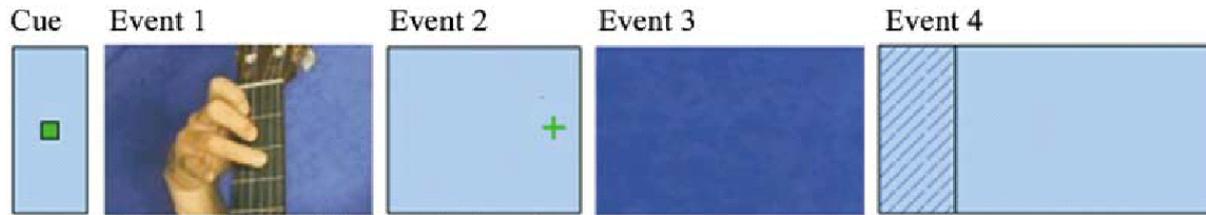
Un' **azione elementare**, già presente nel repertorio mirror del soggetto, viene immediatamente riprodotta, senza apprendimento

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

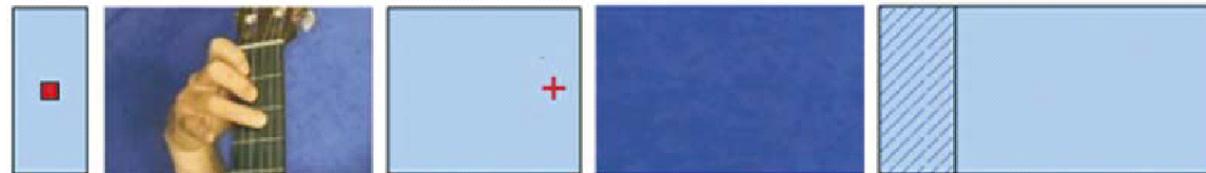
Sistema mirror ed apprendimento per imitazione



Sistema mirror ed apprendimento per imitazione



IMI: "observe the model, then imitate"



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



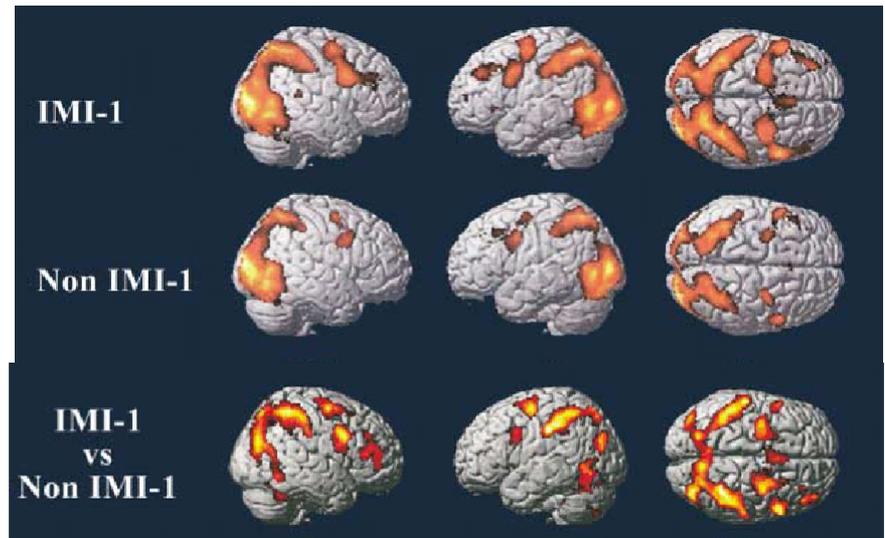
OBS: "just watch"



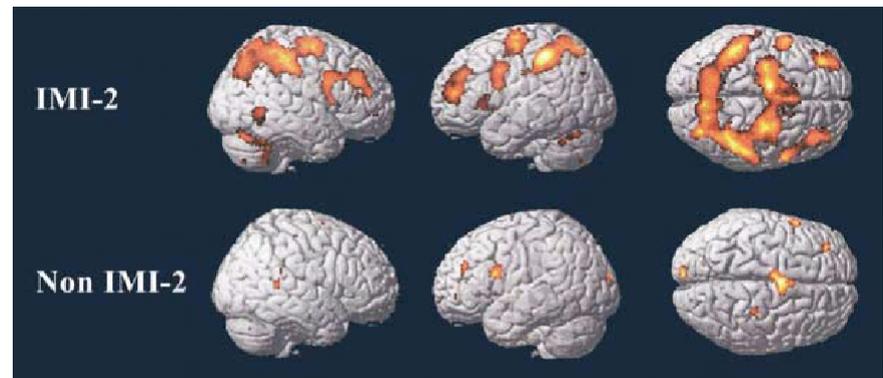
EXE: "play a chord of your choice"

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

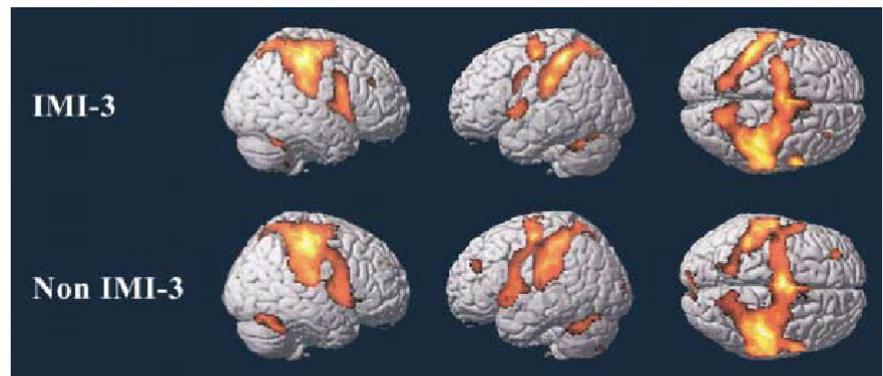
Evento 1: osservazione



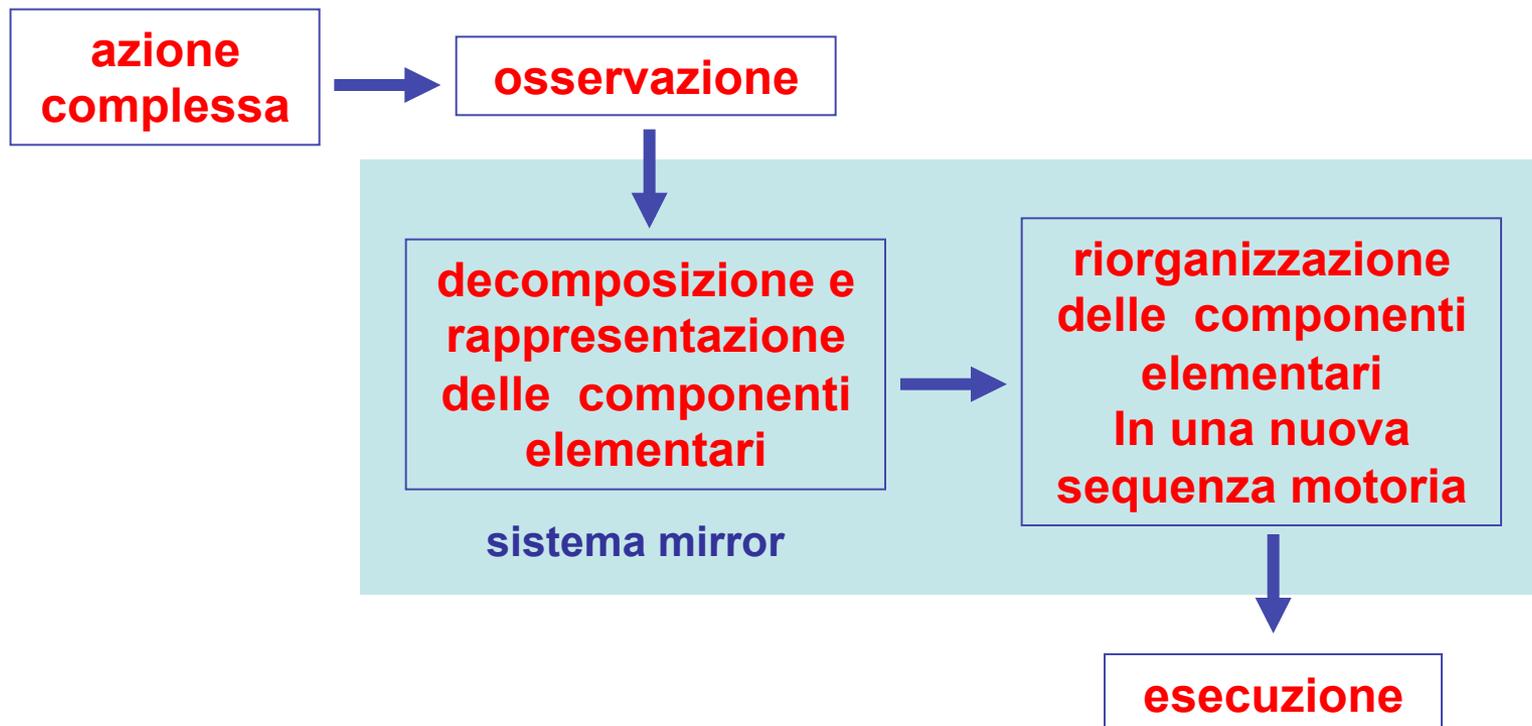
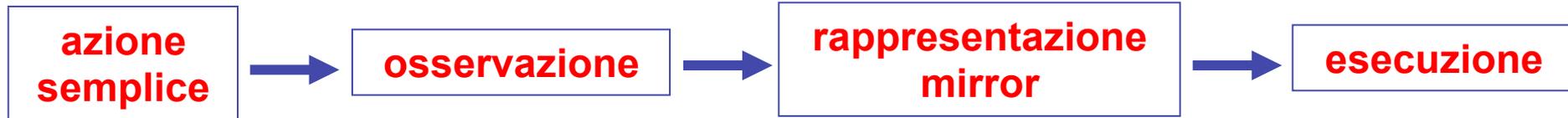
Evento 2: pausa



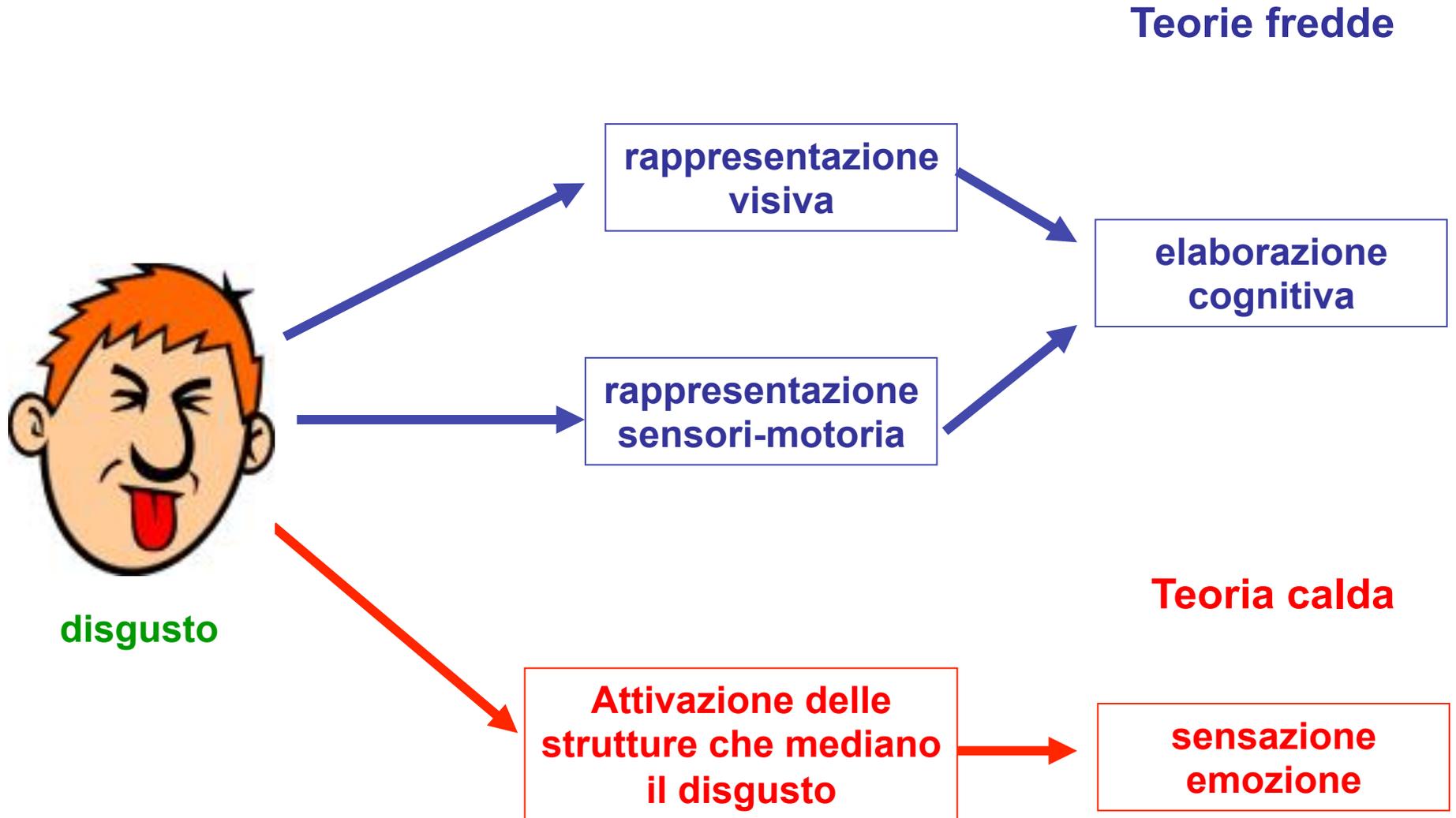
Evento 3: esecuzione



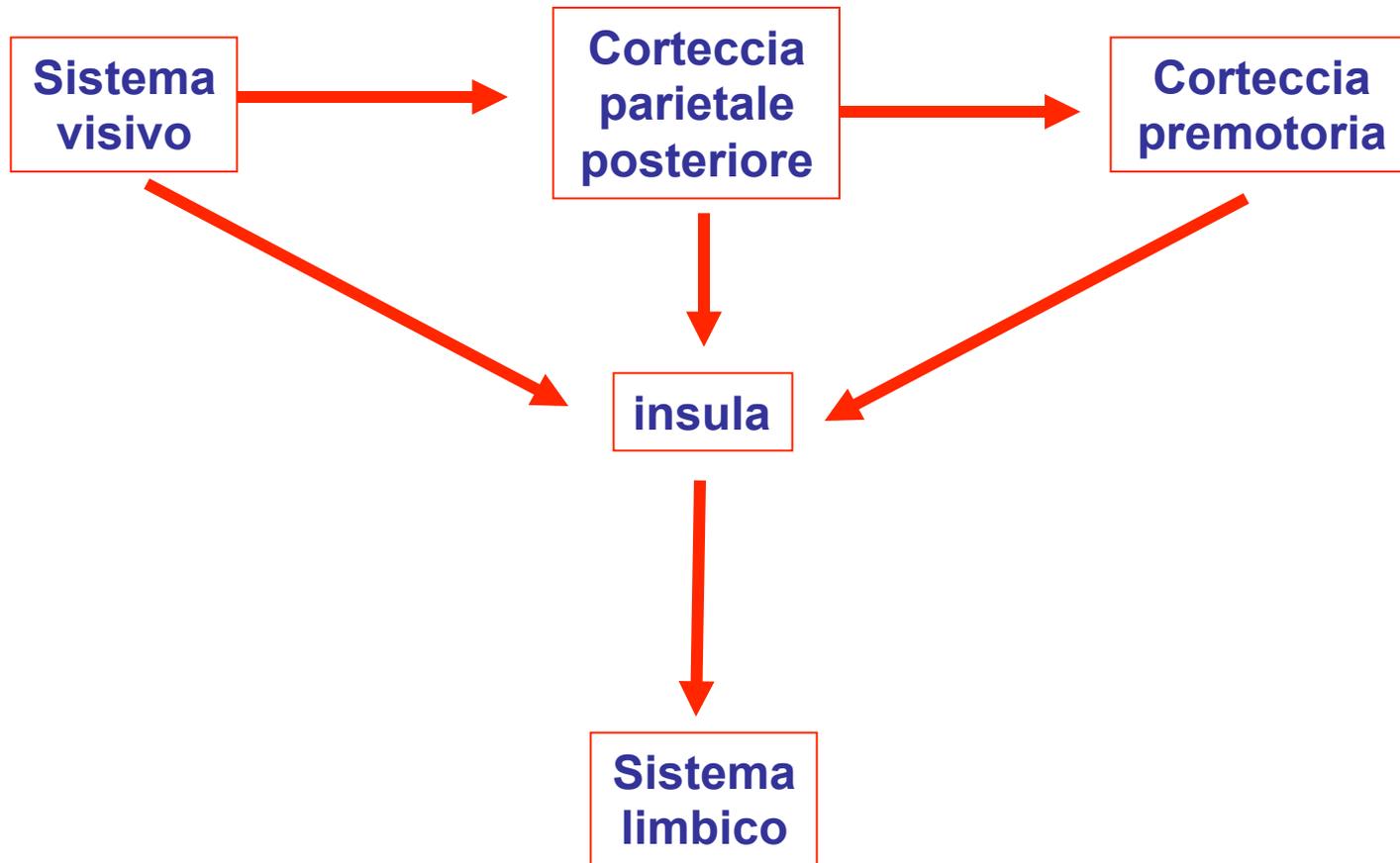
Sistema mirror ed apprendimento per imitazione



Comprendere sensazioni ed emozioni



Sistema mirror e contenuto emozionale dell'azione



Disgust

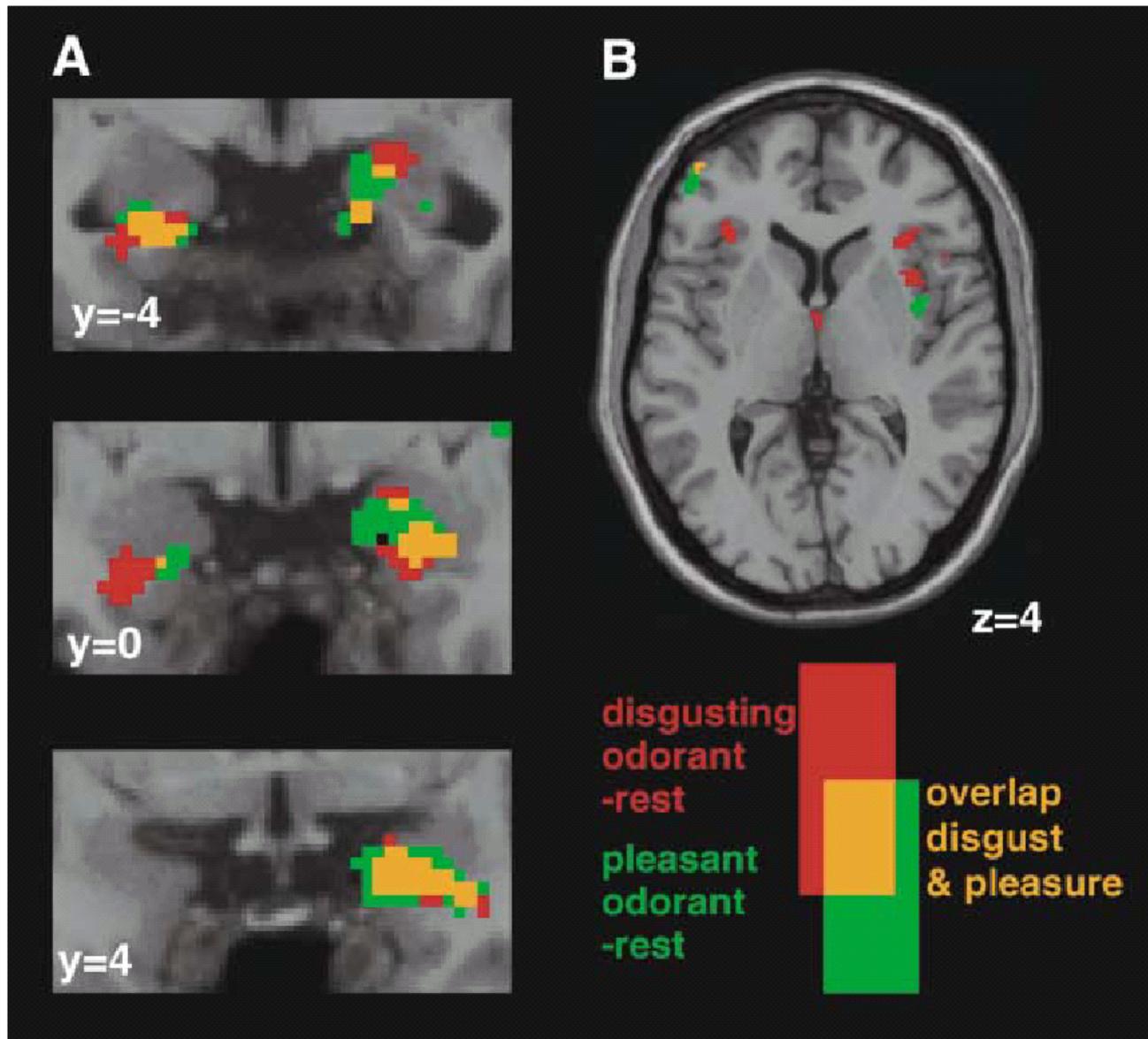
Pleasure

Neutral

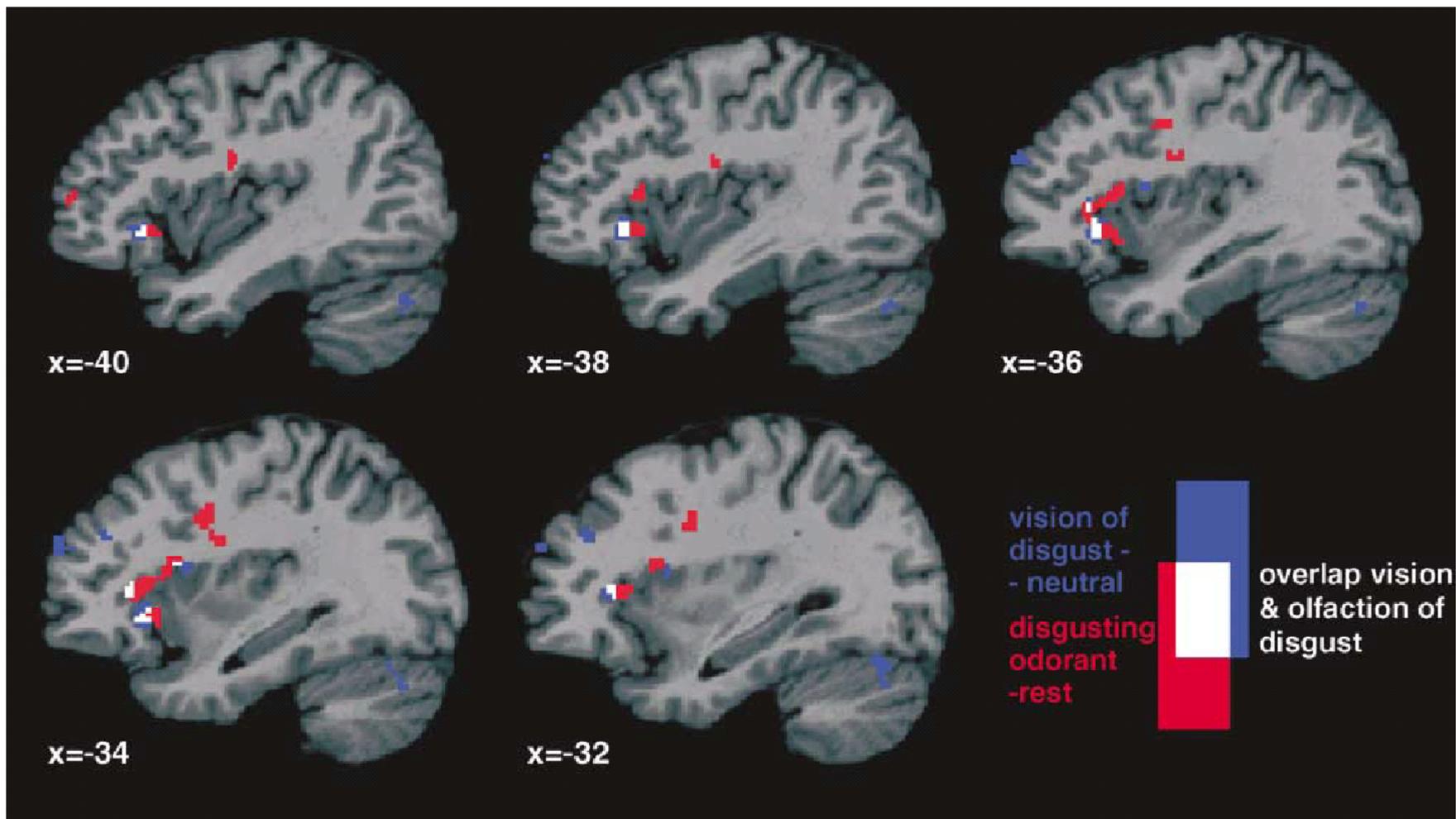


prove visive

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

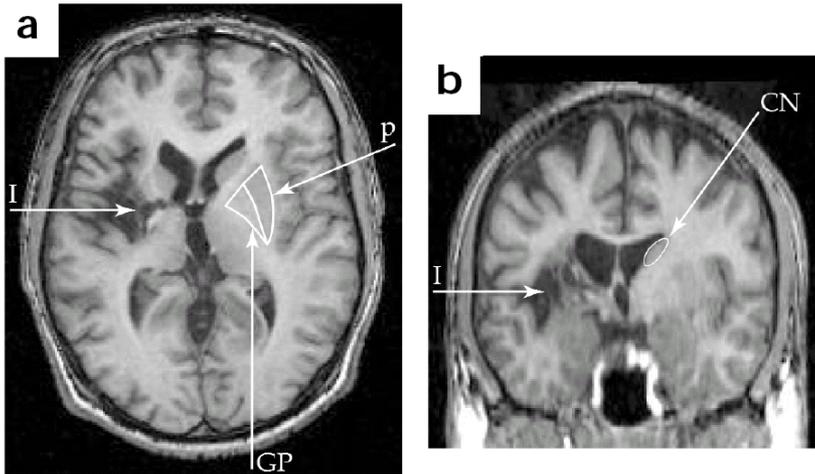


Table 2. Self-assessed experience of three negative emotions.

	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*(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*(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

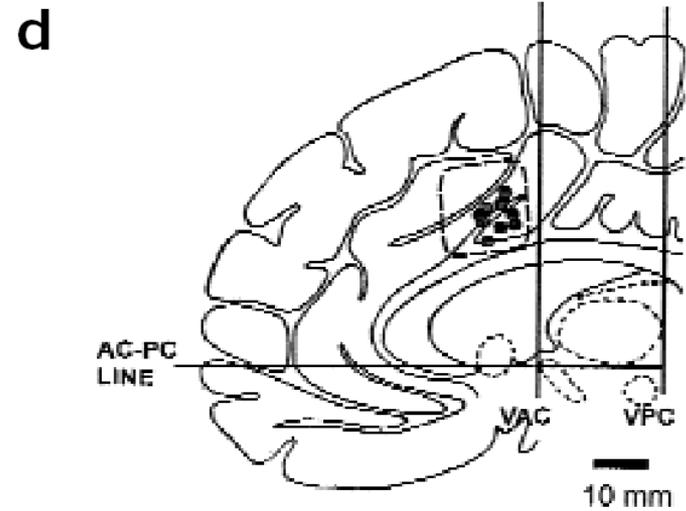
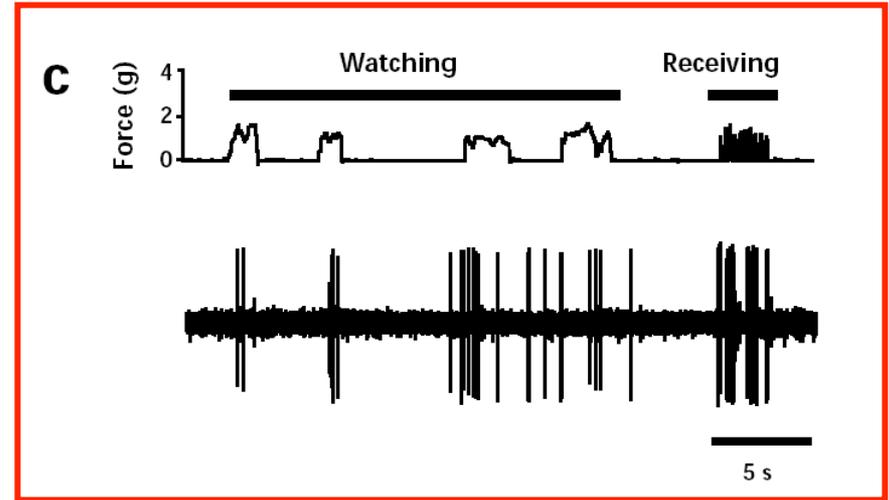
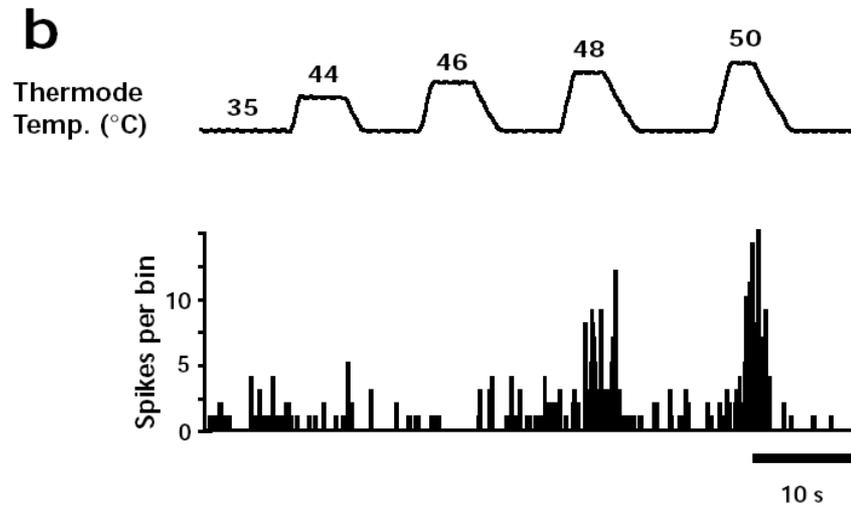
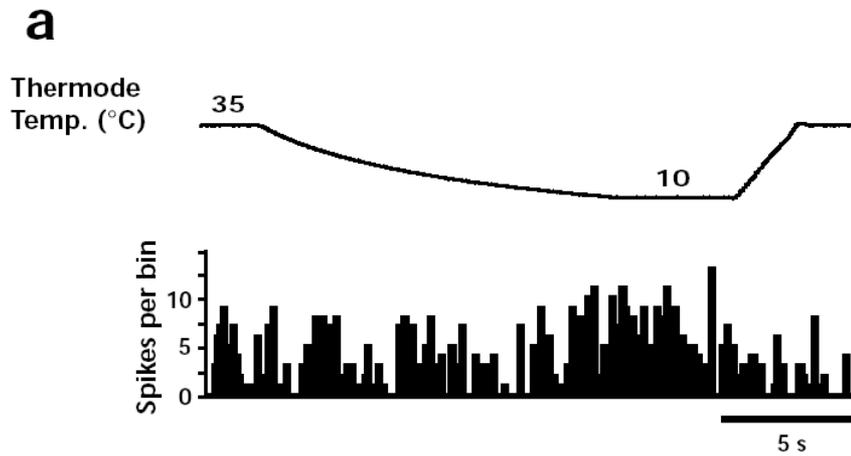
Scores lower than control mean indicate a reduction in self-assessed experience of the emotion; for scoring method, see ref. 1. The disgust scale contained eight subscales corresponding to disgust-provoking situations associated with food, animals, body products, sex, envelope violation (damage to the 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. **p* < 0.05 versus control; ***p* < 0.01; ^b*p* < 0.1; Z scores in parentheses.

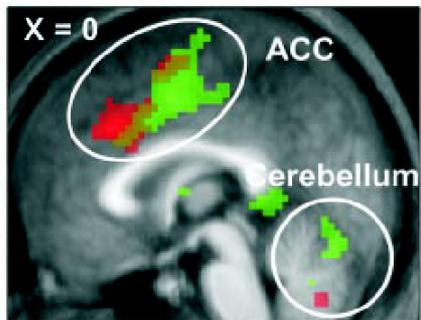
Table 1. Facial and vocal expression recognition.

	NK		Controls (mean ± s.d.)	
	1. Ekman & Friesen	2. JACFEE	1. Ekman & Friesen	2. JACFEE
Facial expression				
Anger	9 / 10	5 / 8	8.2 ± 1.8	6.3 ± 1.1
Contempt	—	3 / 8	—	6.0 ± 2.7
Disgust	5 / 10*(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*(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. **p* < 0.05 versus control; ***p* < 0.01; ****p* < 0.001; Z scores in parentheses.

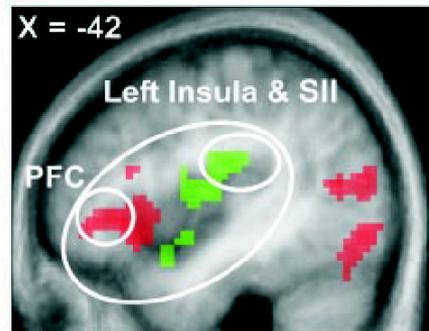
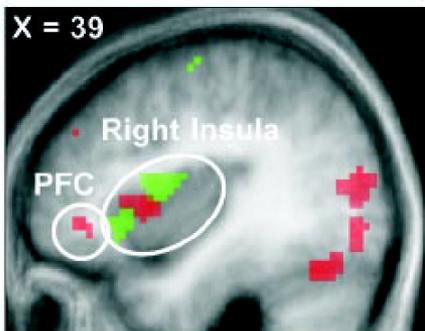
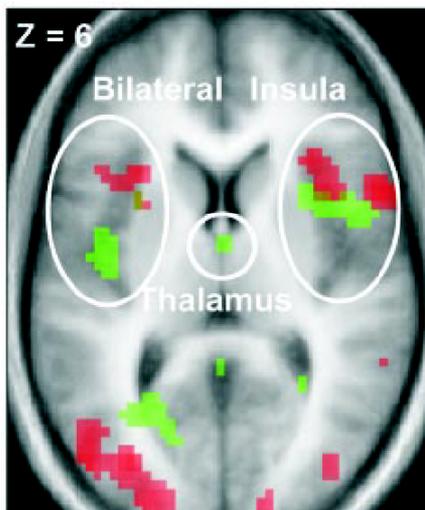
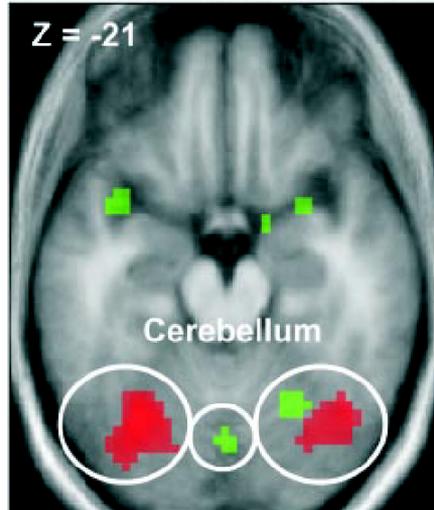
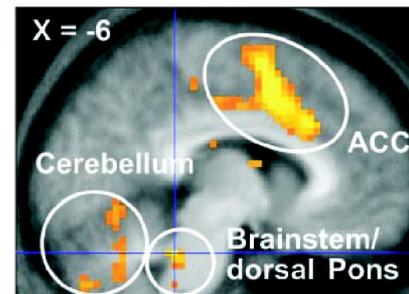
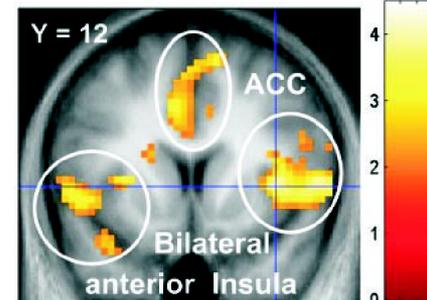
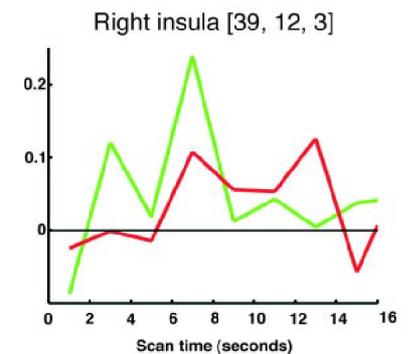
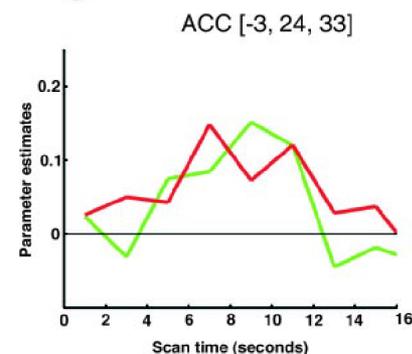
Empatia per il dolore. Neuroni mirror nel giro cingolare anteriore

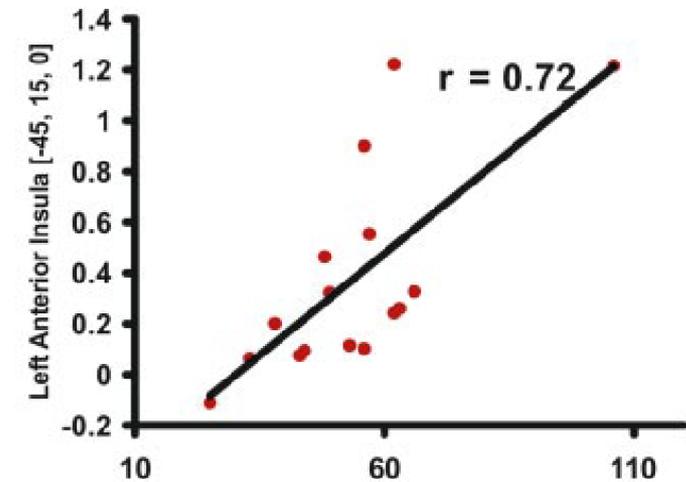
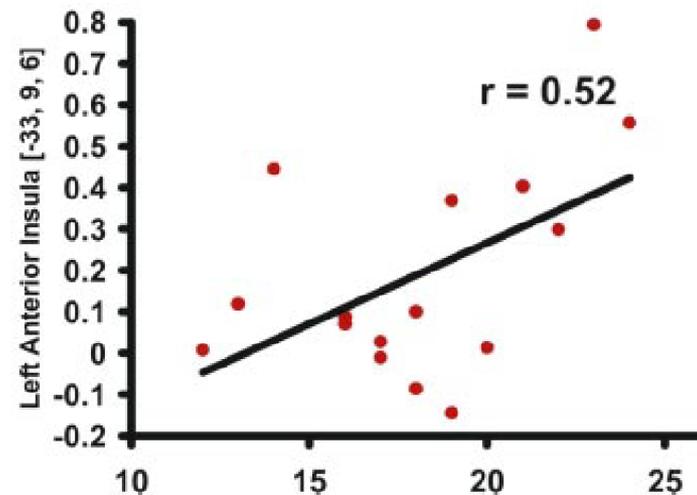
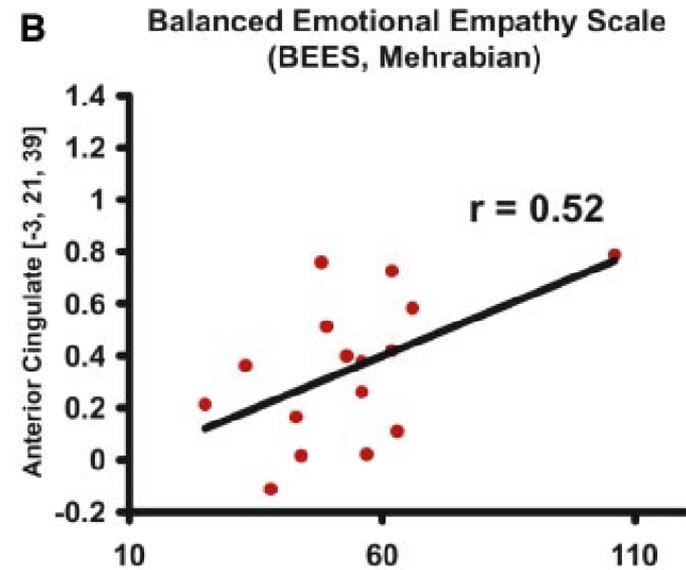
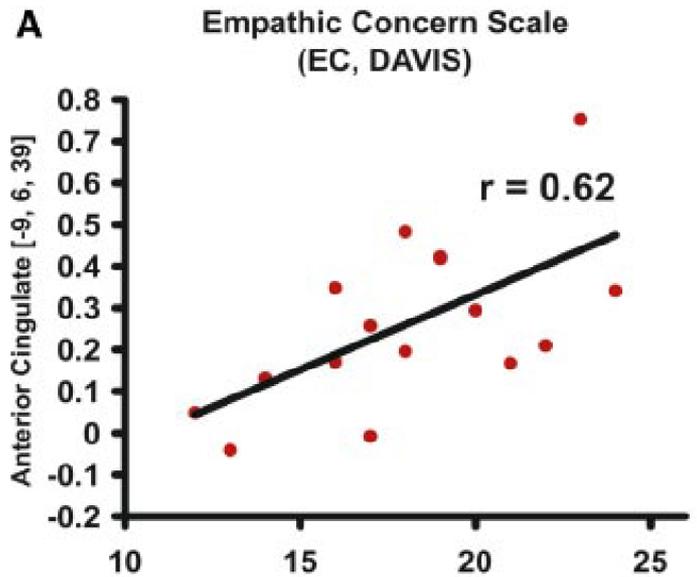


A

Matrice del dolore.
Regioni del SNC attivate da stimoli dolorosi

**Regioni SNC attivate durante
 l'osservazione della stimolazione dolorosa**

B**C****D****A****B****C**



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**).

