

***UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI GENOVA
FACOLTÀ DI MEDICINA E CHIRURGIA***

***MASTER IN RIABILITAZIONE DEI
DISORDINI MUSCOLO SCHELETRICI VI° ED***

Presidente Prof. Michele Abruzzese



SEDE DI SAVONA

TESI DI MASTER

In collaborazione con



***Libera Università di
Brussel***

***“PROVE DI EFFICACIA DELLE STRATEGIE
ATTENTIVE, OSSERVATIVE E DI FEEDBACK
NELL’APPRENDIMENTO MOTORIO.
UNA REVISIONE SISTEMATICA”***

Relatore

Dott. Mag. Ft OMT Andrea Zimoli

Correlatore

Dott. Mag. Ft Simone Cecchetto

Candidato

Dott. Ft Giacomo Rossettini

ANNO ACCADEMICO 2008/2009

*“If you care for your patients,
don't you want to know
whether your interventions really work?”*

- Jules Rothstein 2001 -

“PROVE DI EFFICACIA DELLE STRATEGIE ATTENTIVE, OSSERVATIVE E DI FEEDBACK NELL’APPRENDIMENTO MOTORIO. UNA REVISIONE SISTEMATICA”

INDICE

0. ABSTRACT	0
1. INTRODUZIONE	1
1.1 Background.....	1
1.2 Obiettivi dello studio	5
2. MATERIALI E METODI	6
2.1 Strategie di ricerca per l’identificazione degli studi	6
2.2 Criteri per la selezione degli studi	7
2.3 Raccolta, estrazione, analisi e sintesi dei dati.....	8
2.4 Criteri utilizzati per la valutazione del rischio di bias	9
2.5 Criteri utilizzati per l’analisi qualitativa dei risultati dei trial	11
3. RISULTATI	12
3.1 Descrizione degli studi	12
3.2 Descrizione dei partecipanti	13
3.3 Descrizione dell’intervento.....	14
3.4 Rischio di bias negli studi inclusi	19
3.5 Prove d’efficacia.....	22
3.2.1 Utilizzo delle strategie attentive	22
3.2.2 Utilizzo delle strategie osservative	25
3.2.3 Utilizzo delle strategie di feedback	29
4. DISCUSSIONI	34
4.1 Criticità agli studi analizzati	34
4.2 Ruolo e razionale delle strategie attentive, osservative e di feedback.....	36
4.3 Applicazioni pratiche: strutturazione di esercizi terapeutici	37
5. CONCLUSIONI	42
5.1 Quali direzioni intraprendere	42
6. BIBLIOGRAFIA	43

Allegato 1. “Criteri di valutazione della PEDro scale”

Allegato 2. “Le stringhe di ricerca ed il flusso 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. “Studies awaiting assessment”

Allegato 6. “Tavola sinottica degli studi inclusi nella revisione”

“PROVE DI EFFICACIA DELLE STRATEGIE ATTENTIVE, OSSERVATIVE E DI FEEDBACK NELL’APPRENDIMENTO MOTORIO. UNA REVISIONE SISTEMATICA”

0. ABSTRACT

Background. L'apprendimento motorio è sempre più interesse dei terapeuti operanti nella riabilitazione dei disordini muscoloscheletrici. Nonostante le diverse scuole di pensiero/concetti, presenti in tale ambito, da anni propongono esercizi terapeutici volti a facilitare il paziente nell'acquisizione di abilità motorie, ad oggi i presupposti degli stessi sembrano basarsi più su personali intuizioni che su prove dimostrate scientificamente. La letteratura internazionale è unanime nell'identificare nelle strategie attentive, osservative e di feedback i possibili elementi favorevoli all'apprendimento motorio senza averne tuttavia individuato le relative prove di efficacia.

Obiettivi. Questa revisione sistematica mira: ad evidenziare le prove di efficacia inerenti le strategie attentive, osservative e di feedback nel migliorare l'apprendimento motorio in soggetti sani o affetti da disordini muscoloscheletrici; fornirne il razionale; indicarne il livello di evidenza; e trarne indicazioni per la strutturazione di esercizi terapeutici.

Strategie di ricerca. Per rispondere a questi quesiti si è svolta una ricerca bibliografica sensibile da maggio 2009 ad aprile 2010 presso le banche dati MEDLINE, CINAHL, PEDro, EMBASE, utilizzando le parole chiave “attentional focus”; “focus of attention”; “observational learning”; “observational practice”; “external feedback”; “augmented feedback”; “knowledge of results” combinate con gli opportuni operatori booleani AND – OR. Si sono adoperati limiti temporali (2000-2010); di lingua (inglese); di genere (umani) e la disponibilità dell'abstract.

Selezione degli studi. Sono stati inclusi RCT, CT, cross over su soggetti adulti (18-64 anni) sani o affetti da disordini muscoloscheletrici analizzanti l'efficacia delle strategie attentive, osservative e di feedback assoluta, rispetto al controllo e relativa, rispetto ad altre modalità di somministrazione delle stesse, considerando come outcomes il risultato del task ed i parametri cinetici dell'esecuzione.

Raccolta, estrazione, analisi dei dati. Due fisioterapisti esperti, indipendentemente, hanno sviluppato e condotto la ricerca. Un terzo revisore è stato contattato in caso di disaccordo. Le informazioni estratte hanno riguardato 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. La dimensione dell'effetto è stata stimata tramite intervallo di confidenza o qualora non possibile mediante significatività statistica (p -values < .05).

Rischio di bias e analisi qualitativa dei trials. La validità interna degli elaborati è stata valutata mediante PEDro scale. Sulla base del punteggio della stessa si sono classificati i lavori come “excellent” “good” “fair” “poor”. Le informazioni ottenute sono state analizzate qualitativamente determinandone il livello di evidenza (1a, 1b, 2a, 2b, 3, 4, 5).

Risultati. Dei 1421 studi identificati, sulla base dei criteri di inclusione ed esclusione, sono stati considerati nella revisione 22 articoli: 5 analizzanti le strategie attentive, 7 le strategie osservative, 10 le strategie di feedback. 8 lavori non sono stati reperiti (awaiting assessment). Il disaccordo tra i due revisori è stato del 2,2%, il terzo revisore è stato interrogato per dubbi su 8 lavori. 1225 soggetti sono stati coinvolti nella revisione con una media di 55,6 partecipanti a studio con un range d'età compreso tra i 18-35 anni. La durata del trattamento medio è stata di 2,8 giorni (range 2-7 giorni). Il PEDro score dei lavori inclusi ha una media di 3 (range 2-6). Solo 1 elaborato è stato catalogato come “good”; 4 come “fair” e 17 come “poor”. 2 lavori soltanto si sono svolti su pazienti. La scarsa qualità metodologica degli studi inclusi, non ha permesso di creare una meta-analisi. I risultati evidenziano efficacia a favore delle strategie attentive in task di equilibrio, e di equilibrio combinati a compiti non posturali (p < .05); efficacia delle strategie osservative combinate con l'esecuzione pratica del gesto ed associate ad individuazione e correzione degli errori (p < .05); efficacia di differenti frequenze di somministrazione di feedback in task sportivi, non sportivi ed in compiti utilizzati concomitantemente altre strategie (p < .05) quali fattori favorevoli all'apprendimento motorio.

Discussioni. La validità interna dei lavori è limitata dalla carenza: della randomizzazione e dell'occultamento dei soggetti ai gruppi di studio; dell'omogeneità per i principali indicatori di outcome al baseline; della cecità dei partecipanti; dei somministratori dell'intervento, dei valutatori dello stesso; dell'analisi secondo intention to treat; del reperimento di dati da almeno l'85% dei soggetti. La validità esterna è limitata dalle caratteristiche dei partecipanti (2 studi su pazienti, 20 su sani), dell'intervento (task artificiali, non legati alla vita quotidiana), del setting (laboratorio, non ambiente terapeutico), degli outcomes indagati (score e parametri cinetici, non indicatori di cambiamento clinico).

E' possibile affermare che sussistono iniziali prove di efficacia a favore di un'integrazione nella pratica clinica di esercizi terapeutici strutturati dimostrando il task pre esecuzione (livello di evidenza 2b), indirizzando l'attenzione verso l'effetto del movimento svolto (livello di evidenza 1b), somministrando il feedback ogni 2-3 prove eseguite (livello di evidenza 2a) al fine di superare le menomazioni, le limitazioni delle attività e le restrizioni della partecipazione presenti nel quadro disfunzionale del paziente.

Conclusioni. Le recenti acquisizioni non sono conclusive, bensì lasciano aperte le possibilità di organizzare ulteriori studi su soggetti sani e su pazienti, aprendo l'analisi anche ad altri elementi influenzanti l'apprendimento motorio e cercando di identificare sottogruppi di pazienti potenzialmente beneficiari di combinazioni di strategie terapeutiche per incrementare l'efficacia e l'efficienza della prestazione erogata nel campo della riabilitazione muscolo scheletrica.

1. INTRODUZIONE

1.1 Background

I presupposti teorici. Il conseguimento di nuove abilità motorie costituisce l'essenza dell'esistenza stessa. Questo complicato percorso multidimensionale è costituito da una serie di processi interni associati alla pratica o all'esperienza che conducono ad un relativo permanente cambiamento nell'atteggiamento motorio [1]. Le fasi che lo caratterizzano possono essere sintetizzate in [2]:

- *acquisizione*: momento in cui si viene esposti per la prima volta ad un determinato task motorio¹ con la finalità di farlo proprio (acquisition phase);
- *ritenzione*: periodo in cui, a distanza di tempo variabile –ore, giorni, settimane– viene testata la capacità di riprodurre lo skill precedentemente acquisito (retention phase);
- *trasferimento*: istante in cui si valuta l'abilità del soggetto nel trasferire il recente conseguimento in nuovi contesti (transfer phase).

Le contemporanee opinioni inerenti il motor learning² affermano che le trasformazioni motorie osservate durante la pratica probabilmente sono temporanee e non riflettono un apprendimento stabile messo in luce soltanto mediante i test di ritenzione e di trasferimento. [1, 2, 4]. Inoltre, affinché l'apprendimento si realizzi, è necessario che il soggetto possa usufruire di un'ottimale quantità di informazioni inerenti la natura, la difficoltà del task e le condizioni della pratica per poterle soppesare con il proprio livello di esperienza [5].

Un dilemma di sistematicità operativa. Nonostante la letteratura internazionale da anni sia ricca di pubblicazioni indaganti le leggi che sottendono l'acquisizione di nuovi skills e l'apprendimento motorio sia al centro della disciplina riabilitativa, la concreta applicabilità di questi recenti conseguimenti teorici stenta a decollare nella clinica quotidiana [6] data

¹ Skill/task motorio: termini sinonimi che identificano una sequenza appresa di movimenti combinati volta a produrre una fluida ed efficiente azione per garantire il raggiungimento di un particolare obiettivo [3].

² Apprendimento motorio/Motor learning: termini sinonimi.

l'ancor presente attitudine di alcuni terapisti a svolgere la professione basandosi più su intuizioni e successi di una personale esperienza che su risultati dimostrati [7].

Questo atteggiamento, oltre a discostarsi dal trend internazionale caratterizzante i principali organi di riferimento per i fisioterapisti [8] e per i terapisti manuali ortopedici [9] richiedenti una pratica evidence based³, rischia di esitare in prestazioni scarsamente efficaci ed efficienti a danno del paziente ed in fallimenti professionali.

Tutto ciò emerge significativamente nel campo del motor learning dove l'apprendere od il riapprendere una determinata abilità motoria "oggettiva" si realizza spesso mediante l'utilizzo di elementi "soggettivi" quali gli esercizi terapeutici. E' esperienza comune, nel corso del proprio operato, servirsi di tali strumenti per superare le menomazioni, le limitazioni delle attività e le restrizioni della partecipazione insite nel quadro disfunzionale del paziente [11]. Altrettanto usuale è lo scontrarsi con dilemmi riguardanti l'ottimale modalità di somministrazione ed i potenziali fattori influenzanti gli stessi. Una recente lavoro [12] del 2010 identifica nella triade caratterizzata da strategie attentive, osservative e di feedback il principale campo d'interesse.

Strategie attentive. Le fonti attentive possono essere definite come istruzioni somministrate al soggetto volte a veicolarlo verso particolari informazioni influenti la produzione del task motorio stesso [13]. Esse si dividono in:

- *esterne*: riguardanti l'effetto del movimento nell'ambiente ove si opera (external focus of attention);
- *interne*: inerenti le caratteristiche intrinseche del movimento stesso (internal focus of attention).

Frequentemente nella clinica, in modo aneddotico, si è portati a dirigere l'attenzione dei pazienti sull'esecuzione del gesto durante l'insegnamento di skills motori. Tale modalità, sul finire del XX° secolo è stata criticata in quanto oltre a non apportare benefici [13, 14] conduce ad un decremento della performance rispetto alla strategia esterna valutata nella fase di acquisizione [15-17]. Rimane ancora da indagare se tale effetto si ripresenti, mantenendosi costante, anche nelle rilevazioni ottenute durante i tests di ritenzione e di trasferimento.

³ Evidence Based Medicine (EBM): corrente di pensiero che considera un utilizzo coscienzioso delle migliori acquisizioni scientifiche filtrate alla luce dell'esperienza del clinico ed i voleri del paziente nella pratica operativa quotidiana [10].

Strategie osservative. L'apprendimento mediante osservazione è un processo attraverso cui un osservatore è chiamato a replicare un'azione motoria dimostrata precedentemente da un altro individuo [18]. L'esecuzione è interpretata essere la soluzione di movimento ottimale per il raggiungimento dell'obiettivo di uno specifico task calato nel determinato contesto ove il soggetto si trova ad operare [19].

Precedere l'osservazione alla pratica fisica è una modalità solitamente utilizzata nei contesti riabilitativi al fine di velocizzare l'acquisizione di task motori [20]. L'utilizzo di tale tecnica si è sviluppata, trovando fondamento, parimenti al fiorire di molteplici lavori neurofisiologici miranti a dimostrare l'esistenza di popolazioni neurali (mirror neuron) sensibili, in termini di attività corticale, alla visione di un gesto svolto da altri [21]. Se è chiaro come questa strategia sia governata da specifiche informazioni derivate dalla parte del corpo azionata dal modello osservato (effettore terminale) e dalle caratteristiche proprie del task stesso (outcome correlate) [22], ad oggi non è ancora determinato quale sia il momento più adeguato per somministrare la strategia osservativa e l'efficacia della stessa comparata alla pratica fisica [23-30].

Strategie di feedback. Le informazioni inerenti il risultato del task eseguito, da tempo sono considerate essere necessarie per l'apprendimento motorio [31]. Esse sono definite feedback e possono essere ripartite in:

- *intrinseche* riguardanti l'esecutore e ricevute attraverso i sensi (es. vedere il risultato di un tiro a basket o sentire le sensazioni propriocettive associate al tiro) (intrinsic feedback);
- *estrinseche*: riferite all'obiettivo dello skill che si sta tentando di raggiungere, ma che non è in grado di ottenere autonomamente (extrinsic o augmented feedback).

La principale informazione aumentativa è denominata come "knowledge of results" (KR) ed è intesa come la conoscenza [31]:

- quantitativa del risultato in relazione al numero totale di trials svolti;
- qualitativa dell'esecuzione del task realizzata.

Se si è concordi nell'affermare che la tipologia di feedback da somministrare sembra essere dipendente dalle caratteristiche intrinseche dello skills (semplice Vs complesso) e

dal livello di destrezza di chi apprende (neofita Vs esperto) [32]; ad oggi non vi è chiarezza nell'identificare la più idonea frequenza di somministrazione degli stessi [31; 33-43].

Motivazioni per la strutturazione di una nuova revisione. Un'iniziale ricerca, organizzata servendosi degli strumenti più informativi in termine di "evidenze"⁴, ha messo in luce 11 revisioni reperibili in tab 1.1.

Riferimenti
[45] Does provision of extrinsic feedback result in improved motor learning in the upper limb poststroke? A systematic review of the evidence. Subramanian SK, Massie CL, Malcolm MP, Levin MF. <i>Neurorehabil Neural Repair</i> . 2010 Feb;24(2):113-24
[46] Cognitive strategy use to enhance motor skill acquisition post-stroke: a critical review. McEwen SE, Huijbregts MP, Ryan JD, Polatajko HJ. <i>Brain Inj</i> . 2009 Apr;23(4):263-77. Review
[47] Sensorimotor training in virtual reality: a review. Adamovich SV, Fluet GG, Tunik E, Merians AS. <i>NeuroRehabilitation</i> . 2009;25(1):29-44. Review
[22] What is modelled during observational learning? Hodges NJ, Williams AM, Hayes SJ, Breslin G. <i>J Sports Sci</i> . 2007 Mar;25(5):531-45. Review
[48] Ultrasound imaging as a feedback tool in the rehabilitation of trunk muscle dysfunction for people with low back pain. Henry SM, Teyhen DS. <i>J Orthop Sports Phys Ther</i> . 2007 Oct;37(10):627-34. Review
[49] Extrinsic feedback for motor learning after stroke: what is the evidence? Van Vliet PM, Wulf G. <i>Disabil Rehabil</i> . 2006 Jul 15-30;28(13-14):831-40. Review
[50] Effect of augmented feedback on motor function of the affected upper extremity in rehabilitation patients: a systematic review of randomized controlled trials. van Dijk H, Jannink MJ, Hermens HJ. <i>J Rehabil Med</i> . 2005 Jul;37(4):202-11. Review
[51] Schema theory: critical review and implications for the role of cognition in a new theory of motor learning. Sherwood DE, Lee TD. <i>Res Q Exerc Sport</i> . 2003 Dec;74(4):376-82. Review
[52] Modelling coaching practice: the role of instruction and demonstration. Hodges NJ, Franks IM. <i>J Sports Sci</i> . 2002 Oct;20(10):793-811. Review
[53] Directing attention to movement effects enhances learning: a review. Wulf G, Prinz W. <i>Psychon Bull Rev</i> . 2001 Dec;8(4):648-60
[54] Effects of attentional focus, self-control, and dyad training on motor learning: implications for physical rehabilitation. McNevin NH, Wulf G, Carlson C. <i>Phys Ther</i> . 2000 Apr;80(4):373-85. Review.

Tab 1.1 Revisioni sistematiche reperite da un'iniziale ricerca

Le revisioni presentano tuttavia dei limiti sostanziali: soltanto 3 sono costruite con una metodologia tale da renderle sistematiche ed hanno come target l'apprendimento motorio nel paziente neurologico [45, 46, 50] dove i meccanismi sottesi ai processi attentivi, osservativi e di feedback sono spesso strutturalmente depauperati [55]. Nel paziente con disordini muscoloscheletrici invece, si presuppone che i substrati cognitivi sottostanti agli

⁴ Revisioni Sistematiche e Meta-analisi: nel campo dell'EBM risultano essere gli strumenti più informativi. Per "Systematic Review" si intende un lavoro che mira a collocare tutte le evidenze empiriche che rispondono a dei criteri di eleggibilità pre-specificati identificati per rispondere ad uno specifico quesito. Utilizza un esplicito e sistematico metodo volto a minimizzare i fattori confondenti, per garantire risultati più affidabili, attraverso cui poter trarre delle conclusioni ed indicazioni per la pratica clinica. La "Meta-analysis" è l'uso di un metodo statistico volto a riassumere i risultati degli studi indipendenti. Attraverso la combinazione delle informazioni di studi rilevanti, garantisce una più precisa stima dell'effetto del trattamento rispetto ai singoli lavori, facilita l'indagine della consistenza e della differenza tra gli stessi. [44]

stessi siano strutturalmente integri seppur talvolta l'esecuzione del gesto motorio sia funzionalmente influenzata negativamente dalla presenza di dolore [56, 57, 58].

1.2 Obiettivi dello studio

Per ovviare ai limiti pocanzi esposti si è deciso di impostare una revisione sistematica strutturata seguendo la metodologia suggerita della Cochrane Collaboration riportata nell'Handbook for Systematic Reviews of Interventions Version 5.0.2⁵ con gli obiettivi di:

- *sistematizzare le prove di efficacia* presenti in letteratura inerenti l'utilizzo delle strategie attentive, osservative e di feedback nel miglioramento dell'apprendimento di task motori su soggetti strutturalmente integri affetti da disordini muscoloscheletrici o, nell'eventuale assenza, per lo meno su soggetti sani;
- *evidenziare il razionale* sottostante a tale proposte;
- *indicare il livello di evidenza* delle stesse;
- *trarre indicazioni per la strutturazione di esercizi terapeutici* basati sulle prove di efficacia.

⁵ The Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions: è il documento ufficiale che descrive in dettaglio i processi di preparazione e di stesura di una revisione sistematica Cochrane inerente gli effetti degli interventi in ambito sanitario [44].

2. MATERIALI E METODI

2.1 Strategie di ricerca per l'identificazione degli studi

I database elettronici nei quali è stata condotta la ricerca bibliografica per rispondere all'obiettivo dell'elaborato, dal 1 maggio 2009 al 30 aprile 2010, sono:

- *MEDLINE* (Medical Literature Analysis and Retrieval System Online);
- *CINAHL* (The Cumulative Index to Nursing and Allied Health Literature);
- *EMBASE* (The Excerpta Medica database);
- *PEDro* (Physiotherapy Evidence Database).

Le parole chiave utilizzate nelle banche dati, in assenza di ulteriori analoghi/sinonimi concettuali, sono state:

- “attentional focus”, “focus of attention”;
- “observational learning”, “observational practice”;
- “external feedback”, “augmented feedback”, “knowledge of results”.

Le stringhe di ricerca adoperate nel corso dell'indagine sono state:

- “attentional focus” OR “focus of attention”;
- “observational learning” OR “observational practice”;
- “external feedback” OR “augmented feedback” OR “knowledge of results”.

La metodologia di ricerca impiegata è sintetizzata in tabella 1.1.

Argomento	Parole chiave	Stringhe di ricerca
Attenzione	attentional focus - focus of attention	“attentional focus” OR “focus of attention”
Osservazione	observational learning - observational practice	“observational learning” OR “observational practice”
Feedback	augmented feedback - knowledge of results – external feedback	“augmented feedback” OR “external feedback” OR “knowledge of results”

Tab 2.1 Ricerca bibliografica: argomento, parole chiave e stringhe di ricerca utilizzate

I limiti applicati sono stati *temporali* (dal 1/01/2000 al 30/04/2010) e *di lingua* (inglese ed italiano), richiedendo la disponibilità dell'*abstract* e, qualora possibile, il coinvolgimento di soli *umani*.

Vista l'ampia variabilità dei concetti sottostanti e la possibilità di considerare studi su soggetti sani, si è deciso di costruire una ricerca nelle banche dati molto sensibile. Si è scelto inoltre di implementare la ricerca sfruttando le referenze illustrate in ogni articolo.

Una sintesi dei limiti impiegati nelle banche dati è presentata nella tabella 2.2.

Banche dati	Limiti utilizzati
<i>Medline</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Dates: published in the last – specific date range (2000 – 2010) - Species: Humans - Text options: abstracts - Languages – Italians, english
<i>Cinahl</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Abstract available - Publication years (2000 - 2010) - Language (Italian, english)
<i>Embase</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Search publications from (2000 - 2010) - Quick limits: human, with abstract - Area of languages: Italian, English
<i>PEDro</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Abstract e title - Published since (2000)

Tab 2.2 Limiti utilizzati nelle banche dati

2.2 Criteri per la selezione degli studi

Tipologia di studi: si è deciso di includere nella revisione trial clinici randomizzati controllati [RCT], trial clinici controllati [CT], studi cross over.

Tipologia di partecipanti: si è scelto di includere papers su soggetti adulti (range d'età 18-64 anni) affetti da patologie di natura muscolo scheletrica e di espandere l'inclusione anche a soggetti sani. In entrambi i casi i partecipanti coinvolti sono alla prima esperienza nell'affrontare un dato task motorio per ridurre quanto più possibile la variabile esperienza del singolo. Si è stabilito di non includere soggetti con affezioni neurologiche poiché in tali pazienti vi è frequentemente un'alterazione dei sistemi deputati al controllo dei processi cognitivi che sottendono gli argomenti di interesse dell'elaborato.

Tipologia di intervento e comparazione: si sono inclusi gli studi analizzanti il ruolo svolto dall'attenzione, osservazione e dal feedback quali elementi favorenti l'apprendimento di un task motorio:

- efficacia assoluta della strategia attentiva rispetto al controllo; efficacia relativa di differenti strategie attentive (fonte interna Vs fonte esterna);

- efficacia assoluta della strategia osservativa rispetto al controllo; efficacia relativa della strategia osservativa rispetto alla pratica fisica;
- efficacia assoluta della strategie di feedback rispetto al controllo; efficacia relativa di diverse strategie di feedback con diverse caratteristiche.

Tipologia di misurazione d'outcome: le variabili prese in considerazione riguardano:

- il risultato del task (numero di esecuzioni corrette);
- i parametri cinetici dello skills (cinematica e dinamica).

Si sono considerati i dati estrapolati dalle misurazioni svolte al follow up nelle fasi dimostrate riflettere realmente l'apprendimento (retention phase e transfer phase). Non sono state poste restrizioni sul tipo di strumenti utilizzati negli elaborati per rilevare gli outcomes, poiché non ne sono stati rintracciati di universalmente accettati.

Una sintesi dei criteri di inclusione adoperati nella revisione è riportata in tabella 1.3.

Criteri di selezione studi	Delucidazione
<i>tipologia di studi</i>	trial clinici randomizzati, trial clinici controllati, cross sectional
<i>tipologia di partecipanti</i>	soggetti umani adulti (18-64 y) affetti da disordini muscolo scheletrici o sani, neofiti verso il task da apprendere
<i>tipologia di intervento e comparazione</i>	- attenzione: efficacia assoluta rispetto al controllo, efficacia relativa rispetto ad altre strategie attentive - osservazione: efficacia assoluta rispetto al controllo, efficacia relativa rispetto alla pratica fisica - feedback: efficacia assoluta rispetto al controllo, efficacia relativa rispetto ad altre strategie di feedback
<i>tipologia di misurazione d'outcome</i>	- risultato del task - parametri cinetici dello skills

Tab 2.3 Criteri di selezione degli studi

2.3 Raccolta, estrazione, analisi e sintesi dei dati

Raccolta. L'iter che ha condotto alla realizzazione dell'elaborato ha coinvolto 3 fisioterapisti esperti nella riabilitazione dei disordini muscoloscheletrici con competenze nell'ambito dell'evidence based medicine. Un revisore (GR)⁶ 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.

⁶ Dott. Giacomo Rossetini: fisioterapista presso Fisiopoint S.R.L.; docente attività elettive presso il Corso di Laurea di Fisioterapia - Università di Verona, fondatore Società Italiana di Fisioterapia S.I.F.

Per incrementare l'accuratezza della procedura, un secondo revisore (SC)⁷ ha controllato la strategia di ricerca ed i risultati della stessa autonomamente. Un terzo revisore (AZ)⁸ è stato consultato in caso di discordanza per implementare ulteriormente la precisione dell'elaborato. 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 tre.

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.

2.4 Criteri utilizzati per la valutazione del rischio di bias

Per setacciare i possibili bias⁹, i due revisori in modo indipendente hanno valutato la qualità metodologica degli articoli selezionati ed inclusi nell'elaborato. Nuovamente, le differenze di opinione sono state risolte chiedendo al terzo revisore. Una recente revisione sistematica ha evidenziato che la PEDro e la Jadad Scale si sono dimostrate essere gli strumenti presentanti il più alto indice di affidabilità nell'analisi degli RCT e CT [59]. Si è

⁷ Dott. Simone Cecchetto: fisioterapista, Servizio Aziendale per le Professioni Sanitarie - Azienda ULSS 5 Ovest Vicentino; dottore magistrale in Scienze delle Professioni Sanitarie della Riabilitazione; docente a contratto presso il Corso di Laurea di Fisioterapia - Università di Verona; fondatore Società Italiana di Fisioterapia S.I.F.

⁸ Dott. Andrea Zimoli: fisioterapista libero professionista; terapeuta manuale ortopedico (OMT); dottore magistrale in Scienze delle Professioni Sanitarie della Riabilitazione; docente a contratto presso il Corso di Laurea di Fisioterapia - Università di Verona e presso il Master in Riabilitazione dei Disordini Muscoloscheletrici - Università di Genova; fondatore Società Italiana di Fisioterapia S.I.F.

⁹ Bias: fattori confondenti allo studio. Esistono cinque potenziali BIAS sistematiche negli studi di efficacia inerenti: i gruppi comparati (selection); gli interventi realmente somministrati (performance); il numero di partecipanti realmente presenti al follow up (attrition); la valutazione dell'outcome (detection); la reale presentazione dei dati (reporting) [44]

scelto tuttavia di adoperare nel proseguo soltanto la PEDro, poiché la scala validata da Jadad trova la sua applicabilità elettiva nella valutazione dell'efficacia dei diversi trattamenti rispetto all'outcome dolore, esulante dagli intenti dell'elaborato.

PEDro Scale. E' uno strumento sviluppato dal Centre for Evidence Based Practice in Australia per la valutazione della validità interna degli RCT e CT e l'interpretabilità dei dati estrapolati. Non vengono considerate la validità esterna e la misura dell'effetto del trattamento. Presenta alti valori di affidabilità (kappa ranged from $k = .611$ to $.88$; interrater reliability ICC = $.39$ to $.91$) [59]. E' strutturato in 10 item ognuno valutato come presente -1- o assente -0-, con un punteggio totale di 10. I punti vengono somministrati per il metodo di cecità (3 punti: participants, therapists, and evaluators), per la randomizzazione (2 punti: random and concealed allocation); la presentazione dei dati (3 punti: baseline similarity of groups, between-group statistical comparison for at least 1 key outcome, point and variability estimates); analisi dei dati (1 punto: intention to treat); e adeguamento al follow up (1 punto). Foley ha proposto un sistema per interpretare la qualità dei papers, basandosi sul punteggio della PEDro scale, classificandoli come [45]:

- “*excellent*”: score da 9 a 10;
- “*good*”: score da 6 a 8;
- “*fair*”: score da 4 a 5;
- “*poor*”: score < 4 .

La tabella 2.4 riporta gli undici criteri della PEDro-scale. Una più esaustiva spiegazione degli stessi è riportata nell'allegato 1.

	Criterio 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 i più importanti indicatori prognostici	0-1
Crit.5	Attuato il cieco di tutti i pazienti	0-1
Crit.6	Attuato il cieco di 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 dell'85% dei soggetti inizialmente collocati nei gruppi	0-1
Crit.9	Tutte le informazioni disponibili di 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 outcome	0-1
Crit.11	E' fornito il “point estimate” e le misure della variabilità di entrambi i gruppi per uno o più outcome	0-1

Tab 2.4 Criteri di valutazione PEDro scale

2.5 Criteri utilizzati per l'analisi qualitativa dei risultati dei trial

E' stato utilizzato l'adattamento della PEDro scale ai livelli di evidenza proposti da Sackett per analizzare qualitativamente i risultati dei lavori inclusi nella revisione [45]. La classificazione si struttura in 5 dimensioni con significatività decrescente:

- *Level 1a*: due o più RCT “good-to excellent” (PEDro ≥ 6) riportano evidenze sull'efficacia dell'intervento;
- *Level 1b*: solo un RCT “good-to excellent” (PEDro ≥ 6) riporta evidenze sull'efficacia dell'intervento;
- *Level 2a*: uno o più RCT “fair-quality” (PEDro = 4-5) riporta evidenze sull'efficacia dell'intervento;
- *Level 2b*: un RCT “poor-quality” (PEDro ≤ 3) e i trials non randomizzati riportano evidenze sull'efficacia dell'intervento;
- *Level 3*: diversi studi pre-post design o il consensus di un panel di esperti riporta evidenze sull'efficacia dell'intervento;
- *Level 4*: risultati conflittuali di due o più studi con caratteristiche simili in termini di disegno e qualità;
- *Level 5*: assenza di disegni sperimentali.

3. RISULTATI

3.1 Descrizione degli studi

Il flusso di ricerca esplicante il processo di selezione degli studi ed i criteri caratterizzanti lo stesso è rappresentato dalla figura 3.1.

La ricerca estensiva ha identificato 2633 studi, di questi 1212 sono stati scartati poiché citati più di una volta, rimanendo con un totale di **1421 articoli** individuati tutti mediante ricerca digitale. Il numero di lavori trovati con ogni singola stringa di ricerca è riportato nell'allegato 2.

Uno screening preliminare è stato svolto sulla base delle informazioni ottenute da titolo ed abstract di tutti gli studi selezionati che ha permesso di identificare 116 articoli pertinenti ed eliminarne 1305 sulla base dei criteri di esclusione riportati nell'allegato 3.

Sono stati reperiti ed esaminati i full text degli elaborati i cui abstracts suggerivano che i criteri di inclusione fossero stati rispettati, presso le banche dati a distanza dell'Università degli Studi di Verona e di Genova, arrivando ad escludere altri 86 lavori utilizzando i criteri riportati nell'allegato 4.

8 articoli si sono dimostrati essere eleggibili all'inclusione da titolo ed abstract ma di essi, nonostante svariati tentativi, tra cui il contatto diretto con gli autori, non si è riusciti a recuperare il full text, essi sono stati ricondotti alla voce "studies awaiting assessment" e sono riportati nell'allegato 5.

Al termine della ricerca sono risultati quindi **22 articoli** rilevanti [63-84], ospitati in 9 riviste scientifiche, rispettanti i criteri di inclusione e di esclusione, sugli stessi è stata svolta un'approfondita analisi metodologica.

Il disaccordo tra i due revisori è stato del 2,2 % (32 studi su 1421). L'opinione del terzo revisore è stata richiesta per 8 papers.

Il grafico 3.4 specifica, in valori assoluti, la frequenza degli articoli inclusi secondo l'anno di pubblicazione, il grafico 3.5 evidenzia, in valori assoluti, la frequenza degli articoli inclusi secondo la rivista di appartenenza con il relativo impact factor (I.F.)¹⁰.

¹⁰ Impact factor: è un indice numerico che esprime la media degli articoli pubblicati presso una data rivista scientifica per determinarne l'importanza ed il peso in termini di informatività [44]

Strategie attentive. Dai 1638 lavori identificati, non sono stati considerati 839 papers perché ridondanti, restando con 799 elaborati. Di questi, 769 sono stati esclusi sulla base di titolo ed abstract, rimanendo con 30 lavori pertinenti. L'analisi condotta sugli stessi ha permesso di escludere 23 papers, e di includerne 5 [63-67]. Gli studi "awaiting assessment" sono 2. La tabella 3.1 riporta i criteri di esclusione, il grafico 3.1 riporta la frequenza percentuale degli studi risultanti dalla ricerca.

Strategie osservative. Dai 229 lavori identificati, non sono stati considerati 114 papers perché ridondanti, restando con 115 elaborati. Di questi, 86 sono stati esclusi sulla base di titolo ed abstract, rimanendo con 29 lavori pertinenti. L'analisi condotta sugli stessi ha permesso di escludere 19 papers, e di includerne 7 [68-74]. Gli studi "awaiting assessment" sono 3. La tabella 3.2 riporta i criteri di esclusione, il grafico 3.2 riporta la frequenza percentuale degli studi risultanti dalla ricerca.

Strategie di feedback. Dai 776 lavori identificati, non sono stati considerati 259 papers perché ridondanti, restando con 507 elaborati. Di questi, 450 sono stati esclusi sulla base di titolo ed abstract, rimanendo con 57 lavori pertinenti. L'analisi condotta sugli stessi ha permesso di escludere 44 papers, e di includerne 10 [75-84]. Gli studi "awaiting assessment" sono 3. La tabella 3.3 riporta i criteri di esclusione, il grafico 3.3 riporta la frequenza percentuale degli studi risultanti dalla ricerca.

3.2 Descrizione dei partecipanti

Gli elaborati utilizzati per la stesura della revisione hanno coinvolto 1225 soggetti con una media di 55,6 partecipanti a studio compresi in un range d'età tra i 18-35 anni.

Solo 76 soggetti, occupati come militari, erano affetti da disordini muscoloscheletrici (distorsione di caviglia di 1°-2°), i rimanenti 1149 erano studenti universitari sani.

Strategie attentive. I 5 lavori inclusi [63-67] hanno impiegato un totale di 221 partecipanti con una media di 44,2 soggetti per studio compresi in un range d'età tra i 19-33 anni.

Strategie osservative. I 7 lavori inclusi [68-74] hanno impiegato un totale di 464 partecipanti con una media di 66,2 soggetti per studio compresi in un range d'età tra i 18-28 anni.

Strategie di feedback. I 10 lavori inclusi [75-84] hanno impiegato un totale di 540 partecipanti con una media di 54 soggetti per studio compresi in un range d'età tra i 18-35 anni.

3.3 Descrizione dell'intervento

Tra i 22 lavori adoperati per la stesura della revisione 5 hanno sondato l'utilizzo delle strategie attentive [63-67], 7 di quelle osservative [68-74] e 10 del feedback [75-84] nell'apprendimento di tasks motori. La durata dell'intervento medio è stata di 2,8 giorni compresi in un range tra 2-7 giorni.

Strategie attentive. Dei 5 lavori inclusi, 3 hanno testato l'efficacia delle strategie attentive nell'apprendimento di task di equilibrio [63, 64, 66]; 2 combinanti task di equilibrio ad altri compiti non posturali [65, 67]. La durata dell'intervento medio è stata di 3,8 giorni compresi in un range tra 3-5 giorni.

Strategie osservative. Dei 7 lavori inclusi, 5 hanno testato l'efficacia delle strategie osservative e della loro combinazione con l'esecuzione pratica del gesto [69; 71-74]; l'efficacia delle strategie osservative associate ad individuazione e correzione di errori [68, 70]. La durata dell'intervento medio è stata di 2,2 giorni compresi in un range tra 2-3 giorni.

Strategie di feedback. Dei 10 lavori inclusi, 3 hanno testato l'efficacia di differenze frequenze di feedback in task sportivi [76, 80, 83]; 4 l'efficacia di differenze frequenze di feedback in task non sportivi [78, 81, 82, 84]; 3 l'efficacia delle strategie di feedback combinate ad altre strategie [75, 77, 79]. La durata dell'intervento medio è stata di 2,7 giorni compresi in un range tra 2-7 giorni.

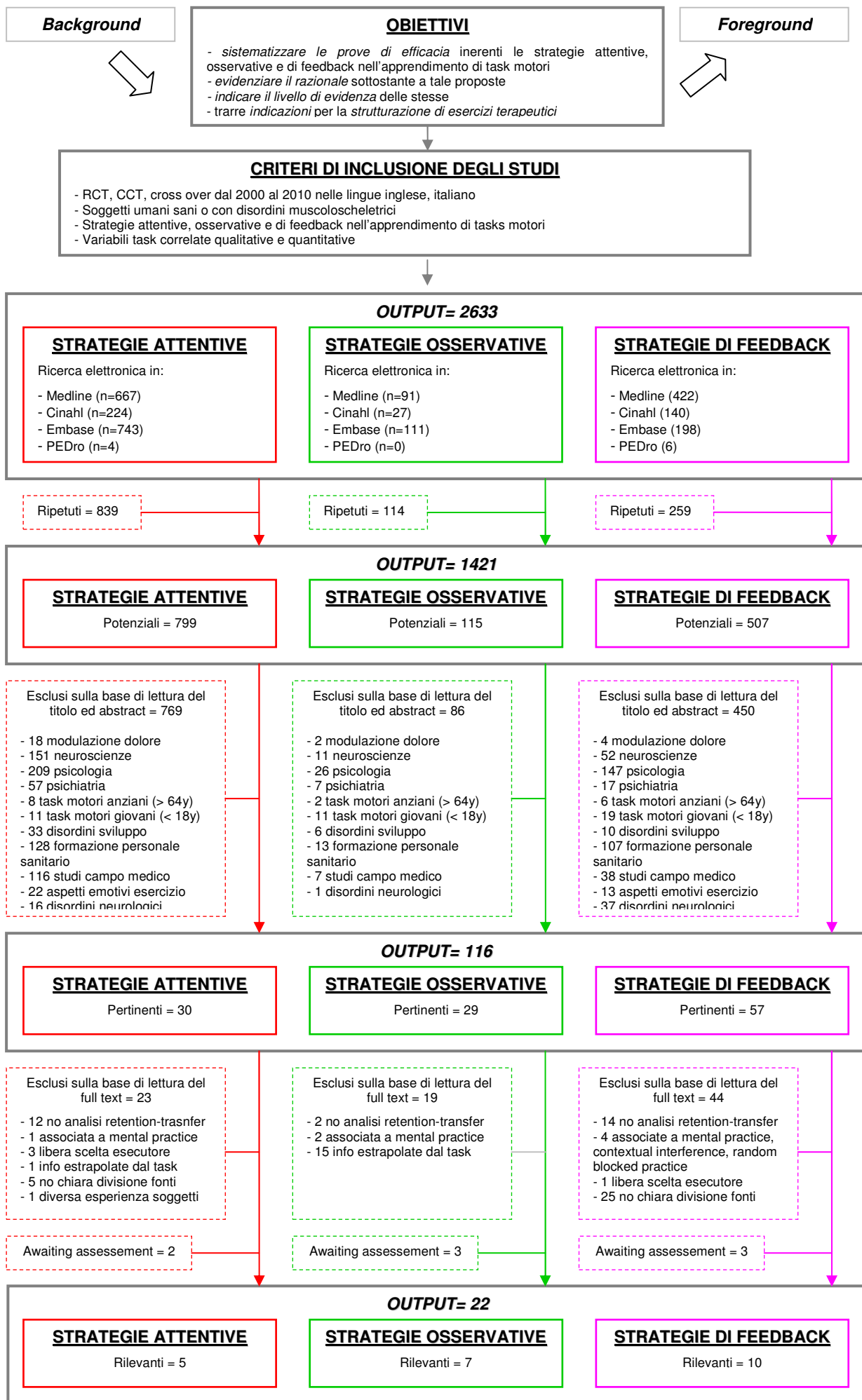


Fig 3.1 Flusso di ricerca

	Criterio di esclusione	N° articoli
C.E.1	studi di modulazione del dolore	18
C.E.2	studi di neuroscienze	151
C.E.3	studi di psicologia	209
C.E.4	studi di psichiatria	57
C.E.5	studi sull'apprendimento di task motori in anziani (> 64y)	8
C.E.6	studi sull'apprendimento di task motori in giovani (< 18y)	11
C.E.7	studi sui disordini dello sviluppo	33
C.E.8	studi sulla formazione del personale sanitario	128
C.E.9	studi di base del campo medico	116
C.E.10	studi sugli aspetti emotivi legati all'esercizio fisico	22
C.E.11	studi sui disordini neurologici	16
C.E.12	studi privi dell'analisi nel test di ritenzione e transfer	12
C.E.13	studi utilizzanti l'associazione di altre pratiche (mental practice)	1
C.E.14	studi valutanti la scelta dell'esecutore di ricevere le fonti attentive	3
C.E.15	studi valutanti il tipo di informazioni estrapolate dal compito	1
C.E.16	studi privi di una chiara divisione tra fonti attentive	5
C.E.17	studi con soggetti di diversa esperienza	1

Tab 3.1 Strategie attentive: criteri di esclusione

	Criterio di esclusione	N° articoli
C.E.1	strategie osservative utilizzate in studi di modulazione del dolore	2
C.E.2	strategie osservative utilizzate in studi di neuroscienze	11
C.E.3	strategie osservative utilizzate in studi di psicologia	26
C.E.4	strategie osservative utilizzate in studi di psichiatria	7
C.E.5	strategie osservative utilizzate in studi sull'apprendimento di task motori in anziani (> 64y)	2
C.E.6	strategie osservative utilizzate in studi sull'apprendimento di task motori in giovani (< 18y)	11
C.E.7	strategie osservative utilizzate in studi sui disordini dello sviluppo	6
C.E.8	strategie osservative utilizzate in studi sulla formazione del personale sanitario	13
C.E.9	strategie osservative utilizzate in studi di base del campo medico	7
C.E.10	strategie osservative utilizzate in studi sui disordini neurologici	1
C.E.11	studi privi dell'analisi nel test di ritenzione e transfer	2
C.E.12	studi utilizzanti l'associazione di altre pratiche (mental practice)	2
C.E.13	studi valutanti il tipo di informazioni estrapolate dal compito	15

Tab 3.2 Strategie osservative: criteri di esclusione

	Criterio di esclusione	N° articoli
C.E.1	strategie di rinforzo utilizzate in studi di modulazione del dolore	4
C.E.2	strategie di rinforzo utilizzate in studi di neuroscienze	52
C.E.3	strategie di rinforzo utilizzate in studi di psicologia	147
C.E.4	strategie di rinforzo utilizzate in studi di psichiatria	17
C.E.5	strategie di rinforzo utilizzate in studi sull'apprendimento di task motori in anziani (> 64y)	6
C.E.6	strategie di rinforzo utilizzate in studi sull'apprendimento di task motori in giovani (< 18y)	19
C.E.7	strategie di rinforzo utilizzate in studi sui disordini dello sviluppo	10
C.E.8	strategie di rinforzo utilizzate in studi sulla formazione del personale sanitario	107
C.E.9	strategie di rinforzo utilizzate in studi di base del campo medico	38
C.E.10	strategie di rinforzo utilizzate in studi sugli aspetti emotivi legati all'esercizio fisico	13
C.E.11	strategie di rinforzo utilizzate in studi sui disordini neurologici	37
C.E.12	studi privi dell'analisi nel test di ritenzione e transfer	14
C.E.13	studi utilizzanti l'associazione di altre pratiche (mental practice, contextual interference, random blocked practice)	4
C.E.14	studi valutanti la scelta dell'esecutore di ricevere le fonti di feedback	1
C.E.15	studi privi di una chiara divisione tra fonti di feedback	25

Tab 3.3 Strategie di feedback: criteri di esclusione

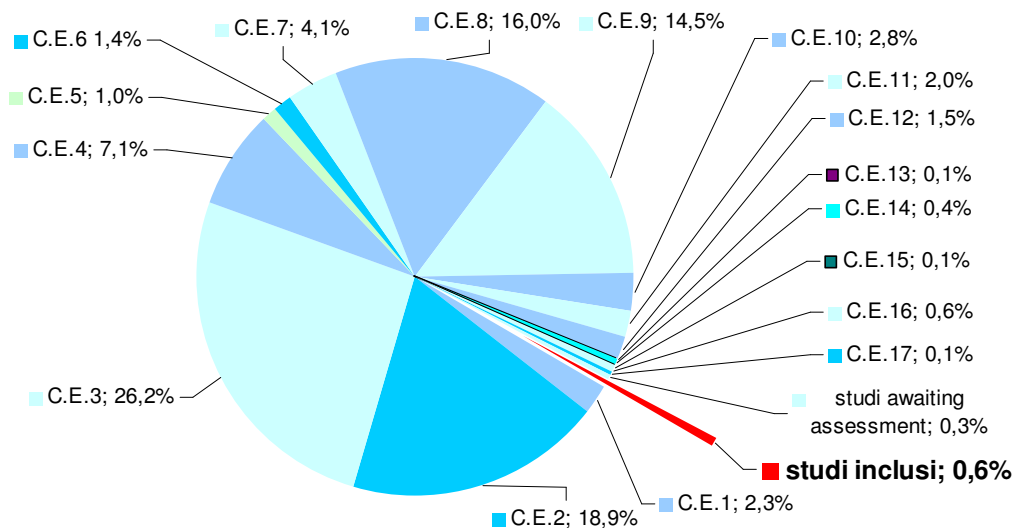


Grafico 3.1 Strategie attentive: frequenza percentuale degli studi risultati dalla ricerca

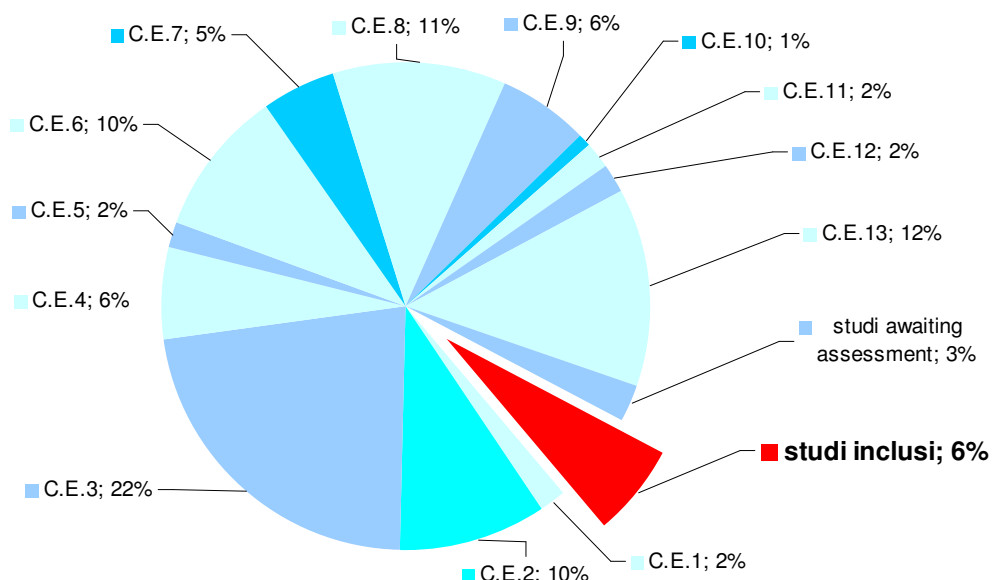


Grafico 3.2 Strategie osservative: frequenza percentuale degli studi risultati dalla ricerca

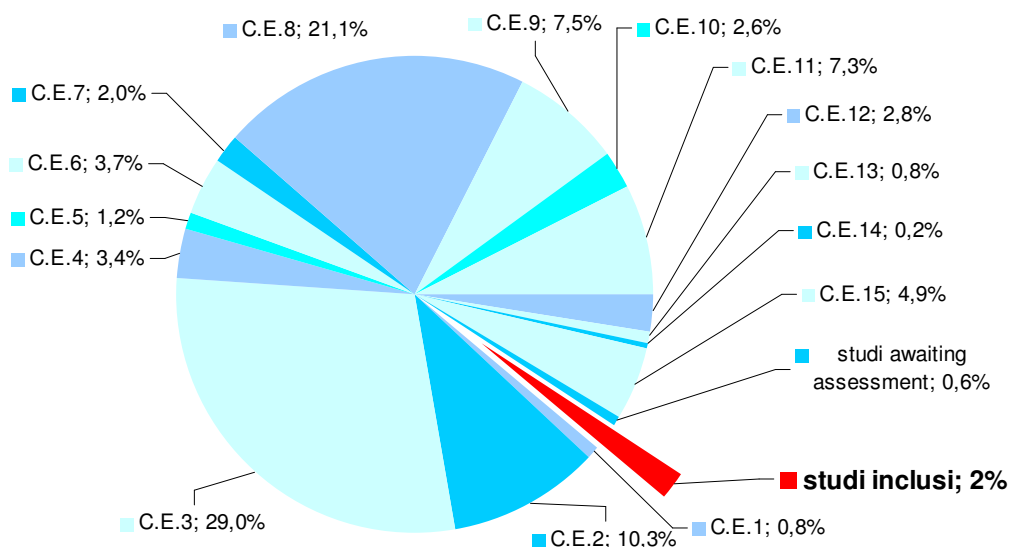


Grafico 3.3 Strategie di feedback: frequenza percentuale degli studi risultati dalla ricerca

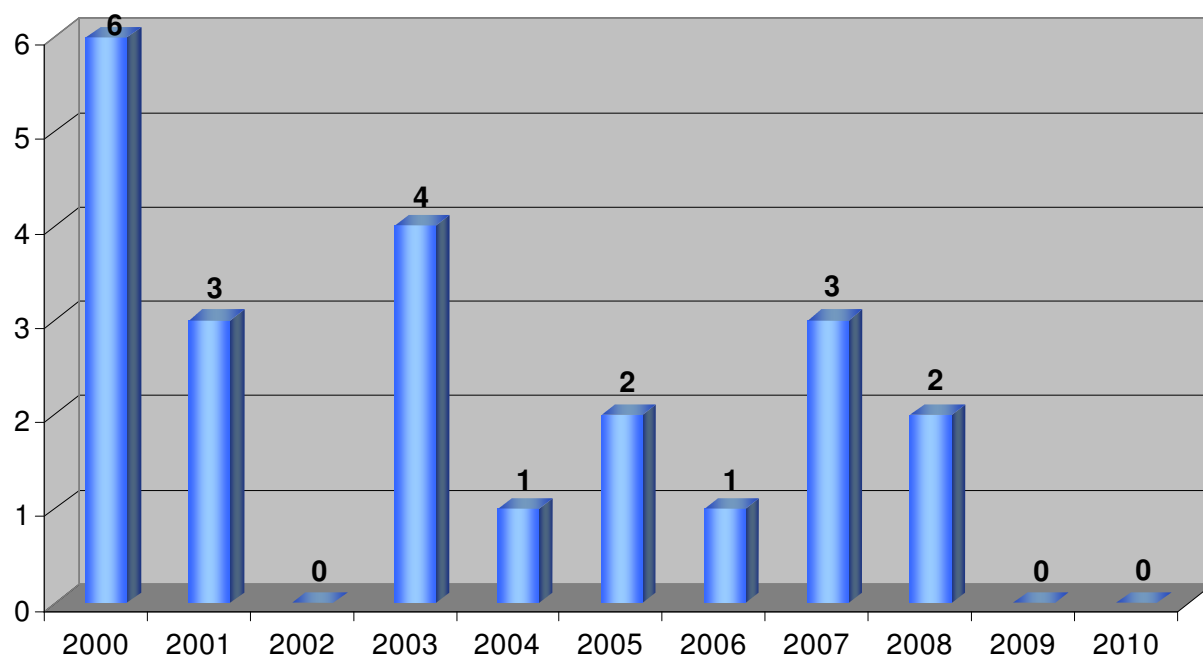


Grafico 3.4 Distribuzione (in valori assoluti) degli studi inclusi secondo l'anno di pubblicazione

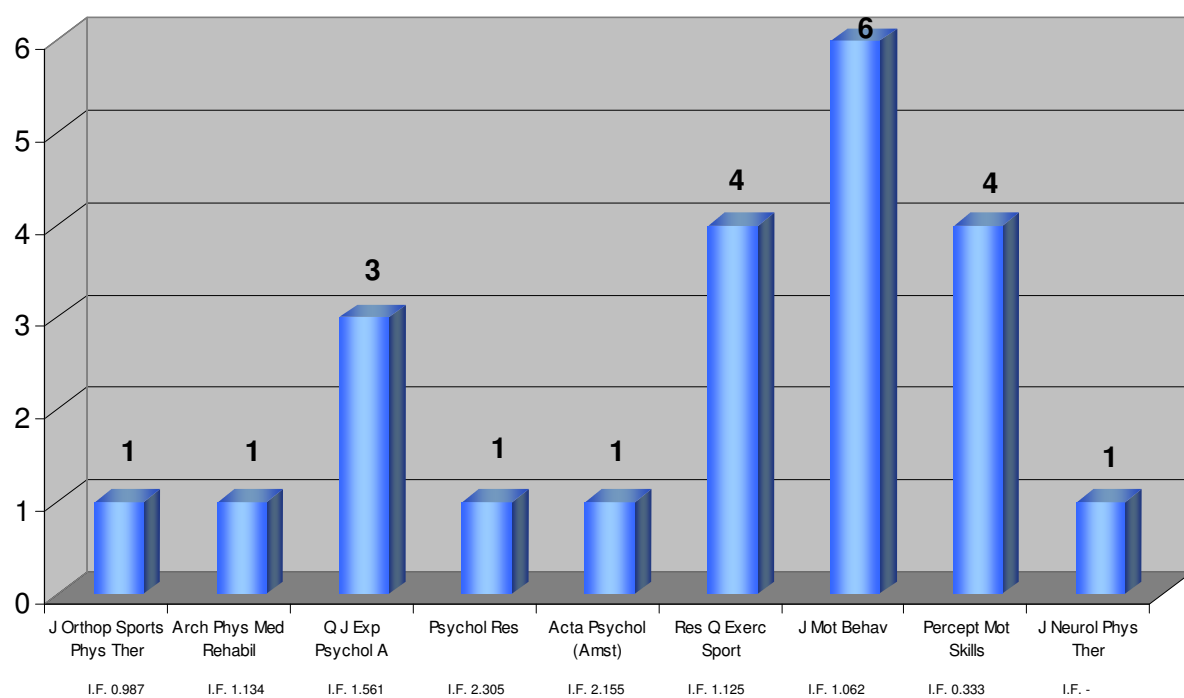


Grafico 3.5 Distribuzione (in valori assoluti) delle riviste ospitanti gli studi inclusi con il relativo impact factor –I.F.–

3.4 Rischio di bias negli studi inclusi

Il PEDro score dei 22 studi analizzati è compreso in un range da 2 a 6 su 10, con una media di punteggio di 3. Soltanto 1 lavoro è stato catalogato come “good” [64]; 4 come “fair” [63, 77, 80, 84] e 17 come “poor” [65-76; 78-79; 81-83]. Nessun paper è stato classificato come “excellent”.

Le fonti di bias rilevate negli studi inclusi hanno riguardato la mancanza: del cieco dei somministratori (22/22 - 100%); dell’analisi secondo intention to treat (22/22 - 100%); dell’assegnazione celata al gruppo sperimentale e di controllo (21/22 - 95%); del reperimento di informazioni da almeno l’85% dei partecipanti (21/22 - 95%); del cieco dei valutatori (20/22 - 91%); del cieco dei partecipanti (19/22 - 86%); dell’omogeneità dei gruppi al baseline (17/22 - 77%); della randomizzazione dei due gruppi (8/22 - 36%).

8 criteri su 220 (3,6%) hanno richiesto la discussione per raggiungere il consenso tra i valutatori; 3 criteri hanno necessitato dell’opinione del terzo revisore.

Strategie attentive. I 5 lavori inclusi hanno un PEDro score compreso in un range da 3 a 6 su 10, con una media di punteggio di 4. Un lavoro è stato catalogato come “good” [64]; uno come “fair” [63], tre come “poor” [65-67], nessuno come “excellent”.

Le fonti di bias evidenziate riguardano la mancanza: del cieco dei somministratori (5/5 - 100%); dell’analisi intention to treat (5/5 - 100%); dell’assegnazione celata al gruppo sperimentale e di controllo (5/5 - 100%); del cieco dei partecipanti (5/5 - 100%); del reperimento di informazioni da almeno l’85% dei partecipanti (4/5 - 80%); del cieco dei valutatori (3/5 - 60%); dell’omogeneità dei gruppi al baseline (5/5 - 60%); della randomizzazione dei due gruppi (1/5 - 20%).

Strategie osservative. I 7 lavori inclusi hanno un PEDro score compreso in un range da 2 a 3 su 10, con una media di punteggio di 3. Tutti i lavori sono stati catalogati come “poor” [68-74].

Le fonti di bias ricavate riguardano la mancanza: del cieco dei somministratori (7/7 - 100%); dell’analisi intention to treat (7/7 - 100%); dell’assegnazione celata al gruppo sperimentale e di controllo (7/7 - 100%); del reperimento di informazioni da almeno l’85% dei partecipanti (7/7 - 100%); del cieco dei valutatori (7/7 - 100%); dell’omogeneità dei

gruppi al baseline (7/7 - 100%); del cieco dei partecipanti (6/7 - 86%); della randomizzazione dei due gruppi (3/7 - 43%).

Strategie di feedback. I 10 lavori inclusi hanno un PEDro score compreso in un range da 2 a 4 su 10, con una media di punteggio di 3. Solo 3 lavori sono stati catalogati come “fair” [77, 80, 84], i rimanenti 7 come “poor” [75-76; 78-79; 81-83].

Le fonti di bias individuate riguardano la mancanza: del cieco dei somministratori (10/10 - 100%); dell’analisi intention to treat (10/10 - 100%); del reperimento di informazioni da almeno l’85% dei partecipanti (10/10 - 100%); del cieco dei valutatori (10/10 - 100%); dell’assegnazione celata al gruppo sperimentale e di controllo (9/10 - 90%); del cieco dei partecipanti (8/10 - 80%); dell’omogeneità dei gruppi al baseline (6/10 - 60%); della randomizzazione dei due gruppi (4/10 - 40%).

A causa della scarsa qualità metodologica di 17 studi inclusi [65-76; 78-79; 81-83], si è deciso di non eseguire una meta-analisi, i cui risultati sarebbero potuti essere confondenti per la bassa validità interna dei trials stessi. Comunque, i risultati della revisione sono stati stilati sulla base di tutti i lavori inclusi, considerandone i limiti nelle discussioni in termini di sovrastima dell’efficacia.

Nella tabella 3.4 sono riportati i punteggi relativi ai singoli criteri della PEDro scale assegnati ai 22 studi inclusi nella revisione. Il grafico 3.6 indica, in valori assoluti, la distribuzione degli articoli inclusi secondo il PEDro score ottenuto.

Studi	C. ¹	C. ²	C. ³	C. ⁴	C. ⁵	C. ⁶	C. ⁷	C. ⁸	C. ⁹	C. ¹⁰	C. ¹¹	Score
Rotem-Lehrer N et al 2007 [63]	1	1	0	1	0	0	1	0	0	1	1	5/10
Laufer Y et al 2007 [64]	1	1	0	1	0	0	1	1	0	1	1	6/10
Wulf G et al 2003 [65]	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2/10
McNevin et al 2003 [66]	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	3/10
Wulf G et al 2001 [67]	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	3/10
Granados C; Wulf G 2007 [68]	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	3/10
Black CB et al 2005 [69]	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2/10
Blandin Y, Proteau L 2000 [70]	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	3/10
Weeks D, Anderson L 2000 [71]	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	3/10
Black CB, Wright DL 2000 [72]	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2/10
Shea CH et al 2000 [73]	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	3/10
Deakin J.M., Proteau 2000 [74]	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	3/10
Sidaway B et al 2008 [75]	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	3/10
Ishikura 2008 [76]	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	3/10
Badets A et al 2006 [77]	1	1	0	0	1	0	0	0	0	1	1	4/10
Anderson DI et al 2005 [78]	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	3/10
Badets A, Blandin Y 2004 [79]	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	3/10
Butki BD, Hoffman SJ 2003 [80]	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	4/10
Yao WX 2003 [81]	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	3/10
Anderson DI et al 2001 [82]	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	3/10
Goodwin JE et al 2001 [83]	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2/10
Park J.-H. et al 2000 [84]	1	1	0	0	1	0	0	0	0	1	1	4/10

Tab 3.4 Punteggi dei singoli criteri della PEDro scale assegnati agli studi inseriti nella revisione

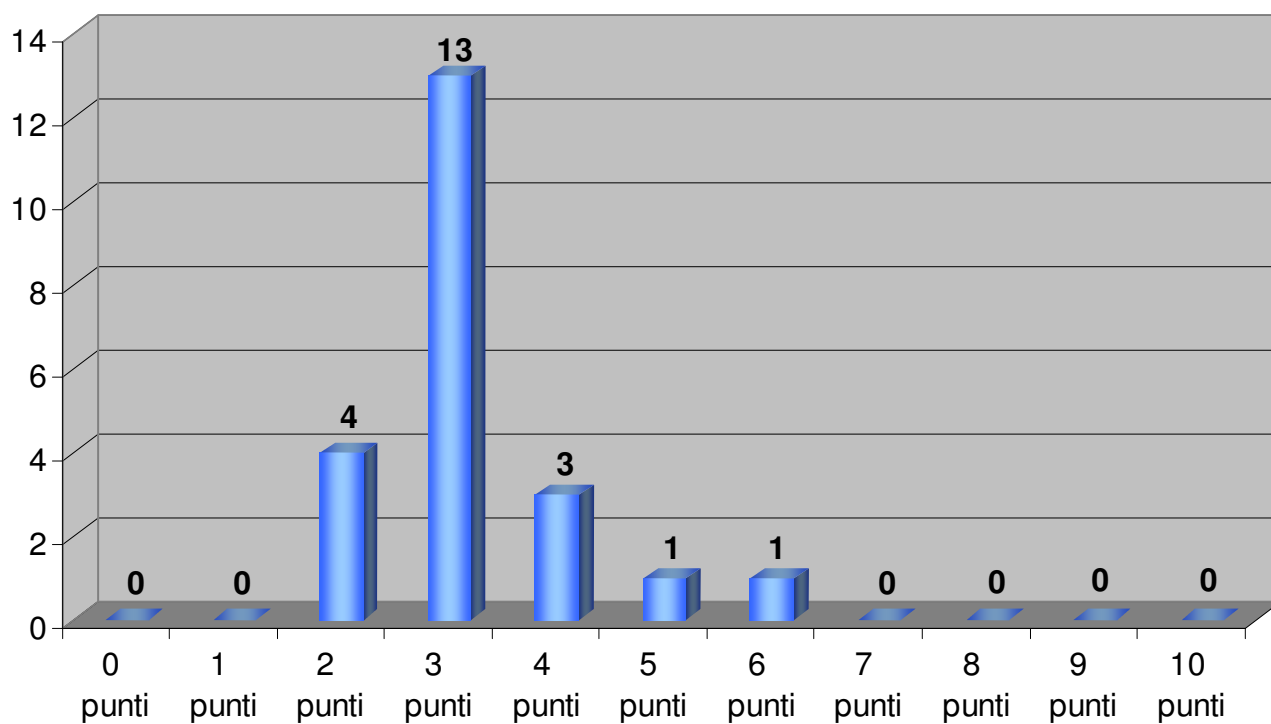


Grafico 3.6 Distribuzione (in valori assoluti) degli studi inclusi secondo PEDro score

3.5 Prove d'efficacia

I 22 studi che compongono la revisione sono riportati nell'allegato 6 in una tavola sinottica contenente il PEDro score, il disegno di studio e l'obiettivo, le caratteristiche dei soggetti e la numerosità campionaria, l'intervento somministrato e la comparazione, gli outcome analizzati, il follow up ed i risultati ottenuti con la significatività statistica. Di seguito vengono brevemente trattati in rassegna i dati estrapolati dalla letteratura internazionale inerenti gli argomenti oggetto d'indagine.

3.2.1 Utilizzo delle strategie attentive

Efficacia delle strategie attentive in task di equilibrio. Gli studi che hanno valutato l'efficacia delle strategie attentive nell'apprendimento di task di equilibrio sono 3 [63, 64, 66].

🏠 Rotem-Lehrer e colleghi [63] hanno indagato l'effetto delle strategie attentive in traumatismi distorsivi di caviglia di 1°-2°, non specificando il tempo della patologia. 36 pazienti sono stati sottoposti, per 3 giorni consecutivi, a 10 trials di equilibrio da 20 secondi ciascuno sull'arto affetto mediante Biodex Stability System (BSS) in due differenti livelli di difficoltà. Durante l'intervento i soggetti sono stati randomizzati in 2 gruppi: il primo ha veicolato l'attenzione sulla stabilizzazione del proprio corpo (internal focus), il secondo sulla piattaforma (external focus). Gli outcome valutati hanno riguardato lo spostamento della piattaforma in tutte le direzioni (OSI: Overall Stability Index), antero-posteriore (APSI: Anterior/Posterior Stability Index), e medio-laterale (MLSI: Medial/Lateral Stability Index). Il follow up si è svolto 48 ore dopo l'acquisizione mediante 10 trials svolti in entrambi i livelli di difficoltà (transfer test). Il gruppo che, mantenendo l'equilibrio, ha focalizzato l'attenzione sulla stabilità della piattaforma, ha riportato risultati statisticamente significativi in tutti gli indici di stabilità a seguito di transfer test ($OSI: F_{(1,34)} = 12.10, p = .001$; $APSI: F_{(1,34)} = 4.95, p = .03$; $MLSI: F_{(1,34)} = 6.92, p = .01$).

🏠 Il lavoro di Laufer e colleghi [64] ha analizzato l'effetto delle strategie attentive in esiti di distorsioni di caviglia di 1°-2° nel primo mese di trattamento. 40 pazienti si sono esercitati, per 3 giorni consecutivi, in 10 trials di equilibrio da 20 secondi ciascuno sull'arto

affetto mediante Biodex Stability System (BSS) in due differenti livelli di difficoltà. Durante l'intervento i soggetti sono stati randomizzati in 2 gruppi: il primo ha volto l'attenzione sulla stabilizzazione del proprio corpo (internal focus), il secondo sulla piattaforma (external focus). Gli outcome valutati hanno riguardato lo spostamento della piattaforma in tutte le direzioni (OSI: Overall Stability Index), antero-posteriore (APSI: Anterior/Posterior Stability Index), e medio-laterale (MLSI: Medial/Lateral Stability Index). Il follow up si è svolto 48 ore dopo l'acquisizione mediante 10 trials svolti in entrambi i livelli di difficoltà (retention test). Soltanto il gruppo external focus ha dimostrato un miglioramento statisticamente significativo dell'outcome durante il test di ritenzione (*level 6: OSI $F_{(2,76)} = 3.67, p = .030$; APSI $F_{(2,76)} = 4.2, p = .019$; Level 4: OSI $F_{(2,76)} = 4.92, p = .010$; APSI $F_{(2,76)} = 16.08, p < .001$).*

¶ McNevin e colleghi [66] hanno esaminato se la distanza presente tra il corpo e l'effetto dell'azione ulteriormente incrementi il vantaggio associato all'utilizzo di un external focus of attention. 40 soggetti sani sono stati impiegati per 2 giorni, nello svolgimento di 7 trials da 90 secondi ciascuno di equilibrio su di una pedana stabilometrica. I partecipanti durante l'intervento sono stati randomizzati in 4 gruppi: il primo ha fatto attenzione ai propri piedi (internal focus); il secondo ai markers posizionati sulla pedana vicino ai propri piedi (external focus/near); il terzo ai markers collocati sulla pedana lontano dai propri piedi (external focus/far insider); il quarto ai markers disposti fuori dalla pedana molto lontano dai propri piedi (external focus/far outside). Gli outcome valutati hanno riguardato lo spostamento della piattaforma (root-mean-square error RMSE) e la frequenza dei movimenti della piattaforma in risposta agli aggiustamenti del soggetto (mean power frequency MPF). Il follow up si è svolto 24 ore post acquisizione mediante 7 trials privi di strategie attentive (retention test). I soggetti utilizzando un external focus of attention diretto sui markers più distanti –far outside / far inside- hanno evidenziato un cambiamento statisticamente significativo nell'outcome al test di ritenzione (*RMSE $F_{(3, 36)} = 5.34, p < .01$*). Gli stessi due gruppi hanno evidenziato più frequenti e piccole correzioni posturali nel mantenimento dell'equilibrio sulla piattaforma (*MPF $F_{(3,36)} = 8.06, p < .001$*).

Efficacia delle strategie attentive in task di equilibrio associati a compiti non posturali. Gli studi che hanno valutato l'efficacia delle strategie attentive nell'apprendimento di task di equilibrio associati a compiti non posturali sono 2 [65, 67].

¶ Nel lavoro di Wulf e colleghi [65] 18 soggetti sani si sono esercitati, per 2 giorni, nell'esecuzione di 7 trials da 90 secondi ciascuno di equilibrio su di una pedana stabilometrica (task posturale) mentre sorreggevano, con entrambe le mani, un tubo contenente una pallina da tennis mantenendola ferma al centro dello stesso (task sopraposturale). Nell'esperimento 1 i soggetti sono stati assegnati senza randomizzazione in due gruppi: il primo ha svolto il compito sopraposturale facendo attenzione alle proprie mani (internal focus), il secondo al tubo (external focus). Gli outcome valutati hanno riguardato lo spostamento della piattaforma (root-mean-square error RMSE) ed il numero di errori nel mantenere la pallina al centro (number of errors). Il follow up si è svolto 24 ore dopo l'acquisizione mediante 4 trials eseguiti con il tubo, ma senza strategie attentive (retention test), e 3 trials svolti senza entrambe (transfer test). Solo i soggetti utilizzando l'external focus hanno presentato valori statisticamente significativi per gli outcomes di entrambi i tasks analizzati sia nel retention test ($RMSE F_{(1, 16)} = 22.68, p < .001, \omega^2 = .71$; *number of errors* $F_{(1, 16)} = 13.99, p < .01, \omega^2 = .59$) che nel transfer test ($RMSE F_{(1, 16)} = 15.23, p = .001, \omega^2 = .61$). L'esperimento 2, si è strutturato con le stesse modalità di quello pocanzi esposto per intervento somministrato, outcome valutato e timing del follow up; tuttavia si è aggiunto un gruppo di controllo eseguente il task privo di istruzione attentiva. Nuovamente l'external focus of attention ha dimostrato i più significativi risultati al test di ritenzione ($RMSE F_{(2, 26)} = 3.45, p < .05, \omega^2 = .20$) e di transfer ($RMSE F_{(2, 26)} = 3.45, p < .05, \omega^2 = .20$).

¶ Wulf G e McNevin [67] hanno sottoposto 28 soggetti sani per 2 giorni all'esecuzione di 7 trials da 90 secondi ciascuno di equilibrio su di una pedana stabilometrica (task posturale) mentre gli veniva chiesto di premere un bottone adiacente a seguito di uno stimolo uditivo (task sopraposturale). Durante l'intervento i partecipanti sono stati randomizzati in due gruppi: uno ha veicolato l'attenzione sui propri piedi (internal focus); l'altro sui markers posizionati sulla pedana (external focus). Gli outcome valutati hanno riguardato lo spostamento della piattaforma (root-mean-square error RMSE); la frequenza dei movimenti della piattaforma in risposta agli aggiustamenti del soggetto (mean power frequency MPF) ed il tempo di reazione impiegato a pigiare il bottone (reaction time RT).

Il follow up si è svolto 24 ore post acquisizione mediante 7 trials eseguiti senza istruzioni attentive (retention test). Solo l'external focus of attention ha evidenziato un cambiamento statisticamente significativo negli outcomes al test di ritenzione ($RMSE: F_{(1, 166)} = 24.23, p < .01$; $RT: F_{(1, 166)} = 9.91, p < .01$). Lo stesso gruppo ha dimostrato più frequenti e piccole correzioni nel mantenimento dell'equilibrio sulla piattaforma ($MPF: F_{(1, 166)} = 15.40, p < .01$).

3.2.2 Utilizzo delle strategie osservative

Efficacia delle strategie osservative associate ad individuazione e correzione di errori. Gli studi che hanno valutato l'efficacia delle strategie osservative associate ad individuazione e correzione di errori sono 2 [68, 70].

🏠 Granados e colleghi [68] hanno sottoposto 48 soggetti sani, per 1 giorno, a 20 tasks di coordinazione bimanuale rapida di montaggio e smontaggio di una piramide di tazzine - speed cup staking -. I soggetti, posti a coppie, durante l'intervento sono stati randomizzati in 4 gruppi: nel primo un soggetto eseguiva il task e l'altro lo osservava con discussione nella pausa sulla performance (observational/dialogue); nel secondo un soggetto eseguiva e l'altro osservava senza discussione (observational/no dialogue); nel terzo un soggetto eseguiva e l'altro non osservava con discussione nella pausa sulla performance (no observation/dialogue); nel quarto il soggetto eseguiva autonomamente. Gli outcome analizzati hanno riguardato misure di accuratezza dell'esecuzione (movement time MT). Il follow up si è svolto 24 ore dopo l'acquisizione servendosi di 5 trials svolti senza istruzione (retention test). Soltanto i gruppi includenti l'osservazione nella loro pratica si sono dimostrati incrementare l'outcome dimostrando una differenza statisticamente significativa al test di ritenzione ($movement\ time\ F_{(1,44)} = 8.30, p < .01, \eta^2 = 0.16$).

🏠 Nell'elaborato di Blandin e colleghi [70] 94 soggetti universitari sani sono stati impiegati, per 1 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 constant 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 5 [69; 71-74].

① Black e colleghi [69], nell'esperimento I°, hanno impiegato 45 soggetti sani, per 1 giorno, nell'esecuzione di 72 trials di digitazione sulla tastiera di un computer, mediante dito indice destro, di 3 sequenze numeriche somministrate ad intervalli temporali di 700, 900, 1100 msec. Concomitantemente è stato richiesto di stimare la loro percezione dell'errore. I soggetti durante l'intervento sono stati allocati, senza randomizzazione, in 3 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 l'ha prodotto al retention test (observational); il terzo ha prodotto il task, senza ricevere alcuna istruzione, al retention test (no practice). Gli outcome 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 e 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 pocanzi 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 2, 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.

🏠 Lo studio di Weeks e colleghi [71] ha allenato 30 soggetti universitari, per 1 giorno, in 30 trials di servizi di pallavolo. I partecipanti durante l'intervento sono stati randomizzati in 3 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 5 minuti (retention I°) e 48 ore (retention II°) post acquisizione rispettivamente 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 ed accuratezza (*Pearson correlation coefficient* (r) = 0.741 $p < .05$).

🏠 Il lavoro di Black e colleghi [72] ha esercitato 72 soggetti sani, per 1 giorno, all'esecuzione di 72 trials di digitazione sulla tastiera di un computer, mediante dito indice destro, di 3 sequenze numeriche somministrate ad intervalli temporali di 700, 900, 1100 msec. Concomitantemente è stato richiesto ai partecipanti di stimare la loro percezione

dell'errore. I soggetti durante l'intervento sono stati divisi in 3 gruppi: un primo, dopo aver ricevuto istruzioni ha eseguito il task (physical); un secondo dopo l'istruzione ha osservato l'esecuzione del task e poi l'ha prodotto (observational); un terzo ha prodotto il task senza ricevere alcuna istruzione (no practice). Gli outcome 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 estimation score ADE). Il follow up si è svolto 24 ore post acquisizione mediante 12 trials operati senza alcuna istruzione (retention test). Entrambi gli outcomes si sono dimostrati essere superiori nel gruppo physical ed observational rispetto al gruppo no practice al test di ritenzione ($E: F_{(2,66)} = 8.46, p < .05$; $ADE: F_{(2,33)} = 9.51, p < .05$), senza differire significativamente tra loro.

↑ Shea e colleghi [73], nel I° esperimento, hanno sottoposto 30 soggetti sani, per 1 giorno, a 20 tasks di percorrimto di un targhet su di uno schermo di un computer. Durante l'intervento i soggetti sono stati randomizzati in 3 gruppi: il primo ha eseguito il task fisicamente (physical group); il secondo ha osservato il gesto e lo ha praticato durante la rivalutazione (observation group); il terzo è stato esposto al task per la prima volta durante la rivalutazione (control group). L'outcome analizzato ha riguardato lo score (root mean squared error RMSE). Il follow up si è svolto 24 ore dopo l'acquisizione mediante 2 trials rispettivamente per il retention ed il transfer test. Il gruppo physical si è dimostrato superiore, per l'outcome oggetto d'indagine, dell'observation e del controllo ($RMSO F_{(2,27)} = 32.28, p < .01$) nel retention. Durante il transfer il gruppo physical ed observational hanno avuto uguali risultati, entrambi migliori del controllo ($RMSO F_{(2,27)} = 7.10, p < .01$). Nel II° esperimento altri 30 soggetti sani sono stati reclutati. Il task sottoposto per modalità di intervento, outcome analizzati e timing della rivalutazione è stato medesimo all'esperimento I°. I soggetti sono stati nuovamente randomizzati in 3 gruppi: il primo ha eseguito il task fisicamente (physical group); il secondo gruppo ha lavorato in coppia dove mentre un partecipante performava, l'altro osservava e viceversa (combination group); il terzo è stato esposto al task per la prima volta durante la rivalutazione (control group). Il gruppo physical e combination hanno riportato migliori outcomes del controllo ($RMSO F_{(2,27)} = 12.62, p < .01$). Durante il transfer, il gruppo combination ha eseguito più efficacemente degli altri due ($RMSO F_{(2,27)} = 22.31, p < .01$).

¶ Nell'elaborato di Deakin e colleghi [74] 40 soggetti universitari sani sono stati esercitati, per 2 giorni, in 36 trials di costruzione di 3 puzzles somministrati a random. Durante l'intervento i partecipanti sono stati randomizzati in 5 gruppi: il primo ha svolto solo la pratica fisica (only physical group 100% pp); il secondo solo l'osservazione (only observation group 100% obs); il terzo per metà l'osservazione e per metà la pratica fisica (50% observation – 50% physical practice group 50% obs); il quarto per tre quarti l'osservazione e per un quarto la pratica fisica (75% observation – 25% physical practice group 75% obs); il quinto ha partecipato soltanto all'esecuzione fisica nella rivalutazione (control group). Gli outcome analizzati hanno riguardato misure qualitative della performance (performance). Il follow up si è svolto al termine di ognuno dei 2 giorni di acquisizione (retention test) e dopo 24 ore (transfer test) rispettivamente mediante 6 e 4 trials privi di istruzioni. Durante i primi 3 trials della ritenzione i gruppi che hanno praticato fisicamente durante l'acquisizione hanno superato il gruppo che ha osservato al 100% (*performance* $F_{(4, 35)} = 2.62, p < .05$). Dal 4° trials si è realizzata un'inversione di tendenza dove il gruppo che ha osservato al 100% si è dimostrato essere migliore del gruppo di controllo raggiungendo l'equivalenza delle 3 condizioni legate alla pratica fisica (*performance* $F_{(8, 70)} = 2.02, p = .05$). Al transfer test entrambi i gruppi hanno evidenziato capacità di adattamento nella risoluzione di un nuovo puzzle.

3.2.3 Utilizzo delle strategie di feedback

Efficacia di differenti frequenze di feedback¹¹ in task sportivi. Gli studi che hanno valutato l'efficacia di differenti frequenze di feedback in task sportivi sono 3 [76, 80, 83].

¶ Lo studio di Hishikura [76] ha coinvolto 34 soggetti sani che si sono esercitati, per 1 giorno, in 60 trials di tiro a golf. I partecipanti durante l'intervento sono stati randomizzati in 2 gruppi: il primo ha ricevuto un KR ogni prova (KR 100%); il secondo un KR ogni 3 prove (KR 33%). Gli outcome analizzati hanno riguardato l'accuratezza dell'esecuzione (constant error CE; absolute constant error ACE; variable error VE). Il follow up si è svolto

¹¹ 

Nel proseguo dei risultati la somministrazione del feedback è riportata come conoscenza del risultato (knowledge of results - KR)

10 minuti (retention I°) e 24 ore (retention II°) dopo l'acquisizione servendosi rispettivamente di 5 trials eseguiti senza feedback. Il test di ritenzione ha evidenziato un incremento dell'outcome statisticamente significativo solo nel gruppo KR 33% ($CE F_{(2,64)} = 4.74, p = .01$; $ACE F_{(1,32)} = 4.67, p = .04$; $VE F_{(2,64)} = 3.58, p = .03$).

🏠 Butki e colleghi [80] hanno sottoposto 78 soggetti sani, per 1 giorno, in 96 trials di tiro a golf. I partecipanti durante l'intervento sono stati randomizzati in 3 gruppi: il primo ha svolto la metà dei trials senza KR e l'altra metà ricevendo KR con una frequenza progressivamente minore riguardanti la traiettoria della pallina e la sua posizione finale (50% - 50%); il secondo la metà dei trials ricevendo KR sulla posizione finale della pallina e l'altra metà in assenza di (0% - 50%); il terzo ricevendo KR in ogni prova (continuous feedback). L'outcome analizzato ha riguardato il punteggio svolto (error scores). Il follow up si è svolto 5 minuti (retention I°) e 24 ore (retention II°) post acquisizione rispettivamente mediante 6 trials privi di feedback. Il gruppo 0/50 si è dimostrato avere una media di errore inferiore rispetto al 50/50 ($error scores T_{(50)} = 2.12, p < .05$) ed al continuous feedback ($error scores T_{(50)} = 2.01, p < .05$) in entrambi i test di ritenzione con una differenza statisticamente significativa.

🏠 Goodwin e colleghi [83] hanno allenato 110 soggetti sani, per 1 giorno, in 60 trials di lanci a shuffleboard. I partecipanti durante l'intervento sono stati randomizzati in 4 gruppi: il primo ha ricevuto un KR terminale ogni prova (KR 100%); il secondo un KR terminale ogni 2 prove (Constant); il terzo un KR terminale con una frequenza progressivamente inferiore del 20% ogni 10 trials (Fade); il quarto un KR terminale con una frequenza progressivamente superiore del 20% ogni 10 trials (Reverse). Gli outcome analizzati hanno riguardato l'accuratezza dell'esecuzione (absolute constant error ACE; variable error VE). Il follow up si è svolto 48 ore dopo l'acquisizione mediante 20 trials svolti senza feedback (retention test). Soltanto il constant ed il fade group si sono dimostrati presentare un miglior outcome al test di ritenzione con una differenza statisticamente significativa ($ACE F_{(4,105)} = 2.92, p < .05, \eta^2 = .10$; $VE F_{(4,105)} = 6.58, p < .05, \eta^2 = .20$).

Efficacia di differenti frequenze di feedback in task non sportivi. Gli studi che hanno valutato l'efficacia di differenti frequenze di feedback in task non sportivi sono 4 [78, 81, 82, 84].

Anderson e colleghi [78] hanno testato 56 soggetti sani, per 2 giorni, in 160 tasks di raggiungimento manuale di un target svolti in presenza dell'applicazione di una resistenza elastica. I partecipanti durante l'intervento sono stati allocati senza randomizzazione in 2 gruppi: il primo ha ricevuto un KR ogni prova (delay-0); il secondo un KR ogni 2 prove (delay-2). Gli outcome analizzati hanno riguardato l'accuratezza dell'esecuzione (radial error RE; radial variable error RVE). Il follow up si è svolto dopo 1 minuto (retention I°) e 24 ore (retention II°) dall'acquisizione rispettivamente con 40 trials in assenza di feedback. Soltanto il gruppo delay-2 si è dimostrato avere un miglioramento dell'outcome ad 1 minuto ($RE F_{(1,54)} = 18.7, p < .001$) con un livello di significatività statistica raggiunto nel test svolto a 24 ore di distanza ($RE F_{(1, 54)} = 5.6, p < .05$).

Nello studio di Yao [81] 30 soggetti sani si sono adoperati, per 1 giorno, in 80 tasks di digitazione sulla tastiera numerica di un computer, con il dito indice destro, di 3 sequenze numeriche somministrate ogni 900 ms. I partecipanti durante l'intervento sono stati randomizzati in 2 gruppi: il primo ha ricevuto un KR terminale ogni prova (every trial condition); il secondo un KR terminale ogni 5 prove (average condition). Gli outcome analizzati hanno riguardano l'accuratezza dell'esecuzione (relative timing error RTE; absolute timing error E). Il follow up si è svolto 24 ore dopo l'acquisizione attraverso 10 trials in assenza di feedback (retention test). Soltanto il gruppo average si è dimostrato presentare un miglioramento dell'outcome statisticamente significativo al test di ritenzione ($RTE F_{(1,28)} = 16.96, p < .001$; $E F_{(1,28)} = 17.22, p < .001$).

Anderson e colleghi [82] hanno sottoposto 40 soggetti sani, per 1 giorno, in 80 tasks di raggiungimento manuale verso un target svolto in presenza o meno dell'applicazione di una resistenza elastica (SPG). I partecipanti durante l'intervento sono stati randomizzati in 4 gruppi: il primo ha ricevuto un KR ogni prova senza resistenza (delay-0); il secondo ha ricevuto un KR ogni 2 prove senza resistenza (delay-2); il terzo ha ricevuto un KR ogni prova con la resistenza (delay-0 SPG); il quarto ha ricevuto un KR ogni 2 prove con la resistenza (delay-2 SPG). Gli outcome analizzati hanno riguardato l'accuratezza dell'esecuzione (radial error RE, radial variable error RVE). Il follow up si è svolto 1 minuto e 24 ore dopo l'acquisizione servendosi di 40 trials eseguiti senza feedback (retention test). I gruppi ricevanti un KR ritardato si sono dimostrati incrementare l'outcome in maniera statisticamente significativa rispetto a chi è stato fornito di feedback

costantemente sia dopo 1 minuto ($RE F_{(1, 36)} = 12.7, p < .01$) che dopo 24 ore ($RE F_{(1, 35)} = 6.0, p < .05$). Inoltre il gruppo utilizzando la resistenza è stato meno accurato di quello privo della stessa.

🏠 Nell'elaborato di Park e colleghi [84] 48 soggetti sani sono stati impiegati, per 1 giorno, in 100 tasks di riproduzione di un'onda sullo schermo di un computer servendosi della forza generata dal proprio polso su di un trasduttore. I soggetti, durante l'intervento sono stati randomizzati in 4 gruppi: nel primo ogni 5 secondi veniva somministrato un KR durante la pratica, associato ad un KR al termine della stessa (100% concurrent-100% terminal); nel secondo veniva fornito un KR durante la prova nel 50% dei casi, associato ad un KR al termine di ogni prova (50% concurrent-100% terminal); nel terzo veniva somministrato un KR soltanto al termine di ogni prova (0% concurrent-100% terminal); nel quarto veniva assegnato un KR ogni 5 secondi durante lo svolgimento della prova (100% concurrent-0% terminal). L'outcome analizzato ha riguardato l'accuratezza dell'esecuzione (root-mean-square error RMSE). Il follow up si è svolto 24 ore dopo l'acquisizione mediante 10 trials eseguiti senza feedback (retention test). Solo i gruppi utilizzando il 50% ed il 0% concurrent feedback si sono dimostrati avere un minor errore al test di ritenzione ($RMSE F_{(3, 44)} = 4.11, p < .05$) con una differenza statisticamente significativa.

Efficacia delle strategie di feedback combinate ad altre strategie. Gli studi che hanno valutato l'efficacia delle strategie di feedback combinate ad altre strategie [75, 77, 79]

🏠 Nell'elaborato di Sideway e colleghi [75] 40 soggetti sani sono stati impiegati, per 1 giorno, in 120 trials da 5 secondi ciascuno di carico parziale su di un arto inferiore (70%:30%) mediante bilancia. I partecipanti durante l'intervento sono stati allocati, senza randomizzazione, in 4 gruppi: il primo ha ricevuto un KR verbale ogni prova (KR 100%); il secondo un KR verbale ogni 2 prove (KR 33%); il terzo una guida manuale ogni prova (GD 100%); il quarto una guida manuale ogni 2 prove (GD 33%). Gli outcome analizzati hanno riguardato l'accuratezza dell'esecuzione (absolute constant error ACE; variable error VE). Il follow up si è svolto 10 minuti (retention I°), 24 ore (retention II°) ed 1 settimana (retention III°) dopo l'acquisizione mediante 24 trials eseguiti senza feedback. I tests di ritenzione hanno dimostrato come i gruppi ricevuti un rinforzo verbale incrementino la performance rispetto al rinforzo manuale, inoltre i gruppi che hanno ricevuto feedback al

100% presentano maggior errori di quelli al 33%, in particolare soltanto il gruppo KR 33% si è dimostrato esibire in maniera statisticamente significativa una performance stabile mentre gli altri 3 gruppi hanno presentato un decremento progressivo ($ACE F_{(2,72)} = 3.54, p < .05$; $VE F_{(2,72)} = 3.61, p < .05$).

¶ Nel paper di Badets e colleghi [77] 32 soggetti sani sono stati impiegati, per 1 giorno, nell'osservazione di 84 trials di depressione di tasti su tastiera. I partecipanti durante l'intervento sono stati randomizzati in 2 gruppi: il primo ha ricevuto un KR ogni prova (KR 100%); il secondo un KR ogni 2 prove con una frequenza progressivamente minore (KR 50%). Gli outcome analizzati hanno l'accuratezza dell'esecuzione (constant error CE; variable error VE) e la stima dell'errore (error estimation score). Il follow up si è svolto 24 ore post acquisizione mediante 21 trials eseguiti prima con la mano dominante (retention) e poi con l'altra (transfer) senza feedback. In entrambi i casi, soltanto il gruppo KR 50% ha dimostrato avere un miglioramento statisticamente significativo della capacità di riconoscere gli errori e di performare correttamente il task ($VE F_{(1,28)} = 6.80, p < .05$; $error score F_{(1,28)} = 5.97, p < .05$).

¶ Badets e colleghi [79] hanno sottoposto 72 soggetti universitari sani, per 1 giorno, previa osservazione, a 99 trials di abbattimento di barriere posizionate su di una pedana di legno mediante la mano. I soggetti durante l'intervento sono stati randomizzati in 4 gruppi: il primo ha ricevuto un KR per ogni trials osservato ed uno per ogni trials eseguito (100%-100%); il secondo un KR ogni 3 trials osservati ed uno ogni 3 trials eseguiti (33%-33%); il terzo un KR ogni 3 trials osservati ed uno ogni trials eseguito (33%-100%). Un ultimo gruppo è stato introdotto nell'esperimento soltanto nelle rivalutazioni (control). Gli outcome analizzati hanno riguardato le misure di accuratezza della produzione del movimento (total error E; absolute constant error CE; variable error VE). Il follow up si è svolto 10 minuti (retention I°) e 24 ore (retention II°) post acquisizione servendosi rispettivamente di 6 trials in assenza di feedback. Il gruppo ricevente una minore frequenza di somministrazione durante l'osservazione 33%-100% si è dimostrato produrre una miglior performance rispetto alle altre due condizioni con differenza statisticamente significativa ($E F_{(1, 51)} = 10.9, p < .05$; $CE F_{(2, 51)} = 5.3, p < .05$); inoltre la stabilità della performance si è evidenziata essere migliore nel gruppo 33%-33% ($VE F_{(2,51)} = 4.2, p < .05$) durante le rivalutazioni.

4. DISCUSSIONI

4.1 Criticità agli studi analizzati

Ad oggi, questa revisione è la prima nota a sistematizzare le acquisizioni degli ultimi dieci anni riguardanti l'apprendimento di nuovi skills motori nel tentativo di cogliere una relazione potenzialmente utile a facilitare l'operatività del fisioterapista nel campo della riabilitazione dei disordini muscoloscheletrici. Il corpus di evidenze disponibili, a favore delle diverse strategie riportate nel capitolo precedente, presenta tuttavia delle limitazioni.

Validità interna. I lavori analizzati sono minati dall'esistenza di fattori confondenti, presenti nelle diverse fasi caratterizzanti la strutturazione degli stessi, che potrebbero condurre ad una sovrastima dell'efficacia delle strategie attentive, osservative e di feedback. Questi possono essere sintetizzati come:

- *Limits pre work:* carenza nell'utilizzo della randomizzazione durante l'allocazione dei soggetti ai gruppi di studio [65, 69, 70, 72, 75, 76, 78, 83]; insufficiente impiego di occultamento nell'assegnazione dei componenti al trattamento sperimentale e a quello di controllo [63-79; 81-84]; mancanza di omogeneità per i principali indicatori di outcome tra i partecipanti al baseline [65-74; 77; 79-84].
- *Limits through work:* assenza di cecità da parte dei somministratori dell'intervento e del controllo [63-84], dei valutatori degli outcome oggetto di indagine [65-84], dei partecipanti allo studio [63-69; 71-76; 78-83];
- *Limits post work:* difetto dell'analisi secondo intention to treat [63-84], del reperimento di informazioni da parte di almeno l'85% dei soggetti occupati nel lavoro [63, 65-84].

Validità esterna. Gli elaborati esposti presentano degli elementi ostacolanti che potrebbero inficiare la generalizzazione delle acquisizioni a tutti i pazienti affetti da disordini muscoloscheletrici e la possibile trasferibilità delle strategie oggetto di indagine all'interno dei contesti clinici quotidiani. Essi possono essere riassunti come:

- *Caratteristiche dei partecipanti:* solo 2 lavori analizzano soggetti con disfunzioni muscolo scheletriche [63, 64]; i rimanenti 20 papers [65-84] utilizzano un campione

selezionato di studenti universitari, giovani, sani e neofiti nei confronti del task motorio da apprendere. Questo si discosta dall'eterogeneità della clinica quotidiana, dove i pazienti presentano molteplici peculiarità di età, professioni svolte, fattori di rischio biopsicosociali associati, quadri eziopatologici coesistenti, livelli di esperienza task correlati.

- *Caratteristiche dell'intervento:* i 22 lavori [63-84] utilizzano un task artificiale (“di laboratorio”) caratterizzato da semplici sequenze motorie, da apprendere in termini di minuti attraverso lo svolgimento di decine di trials, ripartite in qualche sessione di training, in un paio di giorni di lavoro. Tutto ciò si allontana dalla complessità insita in riabilitazione dove l'acquisizione di capacità motorie, mediante esercizi terapeutici, si svolge in sedute di diversi giorni, utilizzando task legati alla vita quotidiana (“ecologici”), che necessitano di variabilità e di molti gradi di libertà, con un numero di trials e di sessioni sempre rispettose della capacità di carico del distretto disfunzionale e del soggetto affetto dal disordine.
- *Caratteristiche del setting:* i 22 elaborati [63-84] si svolgono in ambienti di laboratorio controllati, servendosi di strumentazioni tecnologiche per monitorare l'esecuzione dell'esperimento, controllando tutte le possibili variabili interferenti allo stesso. Nei contesti terapeutici, è spesso difficile disporre di apparecchiature così complesse e poter monitorare i molteplici fattori potenzialmente fautori di errori.
- *Caratteristiche degli outcomes:* nei 22 studi [63-84] vengono adoperati indicatori di apprendimento come lo score ed i parametri cinetici estrapolati dall'esecuzione dei task, rilevati nei test di ritenzione e di transfer dopo pochi giorni dalla prima esposizione. Nell'ambito riabilitativo si è portati a servirsi di rilevatori di efficacia volti a mettere in luce il superamento delle menomazioni funzionali e strutturali (impairments), delle limitazioni delle attività della vita quotidiana (disability) e della restrizione alla partecipazione sociale (participation) insite nel quadro disfunzionale del paziente al fine di riflettere le reali modificazioni nella capacità dello stesso di autodeterminarsi ed agire nel contesto esterno dopo aver acquisito nuove competenze. Le valutazioni al follow up si realizzano spesso in plurimi momenti della patologia (giorni, settimane, mesi) considerando il decorso della

situazione clinica ed il raggiungimento di obiettivi terapeutici stilati all'interno del proprio planning operativo.

4.1 Ruolo e razionale delle strategie attentive, osservative e di feedback

Attenzione verso il proprio corpo o verso l'effetto del movimento?. I lavori esposti evidenziano come veicolare l'attenzione di chi apprende verso l'effetto del proprio gesto ne faciliti l'acquisizione in tasks di solo equilibrio [63, 64, 66] o di equilibrio associato a compiti non posturali [65, 67].

Il razionale di tali risultati sembra spiegarsi attraverso la constrained-action hypothesis [53]. In accordo con tale concetto, durante l'apprendimento di task motori, focalizzarsi sulle caratteristiche del proprio gesto (internal focus of attention), conduce ad interferire con gli automatici processi di controllo deputati alla normale regolazione del movimento risultando in un congelamento/freezing o costrizione/constrained dei gradi di libertà, minor fluida interazione tra sistemi di coordinazione, e deficitaria esecuzione automatica dello stesso. Soffermarsi invece sull'effetto dell'azione (external focus of attention), permette una più naturale auto organizzazione da parte del sistema motorio che, privo di costrizioni generate dal controllo volontario, è facilitato ad integrare efficacemente i gradi di libertà attivi task correlati favorendo la sinergia tra meccanismi di controllo riflesso e volontario ed esitando in una più efficace learning.

Pratica fisica con o senza osservazione?. I papers esaminati hanno evidenziato come la dimostrazione si sia dimostrata parimenti efficace all'esecuzione fisica in task combinanti le strategie osservative con prove pratiche [69; 71-74] e con l'individuazione e correzione degli errori [68, 70].

Tali scoperte sembrerebbero basarsi sull'error-detection-and-correction process hypothesis [30]. 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.

Quale frequenza di somministrazione del feedback? Gli studi esposti evidenziano come la somministrazione di feedback ogni 2 o 3 prove svolte incrementi l'apprendimento in task sportivi [76, 80, 83], non sportivi [78, 81, 82, 84], e richiedenti la combinazione tra feedback ed altre strategie [75, 77, 79].

Queste scoperte sembrerebbero fondarsi sulla guidance hypothesis [34]. Secondo questa visione il feedback riveste un ruolo di guida per l'apprendista, durante le iniziali fasi dell'acquisizione, poiché facilita la correzione dell'esecuzione fisica, riducendone gli errori ed incrementando l'esecuzione. In quest'ottica, il Sistema Nervoso Centrale, si trova nelle condizioni di poter implementare le informazioni fornite dai propriocettori e dagli esterocettori (es. vista) con le indicazioni circa l'outcome di movimento fornite dall'esterno (es. fisioterapista), permettendo una più efficiente calibrazione e modificazione della forza e del timing nella risposta muscolare obiettivo correlata. L'eccesso di feedback (single-trial) tuttavia ha un effetto negativo per l'apprendimento, in quanto conduce ad una dipendenza dagli stessi bloccando il processamento delle informazioni derivanti dal proprio movimento, limitando lo sviluppo di una rappresentazione di movimento efficace ed esitando in una meno stabile performance.

4.3 Applicazioni pratiche: strutturazione di esercizi terapeutici

Da quanto emerso, il fisioterapista, operante nel campo dei disordini muscoloscheletrici, potrebbe considerare l'evenienza di modificare la propria operatività, integrando le recenti acquisizioni mutate dal campo del motor learning alle sue conoscenze di base, trasversalmente alla scuola di pensiero/concetto/metodica adottata. Nella somministrazione dell'esercizio terapeutico, potrebbe sistematicamente inserire:

- una dimostrazione del compito previa esecuzione pratica (*livello di evidenza 2b*);

- delle istruzioni veicolanti l'attenzione del paziente sull'effetto del movimento nell'ambiente ove opera piuttosto che sugli elementi propri del gesto stesso (*livello di evidenza 1b*);
- dei feedback sulla prestazione eseguita, in termini quantitativi e qualitativi, ogni 3 prove (*livello di evidenza 2a*).

La figura 4.1 schematizza graficamente i concetti pocanzi esposti inseriti nel modello proposto dalla filosofia clinica evidence based.

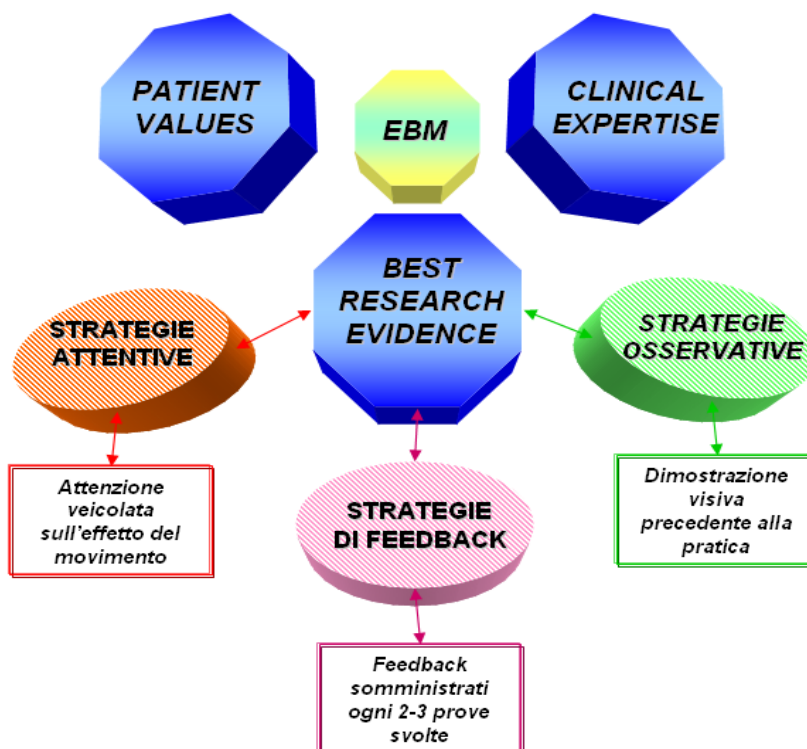


Fig 4.1 Strategie attentive, osservative e di feedback: integrazioni al modello evidence based.

La relazione tra i conseguimenti teorici risultati dalla letteratura e la spendibilità degli stessi all'interno dei contesti riabilitativi è facilitata dalla spiegazione di alcuni esercizi terapeutici adottati abitualmente nel trattamento di disfunzioni muscolo scheletriche a danno del rachide e dei distretti periferici dell'arto inferiore e superiore.

Joint position error test for cervical spine. La sensibilità cinestesica del rachide cervicale è testata ed allenata valutando l'abilità dei pazienti nel riposizionare attivamente la testa, nella posizione neutra, dopo un suo movimento passivo svolto dall'operatore [60]. Il protocollo del test richiede ai partecipanti di sedersi a 90 cm da un targhet di diametro di 40 cm che presenta dei cerchi concentrici lontani 1 cm lungo le direzioni di movimento

da esaminare; di indossare degli occhiali oscuranti la vista e dei tappi per le orecchie; di sedere in una posizione confortevole con un supporto posto sul proprio capo montante un puntatore laser. Inizialmente la testa ed il puntatore laser sono collocati al centro del targhet (posizione neutra) ed ai partecipanti è richiesto di ricordare la posizione. Successivamente l'esaminatore muove passivamente la testa degli stessi a sinistra e la mantiene per 2 secondi. Ai partecipanti è chiesto poi di riposizionare il capo nella posizione neutra. L'esaminatore in seguito registra lo scarto tra la posizione neutra e quella iniziale. Sono testate anche la rotazione destra e la flessione estensione. 3 trials sono utilizzati per ogni direzione di movimento. Il numero di ripetizioni e di serie è dipendente dal quadro clinico del paziente. Nella figura 4.2 è presentato il materiale necessario per il test ed un esempio di esecuzione (rotazione destra e sinistra).



Fig 4.2 Joint position error for cervical spine

Una possibile integrazione a quanto pocanzi esposto, potrebbe strutturarsi inserendo una dimostrazione precedentemente alla pratica, richiedendo al paziente di riposizionare il capo stando attento a mantenere il puntatore laser orizzontale al terreno, fornendo un feedback ogni 2-3 prove svolte.

Balance board training for lower limb. In esiti di traumatismi all'arto inferiore, spesso si ricorre alla somministrazione di esercizi propriocettivi su pedane instabili [61]. Il protocollo del test richiede ai partecipanti di salire sulla piattaforma in appoggio soltanto

con l'arto affetto. Il soggetto deve restare in equilibrio mantenendo il cingolo pelvico e scapolare orizzontali al pavimento e le articolazioni dell'arto affetto (anca-ginocchio-caviglia) sulla stessa linea perpendicolare al terreno, inizialmente ad occhi aperti per poi chiuderli. Il numero di ripetizioni, di serie e di secondi di tenuta della posizione è dipendente dalla situazioni clinica del paziente. La figura 4.3 fornisce un esempio di esecuzione del compito.



Fig 4.3 Balance board training for lower limb

Una possibile completamento, a quanto enunciato, potrebbe costruirsi attraverso l'inserimento di una dimostrazione prima dello svolgimento, richiedendo al paziente di veicolare l'attenzione nel mantenimento dell'equilibrio della tavoletta instabile, somministrando un feedback ogni 2-3 prove.

Proprioceptive neuromuscular facilitation (PNF) for shoulder. Le tecniche di facilitazione propriocettiva neuromuscolare sono una tra le strategie potenzialmente utilizzabili per il rinforzo della spalla in esiti di disfunzioni [62]. Il protocollo del test (flessione in diagonale D2) richiede all'atleta di afferrare il supporto con la mano dell'arto interessato incrociando il corpo contro la coscia opposta. Iniziando con il palmo della mano rivolto in basso, il paziente ruota il palmo verso l'alto, prosegue flettendo il gomito e portando il braccio in alto e verso la spalla presentante il disordine con il palmo della mano rivolto all'interno. Quindi, dopo aver voltato in basso il palmo, il paziente esegue un movimento inverso per riportare il braccio nella posizione di partenza. L'esercizio dovrebbe essere eseguito in modo controllato evitando compensi a livello della spalla; il numero di ripetizioni e di serie è dipendente dallo stato clinico del paziente. La figura 4.4 fornisce un esempio di esecuzione del compito.



Fig 4.4 Proprioceptive neuromuscular facilitation (PNF) for shoulder

Un possibile supplemento a quanto enunciato, potrebbe strutturarsi aggiungendo una dimostrazione prima dell'esecuzione, richiedendo al paziente di veicolare l'attenzione sulla creazione di una traiettoria fluida, offrendo un feedback ogni 2-3 prove.

5. CONCLUSIONI

5.1 Quali direzioni intraprendere

Le scoperte riguardanti l'efficacia delle strategie attentive, osservative e di feedback sull'apprendimento motorio rivestono importanti implicazioni sia per la teoria che per la pratica nella riabilitazione dei disordini muscoloscheletrici.

Indicazioni per la ricerca. Da un punto di vista teorico, lasciano aperte molteplici strade da percorrere volte a colmare le lacune sin ora presenti nel panorama internazionale attraverso l'approfondimento di tali concetti sul soggetto sano e sul paziente affetto da disordini muscoloscheletrici servendosi di studi di alta qualità metodologica; l'ampliamento agli altri elementi influenzanti l'apprendimento motorio quali l'immagine motoria (mental practice), l'interferenza generata dal contesto (contextual interference), l'ottimale modalità di somministrazione della pratica (massed vs distributed; whole vs part training; blocked Vs random); la messa in evidenza dell'esistenza di sottogruppi di pazienti potenzialmente beneficianti di una particolare combinazione di strategie per riapprendere una determinata abilità motoria.

Indicazioni per la pratica. Da un punto di vista pratico, suggeriscono che vi è un considerevole potenziale per incrementare sia *l'efficacia* delle procedure di training trasversalmente ad ogni area richiedente l'acquisizione di uno skills motorio (sport, musica, terapia occupazionale, riabilitazione....) attraverso la facilitazione del consolidamento dell'abilità motoria ai test di ritenzione ed il trasferimento di queste in contesti nuovi; sia *l'efficienza* delle stesse concorrendo a limitare le risorse di tempo e denaro adoperate per coprire le richieste.

Ad oggi, l'applicazione di questi principi è lontana dal divenire universale quotidianità. Tale revisione sistematica è auspicabile contribuisca, sia a garantire un substrato razionale per giustificare l'utilizzo dei fattori facilitanti l'apprendimento motorio esposti nel corso dello studio all'interno dei setting clinici, che ad ispirare la ricerca volta ad evidenziare le prove di efficacia degli stessi, coadiuvando al processo di trasformazione in atto della fisioterapia da pratica a scienza ed alla formazione di terapisti specialisti nel campo del motor learning.

6. BIBLIOGRAFIA

Articoli di background

1. Jarus T. **Motor learning and occupational therapy: organization of practice.** *American Journal of Occupational Therapy.* 1994; 48:810–816
2. 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
3. Wulf G, Shea CH. **Principles derived from the study of simple skills do not generalize to complex skill learning.** *Psychonomic Bulletin & Review.* 2002; 9:185-211. Review
4. Jarus T, Ratzon N. **The implementation of motor learning principles in designing prevention programs at work.** *Work.* 2005; 24:171–182
5. Guadagnoli MA, Lee TD. **Challenge point: A frame work for conceptualizing the effects of various practice conditions in motor learning.** *Journal of Motor Behavior.* 2004; 36:212–224
6. Winstein CJ. **Knowledge of results and motor learning: implications for physical therapy.** *Physical Therapy.* 1991; 71:140–149
7. Fuhrer MJ, Keith RA. **Facilitating patient learning during medical rehabilitation: a research agenda.** *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation.* 1998; 77:557–561
8. **Declaration of principles: evidence based practice.** Reperibile presso il sito dell'WCPT (World Confederation for Physical Therapy) <http://www.wcpt.org/node/29552>
9. **Combined Educational Standards and International Monitoring.** Reperibile presso il sito dell'IFOMT (International Federation of Orthopaedic Manual Therapists) <http://www.ifomt.org/ifomt/about/standards>
10. Sackett DL, Rosenberg WMC, Gray JAM, et al. **Evidence-Based Medicine: What it is and what it isn't.** *British Medical Journal.* 1996; 312:71-72
11. **ICF application and training tools.** Reperibile presso il sito del WHO (World Health Organization) <http://www.who.int/classifications/icf/icfappttraining/en/index.html>
12. Wulf G, Shea C, Lewthwaite R. **Motor skill learning and performance: a review of influential factors.** *Medical Education.* 2010; 44:75–84
13. Wulf G, Weigelt C. **Instructions about physical principles in learning a complex motor skill: To tell or not to tell...** *Research Quarterly for Exercise and Sport.* 1997; 68:362–367
14. Masters RSW. **Knowledge, knerves, know-how: The role of explicit versus implicit knowledge in the breakdown of a complex motor skill under pressure.** *British Journal of Psychology.* 1992; 83:343–358
15. Wulf G, Höß M, Prinz W. **Instructions for motor learning: Differential effects of internal versus external focus of attention.** *Journal of Motor Behavior.* 1998. 30:169–179
16. Shea CH, Wulf G. **Enhancing motor learning through external focus instructions and feedback.** *Human Movement Science.* 1999; 18:553–571
17. Wulf G, Lauterbach B, Toole T. **Learning advantages of an external focus of attention in golf.** *Research Quarterly for Exercise and Sport.* 1999; 70:120–126
18. Lee TD, White MA. **Influence of an unskilled model's practice schedule on observational motor learning.** *Human Movement Science.* 1990; 9:349-367
19. Byrne RW, Russon AE. **Learning by imitation: A hierarchical approach.** *Behavioural and Brain Sciences.* 1998; 21:667–721
20. Weeks DL. **A comparison of modeling modalities in the observational learning of an externally paced skill.** *Research Quarterly for Exercise and Sport.* 1992; 63:373-380
21. Cattaneo L, Rizzolatti G. **The mirror neuron system.** *Archives of Neurology.* 2009; 66:557-60. Review
22. Hodges NJ, Williams AM, Hayes SJ et al. **What is modelled during observational learning?** *Journal of Sports Sciences.* 2007; 25:531-545. Review
23. Pollock BJ, Lee TD. **Effects of a model's skill level on observational learning.** *Research Quarterly for Exercise and Sport.* 1992; 63:25-29
24. Sidaway B, Hand MJ. **Frequency of modelling effects on the acquisition and retention of a motor skill.** *Research Quarterly for Exercise and Sport.* 1993; 64:122–125
25. Herber EP, Landin D. **Effects of a learning model and augmented feedback on tennis skills acquisition.** *Research Quarterly for Exercise and Sport.* 1994; 65:250-257
26. Mc Cullagh P, Meyer KN. **Learning versus correct models: influence of model type on the learning of a free weight squat lift.** *Research Quarterly for Exercise and Sport.* 1997; 68:56-61

27. Wright DL, Li Y, Coady WJ. **Cognitive processes related to contextual interference and observational learning: A replication of Blandin, Proteau, and Alain (1994).** *Research Quarterly for Exercise and Sport*. 1997; 68: 106-109
28. Mataric M, Pomplun M. **Fixation behavior in observation and imitation of human movement.** *Cognitive Brain Research*. 1998; 7:191–202
29. Shea CH, Wulf G, Whitacre CA. **Enhancing training efficiency and effectiveness through the use of dyad training.** *Journal of Motor Behavior*. 1999; 31:119-125
30. Blandin Y, Lhuisset L, Proteau L. **Cognitive Processes Underlying Observational Learning of Motor Skills.** *The Quarterly Journal of Experimental Psychology Section A*. 1999; 52:957-979
31. Winstein CJ, Schmidt RA. **Reduced frequency of knowledge of results enhances motor skill learning.** *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, & Cognition*. 1990; 16:677-691
32. Magill RA. **The influence of augmented feedback on skill learning depends on characteristics of the skill and the learner.** *QUEST*. 1994; 46:314–327
33. Swinnen SP, Schmidt RA, Nicholson DE, Shapiro DC. **Information feedback for skill acquisition: Instantaneous knowledge of results degrades learning.** *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, & Cognition*. 1990; 16: 706-716
34. Schmidt RA, Lange C, Young DE. **Optimizing summary knowledge of results for skill learning.** *Human Movement Science*. 1990; 9:325-348
35. Vander Linden DW, Cauraugh JH, Greene TA. **The effect of frequency of kinetic feedback on learning an isometric force production task in nondisabled subjects.** *Physical Therapy*. 1993; 73:79-87
36. Wulf G, Schmidt RA, Deubel H. **Reduced feedback frequency enhances generalized motor program learning but not parameterization learning.** *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, & Cognition*. 1993; 19:1134-1150
37. Winstein CJ, Pohl PS, Cardinale C et al. **Learning a partial-weight-bearing skill: Effectiveness of two forms of feedback.** *Physical Therapy*. 1996; 76:985-993
38. Guadagnoli MA, Domier LA, Tandy R. **Optimal length for summary of results: The influence of task related experience and complexity.** *Research Quarterly for Exercise and Sport*. 1996; 67:239-248
39. Wrisberg CA, Wulf G. **Diminishing the effects of reduced frequency of knowledge of results on generalized motor program learning.** *Journal of Motor Behavior*. 1997; 29:17-26
40. Schmidt RA, Wulf G. **Continuous concurrent feedback degrades skill learning: Implications for training and simulation.** *Human Factors*. 1997; 39:509-525
41. Weeks DL, Kordus RN. **Relative frequency of knowledge of performance and motor skill learning.** *Research Quarterly for Exercise and Sport*. 1998; 69:224-230
42. Lai Q, Shea CH. **Generalized motor program (GMP) learning: Effects of reduced frequency of knowledge of results and practice variability.** *Journal of Motor Behavior*. 1998; 30:51-59
43. Shea CH, Wulf G. **Enhancing motor learning through external-focus instructions and feedback.** *Human Movement Science*. 1999; 18:553-571
44. Higgins JPT, Green S (editors). **Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions Version 5.0.2 [updated September 2009].** The Cochrane Collaboration, 2009. Available from www.cochrane-handbook.org
45. Subramanian SK, Massie CL, Malcolm MP et al. **Does provision of extrinsic feedback result in improved motor learning in the upper limb poststroke? A systematic review of the evidence.** *Neurorehabilitation and Neural Repair*. 2010; 24:113-24
46. McEwen SE, Huijbregts MP, Ryan JD et al. **Cognitive strategy use to enhance motor skill acquisition post-stroke: a critical review.** *Brain Injury*. 2009; 23:263-77. Review
47. Adamovich SV, Fluet GG, Tunik E et al. **Sensorimotor training in virtual reality: a review.** *NeuroRehabilitation*. 2009;25:29-44. Review
48. Henry SM, Teyhen DS. **Ultrasound imaging as a feedback tool in the rehabilitation of trunk muscle dysfunction for people with low back pain.** *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*. 2007; 37:627-634. Review
49. Van Vliet PM, Wulf G. **Extrinsic feedback for motor learning after stroke: what is the evidence?** *Disability & Rehabilitation*. 2006; 28:831-840. Review
50. Van Dijk H, Jannink MJ, Hermens HJ. **Effect of augmented feedback on motor function of the affected upper extremity in rehabilitation patients: a systematic review of randomized controlled trials.** *Journal of Rehabilitation Medicine*. 2005;37:202-211. Review

51. Sherwood DE, Lee TD. **Schema theory: critical review and implications for the role of cognition in a new theory of motor learning.** *Research Quarterly for Exercise and Sport.* 2003; 74:376-382. Review
52. Hodges NJ, Franks IM. **Modelling coaching practice: the role of instruction and demonstration.** *Journal of Sports Sciences.* 2002; 20:793-811. Review
53. Wulf G, Prinz W. **Directing attention to movement effects enhances learning: a review.** *Psychonomic Bulletin & Review.* 2001; 8:648-660
54. McNevin NH, Wulf G, Carlson C. **Effects of attentional focus, self-control, and dyad training on motor learning: implications for physical rehabilitation.** *Physical Therapy.* 2000; 80:373-385. Review
55. Cicerone KD, Dahlberg C, Malec JF et al. **Evidence-based cognitive rehabilitation: updated review of the literature from 1998 through 2002.** *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation.* 2005; 86:1681-1692. Review
56. Graven-Nielsen T, Arendt-Nielsen L. **Impact of clinical and experimental pain on muscle strength and activity.** *Current Rheumatology Reports.* 2008; 10:475-481. Review
57. Arendt-Nielsen L, Graven-Nielsen T. **Muscle pain: sensory implications and interaction with motor control.** *The Clinical Journal of Pain.* 2008; 24:291-298. Review
58. Van Vliet PM, Heneghan NR. **Motor control and the management of musculoskeletal dysfunction.** *Manual Therapy.* 2006; 11:208-213. Review
59. Olivo SA, Macedo LG, Gadotti IC et al. **Scales to assess the quality of randomized controlled trials: a systematic review.** *Physical Therapy.* 2008; 88:156-175
60. Humphreys BK. **Cervical outcome measures: testing for postural stability and balance.** *Journal of Manual and Manipulative Therapy.* 2008; 31:540-546. Review
61. Verhagen E, Van der Beek A, Twisk J et al. **The effect of a proprioceptive balance board training program for the prevention of ankle sprains: a prospective controlled trial.** *The American Journal of Sports Medicine.* 2004; 32:1385-1393
62. McMullen J, Uhl TL. **A Kinetic Chain Approach for Shoulder Rehabilitation.** *Journal of Athletic Training.* 2000; 35:329-337

Articoli di foreground

63. Rotem-Lehrer N, Laufer Y. **Effect of focus of attention on transfer of a postural control task following an ankle sprain.** *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy.* 2007; 37:564-569
64. Laufer Y, Rotem-Lehrer N, Ronen Z et al. **Effect of attention focus on acquisition and retention of postural control following ankle sprain.** *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation.* 2007; 88:105-108
65. Wulf G, Weigelt M, Poulter D et al. **Attentional focus on suprapostural tasks affects balance learning.** *The Quarterly Journal of Experimental Psychology Section A.* 2003; 56:1191-1211
66. McNevin NH, Shea CH, Wulf G. **Increasing the distance of an external focus of attention enhances learning.** *Psychological Research.* 2003; 67:22-29
67. Wulf G, McNevin N, Shea CH. **The automaticity of complex motor skill learning as a function of attentional focus.** *The Quarterly Journal of Experimental Psychology Section A.* 2001; 54:1143-1154
68. Granados C; Wulf G. **Enhancing Motor Learning Through Dyad Practice: Contributions of Observation and dialogue.** *Research Quarterly for Exercise and Sport.* 2007; 78:197-203
69. Black CB, Wright DL, Magnuson CE et al. **Learning to Detect Error in Movement Timing Using Physical and Observational Practice.** *Research Quarterly for Exercise and Sport.* 2005; 76: 28-41
70. Blandin Y, Proteau L. **On the cognitive basis of observational learning: development of mechanisms for the detection and correction of errors.** *The Quarterly Journal of Experimental Psychology Section A.* 2000; 53: 846-867
71. Weeks DL, Anderson LP. **The interaction of observational learning with overt practice: effects on motor skill learning.** *Acta Psychologica (Amst).* 2000; 104:259-271
72. Black CB, Wright DL. **Can observational practice facilitate error recognition and movement production?** *Research Quarterly for Exercise & Sport.* 2000; 71:331-339
73. Shea CH, Wright DL, Wulf G et al. **Physical and observational practice afford unique learning opportunities.** *Journal of Motor Behavior.* 2000; 32:27-36

74. Deakin J.M., Proteau L. **The role of scheduling learning through observation.** *Journal of Motor Behavior.* 2000; 32:268-276
75. Sidaway B, Ahn S, Boldeau P et al. **A comparison of manual guidance and knowledge of results in the learning of a weight-bearing skill.** *Journal of neurologic physical therapy.* 2008; 32:32-38
76. Ishikura T. **Reduced relative frequency of knowledge of results without visual feedback in learning a golf-putting task.** *Perceptual & Motor Skills.* 2008; 106:225-233
77. Badets A, Blandin Y, Wright DL et al. **Error detection processes during observational learning.** *Research Quarterly for Exercise and Sport.* 2006; 77:177-184
78. Anderson DI, Magill RA, Sekiya H et al. **Support for an explanation of the guidance effect in motor skill learning.** *Journal of Motor Behavior.* 2005; 37:231-238
79. Badets A, Blandin Y. **The role of knowledge of results frequency in learning through observation.** *Journal of Motor Behavior.* 2004; 36:62-70
80. Butki BD, Hoffman SJ. **Effects of reducing frequency of intrinsic knowledge of results on the learning of a motor skill.** *Perceptual & Motor Skills.* 2003; 97:569-80
81. Yao WX. **Average-KR schedule benefits generalized motor program learning.** *Perceptual & Motor Skills.* 2003; 97:185-189
82. Anderson DI, Magill RA, Sekiya H. **Motor learning as a function of KR schedule and characteristics of task-intrinsic feedback.** *Journal of Motor Behavior.* 2001; 33:59-66
83. Goodwin JE, Eckerson JM, Voll CA Jr. **Testing specificity and guidance hypotheses by manipulating relative frequency of KR scheduling in motor skill acquisition.** *Perceptual & Motor Skills.* 2001; 93:819-824
84. Park JH, Shea CH, Wright DL. **Reduced-frequency concurrent and terminal feedback: A test of guidance hypothesis.** *Journal of Motor Behavior.* 2000; 32:287-296

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, terapeuta 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 outcome 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 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 misurano 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 deve essere 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 rapporto 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. “Le stringhe di ricerca ed il flusso di ricerca”

Stringa di ricerca	Database	N° di articoli	Totale
“attentional focus” OR “focus of attention”	Medline	667	2633
	Chinal	224	
	Embase	743	
	PEDro	4	
“observational learning” OR “observational practice”	Medline	91	2633
	Chinal	27	
	Embase	111	
	PEDro	0	
“external feedback” OR “augmented feedback” OR “knowledge of results”	Medline	422	
	Chinal	140	
	Embase	198	
	PEDro	6	

Allegato 3. “Criteri di esclusione sulla base di titolo ed abstract”

Strategie attentive

	Criterio di esclusione	N° articoli
C.E.1	studi di modulazione del dolore	18
C.E.2	studi di neuroscienze	151
C.E.3	studi di psicologia	209
C.E.4	studi di psichiatria	57
C.E.5	studi sull'apprendimento di task motori in anziani (> 64y)	8
C.E.6	studi sull'apprendimento di task motori in giovani (< 18y)	11
C.E.7	studi sui disordini dello sviluppo	33
C.E.8	studi sulla formazione del personale sanitario	128
C.E.9	studi di base del campo medico	116
C.E.10	studi sugli aspetti emotivi legati all'esercizio fisico	22
C.E.11	studi sui disordini neurologici	16

Strategie osservative

	Criterio di esclusione	N° articoli
C.E.1	strategie osservative utilizzate in studi di modulazione del dolore	2
C.E.2	strategie osservative utilizzate in studi di neuroscienze	11
C.E.3	strategie osservative utilizzate in studi di psicologia	26
C.E.4	strategie osservative utilizzate in studi di psichiatria	7
C.E.5	strategie osservative utilizzate in studi sull'apprendimento di task motori in anziani (> 64y)	2
C.E.6	strategie osservative utilizzate in studi sull'apprendimento di task motori in giovani (< 18y)	11
C.E.7	strategie osservative utilizzate in studi sui disordini dello sviluppo	6
C.E.8	strategie osservative utilizzate in studi sulla formazione del personale sanitario	13
C.E.9	strategie osservative utilizzate in studi di base del campo medico	7
C.E.10	strategie osservative utilizzate in studi sui disordini neurologici	1

Strategie di feedback

	Criterio di esclusione	N° articoli
C.E.1	strategie di rinforzo utilizzate in studi di modulazione del dolore	4
C.E.2	strategie di rinforzo utilizzate in studi di neuroscienze	52
C.E.3	strategie di rinforzo utilizzate in studi di psicologia	147
C.E.4	strategie di rinforzo utilizzate in studi di psichiatria	17
C.E.5	strategie di rinforzo utilizzate in studi sull'apprendimento di task motori in anziani (> 64y)	6
C.E.6	strategie di rinforzo utilizzate in studi sull'apprendimento di task motori in giovani (< 18y)	19
C.E.7	strategie di rinforzo utilizzate in studi sui disordini dello sviluppo	10
C.E.8	strategie di rinforzo utilizzate in studi sulla formazione del personale sanitario	107
C.E.9	strategie di rinforzo utilizzate in studi di base del campo medico	38
C.E.10	strategie di rinforzo utilizzate in studi sugli aspetti emotivi legati all'esercizio fisico	13
C.E.11	strategie di rinforzo utilizzate in studi sui disordini neurologici	37

Allegato 4. “Criteri di esclusione sulla base del full text”

Strategie attentive

Studi esclusi	Motivo esclusione
Increased jump height with an external focus due to enhanced lower extremity joint kinetics. Wulf G, Dufek JS. J Mot Behav. 2009 Oct;41(5):401-9.	strategie attentive nell'esecuzione di skills sportivi (salto in alto); non analisi retention e transfer test.
Attentional focusing instructions influence force production and muscular activity during isokinetic elbow flexions. Marchant DC, Greig M, Scott C. J Strength Cond Res. 2009 Nov;23(8):2358-66	strategie attentive nell'esecuzione di gesti di forza; non analisi retention e transfer test.
The effect of attentional focus on running economy; Schücker L; Hagemann N; Strauss B; Völker K; Journal of Sports Sciences, 2009 Oct; 27 (12): 1241-8	strategie attentive nell'esecuzione di skills sportivi (corsa); non analisi retention e transfer test.
Evaluation of a mental skills program for serving for an intercollegiate volleyball team. Shoenfelt EL, Griffith AU. Percept Mot Skills. 2008 Aug;107(1):293-306.	strategie attentive nell'esecuzione di skills sportivi (pallavolo) associate a mental practice
Attentional focus effects in balance acrobats. Wulf G. Res Q Exerc Sport. 2008 Sep;79(3):319-25.	strategie attentive nell'esecuzione di skills sportivi (acrobati); non analisi retention e transfer test.
The locus of focus: the effect of switching from a preferred to a non-preferred focus of attention. Weiss SM, Reber AS, Owen DR. J Sports Sci. 2008 Aug;26(10):1049-57.	preferenza nella scelta dell'esecutore delle strategie attentive da adottare durante la realizzazione di skills sportivi (basket)
Effects of focus of attention on baseball batting performance in players of differing skill levels. Castaneda B, Gray R. J Sport Exerc Psychol. 2007 Feb;29(1):60-77.	strategie attentive nell'esecuzione di skill sportivi (baseball) in ambiente virtuale; non analisi retention e transfer test
Benefits of an external focus of attention: common coding or conscious processing? Poolton JM, Maxwell JP, Masters RS, Raab M. J Sports Sci. 2006 Jan;24(1):89-99.	strategie attentive come strumento per ottenere delle informazioni sulla qualità del task eseguito
How attentional focus on body sway affects postural control during quiet standing. Vuilleume N, Nafati G. Psychol Res. 2007 Mar;71(2):192-200. Epub 2005 Oct 8.	strategie attentive nell'esecuzione di un task posturale senza una chiara divisione tra fonti attentive.
Increased movement accuracy and reduced EMG activity as the result of adopting an external focus of attention. Zachry T, Wulf G, Mercer J, Bezodis N. Brain Res Bull. 2005 Oct 30;67(4):304-9	analisi strategie attentive nell'esecuzione di skill sportivi (basket); non analisi retention e transfer test.
Interaction between preference and instructions for a focus of attention in billiards. Ehrlenspiel F., Lieske J., Rübner A. Perceptual and Motor Skills 2004 99:1 (127-130)	preferenza nella scelta dell'esecutore delle strategie attentive da adottare durante la realizzazione di skills sportivi (biliardo)
Reciprocal influences of attentional focus on postural and suprapostural task performance. Wulf G, Mercer J, McNevin N, Guadagnoli MA. J Mot Behav. 2004 Jun;36(2):189-99	strategie attentive nell'esecuzione di skill di equilibrio posturale; non analisi retention e transfer test.
Online attentional-focus manipulations in a soccer-dribbling task: implications for the proceduralization of motor skills. Ford P, Hodges NJ, Williams AM. J Mot Behav. 2005 Sep;37(5):386-94.	strategie attentive nell'esecuzione di skill sportivi (calcio); non analisi retention e transfer test.
EMG activity as a function of the performer's focus of attention. Vance J, Wulf G, Töllner T, McNevin N, Mercer J. J Mot Behav. 2004 Dec;36(4):450-9.	strategie attentive nell'esecuzione di gesti di forza; non analisi retention e transfer test.
Knowledge and imagery of contractile mechanisms do not improve muscle strength. Lorenzo J, Ives JC, Sforzo GA. Percept Mot Skills. 2003 Aug;97(1):141-6.	strategie attentive nella produzione di forza senza una chiara divisione tra le fonti attentive.
Effects of focus of attention depend on golfers' skill. Perkins-Ceccato N, Passmore SR, Lee TD. J Sports Sci. 2003 Aug;21(8):593-600.	strategie attentive nell'esecuzione di skill sportivi (golf); non analisi retention e transfer test.
Effect of verbal instructions and image size on visual search strategies in basketball free throw shooting. Al-Abood SA, Bennett SJ, Hernandez FM, Ashford D, Davids K. J Sports Sci. 2002 Mar;20(3):271-8.	strategie attentive nell'esecuzione di skill sportivi (basket). Non chiara divisione tra le fonti attentive.
Attentional focus on supra-postural tasks affects postural control. McNevin NH, Wulf G. Hum Mov Sci. 2002 Jul;21(2):187-202	strategie attentive nell'esecuzione di skill di equilibrio posturale; non analisi retention e transfer test.
Enhancing the learning of sport skills through external-focus feedback. Wulf G, McConnel N, Gärtner M, Schwarz A. J Mot Behav. 2002 Jun;34(2):171-82	strategie attentive e di feedback nell'esecuzione di skills sportivi (tennis, calcio) in soggetti con esperienza differente inerenti gli stessi
Attention and motor performance: preferences for and advantages of an external focus. Wulf G, Shea C, Park JH. Res Q Exerc Sport. 2001 Dec;72(4):335-44.	preferenza nella scelta dell'esecutore delle strategie attentive da adottare durante la realizzazione di skills di equilibrio posturale.
Divided attention in bimanual aiming movements: effects on movement accuracy. Sherwood DE, Rios V. Res Q Exerc Sport. 2001 Sep;72(3):210-8.	strategie attentive nell'esecuzione di skill di bimanuali; non chiara divisione tra fonti attentive
The effect of a psyching strategy on neuromuscular activation and force production in strength-trained men. Brody EB, Hatfield BD, Spalding TW, Frazer MB, Caherty FJ. Res Q Exerc Sport. 2000 Jun;71(2):162-70.	strategie attentive nell'esecuzione di gesti di forza; non analisi retention e transfer test.
Attentional focus in complex skill learning. Wulf G, McNevin NH, Fuchs T, Ritter F, Toole T. Res Q Exerc Sport. 2000 Sep;71(3):229-39	sola strategia attentiva external nell'esecuzione di gesti sportivi (golf, tennis)

Strategie osservative

Studi esclusi	Motivo esclusione
Imagery and observational learning use and their relationship to sport confidence. Hall CR, Munroe-Chandler KJ, Cumming J, Law B, Ramsey R, Murphy L.J Sports Sci. 2009 Feb 15;27(4):327-37.	combinazione dell'observational learning e mental practice nell'apprendimento di skills motori
Observational learning of fly casting using traditional and virtual modeling with and without authority figure. Kernodle MW, McKethan RN, Rabinowitz E. Percept Mot Skills. 2008 Oct;107(2):535-46.	observational learning nell'apprendimento di skills motori in ambienti di realtà virtuale; no retention e transfer test
Task complexity and sources of task-related information during the observational learning process. Laguna PL. J Sports Sci. 2008 Aug;26(10):1097-113	informazioni ricavate dall'observational learning
Observational practice of relative but not absolute motion features in a single-limb multi-joint coordination task. Buchanan JJ, Ryu YU, Zihlman K, Wright DL. Exp Brain Res. 2008 Nov;191(2):157-69	informazioni ricavate dall'observational learning
Demonstration as a rate enhancer to changes in coordination during early skill acquisition. Horn R., Williams A.M., Hayes S., Hodges N., Scott M. Journal of Sports Sciences 2007 25:5 (599-614)	combinazione dell'observational learning nell'apprendimento di skills sportivi (baseball); no retention e transfer test
Influence of the perception of biological or non-biological motion on movement execution. Bouquet CA, Gaurier V, Shipley T, Toussaint L, Blandin Y. J Sports Sci. 2007 Mar;25(5):519-30.	informazioni ricavate dall'observational learning
A comparison of modelling and imagery in the acquisition and retention of motor skills Ram N., Riggs S.M., Skaling S., Landers D.M., McCullagh P. Journal of Sports Sciences 2007 25:5 (587-597)	combinazione dell'observational learning e mental practice nell'apprendimento di skills motori
End-point focus manipulations to determine what information is used during observational learning. Hayes SJ, Hodges NJ, Huys R, Mark Williams A. Acta Psychol (Amst). 2007 Oct;126(2):120-37.	informazioni ricavate dall'observational learning
A comparison of intra- and inter-limb relative motion information in modelling a novel motor skill. Breslin G, Hodges NJ, Williams AM, Kremer J, Curran W. Hum Mov Sci. 2006 Dec;25(6):753-66.	informazioni ricavate dall'observational learning
Visual search and coordination changes in response to video and point-light demonstrations without KR. Horn RR, Williams AM, Scott MA, Hodges NJ. J Mot Behav. 2005 Jul;37(4):265-74.	informazioni ricavate dall'observational learning
Action observation supports effector-dependent learning of finger movement sequences. Osman M, Bird G, Heyes C. Exp Brain Res. 2005 Aug;165(1):19-27. Epub 2005 May 10.	informazioni ricavate dall'observational learning
Effector-dependent learning by observation of a finger movement sequence. Bird G, Heyes C.J Exp Psychol Hum Percept Perform. 2005 Apr;31(2):262-75.	informazioni ricavate dall'observational learning
An evaluation of the minimal constraining information during observation for movement reproduction Hodges N.J., Hayes S.J., Breslin G., Williams A.M. Acta Psychologica 2005 119:3 (264-282)	informazioni ricavate dall'observational learning
Mechanisms of attentional cueing during observational learning to facilitate motor skill acquisition. Janelle CM, Champenoy JD, Coombes SA, Mousseau MB. J Sports Sci. 2003 Oct;21(10):825-38.	informazioni ricavate dall'observational learning
Learning from demonstrations: the role of visual search during observational learning from video and point-light models. Horn RR, Williams AM, Scott MA. J Sports Sci. 2002 Mar;20(3):253-69.	informazioni ricavate dall'observational learning
What determines whether observers recognize targeted behaviors in modeling displays? Jentsch F, Bowers C, Salas E. Hum Factors. 2001 Fall;43(3):496-507.	informazioni ricavate dall'observational learning
Effects of manipulating relative and absolute motion information during observational learning of an aiming task. Al-Abood SA, Davids K, Bennett SJ, Ashford D, Martinez Marin M. J Sports Sci. 2001 Jul;19(7):507-20.	informazioni ricavate dall'observational learning
Specificity of task constraints and effects of visual demonstrations and verbal instructions in directing learners' search during skill acquisition. Al-Abood SA, Davids KF, Bennett SJ. J Mot Behav. 2001 Sep;33(3):295-305	informazioni ricavate dall'observational learning
Effects of an auditory model on the learning of relative and absolute timing. Shea CH, Wulf G, Park JH, Gaunt B. J Mot Behav. 2001 Jun;33(2):127-38.	informazioni ricavate dall'observational learning

Strategie di feedback

Studi esclusi	Motivo esclusione
Learner regulated knowledge of results during the acquisition of multiple timing goals Patterson J.T., Carter M. Human Movement Science 2010 29:2 (214-227)	scelta di chi apprende nel ricevere le strategie di feedback nell'esecuzione di task motori (raggiungimento manuale)
Spatial error detection in rapid unimanual and bimanual aiming movements. Sherwood DE. Percept Mot Skills. 2009 Feb;108(1):3-14.	strategie di feedback nello stimare e correggere task motori (raggiungimento manuale); non confronto tra frequenze di KR
Feedback effects on learning a novel bimanual coordination pattern: Support for the guidance hypothesis Maslovat D., Brunke K.M., Chua R., Franks I.M. Journal of Motor Behavior 2009 41:1 (45-54)	strategie di feedback nell'esecuzione di task motori (coordinazione bimanuale); non chiaro confronto tra frequenze di KR
The effects of augmented kinematic feedback on motor skill learning in rifle shooting Mononen K., Viitasalo J.T., Kontinen N., Era P. Journal of Sports Sciences 2003 21:10 (867-876)	strategie di feedback nell'esecuzione di task motori (coordinazione bimanuale); non chiaro confronto tra frequenze di KR
Generalization of error detection across motor tasks by men and women. Sherwood DE. Percept Mot Skills. 2008 Apr;106(2):557-72	strategie di feedback nello stimare e correggere task motori (raggiungimento manuale); non confronto tra frequenze di KR
Specificity of practice: interaction between concurrent sensory information and terminal feedback. Blandin Y, Toussaint L, Shea CH. J Exp Psychol Learn Mem Cogn. 2008 Jul;34(4):994-1000	strategie di feedback nell'esecuzione di task motori (raggiungimento manuale) in relazione a differenti quantità e tipi di pratica.
Influence of feedback modality on sensorimotor adaptation: contribution of visual, kinesthetic, and verbal cues. Sarlegna FR, Gauthier GM, Blouin J. J Mot Behav. 2007 Jul;39(4):247-58	diverse strategie di feedback (visivo, cinestesico, verbale) nell'apprendimento di task motori (raggiungimento manuale); non confronto tra frequenze di KR
Biodynamic feedback training to assure learning partial load bearing on forearm crutches. Krause D, Wünnemann M, Erlmann A, Hölzchen T, Mull M, Olivier N, Jöllenbeck T. Arch Phys Med Rehabil. 2007 Jul;88(7):901-6.	strategie di feedback ed interferenza contestuale nell'apprendimento di task motori (carico su stampella); non confronto tra frequenze di KR
Feedback after good trials enhances learning. Chiviacowsky S, Wulf G. Res Q Exerc Sport. 2007 Mar;78(2):40-7	ruolo motivazionale delle strategie di feedback nell'esecuzione di task motori (lancio); non confronto tra frequenze di KR.
The influence of advance information on the response complexity effect in manual aiming movements. Khan MA, Mourton S, Buckolz E, Franks IM. Acta Psychol (Amst). 2008 Jan;127(1):154-62.	strategie di feedback nell'esecuzione di task motori (raggiungimento manuale); non confronto tra frequenze di KR; non analisi retention e transfer.
Specificity of practice results from differences in movement planning strategies. Mackrout I, Proteau L. Exp Brain Res. 2007 Nov;183(2):181-93	strategie di feedback visivo nell'esecuzione di task motori (raggiungimento manuale); non confronto tra frequenze di KR
The role of external action-effects in the execution of a soccer kick: a comparison across skill level. Ford P, Hodges NJ, Huys R, Williams AM. Motor Control. 2006 Oct;10(4):386-404	strategie di feedback nell'apprendimento di task motori (tiro a calcio) in soggetti con esperienza diversa; non confronto tra frequenze diverse; non analisi retention e transfer;
Contextual interference in implicit and explicit motor learning. Sekiya H. Percept Mot Skills. 2006 Oct;103(2):333-43.	strategie di feedback ed interferenza contestuale nell'apprendimento di task motori (inseguimento target su schermo pc); non confronto tra frequenze di KR
Is there "feedback" during visual imagery? Evidence from a specificity of practice paradigm. Krigolson O, Van Gyn G, Tremblay L, Heath M. Can J Exp Psychol. 2006 Mar;60(1):24-32	strategie di feedback ed immagine motoria nell'apprendimento di task motori (cammino su linea); non confronto tra frequenze di KR
Determinants of offline processing of visual information for the control of reaching movements. Bernier PM, Chua R, Franks IM, Khan MA. J Mot Behav. 2006 Sep;38(5):331-8.	strategie di feedback visivo nell'apprendimento di task motori (raggiungimento manuale); non confronto tra frequenze di KR
Auditory concurrent feedback benefits on the circle performed in gymnastics Baudry L., Leroy D., Thouvenecq R., Choller D. Journal of Sports Sciences 2006 24:2 (149-156)	strategie di feedback nell'esecuzione di task motori (acrobazie); non confronto tra frequenze di KR
The effects of augmented feedback training in cadence acquisition. Chu DP. Res Sports Med. 2006 Apr-Jun;14(2):135-47.	strategie di feedback nell'apprendimento di task motori (coordinazione bimanuale); non confronto tra frequenze di KR
The influence of augmented feedback and prior learning on the acquisition of a new bimanual coordination pattern. Hurley SR, Lee TD. Hum Mov Sci. 2006 Jun;25(3):339-48	strategie di feedback nell'apprendimento di task motori (coordinazione bimanuale); non confronto tra frequenze di KR
The use of real-time ultrasound feedback in teaching abdominal hollowing exercises to healthy subjects. Henry SM, Westervelt KC. J Orthop Sports Phys Ther. 2005 Jun;35(6):338-45	diverse strategie di feedback (verbali, tattili, ultrasuono) nella contrazione stabilizzatori profondi; non confronto tra frequenze di KR
Speed-accuracy tradeoffs in rapid bimanual aiming movements. Sherwood DE, Enebo B. Percept Mot Skills. 2005 Dec;101(3):707-20.	strategie di feedback nell'apprendimento di task motori (raggiungimento manuale); non confronto tra frequenze di KR; non analisi retention e transfer
Observational learning: effects of bandwidth knowledge of results. Badets A, Blandin Y. J Mot Behav. 2005 May;37(3):211-6	strategie di feedback e pratica osservazionale nell'apprendimento di task motori (abbattimento di barriere); non chiara frequenza di somministrazione KR
Intermanual transfer of effects of motor learning from the dominant to non-dominant hand using a grip force retaining task. Journal of Physical Therapy Science Vol. 17 (2005) , No. 2 57-61. Satoru Kai and Kazuo Watari	strategie di feedback nell'apprendimento di task motori (produzione di forza); non chiaro confronto tra frequenze di KR; non chiara analisi statistica

Studi esclusi	Motivo esclusione
Specificity of learning in a video-aiming task: modifying the salience of dynamic visual cues. Robin C, Toussaint L, Blandin Y, Proteau L. J Mot Behav. 2005 Sep;37(5):367-76	strategie di feedback visivo nell'apprendimento di task motori (raggiungimento manuale); non confronto tra frequenze di KR
Visual search and coordination changes in response to video and point-light demonstrations without KR. Horn RR, Williams AM, Scott MA, Hodges NJ. J Mot Behav. 2005 Jul;37(4):265-74	strategie di feedback visivo nell'apprendimento di task motori (tiro a calcio); non confronto tra frequenze di KR
Bimanual directional interference: the effect of normal versus augmented visual information feedback on learning and transfer. Puttemans V, Vangheluwe S, Wenderoth N, Swinnen S. Motor Control. 2004 Jan;8(1):33-50.	strategie di feedback visivo nell'apprendimento di task motori (coordinazione bimanuale); non confronto tra frequenze di KR; non analisi retention e transfer
Knowledge of results and explicit instruction: efficiency of learning the crawl stroke in swimming. Rouhana J, Ferry F, Toussaint L, Boulinguez P. Percept Mot Skills. 2002 Dec;95(3 Pt 1):895-6.	strategie di feedback nell'apprendimento di task motori (bracciata a nuoto); scarsa numerosità del campione (n=8); non confronto tra frequenze di KR; non analisi retention e transfer
On the role of visual afferent information for the control of aiming movements toward targets of different sizes. Proteau L, Isabelle G. J Mot Behav. 2002 Dec;34(4):367-84	strategie di feedback visivo nell'apprendimento di task motori (raggiungimento manuale); non confronto tra frequenze di KR; non analisi retention e transfer
The efficacy of video feedback for learning the golf swing. Guadagnoli M, Holcomb W, Davis M. J Sports Sci. 2002 Aug;20(8):615-22.	strategie di feedback nell'apprendimento di task motori (golf); non confronto tra frequenze di KR
Effects of 12-week shooting training and mode of feedback on shooting scores among novice shooters. Viitasalo JT, Era P, Kontinen N, Mononen H, Mononen K, Norvapalo K. Scand J Med Sci Sports. 2001 Dec;11(6):362-8	strategie di feedback nell'apprendimento di task motori (lancio); non confronto tra frequenze di KR; non analisi retention e transfer
Attunement, calibration, and exploration in fast haptic perceptual learning. Wagman JB, Shockley K, Riley MA, Turvey MT. J Mot Behav. 2001 Dec;33(4):323-7	strategie di feedback nell'apprendimento di task motori (stima e dimensioni oggetto); non confronto tra frequenze di KR
Emergent patterns of feedback strategies in performing a closed motor skill. Chen DD, Kaufman D, Chung MW. Percept Mot Skills. 2001 Aug;93(1):197-204	preferenze nel ricevere i feedback durante l'apprendimento di task motori (lancio oggetto); non analisi retention e transfer
Knowledge of results, movement type, and sex in coincidence timing. Williams LR, Jasiewicz JM. Percept Mot Skills. 2001 Jun;92(3 Pt 2):1057-68	strategie di feedback nell'apprendimento di task motori (pressione con la mano); non confronto tra frequenze di KR; non analisi retention e transfer
What causes specificity of practice in a manual aiming movement: vision dominance or transformation errors? Proteau L, Carnahan H. J Mot Behav. 2001 Sep;33(3):226-34	analisi delle strategie di feedback visivo nell'apprendimento di task motori (raggiungimento manuale); non confronto tra frequenze di KR;
Knowledge of results for motor learning: relationship between error estimation and knowledge of results frequency. Guadagnoli MA, Kohl RM. J Mot Behav. 2001 Jun;33(2):217-24.	strategie di feedback nell'apprendimento della sola capacità di stimare l'errore in assenza di pratica fisica
Augmented feedback reduces jump landing forces. Onate JA, Guskiewicz KM, Sullivan RJ. J Orthop Sports Phys Ther. 2001 Sep;31(9):511-7.	strategie di feedback nell'apprendimento di task motori (lancio); non confronto tra frequenze di KR
Are simple line-length estimation tasks productive for examining temporal locus of knowledge of results? Becker PW. Percept Mot Skills. 2000 Dec;91(3 Pt 1):801-2	strategie di feedback nell'apprendimento di task motori; non analisi retention e transfer;
The effect of practice on component submovements is dependent on the availability of visual feedback. Khan MA, Franks IM. J Mot Behav. 2000 Sep;32(3):227-40.	strategie di feedback nell'apprendimento di task motori (raggiungimento manuale); non confronto tra frequenze di KR; non analisi retention e transfer
Changes in bar path kinematics and kinetics through use of summary feedback in power snatch training. Winchester JB, Porter JM, McBride JM. J Strength Cond Res. 2009 Mar;23(2):444-54.	strategie di feedback nell'apprendimento di task motori (produzione di forza); non confronto tra frequenze di KR; non analisi retention e transfer
Learning a new bimanual coordination pattern is influenced by existing attractors. Wenderoth N, Bock O, Krohn R. Motor Control. 2002 Apr;6(2):166-82.	strategie di feedback visivo nell'apprendimento di task motori (coordinazione bimanuale); ; non confronto tra frequenze di KR; non analisi retention o transfer
Generation of bimanual trajectories of disparate eccentricity: levels of interference and spontaneous changes over practice. Walter CB, Swinnen SP, Dounskaia NV. J Mot Behav. 2002 Jun;34(2):183-95.	strategie di feedback visivo nell'apprendimento di task motori (coordinazione bimanuale); ; non confronto tra frequenze di KR; non analisi retention o transfer
Manipulations of sensory information: a test of the hypothesis of redundancy of knowledge of results. Lane CA, Fischman MG, Hart MA, Reeve TG. Percept Mot Skills. 2000 Dec;91(3 Pt 2):1106-12.	strategie di feedback nell'apprendimento di task di anticipazione; non confronto tra frequenze di KR;
On the cognitive basis of observational learning: development of mechanisms for the detection and correction of errors. Blandin Y, Proteau L. Q J Exp Psychol A. 2000 Aug;53(3):846-67 [ESPERIMENTO 2]	strategie di feedback nell'apprendimento di task motori (coordinazione bimanuale); non confronto tra frequenze di KR
Optimizing generalized motor program and parameter learning. Lai Q, Shea CH, Wulf G, Wright DL. Res Q Exerc Sport. 2000 Mar;71(1):10-24.	strategie di feedback nell'apprendimento di task motori (coordinazione bimanuale); confronto tra frequenze di KR associate alla pratica costante e random
Socio-affective characteristics and properties of extrinsic feedback in physiotherapy. Talvitie U. Physiother Res Int. 2000;5(3):173-89.	ruolo motivazionale delle strategie di feedback nell'esecuzione di task motori (lancio); non confronto tra frequenze di KR.

Tab 1.3 Articoli eliminati a seguito di reperimento full text

Allegato 5. “Studies awaiting assessment”

Strategie attentive

- Motor learning of a postural control task in soldiers with lateral ankle sprain. Lehrer NR; Ronen Z; Rosenberg I; Hayutin G; Journal of the Israeli Physical Therapy Society (JIPTS), 2009 Apr; 11 (1): 28
- A comparison of self-focus versus attentional explanations of choking. Wilson M, Chattington M, Marple-Horvat DE, Smith NC. J Sport Exerc Psychol. 2007 Aug;29(4):439-56

Strategie osservative

- Lehto NK, Marley TL, Ezekiel HJ, et al. Application of motor learning principles: the physiotherapy client as a problem-solver, IV: future directions. Physiother Can. 2001;53:109–114
- Torriero S, Oliveri M, Koch G, Caltagirone C, Petrosini L. The what and how of observational learning. J Cogn Neurosci. 2007 Oct;19(10):1656-63
- Kelly SW, Burton AM. Learning complex sequences: no role for observation? Psychol Res. 2001;65(1):15-23

Strategie di feedback

- Qualitative and quantitative knowledge of results: effects on motor learning. Kilduski NC, Rice MS. Am J Occup Ther. 2003 May-Jun;57(3):329-36
- Effects of bandwidth knowledge of results on the performance and learning of a shoulder internal rotation isokinetic strength task. Patricia A. Shewokis¹, Christopher Z. Kennedy², Jennifer L. Marsh. Isokinetics and Exercise Science. Volume 8, Number 3/2000 129-139 2000
- Ezekiel HJ, Lehto NK, Marley TL, Wishart LR, Lee TD. Application of motor learning principles: The physiotherapy client as a problem-solver. III: Augmented feedback. Physiother Can 2001;53(1):33 – 39

Allegato 6. “Tavola sinottica degli studi inclusi nella revisione”

Strategie attentive

Riferimento	PEDro score	Disegno di studio ed obiettivo	Campione	Allocazione e gruppi	Outcome	Intervento	Follow up	Risultato
Rotem-Lehrer N et al 2007 [63]	5/10	RCT strategie attentive nell'apprendimento di task di equilibrio	36 militari [36 M] (range 19-33y; media 20.9y) in esiti di distorsioni di caviglia di 1° o 2° Privi di esperienza	randomizzazione a) internal focus: equilibrio proprio corpo b) external focus: equilibrio piattaforma	<ul style="list-style-type: none"> ● Overall Stability Index (OSI) ● Anterior/Posterior Stability Index (APSI) ● Medial/Lateral Stability Index (MLSI) 	acquisition: previa istruzione, 10 trial da 20 sec di equilibrio sull'arto affetto eseguiti in 3 giorni consecutivi a 2 livelli di stabilità differente sul Biodex Stability System (BSS)	● 48 h (retention test)	Incremento dell'outcome con significatività nell'external focus of attention per OSI, APSI e MLSI (p<.05)
Laufer Y et al 2007 [64]	6/10	RCT strategie attentive nell'apprendimento di task di equilibrio	40 militari [36 M, 4 F] (range 19-33y) in esiti di distorsioni di caviglia di 1° o 2° nel 1° mese post lesione Privi di esperienza	randomizzazione a) internal focus: equilibrio proprio corpo b) external focus: equilibrio piattaforma	<ul style="list-style-type: none"> ● Overall Stability Index (OSI) ● Anterior/Posterior Stability Index (APSI) ● Medial/Lateral Stability Index (MLSI) 	acquisition: previa istruzione, 10 trial da 20 sec di equilibrio sull'arto affetto eseguiti in 3 giorni consecutivi a 2 livelli di stabilità differente sul Biodex Stability System (BSS)	● 48 h (retention test)	Incremento dell'outcome con significatività nell'external focus of attention per OSI e APSI (p<.05)

Riferimento	PEDro score	Disegno di studio ed obiettivo	Campione	Allocazione e gruppi	Outcome	Intervento	Follow up	Risultato
Wulf G et al 2003 [65]	2/10	CT strategie attentive su task sopraposturali nell'influenzare l'apprendimento di un task di equilibrio	<u>eps 1</u> 18 soggetti universitari sani Privi di esperienza	<u>eps 1</u> non menzionata a) internal focus: attenzione proprie mani b) external focus: attenzione sul tubo	<u>esp 1</u> ● root-mean-square error (RMSE) ● number of errors	<u>esp 1:</u> acquisition: previa istruzione, 7 trials da 90 sec di equilibrio su di una pedana stabilometrica (task posturale) mentre si sorregge con le mani un tubo contenente una pallina da tennis che deve permanere al centro dello stesso (task sopraposturale) in 2 giorni	<u>esp 1</u> ● 24 h 4 trials con tubo senza strategie attentive (retention test); 3 trials senza tubo e strategie attentive (transfer)	Incremento dell'outcome con significatività nell'external focus of attention per RMSE e number of errors (p<.05)
			<u>eps 2</u> 29 soggetti universitari sani Privi di esperienza	<u>eps 2</u> non menzionata a) internal focus: attenzione proprie mani b) external focus: attenzione al tubo c) controllo: no istruzioni attentive	<u>esp 2</u> ● root-mean-square error (RMSE) ● number of errors	<u>esp 2:</u> acquisition: previa istruzione 7 trials da 90 sec di equilibrio su di una pedana stabilometrica (task posturale) mentre si sorregge con le mani un tubo privo di pallina da tennis (task sopraposturale) in 2 giorni	<u>esp 2</u> ● 24 h 4 trials con tubo senza strategie attentive (retention test); 3 trials senza tubo e strategie attentive (transfer)	Incremento dell'outcome con significatività nell'external focus of attention per RMSE (p<.05)
McNevin NH et al 2003 [66]	3/10	RCT strategie attentive su task sopraposturali nell'influenzare l'apprendimento di task di equilibrio	40 soggetti universitari sani (28 F, 12 M) Privi di esperienza	randomizzazione a) internal focus: equilibrio piedi b) external focus/near: equilibrio markers vicini ai piedi c) external focus/far inside: equilibrio markers lontano dai piedi d) external focus C/far outside: equilibrio markers molto lontani dai piedi	● root-mean-square error (RMSE) ● mean power frequency (MPF)	acquisition: previa istruzione, 7 trials da 90 sec di equilibrio su di una pedana stabilometrica in 2 giorni	● 24 h 7 trials senza strategie attentive (retention)	Incremento degli outcomes con significatività nell'external focus of attention focalizzante focalizzano sui markers distanti (far-outside; far-inside) per RMSE e MPF (p<.01)
Wulf G et al 2001 [67]	3/10	RCT strategie attentive su task sopraposturali nell'influenzare l'apprendimento di un task di equilibrio	28 soggetti universitari sani (23 M, 5 F) Privi di esperienza	randomizzazione a) internal focus: equilibrio i piedi b) external focus: equilibrio i markers posti su pedana	● root-mean-square error (RMSE) ● mean power frequency (MPF) ● reaction time(RT)	acquisition: previa istruzione, 7 trials da 90 sec di equilibrio su di una pedana stabilometrica (task posturale) mentre si preme un bottone in risposta ad uno stimolo audio (task sopraposturale) in 2 giorni	● 24 h 7 trials senza strategie attentive (retention)	Incremento dell'outcome con significatività nell'external focus of attention in RMSE, MPF,RT (p<.05)

Strategie osservative

Riferimento	PEDro score	Disegno di studio ed obiettivo	Campione	Allocazione e gruppi	Outcome	Intervento	Follow up	Risultato
Blandin Y, Proteau L 2000 [70]	3/10	CT strategia osservativa nell'acquisizione della capacità di rilevamento e correzione degli errori nel movimento	94 soggetti universitari sani privi di esperienza	non menzionata a) physical practice: pratica task b) physical practice + estimation: pratica task e lo stima c) beginner observation: osserva task svolto da principianti d) beginner observation + estimation: osserva task svolto da principianti e lo stima e) perfect observation: osserva task svolto da professionisti f) perfect observation + estimation: osserva task svolto da professionisti e lo stima g) control: pratica task dalla sessione 2	<ul style="list-style-type: none"> absolute constant error (CE) variable error (VE) bias in estimation error 	acquisition: previa istruzione, 36 trials di abbattimento di barriere posizionate su di una pedana di legno in una sequenza impostata a tempo (1500 ms) ripartite in 2 sessioni in 1 giorno	<ul style="list-style-type: none"> 10 min 12 trials senza istruzioni (retention I°) 24 h 12 trials senza istruzioni (retention II°) 	Incremento dell'outcome con significatività nel gruppo observational e physical practice, senza differenza tra questi due, per CE, bias in estimation error (p<.05)
Black CB, Wright DL 2000 [72]	2/10	CT strategia osservativa nell'acquisizione della capacità di rilevamento e correzione degli errori nel movimento	72 soggetti universitari sani (36 M, 36 F) Privi di esperienza	non menzionata a) physical: istruzione e poi pratica task b) observational: istruzione, poi osservazione e poi pratica del task c) no practice: esecuzione senza istruzione	<ul style="list-style-type: none"> relative timing error (RTE) absolute timing error (E) absolute difference estimation score (ADE) 	acquisition: previa istruzione, 72 trials di digitazione sulla tastiera numerica di un computer con il dito indice destro di 3 sequenze numeriche somministrate ad intervalli temporali di 700, 900, 1100 ms in 1 giorno. Concomitantemente richiesta di stima sulla percezione dell'errore	<ul style="list-style-type: none"> 24 h 12 trials senza istruzioni 	Incremento dell'outcome con significatività nel gruppo observational e physical, senza differenza tra questi due, per E, ADE (p<.05)
Deakin J.M., Proteau L 2000 [74]	3/10	RCT strategia osservativa nell'apprendimento di un task di costruzione di puzzle	40 soggetti universitari sani privi di esperienza	randomizzazione a) only physical group: solo pratica b) only observation group: solo osservazione c) 50% observation-50% physical practice group: per metà osservazione, per metà pratica d) 75% observation-25% physical practice group: per 75% osservazione, per il 25%pratica e) control group: partecipa solo al follow up	<ul style="list-style-type: none"> performance 	acquisition: previa istruzione, 36 trials di costruzione di 3 puzzle random ogni 3 trial in 2 giorni	<ul style="list-style-type: none"> al termine del I° e II° giorno 6 trials senza istruzioni (retention); 24 h 2 trials senza istruzioni per il (transfer - long term retention). 	Incremento dell'outcomes con significatività nei primi 3 trials del retention, nel gruppo che ha praticato durante l'acquisizione rispetto al gruppo che osserva al 100% per la performance. Successivamente chi ha osservato al 100% l'equivalenza le altre 3 condizioni. Al transfer tutti i gruppi si adattano al nuovo task. (p<.05)

Riferimento	PEDro score	Disegno di studio ed obiettivo	Campione	Allocazione e gruppi	Outcome	Intervento	Follow up	Risultato
Granados C; Wulf G 2007 [68]	3/10	RCT strategia osservativa nell'apprendimento di un cup stacking	48 soggetti universitari sani (Mean = 23 y; SD = 5.4) privi di esperienza	randomizzazione a) observation/dialogue: un soggetto esegue, l'altro osserva. Discussione; b) observation/no dialogue: un soggetto esegue, l'altro osserva; c) no observation/dialogue: un soggetto esegue, l'altro non osserva. Discussione; d) no observation/no dialogue: esecuzione autonoma	● movement time MT	<i>acquisition</i> : previa istruzione, 20 tasks di coordinazione bimanuale rapida -speed cup staking- consistente nel comporre e scomporre una piramide di tazzine in 1 giorno.	● 24 h 5 trials senza istruzione (retention)	Incremento dell'outcomes con significatività nel gruppo utilizzando l'osservazione per MT (p<.01)
Weeks DL, Anderson LP 2000 [71]	3/10	RCT strategia osservativa nell'apprendimento di un servizio di pallavolo	30 soggetti universitari sani (15 M, 15 F;) (M=20,2y; DS 1,9y) privi di esperienza	randomizzazione a) all-pre-practice: 10 dimostrazioni poi pratica b) interspersed demonstration: 1 dimostrazione ogni 3 prove c) combination group: 5 dimostrazioni prima delle prove pratiche poi altre 5 ripartite in 1 ogni 3 trial	● form score ● accuracy score	acquisition: previa istruzione, 30 trials di servizi di pallavolo da svolgere in 1 giorno	● 5 min 10 trials senza istruzioni (retention I°) ● 48 h 10 trials senza istruzione (retention II°)	Incremento dell'outcome con significatività nel gruppo combination per form score e relazione form score - accuracy (p<.05)
Shea CH et al 2000 [73]	3/10	RCT strategia osservativa nell'apprendimento di un task di inseguimento di un targhet	<u>Esp 1</u> 30 soggetti universitari sani privi di esperienza	<u>Esp 1</u> randomizzazione a) physical group: pratica solo b) observational group: osserva e poi pratica task; c) control group: pratica al follow up	<u>Esp 1</u> ● score: root mean squared error (RMSE)	<u>Esp 1</u> acquisition: previa istruzione, 20 trials da 15 sec di inseguimento di un targhet su schermo di un computer per 1 giorno	<u>Esp 1</u> ● 24 h 2 trials senza istruzione (retention) ed altri 2 trials (transfer)	<u>Esp 1</u> Incremento dell'outcomes con significatività nel gruppo physical (retention); nel gruppo physical ed observational, senza differenza tra questi, per RMSE (transfer) (p<.01)
			<u>esp 2</u> 30 soggetti universitari sani privi di esperienza	<u>Esp 2</u> randomizzazione a) physical group: pratica solo; b) combination group: un soggetto esegue, l'altro osserva; c) control group: pratica al follow up	<u>Esp 2</u> ● score: root mean squared error (RMSE)	<u>Esp 2</u> acquisition: previa istruzione, 20 trials da 15 sec di inseguimento di un targhet su schermo di un computer per 1 giorno	<u>Esp 2</u> ● 24 h 2 trials senza istruzione (retention) ed altri 2 trials (transfer)	<u>Esp 2</u> Incremento dell'outcomes con significatività nel gruppo physical e combination (retention); del solo combination, per RMSE (transfer) (p<.01)

Riferimento	PEDro score	Disegno di studio ed obiettivo	Campione	Allocazione e gruppi	Outcome	Intervento	Follow up	Risultato
Black CB et al 2005 [69]	2/10	CT strategia osservativa nell'acquisizione della capacità di rilevamento e correzione degli errori nel movimento	<u>eps 1</u> 45 soggetti universitari sani privi di esperienza	<u>eps 1</u> non menzionata a) physical: istruzione poi pratica task b) observational: istruzione poi osservano e poi praticano task c) no practice: pratica senza istruzione	<u>eps 1</u> ● relative timing error (RTE) ● absolute timing error (E) ● absolute difference score (AD)	<u>Esp 1</u> <i>acquisition</i> : previa istruzione, 72 trials di digitazione sulla tastiera numerica di un computer con il dito indice destro di 3 sequenze numeriche somministrate ad intervalli temporali di 700, 900, 1100 ms in 1 giorno. Concomitantemente richiesta di stima sulla percezione dell'errore	<u>Esp 1</u> ● 24 h 12 trials senza istruzione (retention)	<u>Esp 1</u> Incremento dell'outcomes con significatività nel gruppo physical ed observational, senza differenza tra questi, per E, AD (p<.01)
			<u>eps 2</u> 45 soggetti universitari sani privi di esperienza	<u>eps 2</u> non menzionata a) physical: istruzione poi pratica task b) observational: istruzione poi osservano e poi praticano task c) no practice: pratica senza istruzione	<u>eps 2</u> ● relative timing error (RTE) ● absolute timing error (E) ● absolute difference score (AD)	<u>Esp 2</u> <i>acquisition</i> : previa istruzione, 72 trials di digitazione sulla tastiera numerica di un computer con il dito indice destro di 3 sequenze numeriche somministrate ad intervalli temporali di 900 ms in 1 giorno (task con carico cognitivo inferiore)	<u>Esp 2</u> ● 24 h 12 trials senza istruzione (retention)	<u>Esp 2</u> Incremento dell'outcomes con significatività nel gruppo physical ed observational, senza differenza tra questi, per RTE, E, AD (p<.01)
			<u>eps3</u> 39 soggetti universitari sani privi di esperienza	<u>eps 2</u> non menzionata a) physical: istruzione poi pratica task b) observational: istruzione poi osservano e poi praticano task c) no practice: pratica senza istruzione	<u>eps 3</u> ● relative timing error (RTE) ● absolute timing error (E) ● absolute difference score (AD)	<u>Esp 3</u> <i>acquisition</i> : previa istruzione, 72 trials di digitazione sulla tastiera numerica di un computer con il dito indice destro di 3 sequenze numeriche somministrate ad intervalli temporali di 900 ms in 1 giorno (task con carico cognitivo inferiore) Nel retention test richiesta di stima di un soggetto esterno allo studio	<u>Esp 3</u> ● 24 h 12 trials senza istruzione (retention)	<u>Esp 3</u> Incremento dell'outcomes con significatività nel gruppo physical ed observational, senza differenza tra questi, per AD (p<.01)

Strategie di feedback

Riferimento	PEDro score	Disegno di studio ed obiettivo	Campione	Allocazione e gruppi	Outcome	Intervento	Follow up	Risultato
Yao WX 2003 [81]	3/10	RCT strategie di rinforzo/KR a differenti frequenze nell'apprendimento di task motorio	30 soggetti universitari sani (19-30 y) privi di esperienza	randomizzazione a) average condition: KR terminale ogni 5 trials b) every trial condition: KR terminale ogni trials	<ul style="list-style-type: none"> relative timing error (RTE) absolute timing error (E) 	acquisition: previa istruzione, 80 trials di digitazione sulla tastiera di un computer con il dito indice destro di tre sequenze numeriche somministrate random ogni 900 ms in 1 giorno	<ul style="list-style-type: none"> 24 h 10 trials senza feedback (retention) 	Incremento dell'outcomes con significatività nel gruppo average per RTE, E (p<.001)
Anderson DI et al 2001 [82]	3/10	RCT strategie di rinforzo/KR a differenti frequenze nell'apprendimento di task motorio	40 soggetti universitari sani (18-35 y) privi di esperienza	randomizzazione a) no delay without spring (delay-0): KR terminal ogni trial b) two trials delay without spring (delay-2): KR terminal ogni 2 trial c) no delay with spring (delay-0 SPG): KR terminal ogni trial d) two trials delay with spring (delay-2 SPG): KR terminal ogni 2 trial	<ul style="list-style-type: none"> radial error (RE) radial variable error (RVE) 	acquisition: previa istruzione, 80 trials di raggiungimento manuale verso un targhet svolti senza e con la presenza di una resistenza elastica applicata (SPG) in 1 giorno	<ul style="list-style-type: none"> 1 min 40 trials senza feedback (retention I) 24 h 40 trials senza feedback (retention II) 	Incremento dell'outcomes con significatività nei gruppi delay-2 per RE. Lo spring group è meno accurato del no spring group (p<.05)
Goodwin JE et al 2001 [83]	2/10	RCT strategie di rinforzo/KR a differenti frequenze nell'apprendimento di task motorio	110 soggetti universitari sani (55M, 55 F) privi di esperienza	randomizzazione a) 100% KR: KR terminal ogni trial; b) Constant: KR terminal ogni 2 trial; c) Fade: KR terminal con una frequenza del 20% inferiore ogni 10 trial; d) Reverse: KR terminal con una frequenza del 20% superiore ogni 10 trial	<ul style="list-style-type: none"> absolute constant error (ACE) variable error (VE) 	acquisition: previa istruzione, 60 trials di lanci a shuffleboard in 1 giorno	<ul style="list-style-type: none"> 48 h 20 trials senza feedback (retention) 	Incremento dell'outcomes con significatività nei gruppi constant e fade per ACE, VE (p<.05)
Park JH et al 2000 [84]	4/10	RCT strategie di rinforzo/KR a differenti frequenze nell'apprendimento di task motorio	48 soggetti universitari sani privi di esperienza	randomizzazione a) (100%C-100%T): ogni 5 sec concurrent KR, con un terminal KR b) (50%C-100%T): un concurrent KR nel 50% della pratica con un terminal KR c) (0%C-100%T): riceve un terminal KR d) (100%C-0%T): ogni 5 sec concurrent KR	<ul style="list-style-type: none"> root-mean-square error (RMSE) 	acquisition: previa istruzione, 100 trials di riproduzione di un'onda sullo schermo di un computer servendosi della forza generata dal proprio polso su di un trasduttore in 1 giorno	<ul style="list-style-type: none"> 24 h 10 trials senza feedback (retention) 	Incremento dell'outcomes con significatività nei gruppi utilizzando il 0% e 50% concurrent feedback per RMSE (p<.05)

Riferimento	PEDro score	Disegno di studio ed obiettivo	Campione	Allocazione e gruppi	Outcome	Intervento	Follow up	Risultato
Sidaway B et al 2008 [75]	3/10	CT strategie di rinforzo/KR a differenti frequenze nell'apprendimento di task motorio	40 soggetti sani (20 M, 20 F; media = 21.8y; SD = 4.9y) privi di esperienza	quasi randomizzazione a) KR 33%: KR verbale ogni 3 trial b) KR 100%: KR verbale ogni trial c) GD 33%: KR manuale ogni 3 trial d) GD 100%: guida manuale ogni trial	<ul style="list-style-type: none"> absolute constant error (ACE) variable error (VE) 	acquisition: previa istruzione, 120 trials da 5 sec ciascuno di apprendimento del carico parziale su di un arto inferiore (70%:30%) mediante bilancia in 1 giorno	<ul style="list-style-type: none"> 10 min 24 trial svolti senza feedback (retention I°) 24 h 24 trial svolti senza feedback (retention II°) 1 week 24 trial svolti senza feedback (retention III°) 	Incremento dell'outcomes con significatività nel gruppo KR 33% per ACE, VE (p<.05)
Badets A et al 2006 [77]	4/10	RCT strategie di rinforzo/KR a differenti frequenze nell'apprendimento di task motorio	32 soggetti universitari sani (16 M, 16 F; M=20,5y; SD=2.4) privi di esperienza	randomizzazione a) KR 100%: KR ogni trial durante l'osservazione b) KR 50%: KR ogni 2 trials durante l'osservazione gradualmente sfumati	<ul style="list-style-type: none"> absolute error (AE) variable error (VE) error score 	acquisition: previa istruzione, osservazione di 84 trial di depressione dei tasti su tastiera di un computer in 1 giorno	<ul style="list-style-type: none"> 24 h osservazione 21 trials svolti con mano dx ed esecuzione senza feedback (retention) 24 h osservazione di 21 trial svolti con la mano sx ed esecuzione senza feedback (transfer) 	Incremento dell'outcomes con significatività nel gruppo KR 50% per VE, error score (p<.05)
Anderson DI et al 2005 [78]	3/10	CT strategie di rinforzo/KR a differenti frequenze nell'apprendimento di task motorio	56 soggetti universitari sani (media 21.6 y; 1.8 y SD) privi di esperienza	quasi randomizzazione a) delay-0: KR ogni trial; b) delay-2: KR ogni 2 trial;	<ul style="list-style-type: none"> radial error (RE) radial variable error (RVE) 	acquisition: previa istruzione, 160 trials di raggiungimento manuale di un target svolti in presenza dell'applicazione di una resistenza elastica in 2 giorni	<ul style="list-style-type: none"> 1 min 40 trials senza feedback (retention I°) 24 h 40 trials senza feedback (retention II°) 	Incremento dell'outcomes con significatività nel gruppo delay-2 per RE (p<.05)

Riferimento	PEDro score	Disegno di studio ed obiettivo	Campione	Allocazione e gruppi	Outcome	Intervento	Follow up	Risultato
Ishikura T 2008 [76]	3/10	CT strategie di rinforzo/KR a differenti frequenze nell'apprendimento di task motorio	34 soggetti sani (19 M 15 F; M age = 20.2y, SD = 1.4 y) privi di esperienza	non menzionata a) 100% KR: KR ogni trials b) 33% KR: KR ogni 3 trials	<ul style="list-style-type: none"> ● constant error (CE) ● Absolute constant erro (ACE) ● variable error (VE) 	acquisition: previa istruzione, 60 trials di tiri a golf in 1 giorno	<ul style="list-style-type: none"> ● 10 min 5 trial svolti senza feedback (retention I°) ● 24 h 5 trial svolti senza feedback (retention II°) 	Incremento dell'outcomes con significatività nel gruppo KR 33% per ACE, VE, CE (p<.05)
Badets A, Blandin YJ 2004 [79]	3/10	RCT strategie di rinforzo/KR a differenti frequenze nell'apprendimento di task motorio	72 soggetti universitari sani (media 22.6 y, SD = 3.5 y) privi di esperienza	randomizzazione a) 100%-100%: KR ogni trials osservato ed eseguito; b) 33%-33%: KR ogni 3 trials osservati ed eseguiti; c) 33%-100%: KR ogni 3 trials osservati ed uno ogni trial eseguito; d) control: svolgono solo la prima ritenzione	<ul style="list-style-type: none"> ● absolute constant error (CE) ● variable error (VE) ● total error (E) 	acquisition: previa istruzione, osservazione di 99 task di abbattimento di barriere posizionate su di una pedana di legno in una sequenza definita di tempo (1500 ms) seguiti dall'esecuzione fisica degli stessi in 1 giorno	<ul style="list-style-type: none"> ● 10 min 18 trials senza feedback (retention I) ● 24 h 18 trials senza feedback (retention II) 	Incremento dell'outcomes con significatività nel gruppo 33%-100% per CE, E; nel gruppo 33%-33% per E (p<.05)
Butki BD, Hoffman SJ 2003 [80]	4/10	RCT strategie di rinforzo/KR a differenti frequenze nell'apprendimento di task motorio	78 soggetti universitari sani (48 M, 30 F) privi di esperienza	randomizzazione a) 50/50 group: metà dei trial senza KR, l'altra metà con KR progressivamente minore su traiettoria e posizione finale palla b) 0/50 group: metà dei trial con KR su posizione finale della palla c) continuos feedback group: KR costantemente	<ul style="list-style-type: none"> ● error scores 	acquisition: previa istruzione, 96 trials di tiro a golf in 1 giorno	<ul style="list-style-type: none"> ● 5 min 6 trials senza feedback (retention I) ● 24 h 6 trials senza feedback (retention II) 	Incremento dell'outcomes con significatività nel gruppo 0/50 per error scores (p<.05)