

- ▶ Il sistema motorio
- ▶ I neuroni a specchio
- ▶ Osservazione
- ▶ Empatia
- ▶ immaginazione



## OSSERVAZIONE di AZIONI

### “NEURONI MIRROR”

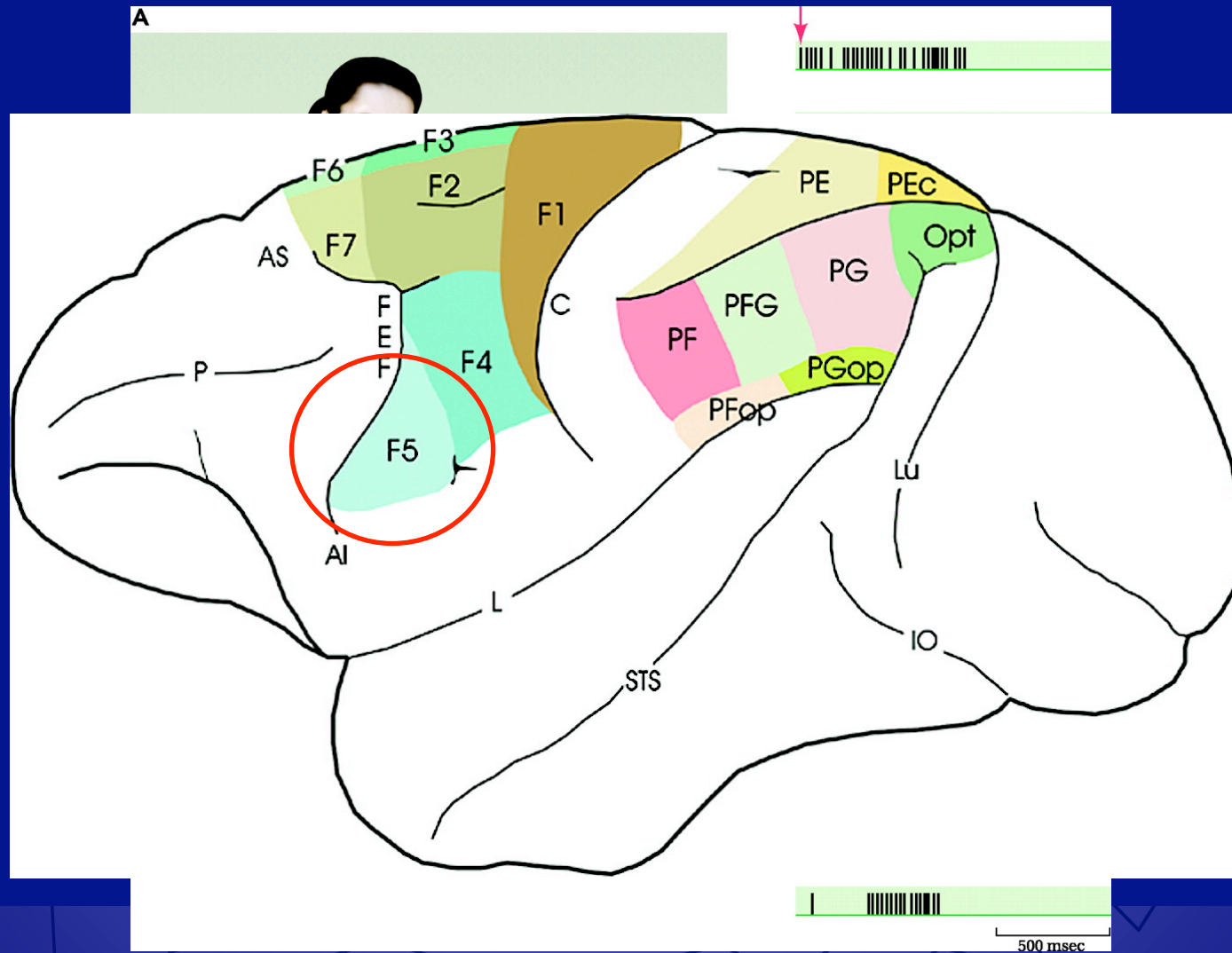
neuroni dell'area F5 delle scimmie che scaricano sia durante l'esecuzione di azioni sia durante l'osservazione delle stesse azioni eseguite da altri

**Di Pellegrino et al., 1992**

**Gallese et al., 1996**

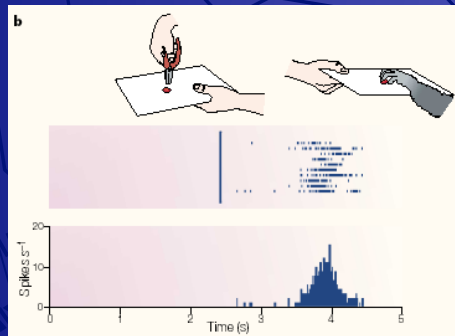
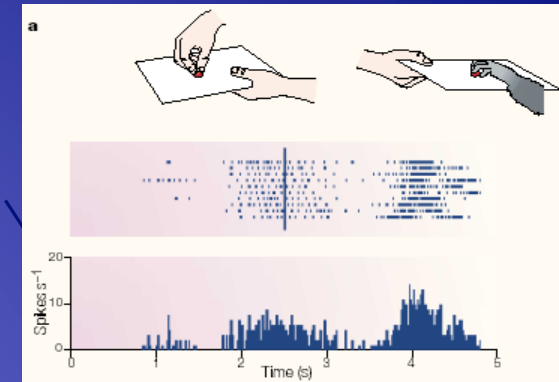
**Rizzolatti et al. 1996**

# Correlati neuro-fisiologici



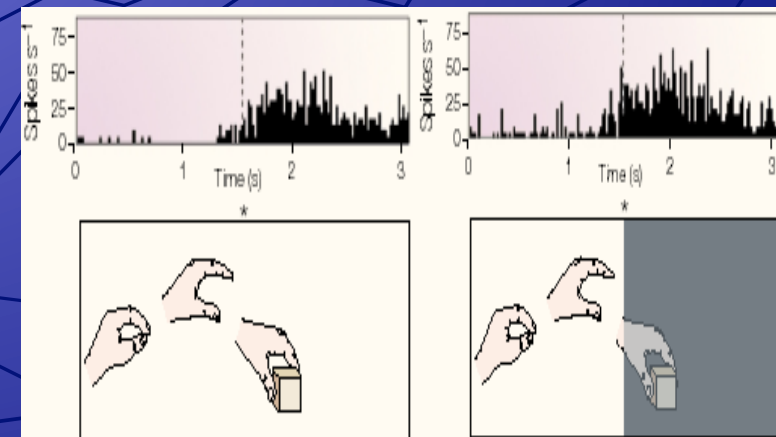
# NEURONI A SPECCHIO

Nell'area pre-motoria della scimmia sono state identificate *cellule nervose* che mostrano la stessa attivazione sia durante l'esecuzione che l'osservazione di un'azione di prensione (di Pellegrino, et al. 1992; Gallese, et al. 1996; Rizzolatti, Fadiga et al 1996)



Questi neuroni risultano attivi solo per l'osservazione di azioni che le scimmie conoscono (afferrare un oggetto con una tenaglia anzichè con le mani non attiva il sistema di neuroni in esame)

Però questi neuroni sono attivi anche quando il movimento osservato è implicito (viene mostrata alla scimmia solo una parte dell'azione) (Umiltà, et al. 2001).

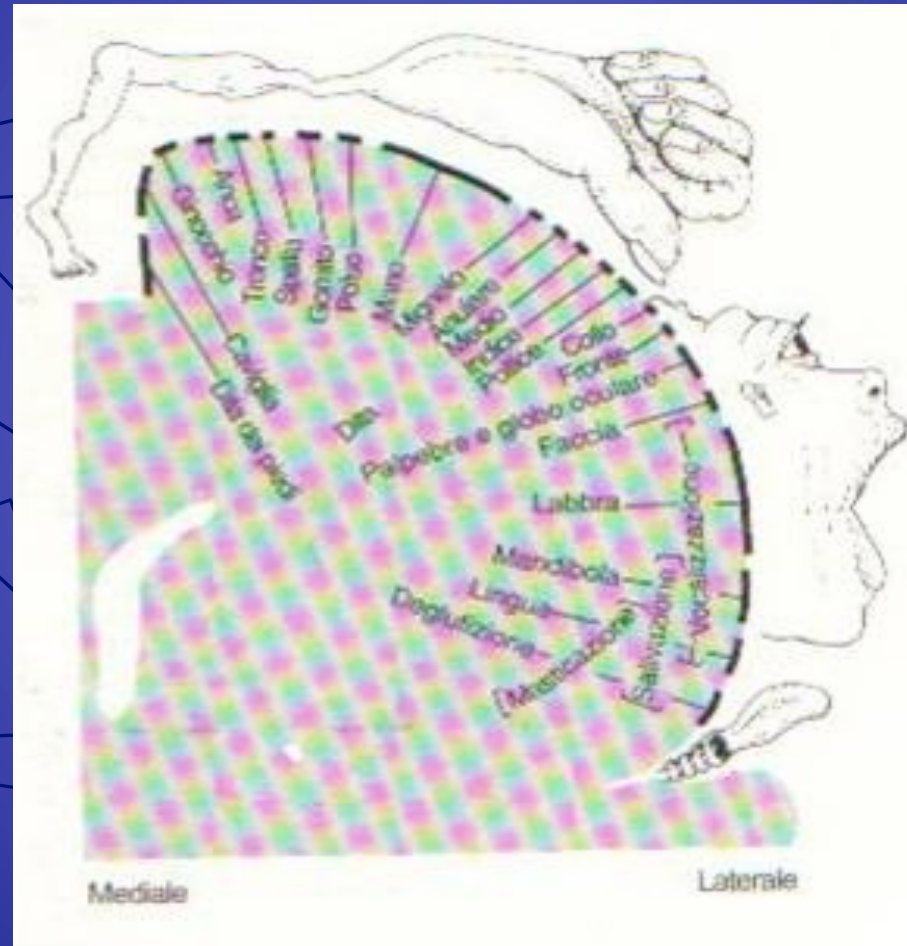




# Cosa succede nella specie umana?

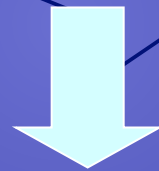
- ▶ Inducendo stimoli di TMS (Stimolazione magnetica Transcranica) durante l'osservazione di un'azione di presa, si è registrato un aumento dei potenziali motori evocati proprio da quei muscoli che sarebbero stati coinvolti se l'azione fosse stata eseguita realmente, mostrando l'esistenza di un sistema a specchio anche negli esseri umani. (Fadiga, et al. 1995)
- ▶ Una simile facilitazione motoria si trova anche durante l'immaginazione di un movimento: infatti un training immaginativo comporta un'aumento di eccitabilità corticale e una migliore performance. Inoltre il tempo necessario ad eseguire un'azione mentalmente è risultato uguale a quello necessario per eseguirla realmente (Decety et al., 1989).
- ▶ Ma cosa s'intende per Immaginazione motoria?

# Homunculus corteccia motoria



Diversi tipi di studi (imaging, EEG, MEG) hanno dimostrato che anche le aree motorie dell'uomo si attivano durante l'osservazione di azioni compiute da altri

In particolare, studi di *stimolazione magnetica transcranica*



aumento dell'eccitabilità del sistema motorio durante l'osservazione di azioni

Grafton et al. 1996

Rizzolatti et al., 1996

Grezes et al. 1999

Cochin et al., 1999

Hari et al. 1998

Fadiga et al. 1995

Strafella et al. 2000

Maeda et al. 2001,2002

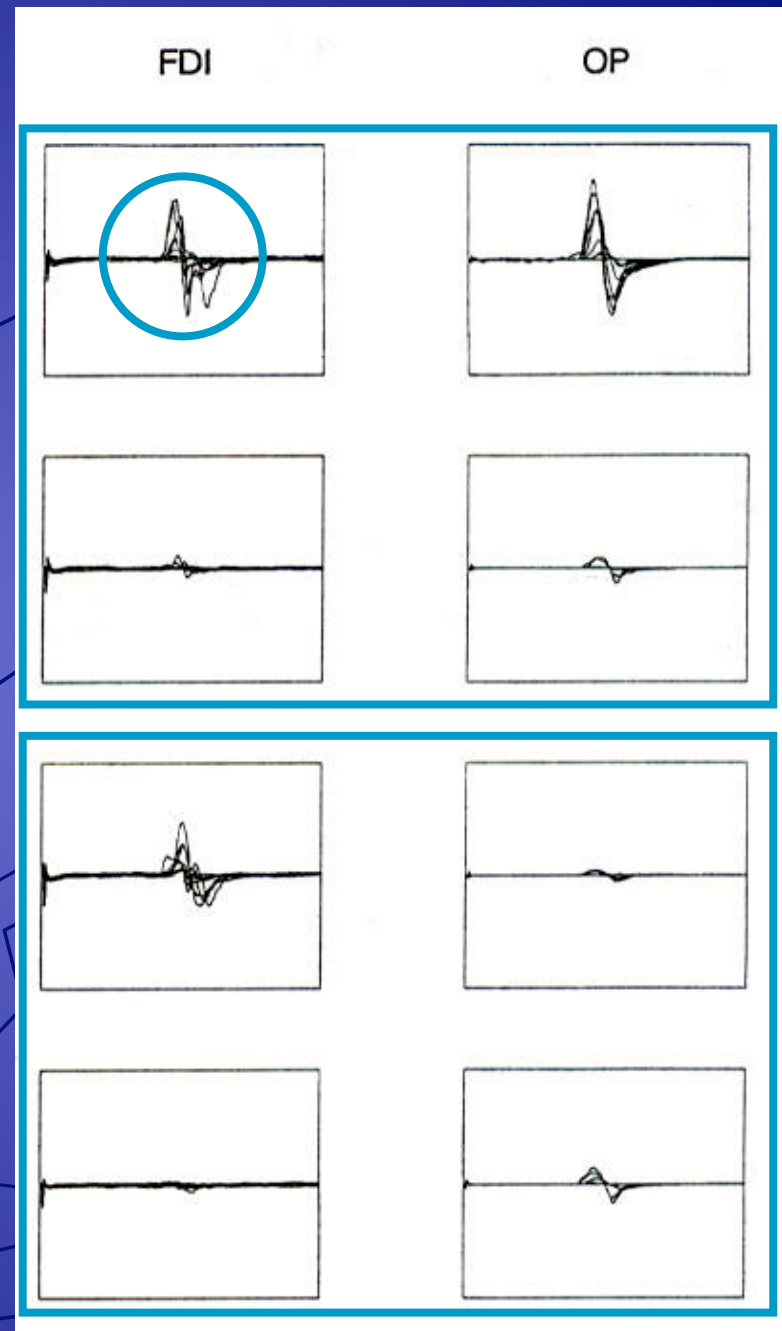


Grasping observation

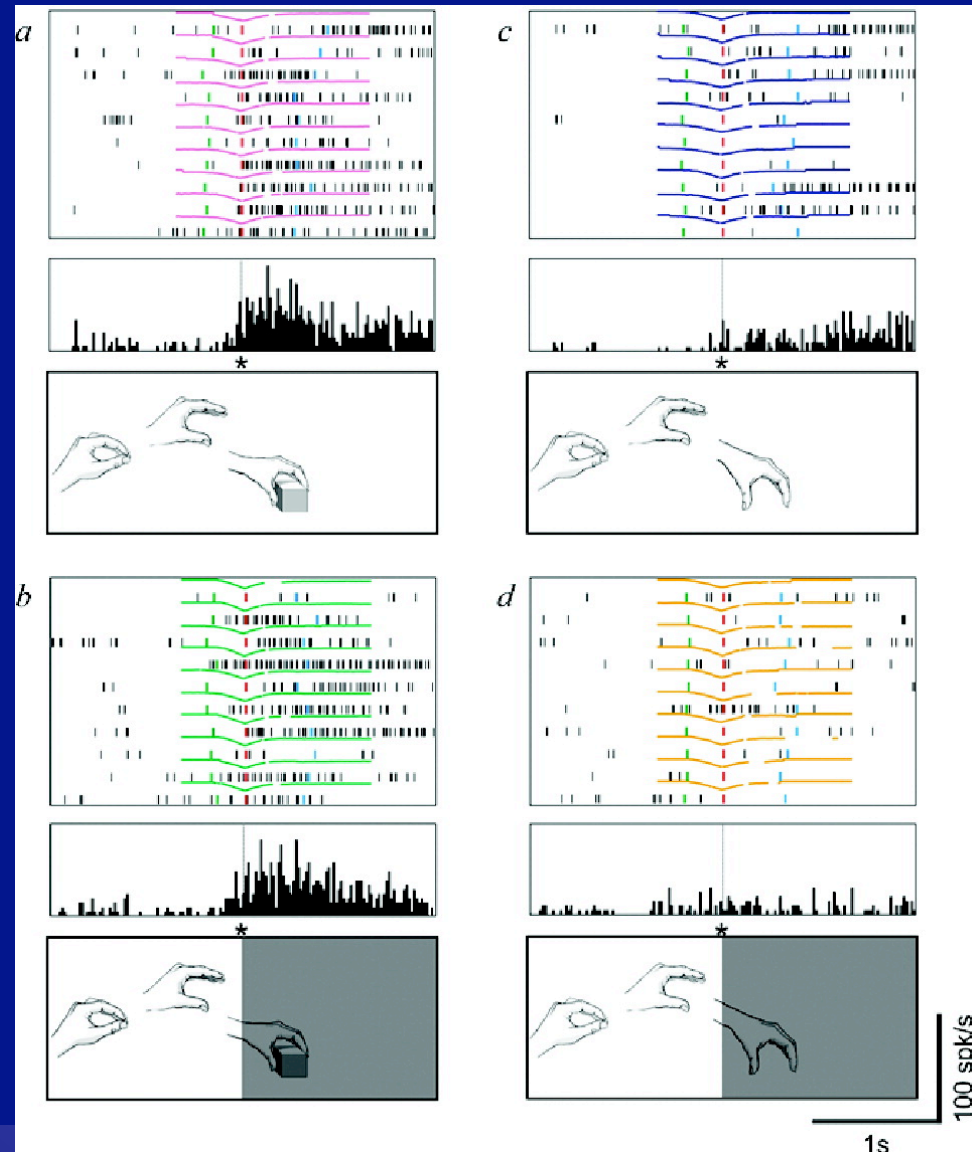
Object observation

Arm movement observation

Dimming detection



# Correlati neuro-fisiologici





## SAPPIAMO

che l'eccitabilità del sistema motorio aumenta non solo durante l'**esecuzione** dell'azione, ma anche durante la sua semplice **osservazione**

...come si comportano i neuroni mirror in un individuo che osserva azioni biomeccanicamente possibili o impossibili da eseguire?

Se l'eccitabilità motoria è simile durante l'osservazione di azioni sia possibili che impossibili allora il riconoscimento di una azione non implica necessariamente il saperla eseguire

# Correlati fisiologici dell'osservazione di azioni

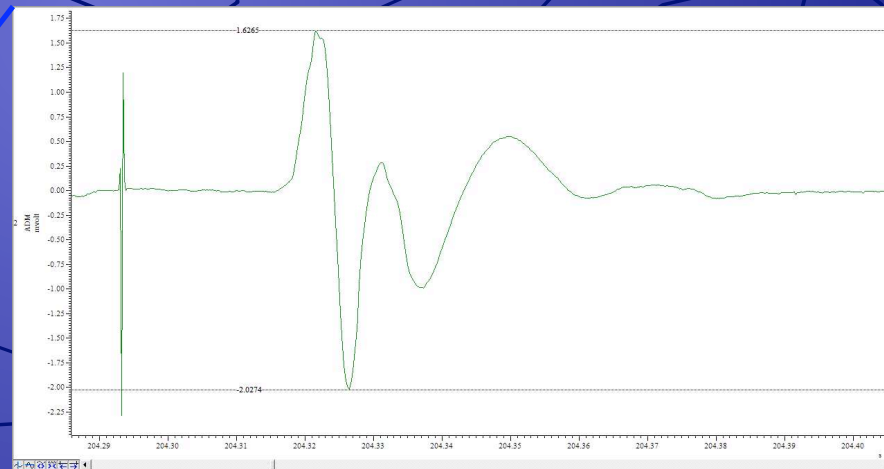
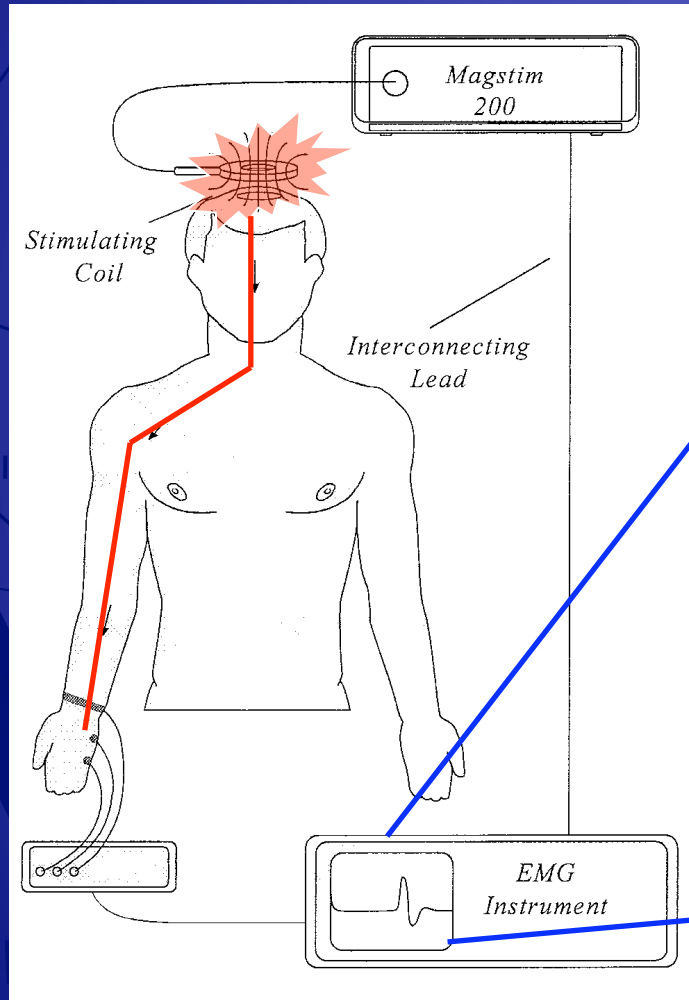
- ▶ Durante l'osservazione di movimenti l'attività muscolare è solo parzialmente inibita nel senso che esiste sempre una, seppur debole, attivazione

- ▶ Wehner, T., S. Vogt, et al. (1984) Psychological research

- ▶ L'attivazione delle vie discendenti durante l'osservazione sono indagabili mediante la TMS

- ▶ Pascual-Leone, A., D. Nguyet, et al. (1995) Journal of neurophysiology

# La stimolazione magnetica transcranica





# Procedura TMS



Punto ottimale di stimolazione per la corteccia motoria: è stato localizzato 5 cm lateralmente e 2 cm anteriormente rispetto a Cz.

Da questa posizione il coil veniva mosso a piccoli spostamenti di mm fino a rilevare un'ampiezza del potenziale del muscolo di almeno 50 microvolt

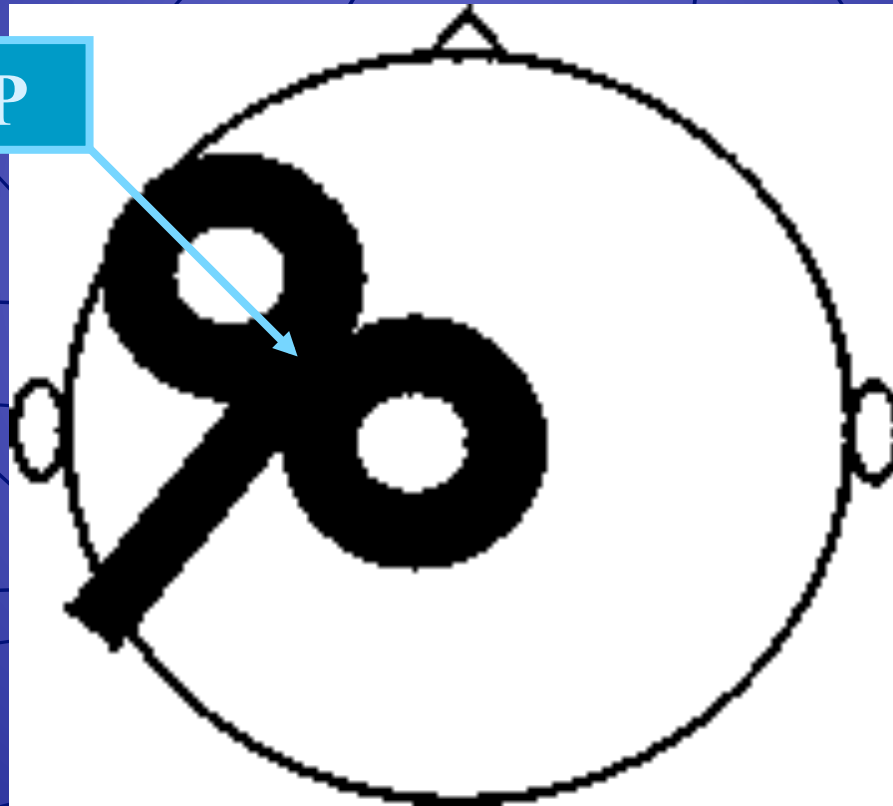
Soglia di stimolazione: intensità della Tms necessaria per evocare almeno 5 potenziali su 10 nei muscoli di interesse.

Durante il compito di osservazione abbiamo stimolato al 120% della soglia motoria.

# Tecnica

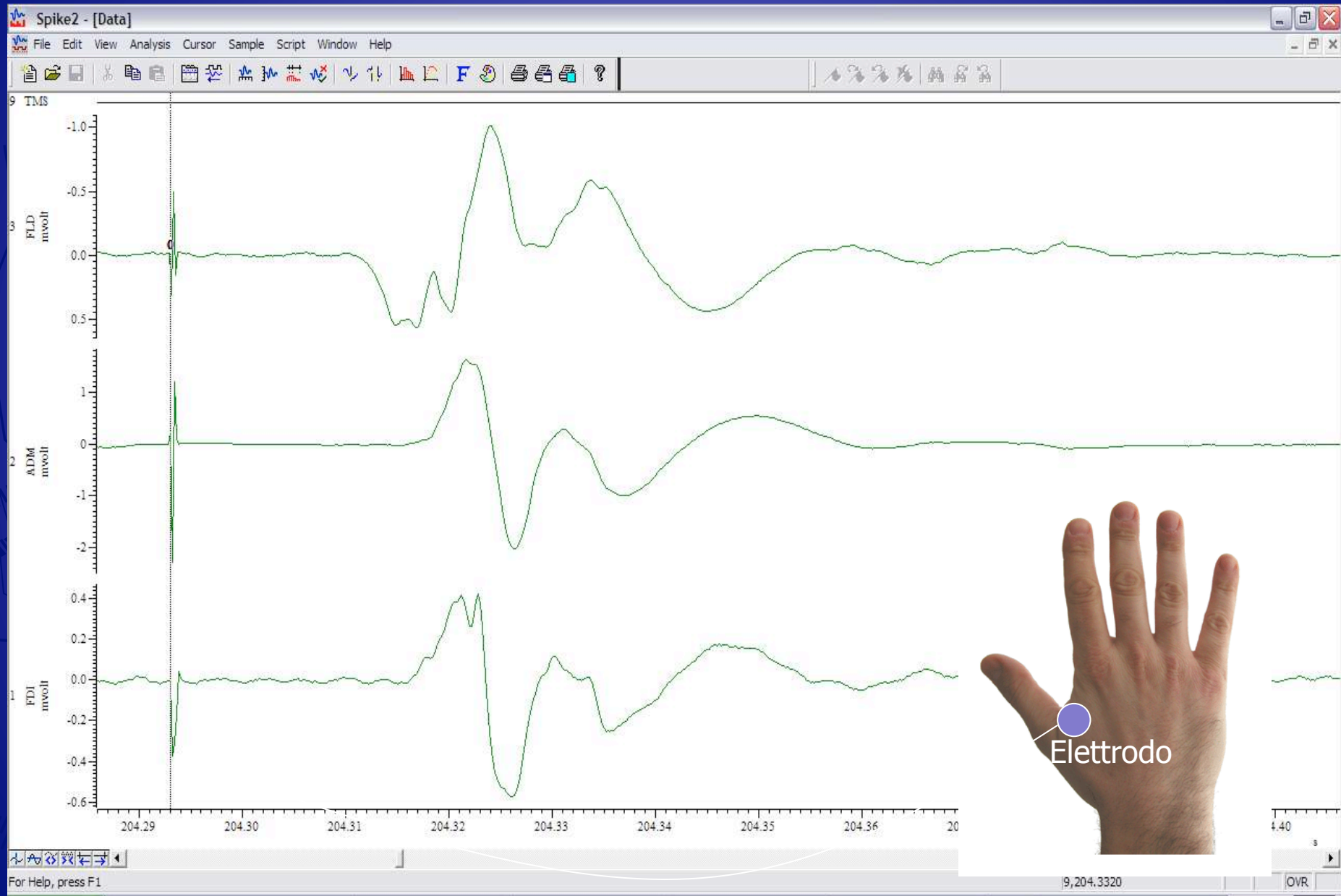
Stimolazione magnetica transcranica dell'area motoria primaria dell'emisfero sinistro

MEP



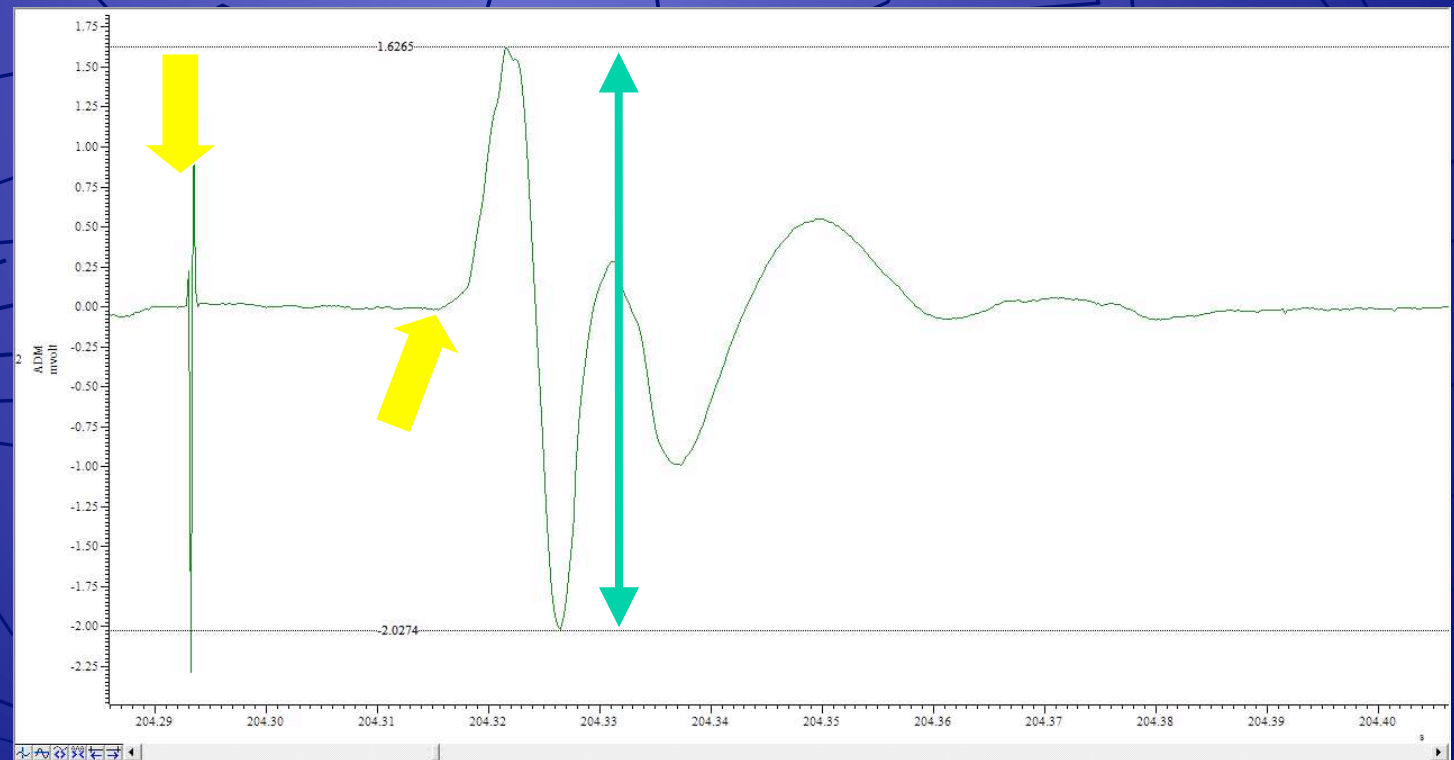


# TMS (Stimolazione magnetica Transcranica)



# TMS

- ▶ Viene rilevata l'ampiezza dei potenziali elettrici



# Modulazione dell'eccitabilità del sistema motorio durante l'osservazione di movimenti

Movimenti biomeccanicamente possibili e impossibili

Aglioti Facchini, Romani, Urgesi, Cesari

# Misura di eccitabilità del sistema motorio

Ampiezza dei potenziali evocati motori

Primo interosseo  
dorsale

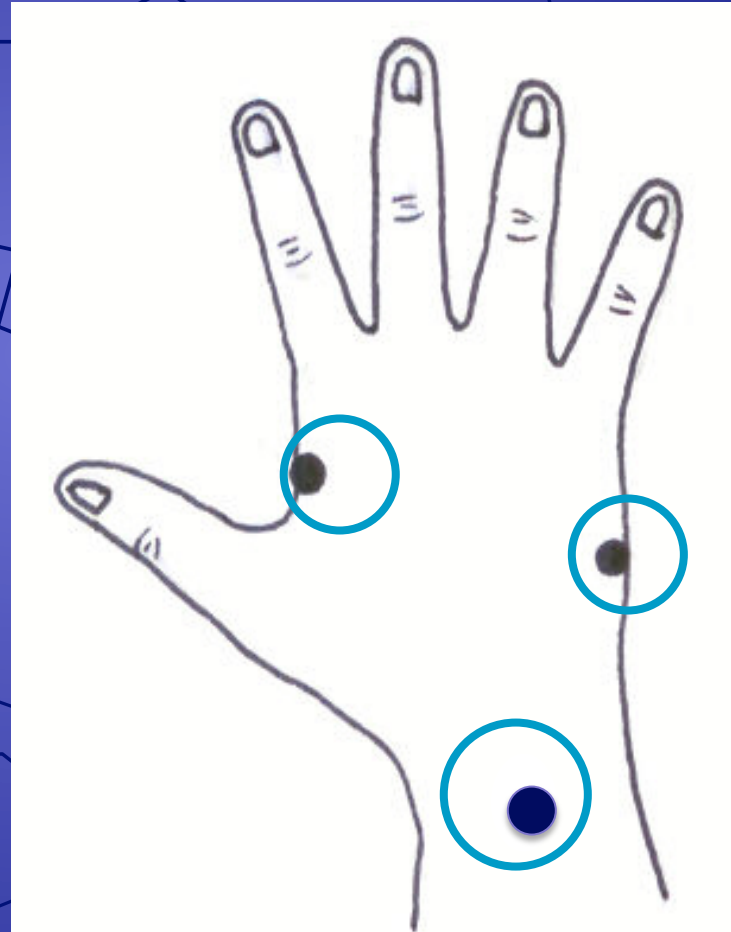
FDI

Abduttore del  
quinto dito

ADM

Estensore Indice

EIP





# Dati di acquisizione

- ▶ Elettrodi 1 cm diametro
- ▶ Segnale amplificato e filtro passa-banda da 30 Hz a 2.5kHz
- ▶ Frequenza di campionamento 10kHz
- ▶ Soglia almeno 3 rip a 50  $\mu$ V (OSP)
- ▶ Segnale + 130% OSP
- ▶ Coil focale a farfalla
- ▶ F & M wave indici di attività spinale e nervo ulnare
- ▶ Registrazione EMG finestra temporale



# Oscillazione a 1Hz

**FDI**



**ADM**



Mano Ferma    Possibile    Impossibile

# Oscillazione a 1 Hz

EIP

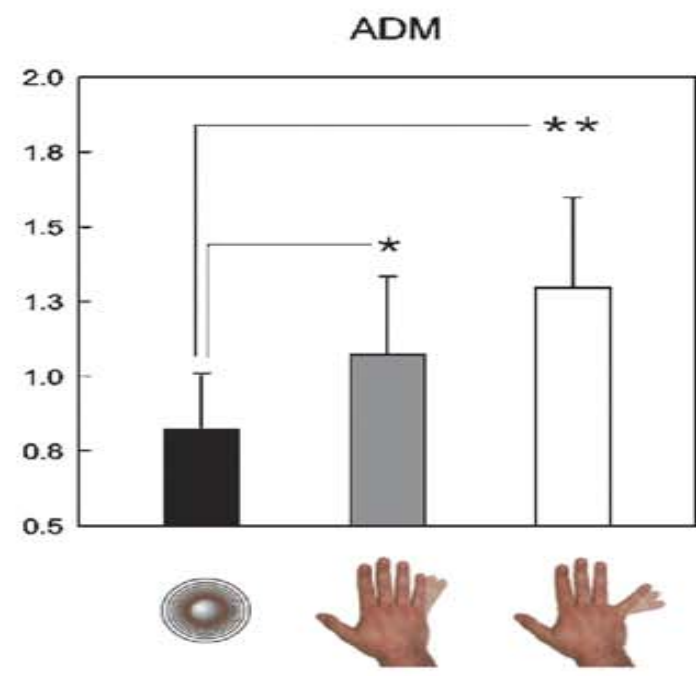
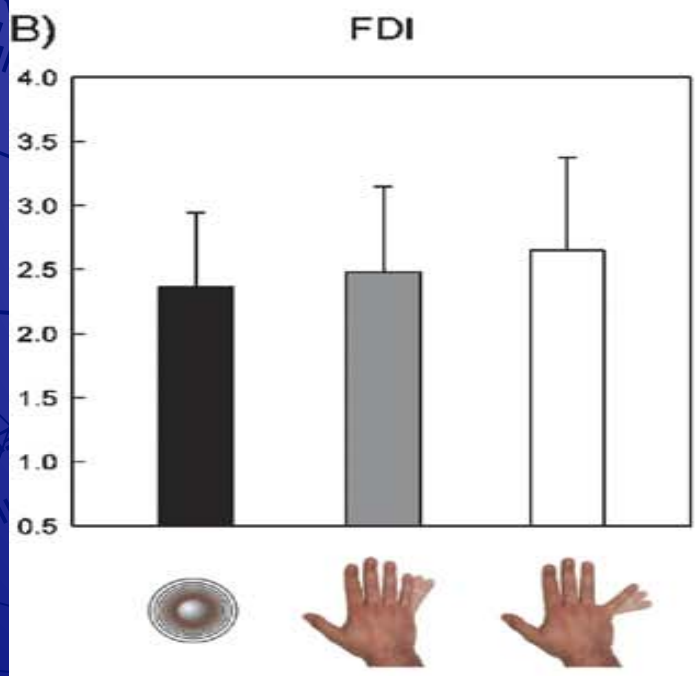
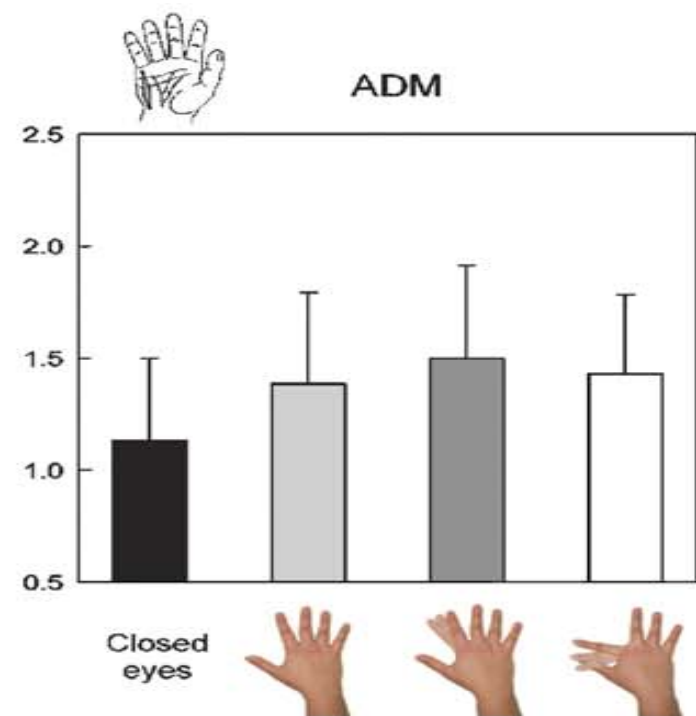
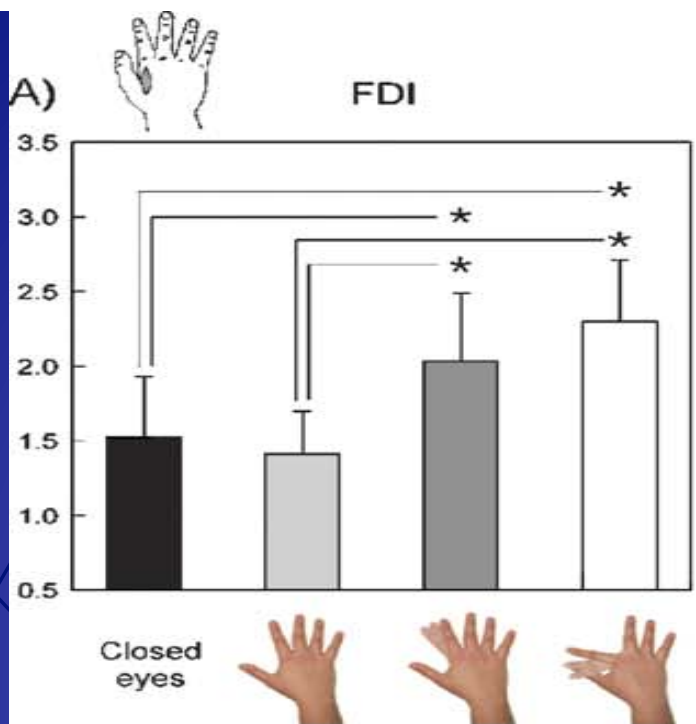


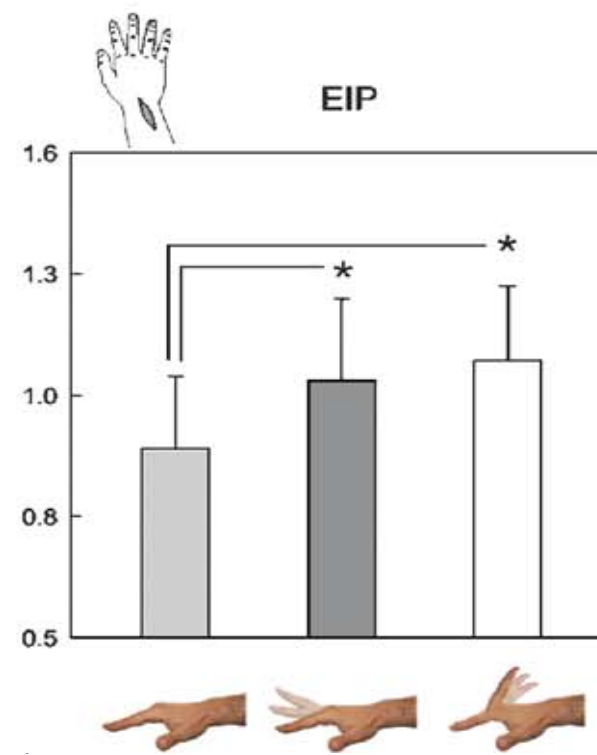
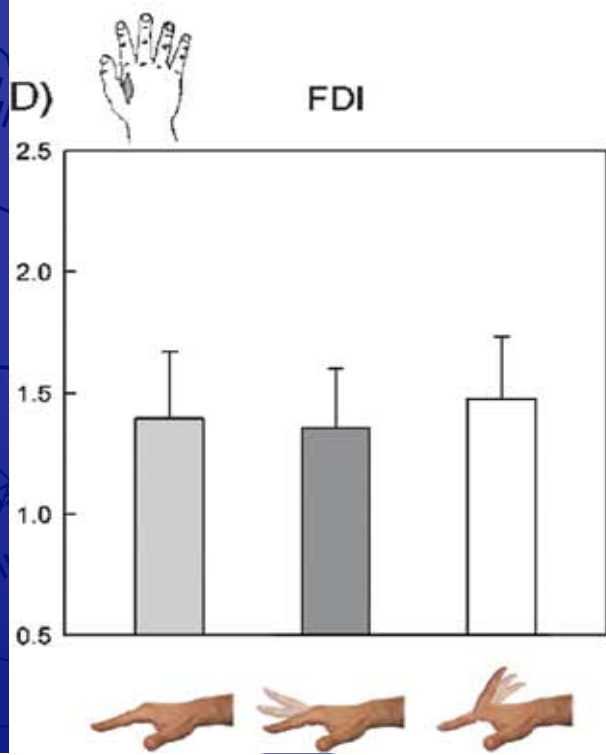
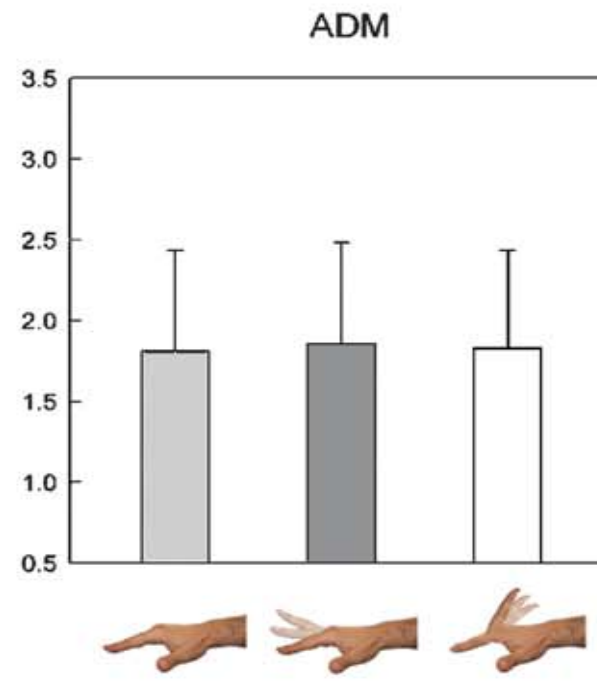
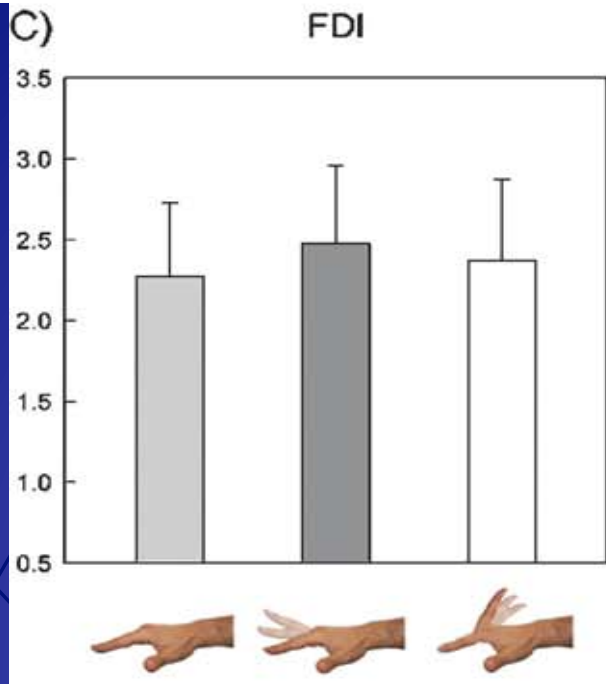
Mano Ferma

Possibile

Impossibile

# MEP





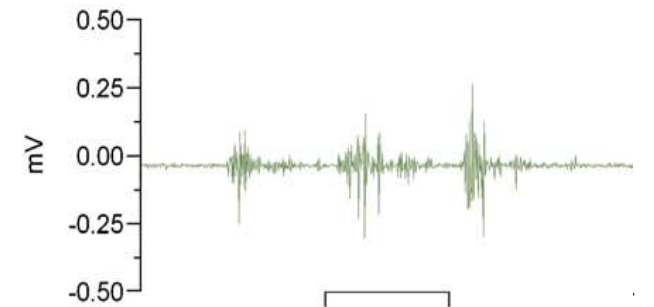
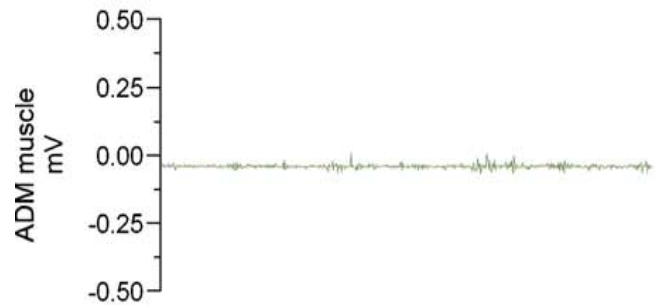
index finger abduction/adduction



little finger abduction/adduction



index finger extension/flexion



0.5  
s



Definire l'eccitabilità del sistema motorio nella pianificazione di una azione immaginata

## OBIETTIVO

Verificare se esistono nel cervello programmi motori che codificano in maniera specifica i parametri di ampiezza e direzione del movimento durante l'immaginazione.

L'immaginazione del movimento definisce quali di questi due parametri: Direzione ed Ampiezza?

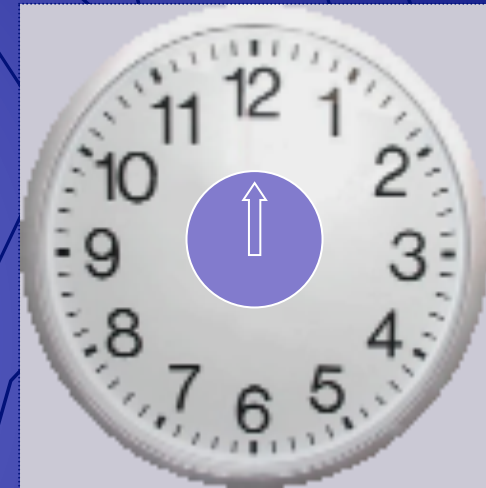
Se il compito motorio richiesto è: Immagina di ruotare la sfera nelle seguenti ore partendo sempre dalle ore 12: 2, 5, 7, 10.

E se i parametri che definiscono il compito sono: **Direzione e Ampiezza**

Allora:

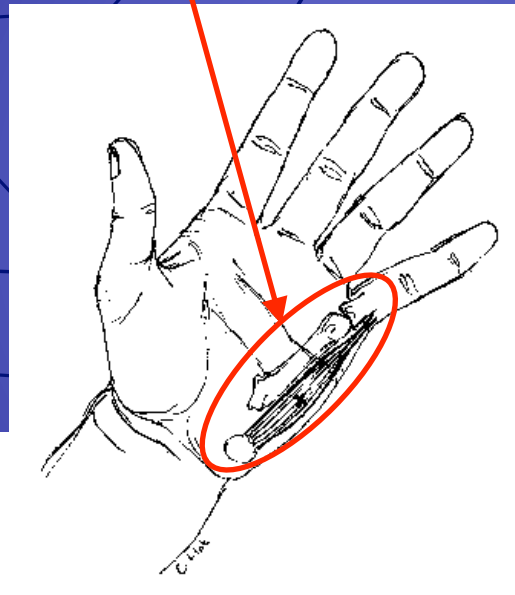
Immaginare di ruotare alle ore 10-7 e 2-5, implica uguale direzione ma diverse ampiezze

Immaginare di ruotare alle ore 10-2 e 5-7 implica uguale ampiezza ma diversa direzione.

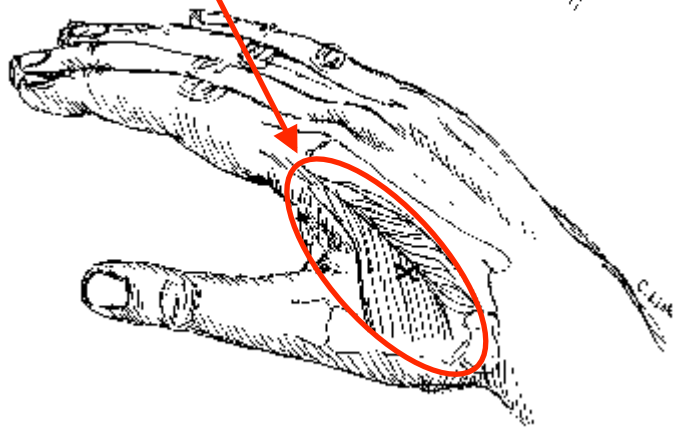
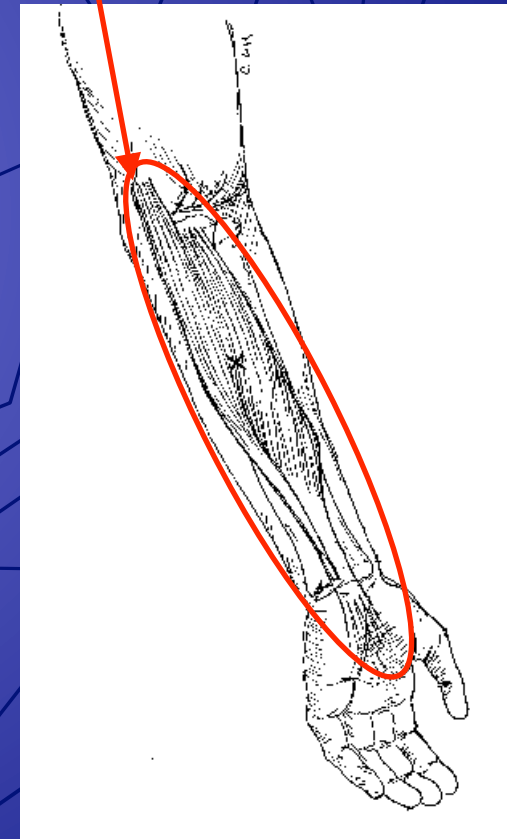


# Muscolo Adduttore del Mignolo (ADM)

Primo muscolo Interosseo Dorsale (FDI)



# Flessore Lungo delle Dita (FLD)



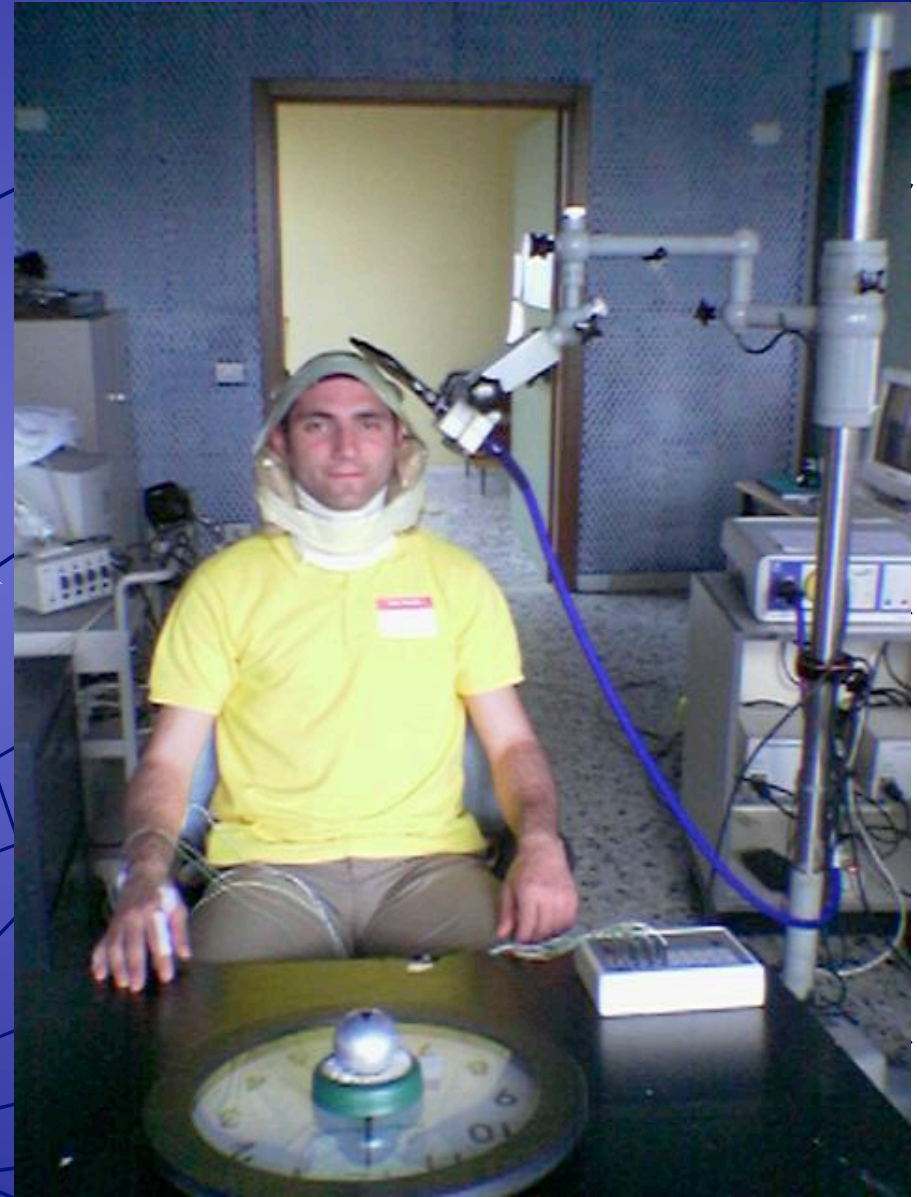


# Compito

...“Immagina di ruotare la sfera fino alle ore: 2,5,7,10”...

4 rotazioni partendo da ore 12, ripetute 16 volte con un ordine pseudo-casuale per un totale di 64 dati per soggetto.

Sono stati reclutati 12 soggetti destrimani, 9 maschi e 3 femmine di anni ( $25.42 \pm 6.07$ )

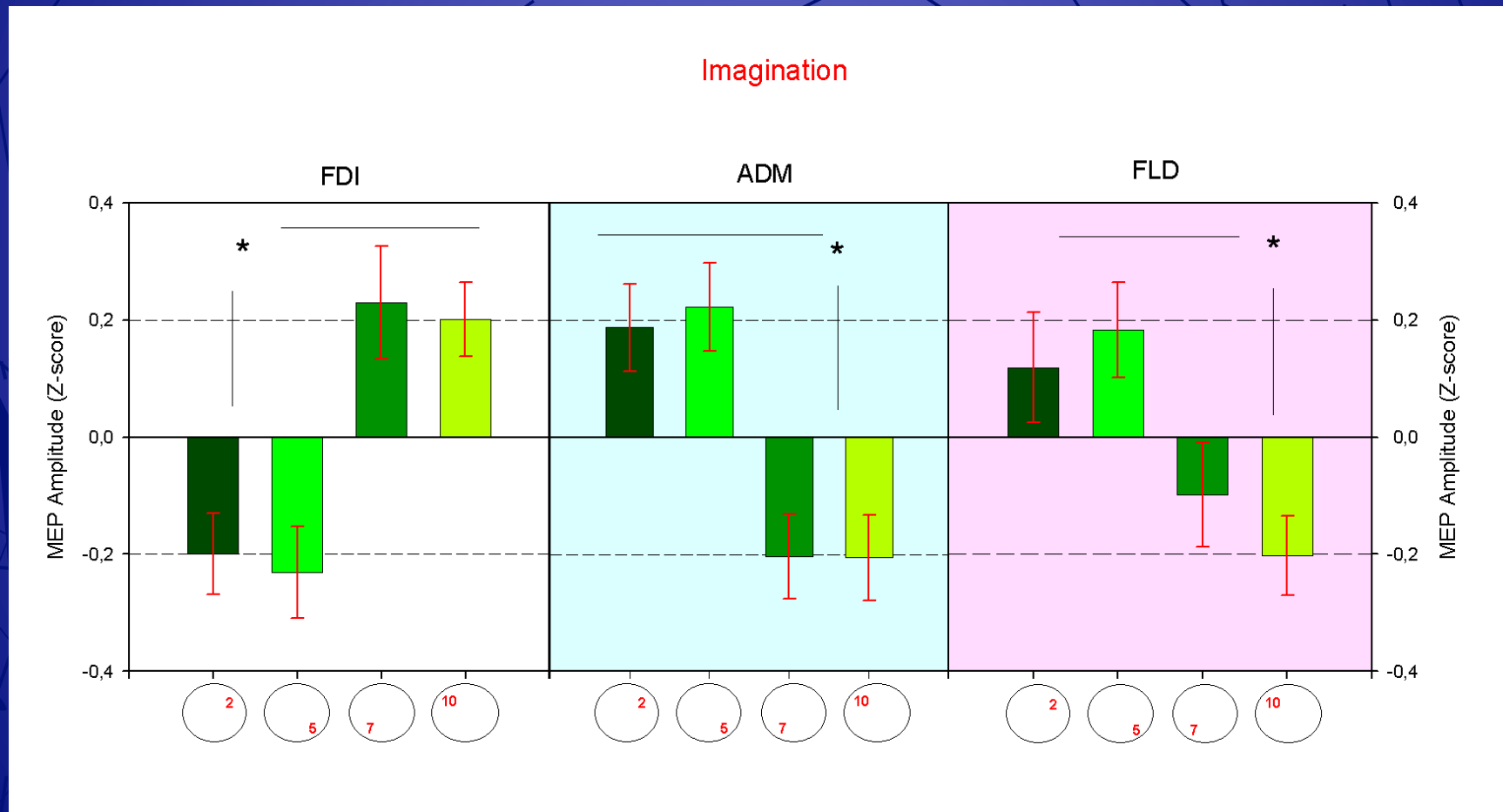




# Analisi dei dati

- ▶ Ampiezza picco-picco del MEP
- ▶ Normalizzazione dati grezzi utilizzando lo Z-score
- ▶ Statistica: ANOVA per misure ripetute con muscoli (FDI, ADM, FLD), direzione immaginata (oraria ore 2 e 5 e antioraria 10 e 7), e ampiezza immaginata (piccola ore 2 e 10 e grande ore 5 e 7) come fattori entro i soggetti
- ▶ Analisi post hoc sono state eseguite tramite T test con la correzione di Bonferroni per confronti multipli
- ▶ Livello di significatività:  $p < 0.05$

# Durante l'immaginazione il parametro modulato è la direzione



➤ FDI, ADM e FLD modulano la loro attività rispetto alla direzione di rotazione immaginata e non rispetto all'ampiezza. FDI rotazione antioraria (ore 7 e 10), ADM e FLD rotazione oraria (ore 2 e 5)



# Per il movimento il parametro modulato è l'ampiezza

