

Mental Imagery

Jeannerod 1994

- L'immaginazione motoria è una parte del più ampio meccanismo detto “rappresentazione motoria” che riguarda l'intenzione e la preparazione di un movimento.
- Mentre il processo della rappresentazione motoria spesso **non** è consapevole, l'immaginazione motoria è invece la parte della rappresentazione motoria consapevole.

Come possiamo studiare la capacità di immaginare i movimenti?

- Esperimenti comportamentali
 - Confrontare il tempo del movimento reale con quello immaginato
- Esperimenti neurofisiologici
 - Misurare l'attività della corteccia motoria durante un compito di immaginazione
 - Review Guillot & Collet 2010

Esperimenti comportamentali

- La cronometria mentale
- Il termine cronometria mentale si riferisce all'elaborazione dell'informazione del tempo trascorso processato a livello del sistema nervoso
 - (Posner, 1978).
- Esperimenti di cronometria mentale hanno mostrato che l'equivalenza temporale tra movimenti immaginati ed eseguiti non è sistematica ma dipende da diversi fattori
 - (A. Guillot, C. Collet 2005)

Risponde alla domanda

- Il tempo necessario per simulare mentalmente una azione è uguale al tempo necessario per eseguirla?
- Spesso è così ma non sempre, dipende da diversi fattori
- Prime indicazioni da mental rotation

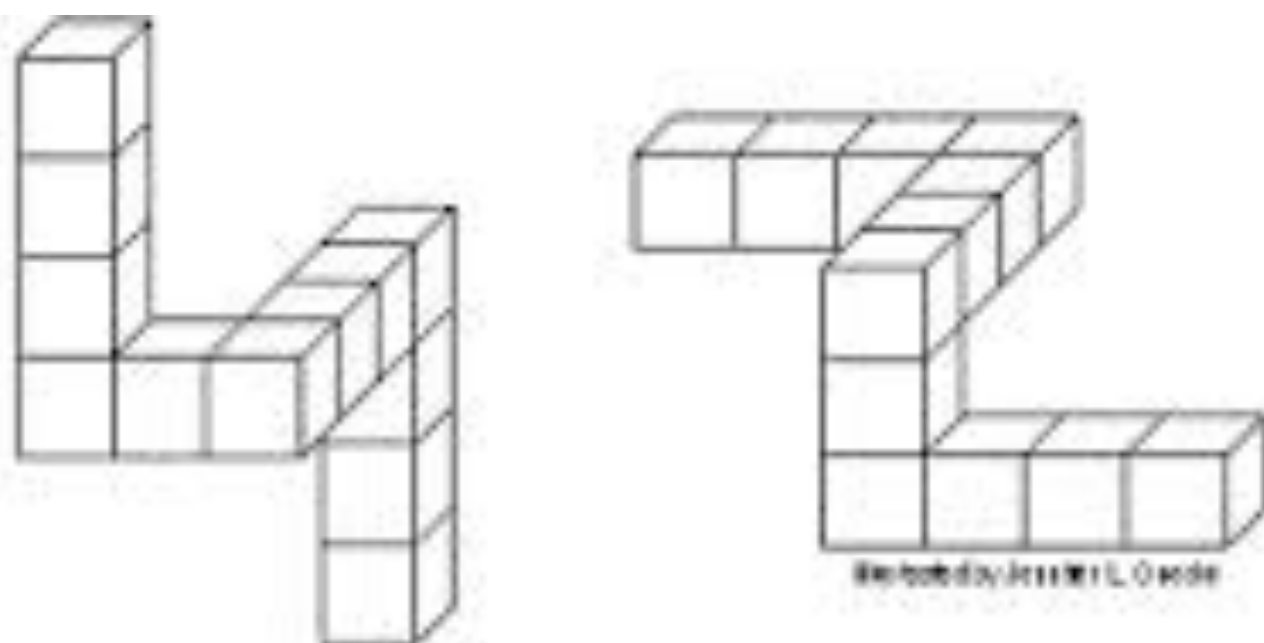
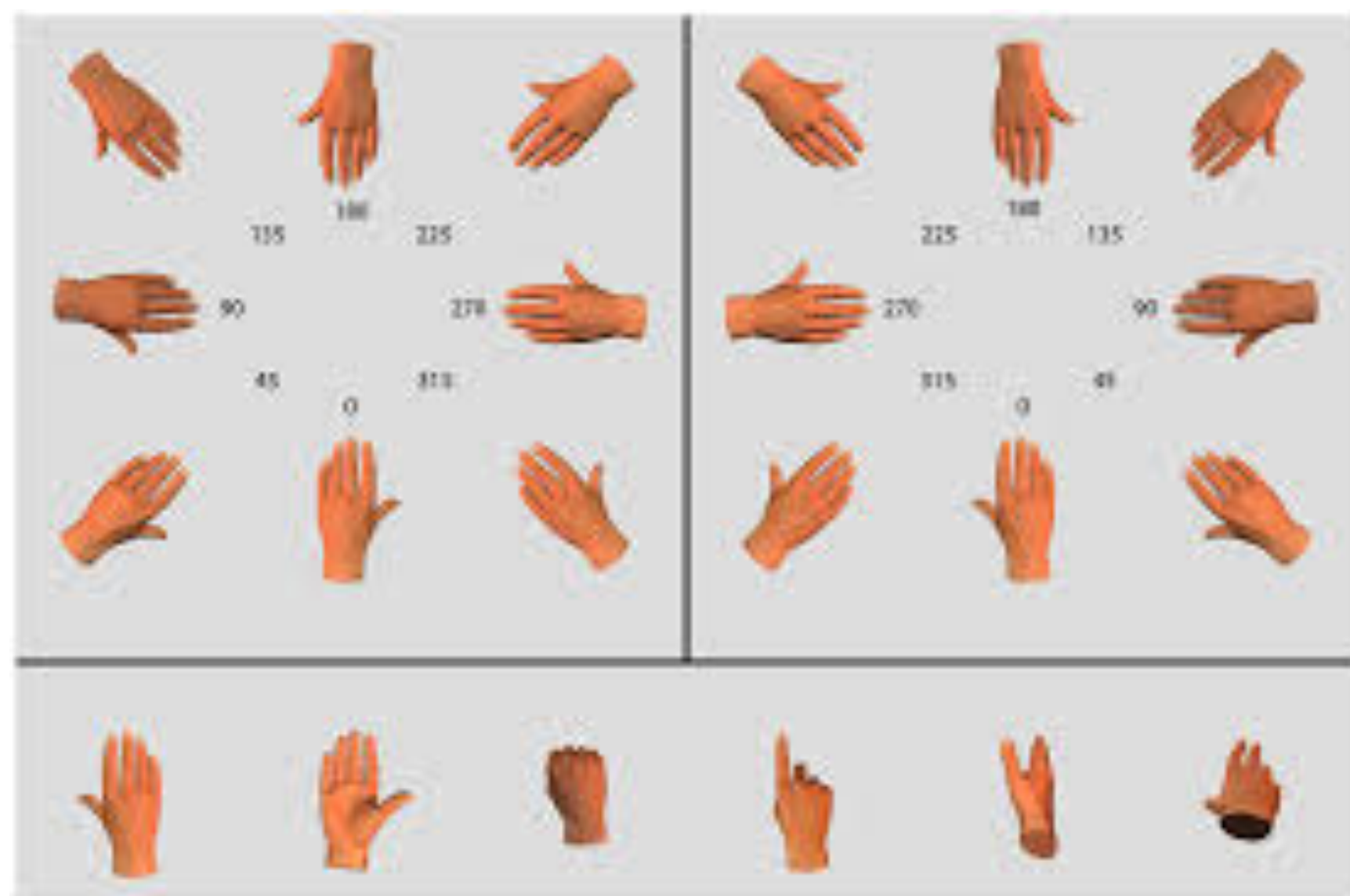


Figure 1: Based on Shepard & Metzlar's 'Mental Rotation Task'



Figure 2: Mental Rotation Task Based on Geometric Orientations





Immaginazione motoria (IM)

- IM è una rappresentazione mentale in assenza di attività muscolare
- IM può coinvolgere tutto il corpo o solo una parte di esso
- IM molto usata da atleti per migliorare la performance
 - In molte ricerche si è visto + alto rendimento abbinando alla pratica la pratica mentale che non la pratica da sola

Equivalenza temporale fra Immaginazione Motoria (IM) e Performance Motoria (PM)

- Movimenti automatici:
 - Elevata equivalenza temporale-
 - Disegnare linee, disegnare figure, compiti di puntamento
 - Interessante: quando i soggetti dovevano simulare una di queste azioni come se avessero subito un danno fisico l'equivalenza temporale si perdeva
- Simuliamo internamente i vincoli meccanici di una azione?

- Movimenti complessi: ciclici
 - Camminare per raggiungere un target posto a diverse distanze
 - Canottieri esperti
 - Canoa
 - Pattinatori di velocità
- In questi movimenti sia i vincoli inerziali che gravitazionali sembrano essere incorporati nella simulazione interna temporale

Sovrastimare una performance

- IM overestimated con compiti complessi:
 - Riprodurre temporalmente una sequenza di immagini osservate
 - Fare disegni complicati
 - Il tempo immaginato aumenta linearmente con l'indice di difficoltà (la legge di Fitts: camminare ad una certa distanza e passare attraverso una apertura che varia di ampiezza)
 - Immaginare di fare questo tipo di compito con un peso aggiunto (il tempo del gesto immaginato aumenta di un 30% con il peso)

- Movimenti rapidi che richiedono elevata attenzione
 - Golf tempo sovrastimato. Inoltre i soggetti percepivano tempi più lunghi per distanze più ampie anche se questo non era vero nella realtà.
 - Nuotatori 100 m di distanza (tempo sovrastimato anche in relazione al tipo di stile immaginato 25% in più)
 - Ginnastica artistica
- C'è incluso un problema di memoria a breve termine.

Movimenti che includono la precisione del gesto/controllo equilibrio

Broad



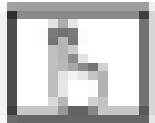
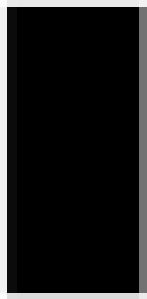
Narrow



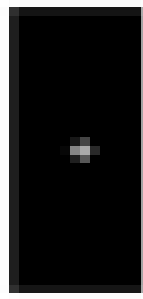
Paradigma...sfuocato



Input picture
Changes
Input picture



Input picture



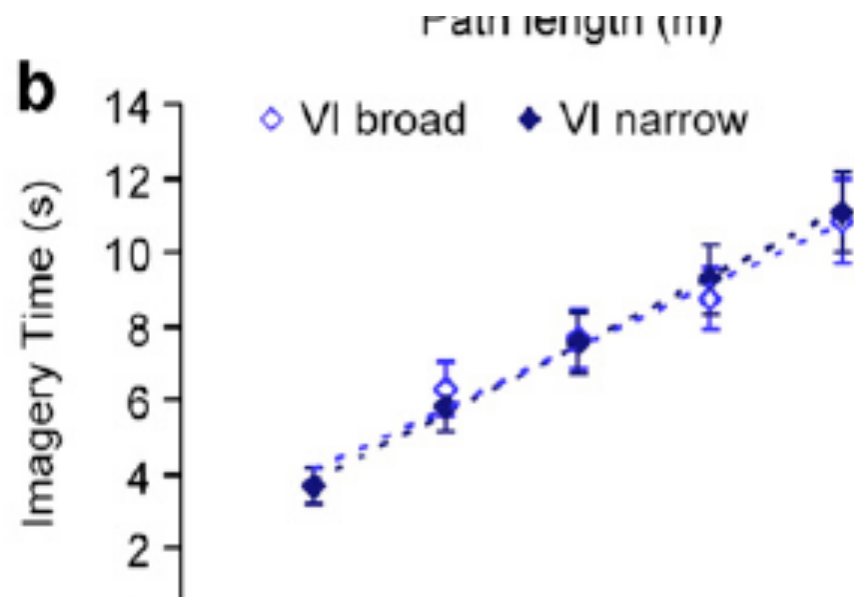
Open eyes



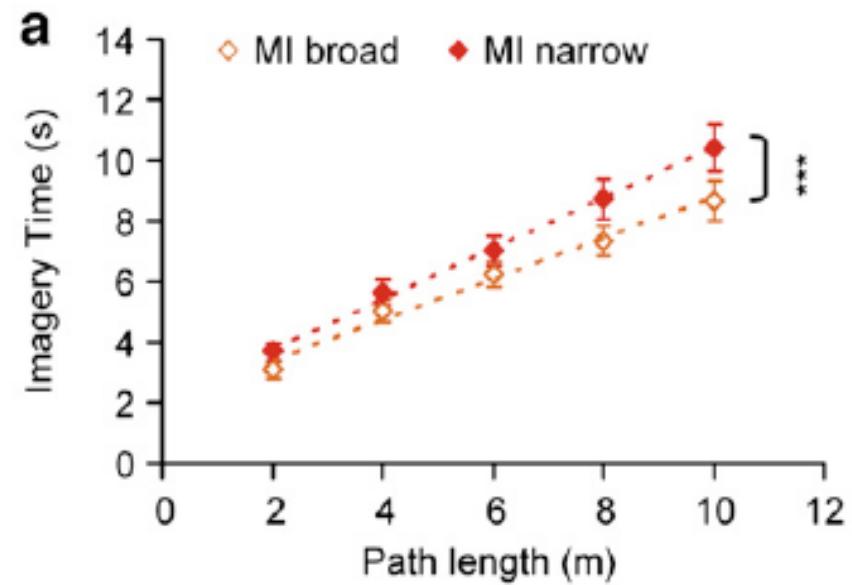
Input picture

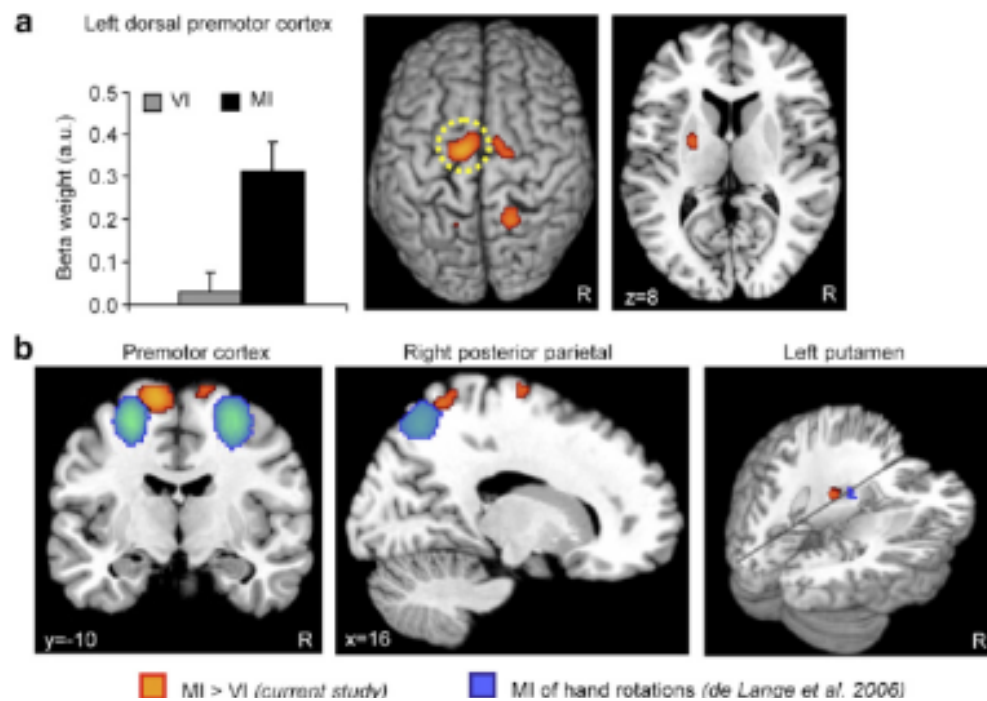
Open eyes

Visiva



Motoria





Movimenti sottostimati

- Influenza del contenuto dell'immagine
 - Arrampicata
 - Tiro al piattello
 - Paracadute
- Tutti questi studi includevano una immaginazione durante la competizione!

Influenza data dall'esperienza

- Atleti: migliore equivalenza temporale!
 - Diversi sport sono stati testati ed in tutti il livello di precisione era correlato al livello della capacità motoria
 - Sono in grado di preservare internamente l'organizzazione del movimento

Precisione temporale e precisione spaziale

- Se ad atleti viene chiesto di immaginare con precisione una serie di movimenti specifici (ginnaste e tennis) il tempo del movimento viene sovrastimato
- Atleti sembra preferiscano la precisione spaziale a quella temporale quando il compito immaginativo è complesso e viene richiesta precisione

Quando MI viene volontariamente modificata

- Immaginare volutamente il movimento in forma rallentata ha mostrato una performance rallentata e viceversa
- Sembra che aumenti la performance quando il gesto è immaginato velocemente ma che aumenti l'attenzione quando è immaginato lentamente
- Allenamento ideomotorio deve tener conto di questo

Contributi nel campo delle neuroscienze cognitive

- Analisi delle attivazioni neurali durante compiti immaginativi confrontate con l'azione vera e propria
 - Immaginazione e azione condividono gli stessi substrati neurali
 - In particolare sono state osservate le aree motorie, premotorie, il cervelletto.

limitazioni

- Non sempre il tempo del movimento immaginato ed eseguito è equivalente
- Tecniche di imaging neurale hanno scarsa risoluzione temporale
- Future ricerche dovranno comprendere come la dinamica delle attivazioni si instaura durante compiti immaginativi e di esecuzione

Fattori che influenzano l'equivalenza motoria temporale

- Movimenti ritmici e discreti
- Intensità dell'attenzione richiesta
- Difficoltà del compito
- Livello di esperienza

Pratiche mentali per disabilità

- Pratica mentale utilizzata per curare disabilità di diversa natura:
 - Ictus
 - Parkinson
 - Lesioni alla spina dorsale
 - Amputati
 - Lunghe immobilizzazioni
- Malouin, Richards 2010 Physical Therapy

Definizione di pratica mentale

- Rappresenta la ripetizione di attività motorie immaginate con il fine di migliorarne la sua reale esecuzione
- Può essere effettuata in due modi
 - Prospettiva in prima persona
 - Prospettiva in terza persona

Evidenze sperimentali sulla sua efficacia

- I benefici della pratica mentale provengono dall'attivare la stessa rete neurale che viene attivata durante l'esecuzione reale del movimento.
- Vedi tutte le evidenze trovate sulla immaginazione motoria

Lesioni centrali o periferiche rendono più complicata l'IM?

- Test di:
 - Rotazione mentale
 - Cronometria mentale
 - Questionari sulla capacità della IM

Hanno mostrato che IM è rappresentata da una simulazione interna e che è compromessa in alcune patologie ma non in altre

Patologie testate

- Infarto cerebrale non ha mostrato differenze confrontando pazienti e persone sane
 - Test fatti:
 - Questionari di immaginazione cinestetica e visiva
 - Rotazione mentale (parte dx e sx del corpo)
 - Cronometria mentale (Up and Go test)
 -

Completa lesione della spina dorsale (CLSD)

- Studi sia comportamentali che di imaging
 - Rappresentazione dei piedi e dei movimenti del piede sono intatti in persone con CLSD
 - Anche in presenza di non-sensazione e non-movimento l'immaginazione rimane intatta

Amputazioni e immobilizzazioni prolungate

- Capacità di IM diminuita
 - Rappresentazione dei movimenti rimasta intatta ma diminuita l'accuratezza
 - Quindi mancanza di percezione di un arto non elimina la IM ma la rende più difficile
 - Questionari sulla chiarezza della immaginazione diminuita
 - Amputazione di un arto
 - Immobilizzazione di un arto (4 settimane senza percezione di peso)

interessante

- Aggiunta di una protesi in amputati non cambia l'accuratezza e la chiarezza della immaginazione motoria

Allenamento IM cambia il cervello?

- Gruppo che pratica quotidianamente una sequenza di azioni (A), altro gruppo che aggiunge alla pratica 15 min al giorno di IM di quella sequenza (B)
 - B presenta espansione delle aree motorie (in tutte e due gli emisferi)
 - B diminuzione delle aree visuo-spaziali nella corteccia posteriore, segno che la immaginazione visiva ha lasciato il posto a quella cinestesica

Movimenti semplici vs complessi

- Uno studio di TMS ha mostrato la stessa attività muscolo specifica per immaginazione di flessione-estensione della caviglia (movimento semplice) e camminata (movimento complesso)

La pratica mentale migliora la prestazione nelle patologie?

- Camminata:
 - Migliora specialmente nelle prime fasi di rieducazione dopo lesioni anche importanti
 - Persone affette da emiparesi
 - Stroke: 15-20 min 3 volte alla settimana per 6 settimane. Miglioramento della postura, cammino anche in terreni accidentati. Migliorato il cammino per: velocità, lunghezza passo, contatto del piede a terra, estensione del ginocchio. Mantenimento dei parametri nelle successive 3 settimane.
 - Parkinson: 12 settimane MI + pratica con confronto gruppo solo partica : MI group diminuzione di bradicinesia.

Coordinazione arti inferiori e movimenti di tutto il corpo

- Stroke: 7 serie di 1 ripetizione (alzarsi e sedersi su di una seggiola) e 5 ripetizioni di immaginazione mentale hanno portato un miglioramento della performance.
- Il miglioramento si è mantenuto nel tempo
- 2 pazienti con deficit di memoria di lavoro non sono riusciti a migliorare e non hanno mostrato apprendimento

importante

- Il gruppo che aveva praticato solo le ripetizioni pratiche senza la mental practice hanno mostrato un apprendimento significativamente inferiore
- Limiti ancora esistenti per la scarsa sperimentazione e lo scarso numero di soggetti testati

Condizioni necessarie affinché Mental Practice funzioni

- Funzioni cognitive intatte
- Funzioni comunicative in buone condizioni (capacità di comprendere il compito)
- Memoria di lavoro intatta

Test da effettuare

- Importante effettuare Mini Mental State
- TDMI : Time Dependent Motor Imagery
immaginare un certo numero di movimenti entro un dato tempo.
- Immaginare di camminare in distanze diverse e verificare il tempo congruente con la distanza
- Misure autonome (ci si aspetta che battito cardiaco aumenti quando si immagina una corsa)
- KVIQ: Effettuare test sulla chiarezza dell'immaginazione

KVIQ test

- Kinesthetic and Visual Imaginary Questionair
- Test sviluppato per persone con disabilità fisica
- Definisce capacità immaginative:
 - In prima persona
 - Intensità immaginativa (sensazioni cinestetiche)
- 20 domande rappresentano gesti fatti con diverse parti del corpo dove tutti i movimenti sono eseguiti da seduti

Validità dei questionari

- Forte relazione fra le risposte date ai questionari e pattern di attività neurale
- Questo mostra la loro attendibilità
- Forte relazione anche fra i questionari e mental rotation in popolazioni di amputati

Strategie di allenamento

- I compiti motori da somministrare:
 - Compiti motori che abbiano componenti cognitive (con pochi trials effetti positivi)
 - Compiti di coordinazione fra le diverse parti del corpo
 - Tener conto del livello di familiarità del compito: cambia il tipo di immaginazione
 - Buona familiarità -> aspetti strategici del compito da eseguire
 - Scarsa familiarità -> come eseguire il compito
 - Ma anche di compiti motori con basse componenti cognitive (eseguire molti trials per avere effetti positivi)
 - Allenamento della forza

Quale tipo di prospettiva immaginativa adottare?

- Prospettiva esterna
 - Principalmente visiva e/o in terza persona
- Prospettiva interna
 - Principalmente cinestetica e/o in prima persona
- Prima persona-> più consono alle caratteristiche neurofisiologiche, più difficile da operare
- Terza persona: da applicare all'inizio del training

propedeutica

- Partire con immaginazione visiva per poi arrivare a quella cinestesica
 - Immaginare di camminare su di un percorso di una data larghezza con una serie di ostacoli ecc.
- Ricreare le sensazioni associate con il compito motorio
 - Sentire la fase di spinta durante il cammino
- Verificare se il paziente immagina in prima persona o in terza
- Verificare con test di cronometria mentale se il paziente è veramente coinvolto nell'immaginazione del compito dato

Quale postura tenere durante l'immaginazione?

- Rappresentazione interna implica un piano motorio basato su di un frame di riferimento relativo al corpo di chi sta immaginando
- Studi di fMRI e TMS mostrano elevata facilitazione quando posizione della mano congruente con posizione mano immaginata
- Mancano studi più radicali x testare le diverse posizioni (supina o seduta o in piedi)

Istruzioni per l'uso

- Numero di sessioni di allenamento e ripetizioni da definire caso per caso
 - Esempio buoni risultati su apprendimento di sequenze motorie in 5 giorni con 1500 prove
 - Persone giovani e sane visti miglioramenti dopo 120 ripetizioni in un giorno (compiti di manipolazione)
 - 2 ore al giorno di allenamento mentale dopo 5 giorni ottenuto un livello di performance uguale a 3 giorni di pratica motoria

Istruzioni per l'uso

- Sempre meglio combinare alla pratica mentale quella fisica (quando possibile)
- Alternare prove pratiche con prove immaginative con una proporzione di 1: 5 all'inizio per poi aumentare gradualmente

Insegnare MI

Assicurarsi che il compito immaginativo sia compreso correttamente

tipo di prospettiva chiarezza
nell'immaginazione

Istruzioni verbali date molto importanti

All'inizio allenare alla immaginazione utilizzando compiti motori ben conosciuti

Immaginazione motoria e sviluppo della forza

- Lebon Collet Guillot (2010)
- Forza aumenta:
 - Cambiamenti morfologici
 - Appaiono nel tempo
 - Adattamenti neuromuscolari
 - Appaiono anche all'inizio dell'allenamento
 - Coordinato reclutamento delle fibre
 - Transfer sulla parte controlaterale
- Quindi possibile aumento della forza prima ancora che il muscolo presenti ipertrofia

Motor imagery

- Evidenza dell'aumento della forza in esperimenti dove si combina MI e pratica e si confronta con gruppi solo pratica (e controllo).
- Diverse ipotesi:
 - Apprendimento di una più efficiente sinergia fra muscolo agonista e antagonista
 - Aumento del segnale corticale (elevata scarica neurale)
 - Ridotta inibizione centrale

Esempio di esperimento

- 2 gruppi di atleti e 2 movimenti
- 3 variabili: massima contrazione volontaria, massimo numero di ripetizioni, misure antropometriche
- 22 atleti selezionati in modo casuale e inseriti in gruppo MI e controllo
- Gruppo MI: 12 sessioni di allenamento (immaginazione e azione)
- Gruppo controllo: 12 sessioni di allenamento e attività neutra

metodo

- Gruppo M1: questionario su chiarezza immaginativa
- Immaginare il movimento sia visivamente che cinesteticamente
- Compito motorio: bench press and sled leg press

Risultati

- Differenza pre e post per tutti e due i gruppi
- Ma maggior aumento di forza nel post per MI group ma solo per gli arti inferiori
- Nessun cambio strutturale in ambedue i gruppi

quindi nessun cambio morfologico ma la forza è aumentata per un adattamento neurofisiologico

Possibili alternative

- MI può aver aumentato nei soggetti:
 - Concentrazione
 - Maggior motivazione intrinseca
 - Maggior attenzione
 - Maggior rilassamento e self confidence

Applicazioni pratiche

- Combinare pratica immaginativa e fisica
- Incentivare immaginazione interna/prima persona
- Rendere la immaginazione più vicina possibile al movimento reale:
 - Forza espressa (aggiunta di pesi)
 - Tempo impiegato (+ simile possibile al movimento reale)
 - Velocità di esecuzione (+ simile possibile al movimento reale)

Applicazioni pratiche

- Usare la cronometria mentale per testare se l'immaginazione è corretta
- Usare in numero corretto di ripetizioni fra immaginazione e azione (maggior numero di prove immaginative)

Influenza delle emozioni nella MI

- Kaltner & Jansen (2014)
- Idea centrale è che i processi cognitivi non sono puramente cognitivi in quanto fondati anche su esperienze legate al corpo e ai movimenti del corpo in interazione con l'ambiente.
- La Mental Rotation (MR) è un perfetto test che coniuga aspetti cognitivo-motori legati all'immaginazione
- Quindi la domanda è: possiamo testare l'effetto delle emozioni sull'immaginazione applicando il test della MR?

MR e MI

- MR da due prospettive diverse:
 - Egocentriche (prima persona)
 - Evoca simulazioni motorie e senso cinestesico (immagina il movimento come se lo stessi facendo)
 - Incentiva l'uso di strategie motorie
 - Integra informazioni propriocettive
 - Sistema motorio più attivo
 - legate all'oggetto (terza persona)
 - Evoca una rappresentazione visiva di una azione

...e le emozioni che c'entrano?

- Stretta correlazione fra le emozioni e l'integrazione sensitivo-motoria
 - Persone con deficit senso-motorio fanno fatica a categorizzare le emozioni di immagini di espressioni facciali
- Empatia influisce sia sulle emozioni che sul sistema motorio
- La paura, ad esempio potrebbe influire sulla prestazione motoria ed essere più evidente in situazioni egocentriche (in prima persona)

Esempio di studio

- La paura ha effetti sulla performance della mental rotation?
- Effetto più pronunciato quando la MR è presentata in prima persona?
- Immagini di corpi visti frontalmente (terza persona) e visti invece da dietro (prima persona). Controllo di immagini di lettere.
- La MR viene effettuata dopo aver visto immagini negative o non

Risultati

- Più alta velocità di risposta quando in uno stato di paura
- Ma questo avviene solo in condizioni egocentriche

Wriessnegger et al 2014

- Attività neurale su M1 durante immaginazione di azioni sportive prima e dopo 10 minuti di allenamento a calcio e a tennis alla kinect
- Dopo attività sia le aree motorie che premotorie più attive

Motor Imagery and Aging

review article Saimpoint et al. 2013

- Dai 55 anni in su

MI è mantenuta negli anni?

- Chiarezza (vividness) nella rappresentazione motoria
- Caratteristiche temporali dei movimenti simulati
- Accuratezza della MI

Vividness

- Vividness = chiarezza di immagine, intensità della sensazione percepita durante la simulazione del movimento
 - Attraverso questionari
- Due studi sono presenti sull'immaginazione di anziani
 - 1: tre età testate (20; 40; 70). Quando MI eseguito in terza persona nessuna differenza fra i gruppi. Quando eseguito in prima persona 70 anni minor vividness rispetto ai 40 e 20 anni
 - 2: stesse tre età as before ma confronta percezione cinestesica e visiva in prima persona. Anziani minor vividness in visiva in prima persona

Caratteristiche temporali della MI in aging

- Per movimenti semplici (reaching, pointing, walking sit to stand) nessuna differenza anziani giovani
- Per movimenti complessi (movimenti precisi e veloci, vedi legge di Fitts) anziani meno precisi

Esperimento fatti da vostre colleghe

- Donatella Tummino
- Graziani Nadia