In collaborzione con

Libera Università di Brussel

campus savona

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI GENOVA

Università degli Studi di Genova

Facoltà di Medicina e Chirurgia

Master in Riabilitazione dei Disturbi Muscoloscheletrici

A.A. 2010/2011

Campus Universitario di Savona

"Programmazione evidence based dell'esercizio terapeutico: il ruolo dell'osservazione nella performance e nell'apprendimento di tasks motori in soggetti sani e con disordini muscoloscheletrici. Revisione sistematica."

Relatore:

Dott. Ft. OMT Giacomo Rossettini

Candidato: Dott.ssa Ft Anna Giorgetti

“Programmazione evidence based dell’esercizio terapeutico: il ruolo dell’osservazione nella performance e nell’apprendimento di tasks motori in soggetti sani e con disordini muscoloscheletrici. Revisione sistematica.”

INDICE

0.ABSTRACT……..
1.INTRODUZIONE……..
1.1 Background……..
1.2 Obiettivi dello studio…….
2.MATERIALI E METODI…….
2.1 Strategie di ricerca per l’identificazione degli studi….
2.2 Criteri per la selezione degli studi……
2.3 Raccolta, estrazione, analisi e sintesi dei dati……..
2.4 Criteri utilizzati per la valutazione del rischio di bias..
2.5 Criteri utilizzati per l’analisi qualitativa dei risultati dei trial……
3.RISULTATI……..
3.1 Descrizione degli studi……
3.2 Descrizione dei partecipanti……..
3.3 Descrizione del task……..
3.4 Descrizione outcome……..
3.5 Descrizione del follow up…….
3.6 Rischio di bias negli studi inclusi……..
3.7 Prove d’efficacia…….
3.7.1 Utilizzo delle strategie osservative……..
4.DISCUSSIONI……..
4.1 Criticità degli studi analizzati……
4.2 Effetti dell’action observation AO sulla performance e sul motor learning…….
4.3 Action observation e pratica fisica……
4.4 Momenti di somministrazione dell’AO……
4.5 Modelli interpretativi e correlati neurofisiologici dell’AO……
5.CONCLUSIONI…….
5.1 Implicazioni per la clinica……
5.2 Implicazioni per la ricerca…….
6.BIBLIOGRAFIA……..

Allegato 1. *Criteri di valutazione della PEDro scale*
Allegato 2. *Parole chiave e stringhe di ricerca*
Allegato 3. *Criteri di esclusione sulla base di titolo ed abstract*
Allegato 4. *Criteri di esclusione sulla base del full text*
Allegato 5. *Tavole sinottiche degli studi inclusi nella revisione*
Allegato 6. *Riassunto dei risultati degli studi*
Allegato 7. *Tabella “Effetti dell’AO su performance e motor learning*

“Programmazione evidence based dell’esercizio terapeutico: il ruolo dell’osservazione nella performance e nell’apprendimento di tasks motori in soggetti sani e con disordini muscoloscheletrici.

Revisione sistematica.”

0.ABSTRACT

Introduzione. Nell’ambito riabilitativo si guarda con interesse alle tecniche di facilitazione dell’apprendimento motorio. Le strategie osservative (OA) costituiscono una direzione di indagine importante. Questa revisione sistematica mira ad evidenziare le prove di efficacia disponibili sull’argomento.

Materiali e metodi. La ricerca bibliografica si è svolta in 3 banche dati. Sono stati inclusi RCT, CT e studi crossover con partecipanti adulti o anziani, sani o affetti da disordini muscolo scheletrici. E’ stata studiata l’influenza della OA in senso assoluto e combinata con la pratica fisica. Come outcome sono stati considerati parametri di performance e dinamica del task. E’ stata svolta l’analisi metodologica degli elaborati con PEDro scale.

Risultati. Dei 335 studi identificati, ne sono stati considerati 7. La media del punteggio PEDro Score pari a 4. Solo un intervento è stato classificato come “good”. Solo 1 studio è stato condotto su pazienti. I risultati evidenziano efficacia delle OA nell’incremento della forza isometrica ($p<.05$); nell’influenzare cammino e passaggi posturali ($p<.05$); sul recupero funzionale dopo intervento di protesica ($p<.05$); nell’individuazione e correzione di errori ($p<.05$); nella combinazione con l’esecuzione pratica del gesto ($p<.05$).

Discussioni. La qualità metodologica degli lavori è limitata dalla presenza di bias che riducono la robustezza dei risultati. I miglioramenti indotti dalla OA sembrano essere legati a modifiche stabili della traccia motoria appresa e si spiegherebbero attraverso la teoria dei neuroni specchio.

Conclusioni. Esistono iniziali prove di efficacia a favore dell’utilizzo di AO nella pratica clinica. Tuttavia i limiti metodologici non permettono conclusioni definitive sull’argomento.

1.INTRODUZIONE

1.1 Background

I presupposti teorici. Gli specialisti che operano in ambito sanitario e nello specifico coloro che si misurano con la sfida di produrre un cambiamento terapeutico stabile, conoscono l'importanza, legata all'essenza stessa dell'esistere umano, di favorire un apprendimento adattivo dell'atteggiamento motorio del paziente (Jarus T. et al., 1994) Componenti essenziali dell'*expertise, il saper fare,* le abilità motorie sono frutto di un percorso complesso attraverso la pratica e l'esperienza che segue però delle fasi caratterizzanti:

-*fase di acquisizione*: momento nel quale si viene esposti per la prima volta ad un determinato task motorio con la finalità di farlo proprio (acquisition phase).

-*fase di ritenzione*: momento in cui si può testare la capacità di riprodurre lo skill motorio acquisito in precedenza a distanza di un certo quantitativo temporale variabile- ore, giorni, settimane (retention phase).

-*fase di trasferimento*: momento in cui si valuta la capacità del soggetto di trasferire, adattandolo a nuovi contesti, ciò che ha conseguito precedentemente in termini di abilità motorie (transfer phase) (Mathiowetz V., et al., 1994).

Ciò che si evince da tali presupposti è la differenza sostanziale fra i termini *performance-esecuzione pratica* e *learning-apprendimento.* I primi indicano la riproduzione estemporanea di un task motorio durante una singola occasione di valutazione spesso ravvicinata alla fase di acquisizione. I secondi un cambiamento relativamente permanente nella capacità di una persona di mettere in pratica una determinata abilità.

Prendere in considerazione i nuovi ritrovamenti scientifici sulla programmazione delle procedure per il training in ambito sanitario ha la potenzialità di migliorare l'efficacia sia della performance che dell'allenamento delle persone (Wulf G., et al, 2010).

La modalità con cui tali abilità sono insegnate e praticate è cambiato radicalmente negli ultimi anni grazie all'avanzamento delle possibilità tecnologiche (un esempio ne è l'utilizzo della *virtual reality* per le esercitazioni di medici chirurghi). Alcuni studi esaminano i fattori che si sono dimostrati facilitanti per l'apprendimento in ambito cognitivo o motorio, come l'uso dei test ripetuti (*repetead testing*), ma soprattutto la triade costituita da strategie attentive, osservative e di feedback (Wulf G., et al, 2010).

Ovviamente, in ambito medico come in altre aree, l'obiettivo dell'addestramento non è facilitare la performance durante l'attività pratica, bensì migliorare l'apprendimento e la trasferibilità delle abilità cliniche.

Apprendimento attraverso strategie osservative. In maniera aneddotica la pratica osservazionale è stata spesso considerata come un metodo inefficace di apprendimento motorio. Questa visione deriva in parte da precedenti risultati in cui si evidenzia come la pratica osservazionale tipicamente non sia considerata così efficace come la pratica fisica. La ricerca scientifica ha dimostrato però come la pratica osservazionale possa fornire contributi unici ed importanti all'apprendimento, specialmente quando l'osservazione sia combinata con la pratica fisica (Wulf G., et al, 2010). Scully e Newell (Scully D.M., et al., 1985) suggeriscono che gli individui durante l'osservazione siano capaci di riconoscere e processare le caratteristiche relative del compito visualizzato, in un modo da tradurle poi in pattern di efficace coordinazione, sebbene non abbiano un output motorio e quindi sia assente il feedback propriocettivo.

Rizzolatti e colleghi (Rizzolatti G.,et al. 2004), pionieri nelle ricerche sulle probabili basi neurofisiologiche dell'apprendimento tramite osservazione, asseriscono che "quando un essere umano osserva qualcuno eseguire un'azione, attiva un programma motorio che somiglia al movimento osservato" identificato nella popolazione neurale definita mirror neurons.

Studi elettrofisiologici successivi sono stati condotti per investigare le principali caratteristiche del sistema dei neuroni mirror (Fadiga L. et al., 2004). La tecnica più usata è la Stimolazione Magnetica Transcranica TMS, applicata al di sopra della

corteccia motoria primaria (M1) per studiare i cambiamenti del Potenziale motorio evocato (MEP) durante l'osservazione di un movimento.

La prima evidenza della presenza negli esseri umani dei neuroni mirror è riportata dal gruppo di Fadiga nel 1995 (Fadiga L. et al., 1995); questi autori hanno dimostrato cambiamenti nei MEP in un soggetto immobile, durante l'osservazione di un movimento. Quattro aree neuroanatomiche sono state individuate più frequentemente negli studi come sedi di neuroni mirror:

1. Lobulo parietale inferiore
2. Corteccia temporale superiore
3. Giro frontale inferiore
4. Corteccia premotoria frontale

(Fadiga L. et al., 2004; Buccino G. et al., 2001)

Dal punto di vista riabilitativo, al di là delle basi neurofisiologiche che sostengono la strategia osservativa, è frequente riscontrarne l'uso implicito e spontaneo in contesti terapeutici, ad esempio quando si mostra un movimento al paziente al fine di velocizzarne l'apprendimento; tuttavia manca ancora la conoscenza specifica su quale sia la sua efficacia rispetto alla pratica fisica e su quali modalità di inserimento nella programmazione dell'esercizio *evidence based* siano le migliori.

1.2 Obiettivi

Obiettivo della revisione sistematica. Sistematizzare le prove di efficacia presenti in letteratura attraverso l'analisi di studi inerenti l'applicazione di strategie di osservazione in ambito terapeutico, per indagarne l'efficacia rispetto alla sola pratica fisica e l'ipotetico effetto facilitante nei confronti dell'apprendimento e dell'esecuzione di tasks motori in soggetti sani e con disordini muscoloscheletrici.

2.MATERIALI E METODI

2.1 Strategie di ricerca per l'identificazione degli studi

I database elettronici consultati sono stati:

- MEDLINE (Medical Literature Analysis and Retrieval System Online)
- CINHAL (The Cumulative Index to Nursing and Allied Health Literature)
- PEDro (Physiotherapy Evidence Database)

Le ***parole chiave*** utilizzate sono state:

- "action observation"
- "observational learning"

Le ***stringhe di ricerca*** usate, sono state invece:

- "action observation"AND"rehabilitation"
- ("observation"[Mesh]AND"motor skills"[Mesh])AND"learning[Mesh])

I **limiti** che si è scelto di applicare alla ricerca non sono stati di ordine temporale, per cui si è scelto di ricercare tutti gli articoli pubblicati disponibili sull'argomento di interesse dalla nascita delle banche dati sino al 25 aprile 2012, purchè fossero in *lingua inglese* e coinvolgessero solamente *soggetti umani adulti* (di età superiore a 18 anni).

2.2 Criteri per la selezione degli studi

Inclusione:

- **Tipologia degli studi :** ai fini dell'inclusione nella revisione si sono scelti studi randomizzati controllati [RCT], studi controllati [CT], e studi crossover.

- **Tipologia dei partecipanti :** gli studi che si è deciso di includere dovevano reclutare partecipanti adulti (d'età pari o superiore a 19 anni), maschi e femmine, affetti da patologie muscolo scheletriche oppure soggetti sani.
- **Tipologia di intervento e comparazione :** sono stati inclusi nella ricerca gli articoli indaganti l'efficacia della strategia osservativa, rispetto al controllo o alla pratica fisica, come facilitazione per l'apprendimento di tasks motori.
- **Tipologia di outcome:** sono stati considerati gli studi analizzanti l'effetto del movimento (variabili di performance del task) e la dinamica del movimento (variabili cinematiche e cinetiche).
- **Tipologia di follow up:** sono stati inclusi studi registranti l'outcome nella fase di retention (immediata, giorni o settimane) o transfer (nuovo contesto).

2.3 Raccolta, estrazione, analisi e sintesi dei dati

Raccolta. L'iter che ha condotto alla realizzazione dell'elaborato ha coinvolto 2 fisioterapisti esperti nella riabilitazione dei disordini muscoloscheletrici con competenze nell'ambito dell'evidence based medicine. Un revisore (AG) ha sviluppato e condotto la ricerca secondo le strategie precedentemente descritte andando a selezionare, sulla base di titolo ed abstract, gli studi rispettanti i criteri di inclusione (tipologia di studio, partecipanti, intervento e comparazione, misure d'outcome) ed ha acquisito i full text degli studi inclusi. Per incrementare l'accuratezza della procedura, un secondo revisore (RG) ha controllato la strategia di ricerca ed i risultati della stessa autonomamente. E' stata raggiunta un'intesa sugli studi da includere prima di procedere con l'estrazione e l'analisi dei dati, riportando in percentuale il disaccordo tra i due.

Estrazione ed analisi. Da ogni lavoro incluso, si sono ottenute le informazioni riguardanti il disegno di studio, l'obiettivo, la dimensione campionaria, le caratteristiche dell'intervento e del controllo, l'outcome, il follow up ed i risultati

conseguiti. Sono stati contattati gli autori degli elaborati per chiarificazioni, o richieste di materiali, qualora necessario.

Sintesi. Servendosi di media (mean scores) e deviazione standard (standard deviations), la dimensione dell'effetto (effect size) di ogni paper è stata riportata come intervallo di confidenza (confidence intervals) o, qualora non possibile, come livello di significatività statistica (p values < .05). I dati sono stati sintetizzati servendosi di tabelle e grafici.

2.3 Criteri di valutazione degli studi

La revisione sistematica di Olivo SA et al. del 2008 (Olivo S.A. et al., 2008) ha messo in evidenza, quali strumenti per l'analisi di RCT e CT con il più alto indice di affidabilità, la PEDro e Jadad scale.

Per l'analisi, in questa revisione, si è scelto di usare solamente la PEDdro, poiché la scala di Jadad considera come outcome il parametro "dolore", che esula dall'ambito della nostra indagine.

PEDro Scale. Si tratta di uno strumento sviluppato dal Centre for Evidence Based Practice in Australia per la valutazione della validità interna degli RCT e CT e per rendere interpretabili i dati estrapolati da questi. Non vengono invece considerate la validità esterna e la misura dell'effetto del trattamento eventualmente descritto nello studio. La PEDro Scale *(vedi Allegato 1)* presenta alti valori di affidabilità (Kappa ranged from k= .611 to .88; interrater reliability ICC= .39 to .91) (Olivo S.A. et al., 2008) La scala presenta 10 items, ciascuno dei quali può essere valutato presente nello studio (punteggio: 1), oppure assente (corrisponde al punteggio: 0). Il punteggio massimo è 10. I punti vengono assegnati per gli ambiti della eventuale cecità (qualora siano "in cieco" sia i partecipanti, i terapisti che i valutatori, i punti assegnati saranno 3); per l'ambito della randomizzazione (2 punti in presenza di random and concealed allocation); la presentazione dei dati (lo studio otterrà 3 punti qualora siano presenti baseline similarity of groups, between –group statistical comparison for at least 1 key outcome, point and variability estimates); analisi dei dati (1 punto per la presenza

di intention to treat); infine, verrà assegnato 1 punto nel caso lo studio presenti un adeguamento al follow-up (tabella 1).

Foley (Higgings JPT et al., 2009) ha proposto un sistema per interpretare la qualità dei papers, basandosi sul punteggio della PEDro Scale e li ha classificati nel modo che segue:

- ***"excellent":score da 9 a 10***
- ***"good": score da 6 a 8***
- ***"fair": score da 4 a 5***
- ***"poor": score < a 4***

Tabella 1

PEDro Scale		
	Criteri di valutazione	score
Crit.1	I criteri di eleggibilità dei pazienti sono specificati	0-1
Crit.2	I pazienti sono assegnati a diversi gruppi in modo random	0-1
Crit.3	L'assegnazione al gruppo sperimentale o di controllo è celata	0-1
Crit.4	Al baseline i gruppi sono simili rispetto ad i più importanti indicatori prognostici	0-1
Crit.5	Attuato il cieco in tutti i pazienti	0-1
Crit.6	Attuato il cieco in tutti i terapisti che eseguono il trattamento	0-1
Crit.7	Attuato il cieco di tutti i valutatori che misurano uno o più outcome	0-1
Crit.8	Le misure per uno o più outcome sono ottenute da più del 85% dei soggetti inizialmente collocati nei gruppi controllo,	0-1
Crit.9	Tutte le informazioni disponibili in uno o più outcome, sia per il trattamento sperimentale che per le condizioni di controllo, sono analizzate secondo "intention-to-treat"	0-1
Crit.10	I risultati della comparazione intergruppi sono riportati per uno o più out come	0-1
Crit.11	E' fornito il "point estimate" e le misure della variabilità di entrambi i gruppi.	0-1

3.RISULTATI

3.1 Descrizione degli studi

Il flusso di ricerca nel quale viene illustrato l'intero processo di selezione degli studi ed i criteri utilizzati a tal fine, è rappresentato come diagramma di flusso nella figura 3.1.

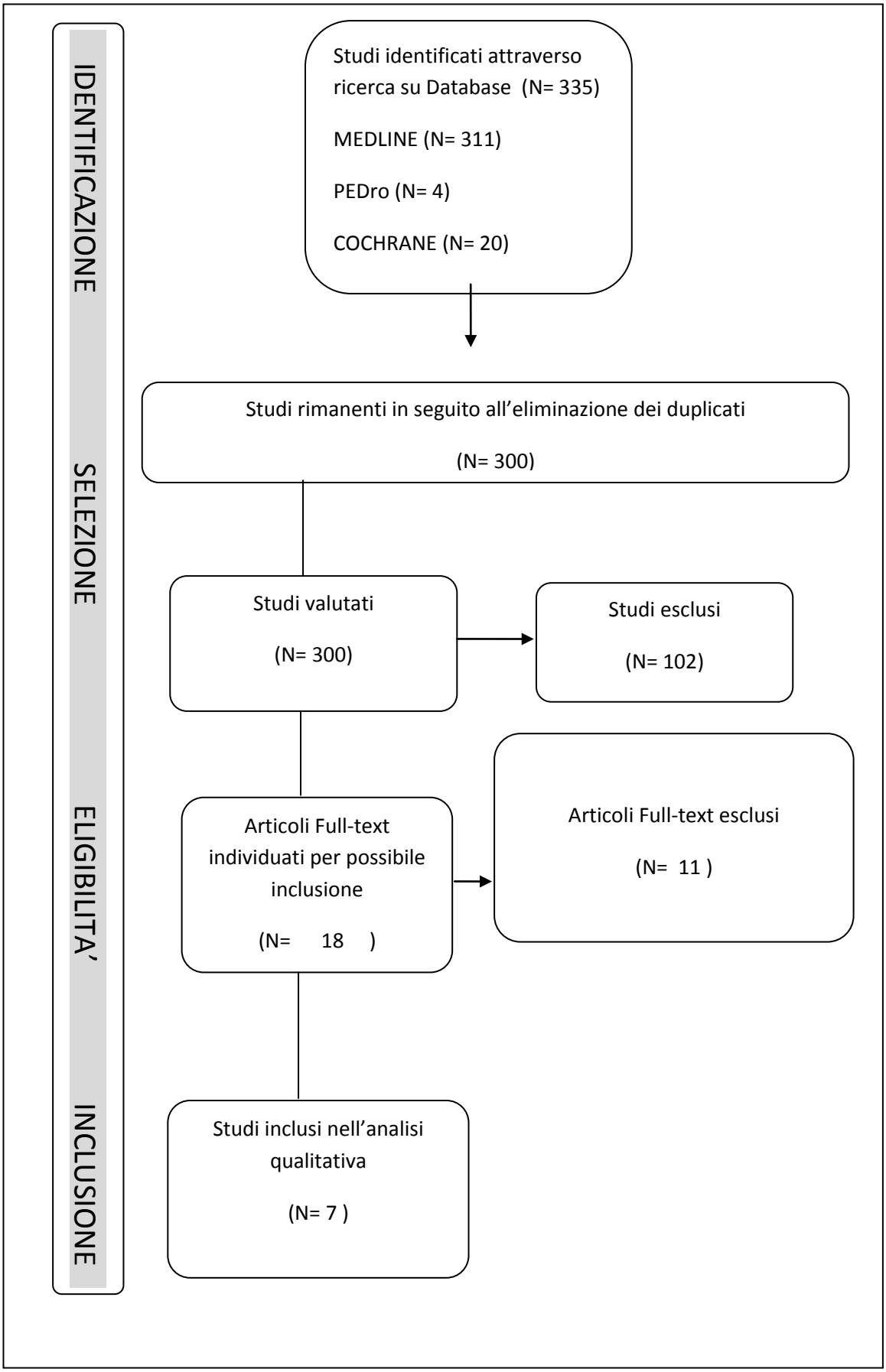
La ricerca su banche dati informatizzate ha identificato 335 studi, di cui 35 sono stati scartati perché ripetuti più di una volta, evidenziando così un totale di 300 articoli potenzialmente inclusibili nella revisione. All'interno dell'*Allegato 1.* è possibile visualizzare le parole chiave e le stringhe di ricerca utilizzate, con i rispettivi risultati.

Sulla base della lettura di titolo ed abstract si sono esclusi 102 articoli, basandosi sui criteri riportati in *allegato 2* .

I full text dei 18 studi rimasti, passibili di inclusione, sono stati reperiti attraverso la banca dati a distanza dell'Università degli Studi di Genova e poi esaminati, arrivando ad escluderne ancora 11 attraverso i criteri riportati nella tabella in *allegato 2*.

Al termine della ricerca, dunque, si sono evidenziati 7 articoli (Porro C. et al., 2007; Tia B. et al., 2010; Bellelli G. et al., 2010; Weeks D.L. et al., 2000; Salama I.M. et al., 2011; Black C.B. et al., 2000; Blandin Y. Et al., 2000) rilevanti ai fini della revisione dato che ne soddisfacevano sia i criteri di esclusione che di inclusione. Sugli stessi è poi stata condotta una approfondita analisi metodologica.

Figura 3. 1


IDENTIFICAZIONE
SELEZIONE
ELIGIBILITA'
INCLUSIONE
Studi identificati attraverso ricerca su Database (N= 335)
MEDLINE (N= 311)
PEDro (N= 4)
COCHRANE (N= 20)
Studi rimanenti in seguito all'eliminazione dei duplicati
(N= 300)
Studi valutati
(N= 300)
Studi esclusi
(N= 102)
Articoli Full-text individuati per possibile inclusione
(N= 18)
Articoli Full-text esclusi
(N= 11)
Studi inclusi nell'analisi qualitativa
(N= 7)

3.2 Descrizione dei partecipanti

I 7 lavori scientifici utilizzati per la stesura della revisione (Porro C. et al., 2007; Tia B. et al., 2010; Bellelli G. et al., 2010; Weeks D.L. et al., 2000; Salama I.M. et al., 2011; Black C.B. et al., 2000; Blandin Y. Et al., 2000) hanno coinvolto 270 soggetti[1] con una media di 45 soggetti per studio. Il range delle età dei partecipanti è stato compreso tra i 19-72 anni. Del totale dei soggetti inclusi, la maggioranza è costituita dai 210 studenti universitari sani, mentre i rimanenti 60 sono anziani ricoverati in un reparto di riabilitazione in seguito ad intervento protesico di ginocchio o femore. Escludendo 3 lavori (Blandin Y. Et al., 2000; Black C.B. et al., 2000; Weeks D.L. et al., 2000) che non esplicitano la numerosità dei sottogruppi, il numero totale dei partecipanti negli altri 4 (Porro C. et al., 2007; Tia B. et al., 2010; Bellelli G. et al., 2010; Salama I.M. et al., 2011) è stato suddiviso così:

- Gruppi di osservazione - 83 partecipanti;
- Gruppi di esecuzione pratica – 57 partecipanti;
- Gruppi di controllo – 19 partecipanti;
- Gruppo di mental imagery – 9 partecipanti.

3.3 Descrizione del task

5 studi (Porro et al., 2007; Salama et al., 2011; Blandin et al., 2000; Black et al., 2000; Weeks et al., 2000) hanno presentato tasks osservativi che coinvolgono l'arto superiore. Nel lavoro di (Porro C. et al., 2007) si è trattato di un movimento di abduzione tra due dita contro una resistenza, Salama e colleghi hanno utilizzato la pressione della mano sulla barra di un dinamometro, Blandin (Blandin Y. et al., 2000) una serie di tessere target da abbattere, mentre nello studio di Black e colleghi (Black C.B. et al., 2000) il compito è stato digitare sulla tastiera di un computer mentre in quello di Weeks (Weeks D.L. et al., 2000) sono stati proposti dei servizi di pallavolo.

Negli altri 2 articoli (Tia et al., 2010; Bellelli et al., 2010) il tipo di task proposto è stato funzionale ed ha coinvolto movimenti globali come il cammino ed i passaggi

posturali per Tia (Tia B. et al., 2010) ed esercizi attivi per il recupero del cammino per Bellelli (Bellelli G. et al., 2010).

La durata media degli interventi sperimentali considerati è stata di 6 giorni (range 1-18). Nello studio di Porro (Porro C. et al., 2007) ciascuno dei 3 esperimenti ha avuto una durata di 2 settimane per 12 giornate effettive di training, ciascuna delle quali prevedeva la realizzazione/osservazione di 25 singoli tasks di cui non viene riportata la durata. L'esperimento di Bellelli (Bellelli G. et al., 2010) si è svolto nell'arco temporale di 3 settimane con training per 6 giorni a settimana comprensivi di 1 ora di fisioterapia convenzionale quotidiana ed una seduta aggiuntiva di 24 minuti. Nella prima parte aggiuntiva-sperimentale veniva effettuata terapia osservazionale somministrando 4 video di 2 min ciascuno ed i 16 min successivi erano dedicati alla pratica dei movimenti appena visualizzati. Il protocollo di Tia (Tia B. et al., 2010) prevedeva la visualizzazione di 40 video al giorno per una durata di 10 min totali ed a seguire alcune domande, rivolte ai partecipanti, sulle caratteristiche qualitative dei movimenti visualizzati (le settimane di esperimento erano state 3). Lo studio di Salama (Salama I.M. et al., 2011) aveva avuto la durata di un solo giorno, nel quale la pratica fisica era stata richiesta in contemporanea alla visualizzazione di 60 video costituiti da microsequenze di 5 sec . Anche la parte sperimentale del lavoro di Blandin (Blandin Y. et al., 2000) si svolgeva in un giorno e prevedeva 36 trials di abbattimento di barriere con limite temporale d'esecuzione fissato a 1500 ms. Black e colleghi (Black C.B. et al., 2000) avevano fatto eseguire 72 trials di digitazione in una singola giornata ad intervalli temporali determinati (700, 900, 1100 msec) mentre Weeks (Weeks D.L. et al., 2000) nell'arco temporale di un giorno avevano fatto eseguire 30 servizi di pallavolo (nessuno tra i due autori riporta la durata specifica del task proposto).

3.4 Descrizione out come

Gli outcome degli elaborati considerati hanno riguardato le seguenti variabili di performance del task : media della massima forza isotonica ed ampiezza

di potenziali motori evocati (Porro et al. 2007), stato funzionale ed assegnazione correlata di un ausilio per il cammino (Bellelli et al., 2010), kg di forza espressa sulla barra di un dinamometro (Salama I.M. et al., 2011). Lo studio di Tia (Tia et al., 2010;) aveva considerato invece numerosi outcome: correttezza delle domande poste ai partecipanti sui video, velocità del passo, lunghezza del passo, frequenza del passo, durata dei passaggi posturali STS e BTS dei partecipanti. Nello studio di Blandin (Blandin et al., 2000) si erano valutati absolute costant error (CE), variable error (VE), bias in estimation error; nel lavoro di Black (Black et al., 2000) il relative timing error (RTE), absolute timing error (E), absolute difference estimation error (ADE).

3.5 Descrizione del follow up

Gli studi di Blandin (Blandin et al., 2000) e Weeks (Weeks et al., 2000) hanno previsto un doppio follow up: ravvicinato alla fase di acquisizione (rispettivamente a 10 e 5 min di distanza) ed a distanza di 24h e 48 ore facendo riprodurre il task, come anche per Black (Black et al., 2000) che aveva impostato l'unico retention test a 24 h dal trial. Per gli altri elaborati, si è considerato follow up l'ultimo momento di valutazione, anche se attuato immediatamente dopo la sessione di training: nel lavoro di Porro (Porro C. et al., 2007) si è avuta la valutazione finale il giorno seguente a 6 giornate di prove; l'ultima valutazione per Bellelli (Bellelli G. et al., 2010) si è tenuta alla fine della terza settimana di esperimento, così come è avvenuto nello studio di Tia (Tia B. et al., 2010). La variabile del follow up non è stata ricavabile dall'elaborato di Salama (Salama I.M. et al., 2011), poiché gli outcome erano stati registrati in modo istantaneo rispetto alla loro produzione, durante lo svolgimento del training.

3.6 Rischio di bias negli studi inclusi

Il PEDro score dei 7 studi analizzati è compreso in un range da 2 a 8 su 10, con una media di punteggio di 4 (tabella 2). Un solo lavoro è stato considerato

"good" (Bellelli G. et al., 2010); 2 come "fair" (Porro C. et al., 2007; Tia B. et al., 2010) e 4 studi come "poor" (Weeks D.L. et al., 2000; Salama I.M. et al., 2011; Black C.B. et al., 2000; Blandin Y. Et al., 2000) . Nessuno è stato classificato "excellent". In tutti e 7 gli studi vi è la mancanza del cieco dei somministratori e dell' intention to treat (100%). In 6 studi non è stata riportata la cecità dei valutatori e l'assegnazione celata al gruppo sperimentale o di controllo (85%).

La cecità dei pazienti è mancata in 5 elaborati (71%), l'assegnazione dei partecipanti ai gruppi in modo randomizzato in 4 studi(57%). 3 studi (43%) non presentavano omogeneità al baseline dei gruppi, ed il reperimento di informazioni sull'outcome almeno nell'85% dei partecipanti. Due elaborati non hanno presentato i risultati della comparazione intergruppi ed il "point estimate" con le misure di variabilità dei gruppi (1/7-14%). 2 criteri su 77 (2,5%) hanno richiesto la discussione per raggiungere il consenso tra i valutatori.

Tabella 2

STUDI	Cr.1	Cr.2	Cr.3	Cr.4	Cr.5	Cr.6	Cr.7	Cr.8	Cr.9	Cr.10	Cr. 11	SCORE
Porro CA, Facchin 2007	1	1	0	1	0	0	0	1	0	1	1	5/10
Tia B, Mourey F, 2010	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	4/10
Salama IM, Turner S, 2011	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	2/10
Weeks DL, Anderson LP. 2000	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	3/10

Blandin Y, Proteau L. 2000	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	3/10
Black CB, Wright DL. 2000	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2/10
Bellelli G, Buccino G, 2010	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	8/10

3.5 Prove di efficacia

I 7 studi che compongono la revisione sono riportati nell'*allegato 4.* come tavola sinottica in cui compaiono PEDro score, disegno di studio ed obiettivo, caratteristiche dei partecipanti e numerosità del campione, intervento somministrato, la comparazione tra gli eventuali gruppi, gli outcome considerati, follow up e risultati con corrispondente significatività statistica.

3.2.1 Utilizzo delle strategie osservative

Incremento della forza isometrica in seguito ad un training di osservazione . Gli studi che hanno valutato l'effetto di strategie osservative sulla variazione della forza muscolare isometrica, sono 2

- Porro e colleghi (Porro C. et al., 2007) hanno sottoposto 82 soggetti sani con arto superiore dominante destro a tre diversi esperimenti suddivisi in 3 gruppi da 27, 28 e 27 partecipanti rispettivamente.

  Nel 1° Esperimento i 27 soggetti erano a loro volta suddivisi in modo random in un gruppo MOV che eseguiva un compito di abduzione tra secondo e terzo dito della mano contro la resistenza di una banda

elastica . L'altro gruppo OBS osservava i soggetti del gruppo MOV senza eseguire alcun gesto.

Il terzo gruppo di controllo denominato CONT non eseguiva e non assistiva al training. L'outcome di cui veniva monitorata la variazione nel tempo era la media della massima forza isotonica espressa durante il movimento di abduzione tra secondo e terzo dito. Tutti i partecipanti erano valutati separatamente

- al Baseline
- alla fine della prima giornata del training pratico, di osservazione oppure di non esecuzione (valutazione EARLY)
- il giorno seguente all'ultima sessione di training, osservazione oppure controllo (valutazione LATE).

Alla valutazione LATE si è evidenziato un aumento della media del picco di forza isotonica alle dita della mano destra soltanto nei due gruppi MOV ed OBS, mentre la forza del gruppo di controllo era rimasta invariata.
L'aumento per il gruppo di movimento che aveva eseguito il compito di allenamento era approssimativamente del 50% ($p<.001$), mentre per il gruppo di osservazione dell'azione, inferiore, pari al 32% ($p<.001$).
Nel 2° Esperimento 28 soggetti diversi dai partecipanti al primo, venivano suddivisi ulteriormente in 3 gruppi randomizzati, uno che eseguiva fisicamente (gruppo MOV), uno che osservava (gruppo OBS) e l'altro che non eseguiva né osservava (gruppo CONT) un compito di abduzione tra secondo e quinto dito della mano destra.
I partecipanti del gruppo MOV erano seduti con l'avambraccio immobilizzato all'interno di uno splint di polso ed un trasduttore di forze misurava la contrazione muscolare mentre i soggetti del gruppo OBS assistevano. Erano richiesti movimenti alla massima contrazione isometrica possibile.
Venivano attuate due valutazioni:

- al Baseline il giorno precedente a quello di inizio del training
- finale (LATE), il giorno seguente al termine del training.

Confrontando i dati registrati al Baseline rispetto alla valutazione finale il parametro-outcome della massima forza isometrica espressa era aumentata del 15% nei gruppi MOV ($p<.05$) ed OBS ($p<.01$), mentre non si apprezzavano cambiamenti nel gruppo di controllo.

Nel 3° Esperimento vi era la suddivisione randomizzata, ancora in tre gruppi, dei 27 partecipanti che non provenivano dai campioni degli studi precedenti. Oltre ad un gruppo di movimento (MOV) e di osservazione (OBS), in questa sessione sperimentale vi era un gruppo di Mental Imagery (IMA group).

Veniva effettuata un'acquisizione al Baseline dei Potenziali evocati Motori (MEPs) a provenienza dal primo interosseo dorsale (FDI) della mano destra mentre i soggetti erano a riposo; veniva poi localizzato sullo scalpo il punto che stimolato magneticamente dava le più alte risposte evocate a livello muscolare sull'FDI e tale punto veniva chiamato "hot spot". Il giorno seguente alla valutazione iniziale con TMS, si iniziava con la sessione di training, costituita per il gruppo di MOV dal protocollo già eseguito nel 1° esperimento, di abduzione tra il secondo e terzo dito della mano contro la resistenza di una banda elastica per 6 giorni consecutivi, mentre il gruppo OBS osservava. Il gruppo IMA, anch'esso per 6 giorni consecutivi, si posizionava seduto rilassato e, senza eseguire alcun movimento, svolgeva un task di immaginazione motoria dello stesso movimento.

Una volta terminata la sessione di training sperimentale tutti i gruppi, il giorno successivo, si sottoponevano ad un'altra valutazione con TMS (LATE), durante la quale veniva richiesto a ciascuno di riprodurre il proprio compito (i partecipanti del gruppo OBS ed IMA erano monitorati con un oscilloscopio a livello del primo flessore interosseo dorsale, per appurare che non si muovessero durante la prova).

Era dunque possibile comparare gli effetti di eccitabilità corticale fra i tre gruppi partecipanti allo studio mentre eseguivano i tre compiti rispetto al Baseline in cui si trovavano in condizioni di riposo.

La percentuale maggiore di aumento dell'eccitabilità corticale si apprezzava nel gruppo di movimento MOV (+408 e + 430%) ($p<0001$); seguiva il gruppo di mental imagery IMA (+194 e +216%) ($p<0001$), mentre si notava l'aumento minore tra i partecipanti del gruppo di osservazione OBS (+51 e +48%) ($p<.05$).

- Nell'elaborato di Salama e colleghi (Salama I.M. et al., 2011) sono state studiate 18 studentesse richiedendo loro di apprendere il compito di stringere la barra di un dinamometro al 50% del proprio massimale di forza (valutato in precedenza) e di proseguire riproducendo il task durante la visione di alcuni filmati.

  In seguito alla fase di apprendimento, le partecipanti osservavano 60 video di attori che eseguivano lo stesso compito con il dinamometro, ma esercitando varie percentuali di forza, con lo scopo di creare situazioni di confondimento sulle osservatrici (0%; 50%; 100% del proprio massimale).

  Le pressioni erogate sul dinamometro dalle partecipanti durante la visione dei video venivano registrate da un esaminatore.

  Analisi mediante regressione lineare ha dimostrato che non vi è una significativa correlazione tra l'ordine di presentazione dei video e la risposta media di stretta sull'impugnatura e che non si realizza un effetto di affaticamento durante lo svolgimento della prova $F(1,59)=0.6$, $p=.46$; $r^2=.009$. L'analisi delle 2 misure media della forza massimale $F(2,34)=10.7$, ($p<.001$) e forza relativa $F(2, 34)=10.4$, ($p<.001$) hanno dimostrato la loro significatività confermandone la differenza. Si nota un'influenza dei video con le immagini di stretta massimale degli attori sull'azione prodotta dai partecipanti, che in questo caso veniva leggermente aumentata rispetto al target di pressione appreso in precedenza (situazione di incongruenza tra le percentuali espresse dalle partecipanti al 50% e quelle visualizzate nei video al 100%; $p<.05$). Non si

riscontrava invece nessuna influenza sulle osservatrici quando gli attori non stringevano la barra (0% della forza), oppure quando la stringevano con la stessa percentuale delle partecipanti (50%).

Influenza sul cammino e tempo di Sit-to-stand e Back-to-sit in un campione di soggetti anziani.

E' stato analizzato, per indagare tale ambito, un singolo studio.

- Tia e colleghi (Tia B. et al., 2010) hanno sottoposto 8 soggetti anziani sani ad un esperimento della durata complessiva di 3 settimane.
  Inizialmente veniva eseguita una valutazione percettivo-motoria la quale comprendeva la visione di sequenze di cammino, passaggi posturali seduto-in piedi (sit-to-stand STS) e in piedi-seduto (back-to-sit BTS) eseguite da attori. Ai partecipanti veniva richiesto di giudicare se tali sequenze video fossero "naturali"/ "corrette" oppure no (alcuni video erano proposti a velocità di cammino normale, rallentato, oppure accelerato; tutti presentati in modo random) . Veniva somministrata, inoltre, una valutazione motoria che prevedeva di camminare ripresi da un sistema di registrazione optoelettronico (Optojump system) e di alzarsi e sedersi da una sedia senza braccioli con un marker applicato al di sopra dell'acromion. Queste azioni dovevano essere compiute sia a velocità normale che alla massima velocità possibile. Seguivano poi 10 sessioni di training solo osservazionale in cui erano riproposti gli stessi video usati per la valutazione sensoriale. Venivano sottoposte inoltre le stesse domande sulle caratteristiche di correttezza e naturalità dei movimenti, ma stavolta con la fornitura del feedback da parte degli esaminatori.
  Al termine della sessione sperimentale, veniva eseguita una rivalutazione come da protocollo. Per quanto riguarda i risultati, si è ottenuto un effetto soffitto nel task percettivo di domande sui video, data la correttezza delle risposte già dalla prima valutazione (100%). Dalla valutazione motoria in seguito alla sessione di training nel compito di cammino a velocità normale si è osservato un aumento della velocità media dei partecipanti ($p<.001$),

con significatività rispetto all'effetto legato all'allenamento osservazionale ($p<.05$), una frequenza del passo anch'essa aumentata ($p<.05$), mentre non vi era alcun effetto riscontrato sulla lunghezza del passo ($p>.05$).

Dai risultati sul compito di cammino più veloce possibile, si è notato un effetto significativo nell'aumento della frequenza e della lunghezza del passo ($p<.001$). Per i movimenti di sit-to-stand e back-to-sit a velocità normale, durante l'alzata dalla sedia STS, si è notata una minor durata dell'attività ($p<.001$) e quindi un aumento verosimile del controllo motorio con timing dell'azione più razionale. Nel ritorno dalla stazione eretta a seduto, non si osservava nessuna variazione.

Incremento del recupero funzionale in seguito a chirurgia ortopedica.

E' stato analizzato, per indagare tale ambito, un singolo elaborato.

- Lo studio di Bellelli e colleghi (Bellelli G. et al., 2010) ha indagato le potenzialità di un trattamento di AOT (Action Observation Therapy) in associazione alla fisioterapia convenzionale sul recupero funzionale di 60 pazienti in esiti di chirurgia ortopedica. I soggetti sono stati suddivisi in modo random in 2 gruppi di 30 persone: CASE group sottoposto a trattamento convenzionale associato all'AOT; CONTROL group, esercitato in un trattamento aggiuntivo diverso dalla AOT con contenuti terapeutici neutri oltre alla terapia convenzionale. Un Fisiatra, in cieco, ha eseguito in quattro momenti (t0,t1,t2,t3), la valutazione dello stato funzionale di tutti i partecipanti affidando a ciascuno un ausilio a seconda del livello stabilito: livello più basso (deambulatore), livello intermedio (2 canadesi) sino alla singola canadese. Oltre alla seduta convenzionale di fisioterapia il CASE group ha osservato come trattamento aggiuntivo un video di esercizi svolti da un attore. Al termine del filmato ai soggetti veniva richiesto di riprodurre al meglio i movimenti appena visionati. Il CONTROL group osservava invece documentari geografici privi di riferimenti al movimento umano; successivamente eseguiva gli stessi movimenti attivi del gruppo CASE. Al termine delle 3 settimane dell'esperimento la valutazione ha

dimostrato punteggi ai test più alti tra gli appartenenti al CASE group rispetto al gruppo di controllo. In particolare si è registrato un incremento statisticamente significativo per gli indici di mobilità (F.I.M mobility subscore 5,4±3.7 mentre nel CONTROL group 2.2±2.8) (p=.002) e per la locomozione (F.I.M. locomotor sub score 7.4±2.3 nel CASE group e 5.5±1.3 nel CONTROL group (p=.001). Inoltre i partecipanti del gruppo sperimentale che t0 dimostravano un livello funzionale di partenza più basso, alla dimissione la maggior parte di loro (96.7%) aveva ottenuto l'assegnazione di una singola canadese e solo una minima percentuale (3.3%) di 2 canadesi. Di contro, nel gruppo di controllo, solo il 26.7% dei soggetti era in grado di utilizzare una canadese singola, mentre la maggior parte (73.3%) permaneva con due canadesi.

Efficacia delle strategie osservative associate ad individuazione e correzione di errori. *E' stato analizzato, per indagare tale ambito, un singolo studio*

- Nell'elaborato di Blandin e colleghi (Blandin Y. et al., 2000) 94 soggetti universitari sani sono stati impiegati, per un giorno, nell'esecuzione di 36 trials di abbattimento di barriere posizionate su di una pedana di legno, mediante la mano, ripartite in due sessioni. I partecipanti durante l'intervento sono stati randomizzati in 7 gruppi: un primo ha eseguito solo il task (physical practice); un secondo ha eseguito il task e ne ha stimato la qualità (physical practice + estimation); un terzo ha osservato soltanto l'esecuzione svolta da principianti (beginner observation); un quarto ha osservato l'esecuzione svolta da principianti e ne ha stimato la qualità (beginner observation + estimation); un quinto ha osservato l'esecuzione del task svolto da professionisti (perfect observation); un sesto ha osservato l'esecuzione del task svolto da professionisti e ne ha stimato la qualità (perfect observation + estimation). Un ultimo gruppo è entrato nell'esperimento dalla seconda sessione (control). Gli outcomes analizzati hanno riguardato le misure di accuratezza della produzione del

movimento (absolute constant error CE; variable costant error CE); e le misure di stima dell'errore (bias in estimation errors). Il follow up si è svolto mediante l'esecuzione di 12 trials senza istruzioni eseguiti dopo 10 minuti (retention I°) e dopo 24 ore post acquisizione (retention II°). L'associazione tra pratica fisica ed osservazione si è dimostrata risultare in una più stabile ed efficace rappresentazione dei parametri del movimento rispetto alla sola pratica fisica (*CE F(3,90)=6.87, p<.05*). La capacità di identificazione e di correzione dell'errore si è comprovata essere uguale nel gruppo che esegue e nel gruppo che osserva *(error detection F(3,48)=1.56, p<.05; error correction F(3,48)=3.97, p<.05).*

Efficacia delle strategie osservative e della loro combinazione con l'esecuzione pratica del gesto.

Gli studi che hanno valutato l'efficacia delle strategie osservative e della loro combinazione con l'esecuzione pratica del gesto sono 2 (Black C.B. et al., 2000; Weeks D.L. et al., 2000)

- Black e colleghi (Black C.B. et al., 2000) nell'esperimento I°, hanno impiegato 45 soggetti sani, per un giorno, nell'esecuzione di 72 trials di digitazione sulla tastiera di un computer, mediante dito indice destro, di tre sequenze numeriche somministrate ad intervalli temporali di 700, 900, 1100 msec. Allo stesso tempo è stato richiesto di stimare la loro percezione dell'errore. I soggetti durante l'intervento sono stati allocati senza randomizzazione, in tre gruppi. Il primo, dopo aver ricevuto istruzioni, ha eseguito il task nell'acquisizione e nel retention test (physical); il secondo, dopo l' istruzione, ha osservato l'esecuzione del task e lo ha prodotto al retention test (observational); il terzo ha prodotto il task, senza ricevere alcuna istruzione, al retention test (no practice). Gli outcomes valutati hanno riguardato misure di accuratezza della produzione di movimento (Relative timing error RTE; Absolute timing error E), e misure di stima dell'errore (Absolute difference score AD). Il follow up si è svolto 24 ore post training attraverso 12 trials svolti senza istruzioni (retention test). La capacità di identificare gli errori e di correggerli durante l'esecuzione si evince essere superiore nel gruppo physical ed observational rispetto al

no practice durante la ritenzione (*E: F(2,42)=8.23, p<.01; AD: F(2,42)=7.74, p<.01*). Non si sono rilevate differenze tra questi ultimi due gruppi. Nel II° Esperimento altri 45 soggetti sono stati reclutati. Il task sottoposto è stato simile a quello precedentemente analizzato, ma con carichi cognitivi inferiori in quanto le sequenze numeriche sono state somministrate costantemente ogni 900 msec. Gli outcome analizzati ed il timing del follow up sono stati gli stessi dell'esperimento appena esposto. Nuovamente il gruppo physical ed observational hanno evidenziato i migliori outcome rispetto al no practice (*RTE: F(2,42)=14.90, p<.01; E: F(2,42)=16.70, p<.01; AD: F(2,42)=9.96, p<.01*). Non si sono segnalate differenze tra questi ultimi due gruppi. Nel III° Esperimento 39 soggetti sono stati reclutati. Il task sottoposto è stato simile all'esperimento II°, tuttavia al retention test si è chiesto ai soggetti di valutare la performance di un soggetto estraneo allo studio. La stima della performance si è dimostrata essere inferiore sia nel gruppo physical che nel gruppo observational rispetto al gruppo no practice (AD *high performance error: F(2,36)=5.33, p<.01; AD low performance error: F(2,36)=7.56, p<.01)* senza differire tra questi due.

- Nello studio di Weeks e colleghi (Weeks D.L. et al., 2000) sono stati allenati 30 soggetti universitari, per un giorno, in 30 trials di servizi di pallavolo. I partecipanti durante l'intervento sono stati randomizzazioni in tre gruppi: un primo ha visionato 10 dimostrazioni e poi ha svolto tutta la pratica fisica (all pre practice); un secondo ha ricevuto una dimostrazione ogni 3 prove pratiche (interspersed demonstration); un terzo ha ricevuto 5 dimostrazioni prima di iniziare la pratica e poi altre 5 ripartite in 1 ogni 3 trials svolti (combination group). Gli outcome analizzati hanno riguardato lo score (form score) e l'accuratezza (accuracy score) del task eseguito. Il follow up si è tenuto dopo 5 minuti (retention I°) e dopo 48 ore (retention II°) post acquisizione mediante 10 trials svolti senza istruzioni. Soltanto il combination group ha evidenziato una performance statisticamente significativa nel retention I° (*form score F(2,33)=4.17, p=.024)* e II° (*form*

score F(2,33)=7.76, p=.002); inoltre è stato il solo a dimostrare correlazione tra forma e accuratezza (*Pearson correlation coefficient (r)=0.741, p<.05)*

4.DISCUSSIONI

4.1 Criticità degli studi analizzati

Validità interna. Il rischio di bias influenza tutti gli items di validità interna inficiando e rendendo deboli le prove di efficacia di questa revisione.

Selection bias sono presenti in assenza di randomizzazione dei soggetti ai gruppi di studio (Tia B. et al., 2010; Salama I.M. et al., 2011; Blandin Y. et al., 2000; Black C.B. et al., 2000) o nel mancato occultamento nell'assegnazione dei componenti al trattamento sperimentale e di controllo (Porro C. et al., 2007 ; Tia B. et al., 2010; Salama I.M. et al., 2011; Weeks D.L. et al., 2000; Black C.B. et al., 2000; Blandin Y. et al., 2000).

Performance bias si sono riscontrati negli studi privi di cecità dei somministratori dell'intervento e del controllo (Porro C. et al., 2007; Tia B. et al., 2010; Weeks D.L. et al., 2000; Salama I.M. et al., 2011; Black C.B. et al., 2000) e dei partecipanti allo studio (Porro C. et al., 2007; Tia B. et al., 2010; Salama I.M. et al., 2011; Black C.B. et al., 2000; Blandin Y. et al., 2000; Salama I.M. et al., 2011; Black C.B. et al., 2000; Blandin Y. et al., 2000).

In presenza di mancato cieco dei valutatori degli outcome oggetto di indagine (Porro C. et al., 2007; Tia B. et al., 2010; Bellelli G. et al., 2010; Weeks D.L. et al., 2000; Salama I.M. et al., 2011; Black C.B. et al., 2000; Blandin Y. et al., 2000) si sono rilevati *detection bias*.

L'assenza di analisi secondo intention-to-treat (Porro C. et al., 2007; Tia B. et al., 2010; Bellelli G. et al., 2010; Weeks D.L. et al., 2000; Salama I.M. et al., 2011; Black C.B. et al., 2000; Blandin Y. et al., 2000) e il mancato reperimento delle informazioni da parte di almeno l'85% dei soggetti (Weeks D.L. et al., 2000; Blandin Y. et al., 2000; Black C.B. et al., 2000;) hanno rappresentato degli *attrition bias*.

Una *ulteriore fonte di bias* è data dalla mancanza di omogeneità per i principali indicatori di outcome tra i partecipanti al baseline (Weeks D.L. et al., 2000; Blandin Y. et al., 2000 ; Black C.B. et al., 2000).

Validità esterna. Gli studi analizzati in questa revisione presentano delle limitazioni di validità esterna potenzialmente inficianti la generalizzazione dei risultati ai contesti clinici quotidiani.

Caratteristiche dei partecipanti: solo 1 lavoro analizza soggetti con disfunzioni muscolo scheletriche (Bellelli G. et al., 2010) ed 1 su soggetti anziani sani (Tia B. et al., 2010); gli altri 5 articoli (Porro C. et al., 2007; Salama I.M. et al., 2011; Black C.B. et al., 2000; Blandin Y. et al., 2000; Weeks D.L. et al., 2000) utilizzano un campione selezionato di studenti universitari, giovani, sani e neofiti nei confronti del compito motorio da apprendere. Questo aspetto si discosta dall'etereogeneità della clinica quotidiana e dalle caratteristiche estremamente differenziate dei pazienti, i quali presentano età, fattori di rischio biopsicosociali, quadri eziopatologici, attività lavorative e professionali nonchè livelli di esperienza rispetto al compito proposto, per la maggior parte dei casi disomogenei tra loro.

Caratteristiche dell'intervento: in 4 lavori (Porro C. et al., 2007; Salama I.M. et al., 2011; Black et al., 2000; Blandin Y. et al., 2000) si sono fatti osservare tasks artificiali, costruiti e fatti eseguire dai gruppi che fungevano da modelli in laboratorio al fine di essere più facilmente monitorizzati nei singolo parametri; compiti semplici che non richiedevano tempi lunghi di apprendimento, in modo da diminuire inoltre i tempi di indagine sul campione dei partecipanti (abduzione tra due dita della mano, pressione sulla barra di un dinamometro, abbattimento di barriere di legno, digitazione stereotipata sui tasti di un computer). Ciò si allontana dalla complessità dei compiti richiesti invece in ambito di setting riabilitativo, dove l'obiettivo è la riproduzione di attività da inserire nella vita quotidiana e la strutturazione di esercizi "ecologici" caratterizzati da variabilità e personalizzazione, nei quali i gradi di libertà siano numerosi ed il numero di ripetizioni bilanciato sulle possibilità del singolo paziente.

Caratteristiche del setting: i 4 lavori (Porro C. et al., 2007; Salama I.M. et al., 2011; Black C.B. et al., 2000; Blandin Y. et al., 2000) sono stati svolti in ambienti di laboratorio controllati, servendosi di strumentazioni tecnologiche per monitorizzare l'esecuzione dell'esperimento, con il controllo di tutte le possibili variabili interferenti. Nei

contesti terapeutici è improbabile disporre di dispositivi altrettanto complessi e capaci di controllare i molteplici fattori in grado di generare errori .

Caratteristiche degli outcomes: La tipologia degli outcome di risultato usati nei 4 elaborati (Porro C. et al., 2007 Salama I.M. et al., 2011; Black C.B. et al., 2000; Blandin Y. et al., 2000) e quella utilizzata nella pratica clinica spesso differiscono per il fatto che in quest'ultimo ambito le dimensioni più importanti da considerare sono il superamento delle menomazioni funzionali e strutturali (impairments), delle limitazioni nelle attività della vita quotidiana (disabilities) e delle restrizioni nella partecipazione sociale (partecipation), in modo da valutare in senso globale la capacità del paziente di inserire le competenze acquisite durante il training nel suo ambiente di vita.

4.2 Effetti dell'action observation AO sulla performance e sul motor learning

*Sono 6 su 7 (*Porro C. et al., 2007; Tia B. et al., 2010; Bellelli G. et al., 2010; Weeks D.L. et al., 2000; 2011; Black C.B. et al., 2000; Blandin Y. et al., 2000) *gli articoli revisionati che apportano evidenze sull'efficacia delle strategie osservazionali di influire su un apprendimento duraturo dei tasks proposti.*

Questa revisione è la prima che valuta qualitativamente il ruolo delle strategie osservative durante la performance e l'apprendimento di tasks motori in soggetti sani e con disordini muscolo scheletrici. Essa, in linea con le tendenze presenti nel panorama riabilitativo (Rossettini et al.,2011), rappresenta un iniziale input per la ricerca volto ad indagare la pianificazione dell'esercizio terapeutico evidence-based.

Soltanto 1 lavoro (Salama I.M. et al., 2011) ha studiato l'effetto dell'action observation sulla performance somministrando la strategia istantaneamente rispetto alla produzione del task. Altri 4 studi (Porro et al.,2007 ; Tia et al., 2010 ; Bellelli et al., 2010 ; Weeks et al. 2000) hanno dimostrato un effetto significativo della strategia osservativa sull'apprendimento motorio; Porro e colleghi (Porro et al.,2007) hanno eseguito

una valutazione al termine del primo giorno di training senza riscontrare variazioni dell'outcome di forza isotonica rispetto al baseline. La valutazione finale post-training dopo 6 giorni ha riportato modifiche del comportamento motorio interpretate come apprendimenti stabili/motor learning. I 2 lavori di Tia e Bellelli (Tia et al.,2010 ; Bellelli et al.,2010), con la valutazione post-training al termine di 3 settimane, hanno riportato un incremento del controllo motorio, l'aumento di accuratezza e funzionalità dei movimenti nei partecipanti.
Il training sperimentale descritto da Weeks (Weeks et al.,2000) che prevedeva un follow up a distanza di 48 ore dalle sessioni di training, ha dimostrato una certa stabilità degli effetti ottenuti con l'addestramento in fase di ritenzione imputabile a modifiche del learning.
Nei lavori di Black (Black C.B. et al., 2000) e Blandin (Blandin Y. et al., 2000) il follow up è stato somministrato a 24 ore dal training. Tuttavia la breve durata delle loro fasi di acquisizione (1 giorno) limita l'attendibilità dei risultati in relazione alla stabilità della traccia motoria appresa.

4.3 Action observation e pratica fisica

Si è riscontrata una superiorità della pratica fisica da sola rispetto all'AO, ma vi sono evidenze di risultati superiori nell'apprendimento di tasks motori combinando tra loro le due strategie di training.

Per quanto riguarda il rapporto tra action observation e pratica fisica, 2 studi (Weeks et al.,2000; Bellelli et al.,2010) hanno riportato evidenze sull'efficacia delle tecniche combinate e superiorità dell'unione di queste due rispetto all'uso singolo di ciascuna. Blandin e colleghi (Blandin et al.,2000) confermano questo assunto dichiarando che un programma associato di pratica fisica ed osservativa è più efficace della sola pratica fisica ma definendo questo vantaggio modesto. Da 2 elaborati (Porro C. et al., 2007; Black C.B. et al., 2000) si è ricavato invece che, a parità di tempo di training, la pratica fisica è superiore alla pratica osservazionale. L'inferiorità della pratica osservazionale è stata riscontrata anche rispetto all'immagine motoria (mental imagery). Tuttavia la strategia osservazionale permette un riconoscimento degli errori di timing

molto simile a quello dato dalla pratica ed ha il vantaggio di poter essere usata in situazioni di immobilità forzata (Bellelli et al.,2010).

4.4 Momenti di somministrazione dell'AO

Le maggiori evidenze di efficacia della strategia osservazionale si sono ottenute fornendo la OA prima della pratica e poi in intervalli all'interno della fase di esecuzione del training.

All'interno di 3 articoli (Bellelli G. et al., 2010; Weeks D.L. et al., 2000; Blandin Y. et al., 2000) è stata fornita un' indicazione temporale per l'inserimento dell'AO nel programma di trattamento: Weeks (Weeks D.L. et al., 2000) aveva somministrato la strategia in modo concentrato prima di una sessione di pratica fisica intervallata a sua volta da altre sessioni più brevi di AO per poi abbandonarle totalmente nelle ultime fasi del training che erano completamente attive. Bellelli (Bellelli G. et al., 2010) aveva fatto seguire all'AO la riproduzione pratica dei movimenti osservati. Blandin (Blandin Y. et al., 2000) aveva sostenuto che l'osservazione di un modello esperto prima del task portava ad un miglioramento della performance.

4.5 Modelli interpretativi e correlati neurofisiologici dell'AO

I miglioramenti emersi dall'utilizzo dell'AO in termini di performance e learning sembrano spiegarsi mediante alcune teorie, tra cui la Error-detection-and-correction process hypothesis (Blandin et al., 1999).

Tale tesi considera l'osservazione un elemento guida nelle prime fasi dell'apprendimento poiché non richiedendo un'esecuzione fisica del task, offre all'apprendista una forma di pratica in cui la richiesta cognitiva è sufficientemente ridotta da permettergli di concentrarsi sugli elementi fondamentali del gesto, sulla relazione tra le componenti dello stesso e la pianificazione/valutazione delle strategie da adottare durante la sua esecuzione, contribuendo alla formazione di una rappresentazione cognitiva dell'atto che può essere raggiunta e rifinita durante la successiva realizzazione. Così l'esecutore ha l'opportunità di processare le informazioni

attivamente, iniziando precocemente ad elaborare la risoluzione del problema motorio, esitando in una riduzione del tempo totale normalmente utilizzato durante la ricerca autonoma (learning through trial and error) ed in un più efficace apprendimento.

La distinzione tra questi due diversi meccanismi di conoscenza è stata riportata anche da Castro et al. (Castro et al., 2004) che ne hanno evidenziato l'importanza nello sviluppo della cultura nei bambini e negli adulti:

- *Apprendimento per prove ed errori*, in cui le conseguenze dell'azione sono sperimentate direttamente dalla persona che apprende;
- *Apprendimento attraverso l'osservazione* in cui nuove competenze vengono assimilate tramite un altro individuo.

Imparare attraverso l'osservazione permette di acquisire conoscenze utili senza incorrere nei rischi e nei costi del testare e dello scoprire, ha sostenuto Bandura (Bandura et al., 1997) affermando inoltre che "l'apprendimento sarebbe eccessivamente laborioso, per non dire pericoloso, se le persone avessero fatto affidamento unicamente sull'effetto delle proprie azioni per informarsi su cosa fare. Fortunatamente, la maggior parte dei comportamenti umani vengono appresi attraverso lo studio di un modello: dall'osservazione degli altri si crea un concetto di come nuovi comportamenti siano attuati, ed in occasioni future tale informazione codificata servirà come guida per l'azione". Da un punto di vista comportamentale, con lo scopo di imitare, gli osservatori devono attuare automaticamente una trasformazione tra due diversi dominii – devono trasformare movimenti percepiti e codificati visivamente in movimenti codificati a livello motorio. Per questo si è posto il problema su come tale trasformazione avvenga, ed in particolare, che tipo di movimenti osservati vengano analizzati ed utilizzati in questa trasformazione da movimenti percepiti ad eseguiti (Noy et al. 2009). Un indirizzo predominante per questa trasformazione è l'ipotesi del "direct matching" (Rizzolatti et al. 2001). Secondo tale ipotesi i movimenti percepiti attivano automaticamente componenti motorie interne già esistenti (Chaminade et al., 2008; Campione et al. 2011), però quali caratteristiche siano usate per mappare un movimento percepito in

una simile rappresentazione motoria interna è materia di indagine (Rizzolatti et al.,2001). Teorie neuropsicologiche attuali hanno sostenuto che eventi percepiti ed azioni programmate abbiano un comune dominio neurale (Jeannerod et al., 2001; Prinz et al., 1997; Rizzolatti et al., 2001). I principali studi su cui si sono fondati tali assunti provengono da osservazioni sulle scimmie, le quali fanno intuire che possa esistere una base neurale alla rappresentazione dell'azione costruita in seguito all'input visivo. Uno dei migliori candidati per tale ruolo di mediatore è quello del "sistema dei Neuroni Specchio" (Gallese et al. 1996; Rizzolatti et al. 1996; Rizzolatti et al.,1998) scoperto per la prima volta nella corteccia premotoria ventrale (area F5) delle scimmie. Numerosi studi successivi hanno dimostrato come un sistema neurale assimilabile esista anche per gli esseri umani (Blakemore et al., 2001; Buccino et al.,2001; Rizzolatti et. al., 1996; Rizzolatti et al. 2004). L'effetto positivo dell'AO sull'apprendimento motorio può essere dunque spiegato considerando l'attivazione di una serie di aree corticali sia durante l'osservazione che durante l'esecuzione di una stessa azione. Vi sono numerosi studi che ne hanno indagato la localizzazione, concordando sostanzialmente su 4 aree (Porro et al.,2007; Tia et. al, 2010 ; Rizzolatti et al.,2004; Blakemore et al. 2001; Shea et al., 2000):

1. lobulo parietale inferiore
2. corteccia temporale superiore
3. giro frontale inferiore
4. corteccia premotoria ventrale

Inoltre, esperimenti recenti dimostrano meccanismi di *mirroring* in aree importanti per lo starting del movimento e la sua organizzazione temporale;

- Area motoria supplementare (corteccia fronto-mediale)

e per la memoria;

- Lobo temporale mediale

(Mukamel et al., 2010).

Tali autori (Mukamel et al., 2010), in accordo con lavori precedenti (Gelbard et al., 2008), propongono che durante l'esecuzione dell'azione si venga a formare una memoria del movimento e poi, durante l'action observation, venga riattivata questa traccia mnemonica.

5 Conclusioni

5.1Implicazioni per la clinica

Nonostante i risultati di questa revisione siano deboli e non definitivi, per la presenza di bias metodologici, è stato possibile ottenere iniziali indicazioni per la programmazione dell'esercizio terapeutico. La somministrazione ripetuta della strategia osservativa nelle prime fasi dell'acquisizione del compito, seguita da immediate prove pratiche, si è dimostrata implementare l'apprendimento di task motori nei soggetti sani ed affetti da disordini muscoloscheletrici.

5.2Implicazioni per la ricerca

E' auspicabile che studi futuri possano ampliare la ricerca in questo campo del motor learning estendendola a soggetti con disordini muscolo scheletrici in campioni di studio significativamente numerosi, utilizzando tasks assimilabili alle attività della vita quotidiana. Prevedere follow up con retention tests ad intervalli più lunghi dalla fine dei training sperimentali, potrebbe aumentare le conoscenze attuali sulla stabilità dell'apprendimento motorio ottenuto nei soggetti. Anche gli outcome studiati, qualora si avvicinassero alle variabili considerate nella pratica clinica, potrebbero portare ad una vantaggiosa riproducibilità sul campo dei risultati acquisiti in contesto sperimentale.

6.BIBLIOGRAFIA

Bandura A., “Self-efficacy:toward a unifying theory of behavioral change. Psychol. Rev., 1977;84, 191-215

Bellelli G., Buccino G.,”Action observation treatment improves recovery of postsurgical orthopedic patients: evidence for a top-down effect?”Arch Phys Med Rehabil., 2010;91(10):1489-94

Black C.B., Wright D.L.,”Can observational practice facilitate error recognition and movement production?”Res Q Exerc Sport, 2000; 71(4):331-339

Blakemore S J, Decety J,”From the perception of action to the understanding of intention” Nature Reviews Neuroscience, 2001; 2:561-567

Blandin Y., Lhuisset L.,”Cognitive Processes Underlying Observational Learning of Motor skills” The Quarterly Journal of Experimental Psychology Section A.,1999;52; 957-979

Blandin Y., Proteau L.,”On the cognitive basis of observational learning. Development of mechanisms for the detection and correction of errors” Q J Exp Psychol A, 2000; 53(3):846-67

Buccino G, Binkofski F,”Action observation activates premotor and parietal areas in a somatotopic manner: An fMRI study”European Journal of Neuroscience, 2001; 13:400-404

Campione G., Gentilucci M., “Is the observation of the human kinematics sufficient to activate automatic imitation of transitive actions?”2011, Behavioural Brain Research ;225:201-208

Castro L.,Toro M., “The evolution of culture: from primate social learning to human culture” Proc. Natl. Acad. Sci., 2004; 101, 10235-10240

Chaminade T., Oztop E., Cheng G., Kawato M. “From self orientation to imitation: visuomotor association on a robotic hand”. Brain Res Bull 2008; 75, 775-764

G. Rizzolatti, L.Craighero, “The mirror-neuron system”, Annu.Rev. Neurosci., 2004;27:169-192

Gallese V., Fadiga L.,”Action recognition in the premotor cortex” Brain,1996;119: 593-609

Gelbard-Sagiv H., Mukamel R.,”Internally generated reactivation of single neurons in human hippocampus during free recall” Science, 2008; 322:96-101

Higgings JPT, Green S. (editors). “Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions Version 5.0.2 [updatet September 2009]” The Codhrane Collaboration, 2009.

Jarus T., “Motor learning and occupational therapy: organization of practice”. American Journal of Occupational Therapy,1994; 48,810-816

Jeannerod M.,”Neural simulation of action. A unifying mechanism for motor cognition ”, Neuroimage, 2001;14:103-109

L.Fadiga, L.Craighero, “Electrophysiology of action representation”, J.Clin. Neurophysiol. 2004 ; 21,157-169

L.Fadiga, L.Fogassi, G. Pavesi, G. Rizzolatti, “Motor facilitation during action observation: a magnetic stimulation study”, J.Neurophysiol. 73 (1995) 2608-2611

Mathiowetz V., Haugen JB.,”Motor behaviour research: implications for therapeutic approaches to central nervous system dysfunction”. American Journal of Occupational Therapy, 1994; 48,733-745

Mukamel R., Iacoboni M.,”Single-neuron responses in humans during execution and observation of actions” Current Biol.,2010; 20:750-756

Noy L., Rumiati RI, Flash T.,“Simple movement imitation: are Kinematic features sufficient to map perception into actions?” Brain Cogn, 2009 ;69:360-8

Olivo SA, Macedo LG, Gadotti IC et al “Scales to assess the quality of randomized controlled trials: a sistematic review”. Physical Therapy. 2008;31:540-546. Review

Porro CA., Facchin P.,”Enhancement of force after action observation: behavioural and neurophysiological studies” Neuropsychologia, 2007;45(13):3114-21

Prinz W.,”Perception and action planning “European Journal of Cognitive Psychology, 1997; 9:129-154

Rizzolatti G., Fadiga L.,”Localization of grasp representation in humans by PET:1. Observation versus execution”Experimental Brain Research,1996; 111:246-252

Rizzolatti G., Craighero L.,”The mirror neuron system” Annual Review of Neuroscience, 2004; 27:169-192

Rizzolatti G., Fadiga L.,”Grasping objects and grasping action meanings: The dual role of monkey rostroventral premotor cortex (area F5)”Novartis Foundation Symposia, 1998; 218:81-95

Rizzolatti G., Fogassi L., Gallese V.,”Neurophysiological mechanisms underlying the understanding and imitation of action” Nat Rev Neurosci,2001; 2:661-70

Rossettini G., Cecchetto S.,”Effect of attentional focus instructions on motor learning and performance of patients with Central Nervous System and Musculoskeletal disorders: a systematic review” It J Physiotherapy,2011; 1(3):87-98

Salama I.M., Turner S.,”Automatic priming of grip force following action observation”Q J Exp Psychol (Hove) 2011; 64(5):833-8

Scully D.M., & Newell K. M. “Observational learning and the acquisition of motor skills : toward a visual perception perspective” Journal of human Movement Studies, 1985; 11, 196-186

Tia B., Mourey F.,”Improvement of motor performance by observation training in elderly people” Neurosci Lett. 2010; 480(2):138-42

Weeks D. L., Anderson L.P.,”The interaction of observational learning with overt practice: effects on motor skill learning”Acta Psychol (Amst) 2000; 104(2):259-71

Wulf G., Shea C., Lewthwaite R.,“Motor skill learning and performance : a review of influential factors” Medical Education,2010; 44, 75-84

Allegato 1. *Criteri di valutazione della PEDro scale*

1. I criteri di eleggibilità dei pazienti sono specificati. Il criterio è soddisfatto se il report descrive l'eziopatologia del deficit dei soggetti e una lista di criteri viene utilizzata per determinare chi è eleggibile a partecipare allo studio. Questo criterio non concorre al punteggio finale di valutazione.

2. I soggetti sono assegnati ai diversi gruppi in modo random. Una collocazione vincolata al caso assicura che il gruppo sperimentale ed il gruppo di controllo siano comparabili. In uno studio si considera utilizzata una collocazione casuale se il report riporta che la collocazione è stata random. Il metodo preciso di randomizzazione non deve essere specificato. Procedure come lancio della moneta o tiro del dado possono essere considerate random. Procedure di collocazione semi-random seguendo ad esempio il numero progressivo di ricovero ospedaliero, data di nascita o assegnazione in alternanza, non soddisfano il criterio.

3. L'assegnazione al gruppo sperimentale o gruppo di controllo è occultata. L'occultamento si riferisce al fatto se la persona che ha determinato se il soggetto era eleggibile per l'inclusione nello studio, al momento della sua decisione, fosse conscia o meno del gruppo a cui il soggetto sarebbe stato assegnato. Potenzialmente, se la collocazione non è occultata, la decisione di includere o meno una persona nella sperimentazione potrebbe essere influenzata dal conoscere se le caratteristiche del soggetto lo favoriscono al trattamento o no. Questo può produrre errori sistematici. Ci sono evidenze empiriche che l'occultamento predice la dimensione dell'effetto (Schulz et al.,1995)

4. Al baseline i gruppi sono simili rispetto i più importanti indicatori prognostici. Questo criterio potrebbe fornire un'indicazione di potenziali errori dovuti al caso dalla collocazione random. Evidenti discrepanze potrebbero indicare un'inadeguata procedura di randomizzazione.

5. Attuato il cieco di tutti i pazienti. "Cieco" significa che la persona in questione (soggetto, terapista o valutatore) non sanno a quale gruppo il soggetto è stato assegnato. Inoltre, soggetti e terapisti sono considerati ciechi solo se non sono in grado di distinguere tra i trattamenti applicati ai differenti gruppi. Negli studi in cui i key out come sono soggettivi (VAS, diario minzionale, etc…), il valutatore è considerato cieco solo se i soggetti sono ciechi. Il cieco dei soggetti implica la sicurezza che i soggetti sono incapaci di discriminare se ricevono o meno il trattamento sperimentale. Quando i soggetti sono ciechi, l'apparente effetto (o mancanza di effetto) di un trattamento non è dovuto ad effetti placebo o effetto biancospino (aumento di un aspetto studiato del comportamento semplicemente in risposta al fatto di sapere che esso è studiato).

6. Attuato il cieco di tutti i terapisti o somministratori che eseguono il trattamento. Il cieco dei terapisti implica la sicurezza che i terapisti sono incapaci di discriminare se il soggetto singolo ha ricevuto o meno il trattamento sperimentale. Quando i terapisti sono stati resi ciechi, l'apparente effetto (o mancanza di effetto) di un trattamento non è dovuto all'entusiasmo dei terapisti o mancanza di entusiasmo per il trattamento o le condizioni di controllo

7. Attuato il cieco di tutti i valutatori che misurino uno o più outcome. Il cieco dei terapisti implica la sicurezza che i terapisti sono incapaci di discriminare se il soggetto singolo ha ricevuto o meno il trattamento sperimentale. Quando i soggetti sono ciechi, l'apparente

effetto (o mancanza di effetto) di un trattamento non è dovuto ad errori dei valutatori sulle misurazioni d'outcome.

8. Le misure di uno o più outcome sono ottenute da più dell'85% dei soggetti inizialmente collocati nei gruppi.
E' importante che le misurazioni d'outcome siano fatte su tutti i soggetti che sono randomizzati nei gruppi. I soggetti che non sono seguiti nel follow up possono differire da chi lo è e questo potenzialmente introduce errori. La grandezza dei potenziali errori aumenta con la proporzione dei soggetti non seguiti al follow up. Questo criterio è soddisfatto solo se il report riporta esplicitamente i numeri dei soggetti da cui le misure dei key outcome sono stati ottenuti. Negli studi in cui gli outcome sono stati misurati a punti temporali precisi, la key outcome deveessere stata misurata in più dell'85% dei soggetti in uno o più punti temporali.

9.Tutte le informazioni disponibili di uno o più outcome, sia per il trattamento sperimentale sia per le condizioni di controllo, sono analizzate secondo "intention to treat". Inevitabilmente ci sono delle violazioni del protocollo negli studi clinici. Queste possono implicare soggetti che non hanno ricevuto il trattamento come previsto, o ricevuto qualora non avrebbero dovuto. Un'analisi intention to treat significa che, dove i soggetti non abbiano ricevuto trattamento (o condizioni di controllo) come previsto, e dove le misure di outcome fossero disponibili, l'analisi deve essere svolta come se i soggetti avessero ricevuto il trattamento (o le condizioni di controllo) di dove furono collocati originalmente. Questo criterio è soddisfatto, sebbene non ci sia menzione di analisi intention to treat, se il report riporta esplicitamente che tutti i soggetti hanno ricevuto il trattamento o le condizioni di controllo secondo la loro originale collocazione.

10. I risultati delle comparazioni intergruppi sono riportati per uno o più outcome. Negli studi clinici, i test statistici sono svolti per determinare se le differenze tra gruppi sono maggiori di quanto possano essere attribuite plausibilmente al caso. Una comparazione statistica intergruppi implica un confronto statistico di un gruppo con un altro. In relazione al design dello studio, questo può implicare una comparazione tra uno o più trattamenti, o un confronto di un trattamento con una condizione controllo. L'analisi potrebbe essere un semplice confronto di outcomes misurati dopo il trattamento somministrato, o un confronto delle modificazioni in un gruppo, rispetto le modificazioni in un altro (quando un'analisi fattoriale di varianza viene utilizzata per analizzare i dati, l'ultimo dato è spesso riportato come un gruppo x tempo di interazione). La comparazione potrebbe essere sotto forma di ipotesi da verificare (le quali forniscono un valore "p" che descrive la probabilità che i gruppi differiscano solo per caso) o nella forma di una stima (per esempio, il significato o la differenza mediana, o la differenza in proporzioni, o i numeri necessari al trattamento, o un rischio relativo, o un rapporto casuale) ed il suo intervallo di confidenza.

11. Lo studio fornisce il "point estimate" e le misure della variabilità di entrambi i gruppi per uno o più outcome. Gli studi clinici potenzialmente forniscono una relativa imparziale della dimensione dell'effetto del trattamento.La stima migliore (point estimate) dell'effetto del trattamento è la differenza tra (o il rapporti di) gli outcome del trattamento e gli outcome del gruppo di controllo. Una misura del grado di incertezza associata a questa stima può essere calcolata solo se lo studio fornisce le misure di variabilità. Un "point measure" è la misura della grandezza dell'effetto del trattamento. Questa può essere descritta come la differenza degli outcome tra tutti i singoli gruppi. Misure della variabilità includono deviazioni standard, errori standard, intervalli di confidenza, range interquartili.

Point measures e/o misure di variabilità possono essere fornite graficamente. Qualora gli outcome siano categoriali, questo criterio è considerato riscontrato se il numero dei soggetti in ogni categoria è fornito per ogni gruppo.

Allegato 2.

PAROLE CHIAVE	**Banche dati elettroniche**			**TOTALE Studi analizzati**
	Pubmed	Pedro	Cochrane	
"action observation"	**209** Esclusi - 61 studi **Inclusi 148 studi**	**3** (di cui 3 ripetuti) 0 studi inclusi	**15** (12 ripetuti) Esclusi – 2 studi **Incluso 1 studio**	
"observational learning"	**66** (di cui 1 ripetuto) Esclusi – 32 studi **Inclusi 34 studi**	0	0	
STRINGHE DI RICERCA				
"action observation" AND "rehabilitation"	**15** (9 ripetuti) Esclusi - 2 studi **Inclusi 4 studi**	**1** (1 ripetuto) 0 studi inclusi	**5** (4 ripetuti) Escluso – 1 studio 0 studi inclusi	
RICERCA ATTRAVERSO VOCABOLARIO MeSh Pubmed				
("Observation"[Mesh] AND "Motor Skills"[Mesh]) AND "Learning"[Mesh]	**21** (5 ripetuti) Esclusi – 4 studi **Inclusi – 12 studi**			
	Subtotale Pubmed: 311 **(di cui 15 ripetuti)**	**Subtotale PEDro: 4** **(di cui 4 ripetuti)**	**Subtotale Cochrane: 20** **(di cui 16 ripetuti)**	**Totale studi 335** **(35 ripetuti)** **=** **300 studi** **Potenzialmente inclusibili**

Allegato 3.

CRITERI DI ESCLUSIONE (sulla base di lettura titolo ed abstract)	Numero studi esclusi per criterio
C.E.1 studi di psicologia	18
C.E 2 studi utilizzanti prev pratiche di mental imagery	2
C.E.3 studi incentrati su meccanismi attentivi	1
C.E.4 studi di base del campo medico	5
C.E.5 studi su aspetti emotivi legati alle neuroscienze	2
C.E.6 Campione studiato al di fuori dei criteri di inclusione a causa dell'età dei soggetti <19 aa o	7
C.E.7 Studio di comparazione tra metodiche di imaging cerebrale	1
C.E.8 mancanza dell'abstract	4
C.E.9 studi di neuropsicologia	10
C.E.10 campione di studio con patologie neurologiche	31
C.E.11 studio di interesse logopedico	10
C.E.12 studio sul comportamento oculare durante l'osservazione dell'azione	1
C.E. 13 ambito di studio prev matematico-fisico	2
C.E.14 indagine su ambito percettivo specifico	3
C.E. 15 studio interessato al significato psicologico-cognitivo dell'osservazione dell'azione	2
C.E.16 studi incentrati sulla realtà virtuale	2
C.E.17 studio all'interno dell'ambito delle scienze sociali	1

Allegato 4.

CRITERI DI ESCLUSIONE (in seguito a lettura dei full text)	Numero studi esclusi per criterio
C.E. a Focus dell'analisi non incentrato sull"action observation" come strategia terapeutica	4
C.E. b Descrizione non chiara del tipo di strategia osservazionale o del disegno di studio	4
C.E. c Criteri di inclusione dei partecipanti poco chiari	1
C.E. d Non specificati i livelli esperenziali dei partecipanti	1
C.E. e Studio di neuromodulazione	1