



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI
DI GENOVA



Università degli Studi di Genova

Scuola di Scienze Mediche e Farmaceutiche

Dipartimento di Neuroscienze, Riabilitazione, Oftalmologia, Genetica e

Scienze Materno-Infantili

Master in Riabilitazione dei Disordini

Muscoloscheletrici

A.A 2013/2014

Campus Universitario di Savona

**EFFICACIA DEL “CONTEXTUAL
INTERFERENCE EFFECT”
NELL’APPRENDIMENTO DI TASK
MOTORI IN SOGGETTI SANI**

Candidato:

dott.ssa ft. Sara Francesca Varisco

Relatore:

dott. ft. OMT Giacomo Rossettini

INDICE

1.	ABSTRACT	1
2.	INTRODUZIONE	2
2.1.	APPRENDIMENTO MOTORIO	2
2.2.	MODELLI DI PRATICA	5
2.3.	“CONTEXTUAL INTERFERENCE EFFECT”	5
3.	MATERIALI E METODI	8
3.1.	STRATEGIA DI RICERCA.....	8
3.2.	CRITERI DI ELEGGIBILITÀ	8
3.3.	CRITERI DI VALUTAZIONE	9
4.	RISULTATI	11
4.1.	PROCESSO DI SELEZIONE.....	11
4.2.	DESCRIZIONE DEGLI STUDI INCLUSI.....	12
4.2.1.	Partecipanti	12
4.2.2.	Tipo di studio	13
4.2.3.	<i>Task</i>	13
4.2.4.	<i>Outcome e follow up</i>	14
4.2.5.	Qualità degli studi	15
4.2.6.	Evidenze	19
5.	DISCUSSIONE	23
5.1.	QUALITÀ DEGLI STUDI.....	23
5.2.	CONFRONTO TRA GLI STUDI.....	23
5.3.	RISULTATI.....	24
5.3.1.	Studi di laboratorio	24
5.3.2.	Studi sul campo	25
5.3.3.	Fattori influenzanti il <i>contextual interference effect</i>	26
5.3.3.1.	Caratteristiche del soggetto.....	26
5.3.3.1.1.	Stile di apprendimento	26
5.3.3.1.2.	Ansia e auto-efficacia.....	27
5.3.3.2.	Caratteristiche del compito	28
6.	CONCLUSIONI	31
7.	PUNTI CHIAVE	32
	Bibliografia	33

1. ABSTRACT

BACKGROUND: Il *contextual interference effect* è l'effetto prodotto dall'esercizio con alternanza casuale di diverse abilità motorie che devono essere apprese e praticate insieme in un compito motorio.

Gli effetti sull'apprendimento, la conservazione, e il trasferimento delle abilità motorie sono da tempo soggetto di ricerca; tuttavia, gli studi presenti in letteratura sembrano presentare risultati contrastanti.

OBIETTIVI: l'obiettivo di questa revisione è valutare l'efficacia dell'approccio "*contextual interference*" nel facilitare l'apprendimento motorio di *task*.

RISORSE DATI: gli studi clinici analizzati in questo elaborato, sono stati ricercati sui database informatici Pubmed, PEDro, Cochrane, EMBASE.

METODI DI REVISIONE:

Sono stati selezionati studi che:

- Sono stati pubblicati dal 1995 ad oggi
- riguardassero soggetti umani sani
- comparassero l'apprendimento *task* motori per blocchi con la pratica variabile.

Dagli studi trovati sono stati esclusi:

- quelli che riguardavano l'apprendimento di *task* non motori e quelli che indagavano i presupposti cognitivo-fisiologici dell'apprendimento motorio tramite la pratica variabile.

RISULTATI: dalla ricerca sono emersi 155 articoli di cui 134 sono stati scartati perché non rispettavano i criteri d'inclusione. 21 studi sono stati inclusi.

CONCLUSIONI: La maggior parte dei lavori inclusi nella revisione, mostra evidenze a favore della pratica *random* rispetto alla pratica a blocchi, soprattutto nella fase di *transfer*; tuttavia ci sono evidenze contrarie, soprattutto per i *task* più complessi controllati da differenti programmi motori.

Ci sono evidenze preliminari su un possibile impiego di entrambe le tipologie di allenamento in programmi che utilizzino un'interferenza contestuale che aumenti progressivamente in relazione al miglioramento di performance da parte dei discenti. Ulteriori studi in questo campo sono necessari.

2. INTRODUZIONE

2.1. APPRENDIMENTO MOTORIO

Si può definire l'apprendimento motorio come un cambiamento relativamente permanente nella prestazione o nelle potenzialità di comportamento derivante dall'esercizio o da una nuova esperienza ¹.

L'apprendimento motorio si realizza in tappe successive che comprendono il passaggio graduale da una fase di comprensione ed esecuzione grezza di un gesto motorio, ad una fase di comprensione approfondita ed esecuzione più precisa, fino alla fase di alto perfezionamento e disponibilità del gesto motorio in contesti differenti.

Sono tre gli stadi principali in cui si realizza l'apprendimento motorio, che possono essere sintetizzati con l'acronimo ART (acquisizione, ritenzione e *transfer*) ²

La prima fase dunque, è la fase dell'acquisizione ².

È la fase in cui si apprende una nuova abilità motoria e comporta alti livelli di attenzione e di controllo del gesto.

In questa fase la performance è spesso caratterizzata da frequenti errori d'esecuzione e movimenti poco economici, perché controllati puntualmente.

Con l'aumentare della quota di pratica di un gesto motorio, si affina gradualmente l'esecuzione del compito, diminuisce la fatica mentale percepita e migliorano il controllo e la qualità .

La seconda fase è quella di ritenzione ², che consiste nell'abilità di eseguire la competenza acquisita in seguito ad un periodo in cui non viene effettuata ripetizione della stessa.

In questa fase il soggetto ha formato un'immagine motoria elaborata e riesce ad eseguire il compito con minor costo energetico, grazie alla capacità di rivolgere l'attenzione solo sui punti chiave dell'esecuzione.

La performance ora risulta più precisa, regolare e fluida.

I cambiamenti in questa fase avvengono più lentamente rispetto alla fase precedente.

La terza fase si raggiunge in seguito ad una grande quantità di pratica ed è la fase del *transfer* ².

Per *transfer* s'intende la capacità di trasferire la competenza acquisita in compiti motori simili o in un contesto differente.

In questa fase i programmi motori hanno acquisito un elevato livello di perfezionamento; l'azione è accuratamente controllata, il compito è svolto con sicurezza, l'esecuzione è coordinata ed efficace anche in situazioni difficili, varie ed impreviste.

Si ha l'automatizzazione di molte operazioni mentali ed i miglioramenti sono possibili seppur più difficili e lenti rispetto alle fasi precedenti.

Lo studio dell'apprendimento motorio, oltre ad includere i fattori coinvolti nell'acquisizione di abilità motorie, si occupa d'indagare le modalità di apprendimento da parte dell'individuo e le modalità d'insegnamento che promuovono l'acquisizione di nuove abilità motorie.

Per quanto riguarda le modalità di apprendimento, la teoria attualmente più accreditata è la "teoria dello schema" di Schmidt ³.

In questa teoria emergono due elementi fondamentali: il programma motorio generalizzato e lo schema motorio.

Il programma motorio generalizzato è un il programma di un gesto motorio che può essere adattato a situazioni specifiche attraverso la modificazione di alcuni parametri; i principali sono:

1. ordine degli elementi, cioè la sequenza di attivazione di specifici muscoli nell'atto motorio.
2. struttura temporale (*phasing*) cioè la durata di attivazione dei singoli elementi.
3. forza relativa, cioè la proporzione costante tra le forze espresse dai vari muscoli che partecipano all'azione, indipendentemente dal grado di forza complessiva.

A seconda dello schema motorio, vengono selezionati parametri specifici per adattare il movimento alle richieste del soggetto e del contesto.

L'esecuzione di un qualsiasi movimento, non viene mai ripetuta esattamente allo stesso modo, ma devono essere costantemente realizzati aggiustamenti e modifiche al programma motorio per conformare l'esecuzione alle richieste ambientali.

I programmi motori generalizzati, sono il punto di partenza per lo sviluppo di schemi motori generalmente basato su regolazioni a *feedback*.

Gli schemi motori variano in base a quattro parametri fondamentali:

1. condizioni iniziali (informazioni sullo stato del sistema muscolare e dell'ambiente, prima dell'esecuzione del movimento)
2. specificazioni di risposta per il programma motorio (parametri di forza, esecuzione e velocità ecc. adeguati alla situazione)
3. conseguenze sensoriali della risposta prodotta (informazioni basate sul *feedback* sensoriale durante e dopo l'esecuzione)
4. risultati del movimento.

Dopo ciascun movimento vengono memorizzate le informazioni relative al gesto e vengono astratte le relazioni tra di loro in modo da costituire e migliorare lo schema.

Attraverso l'esperienza quindi perfezioniamo i programmi motori e diventiamo abili nell'affinare e selezionare gli schemi più adatti per le diverse esigenze personali e contestuali.

Secondo Schmidt ci sono due categorie principali di schemi: gli schemi di richiamo e gli schemi di riconoscimento ³.

Ogni volta che si sperimenta un gesto motorio nuovo, lo schema di richiamo individua dei parametri approssimativi, basandosi su schemi relativi a movimenti simili, e fornisce al programma motorio generalizzato le informazioni relative all'esecuzione del gesto, adeguate al contesto.

In questo tipo di schema sono fondamentali le informazioni sensoriali raccolte durante l'esecuzione per fornire prontamente correzioni a *feedback* nello svolgimento del compito.

In seguito a ripetute esecuzioni, si affinano le risposte e si creano schemi stabili e sempre più perfezionati e precisi che faranno da guida e riferimento di un gesto motorio ogni qual volta ne verrà richiesta l'esecuzione.

Questi schemi sono definiti schemi di riconoscimento e permettono di prevedere le conseguenze sensoriali della risposta. Tramite *feedback* sensoriale si confrontano i risultati reali con quelli attesi; ogni variazione dallo schema di riferimento viene considerata come errore.

Gli schemi di riconoscimento hanno un'elevata quota di regolazioni *feedforward*.

L'adattamento di programmi motori a situazioni variate, favorisce la formazione di schemi motori sempre più forti, perché si sviluppano “regole” sempre più accurate che mettono in relazione i parametri caratterizzanti l'abilità in oggetto.

Schmidt nella sua “teoria dello schema”³ afferma che la pratica di un gesto con diverse variazioni dei parametri di uno stesso programma motorio generalizzato influisce positivamente sul *transfer* a compiti all’interno della stessa classe di azioni, comparato ad una pratica caratterizzata da poche variazioni parametriche. Schmidt però non si sofferma ad indagare in che ordine debbano essere organizzate le variazioni del compito base, ma enuncia solo che la pratica variabile è meglio rispetto a quella senza variazioni.

2.2.MODELLI DI PRATICA

Con lo studio di Schmidt³ viene introdotto il concetto di variabilità della pratica. Infatti in una seduta d’allenamento o in un programma d’allenamento di maggior durata, le esercitazioni pratiche possono essere organizzate secondo varie modalità: si può scegliere di proporre una sola abilità ripetuta più volte, oppure proporre più *task* motori alternati tra loro secondo un certo ordine, o ancora richiedere la ripetizione di differenti abilità motorie seguendo un ordine casuale.

Queste tre modalità di organizzazione della pratica sono definite in letteratura rispettivamente: pratica a blocchi, pratica seriale e pratica casuale.

Nella *blocked practice* in una singola sessione viene ripetuto uno stesso *task* motorio per un certo numero di volte (es. A-A-A-A-A-A-A-A-A, ecc.).

Nella *serial practice* si ha sempre una pratica per blocchi, cioè si ripete un gesto motorio più volte consecutive, ma, all’interno della stessa sessione, sono proposti più *task* motori differenti (es. A-A-A, B-B-B, C-C-C, ecc.).

Nella *random practice* i *task* motori da ripetere nella sessione d’allenamento, vengono richiesti secondo un ordine casuale e non prevedibile (es. A-B-C, B-A-C, B-C-A, A-C-B, ecc.).

Le due ultime modalità organizzative, creano un effetto che in letteratura è noto come interferenza contestuale.

2.3.“CONTEXTUAL INTERFERENCE EFFECT”

Furono Shea e Morgan che per primi nel 1979 studiarono come l’organizzazione della pratica di apprendimento portasse a risultati differenti e pubblicarono l’articolo intitolato “*Contextual interference effects on the acquisition, retention, and transfer of a motor skill*”.

Nel loro studio⁴ confrontarono due gruppi d'individui che praticarono tre versioni di un compito. L'unica differenza tra i gruppi era l'ordine in cui venivano somministrate ai soggetti le prove.

Furono somministrati due test di ritenzione per ciascun gruppo: a seguito di un riposo di 10 minuti e 10 giorni dopo le prove di acquisizione.

Lo studio⁴ mise in luce che il gruppo che aveva eseguito la pratica a blocchi aveva un tasso molto più veloce di miglioramento nella performance del *task* motorio e una quota di miglioramento maggiore, rispetto alla pratica casuale.

I risultati di entrambi i test di ritenzione, tuttavia, dimostravano come la pratica casuale, fonte di *contextual interference effect*, comportava prestazioni migliori rispetto alla pratica a blocchi.

Il *contextual interference effect* è quindi l'effetto prodotto dalla pratica con alternanza casuale di diverse abilità motorie che devono essere apprese e praticate insieme all'interno di uno stesso compito motorio.

Il termine fu introdotto per la prima volta da Battig nel suo studio⁵ del 1972 per indicare gli aspetti d'interferenza che si verificano quando si pratica un certo compito all'interno di uno specifico contesto: un alto grado di interferenza si manifesta se nella stessa sessione vengono eseguiti più compiti anche simili o collegati tra loro ; un basso grado d'interferenza si verifica quando in una sessione viene esercitato un unico *task*.

Shea e Morgan⁴ hanno dunque seguito l'intuizione di Battig, che dallo studio⁵ sull'apprendimento di materiale verbale, rilevava un paradosso: una situazione ad alta interferenza contestuale, ritenuta in genere causa della dimenticanza, conduceva ad una memorizzazione migliore, rispetto ad una situazione a bassa interferenza contestuale.

Questo effetto positivo però, non si manifestava nella fase di acquisizione, ma emergeva in seguito ai test di ritenzione e *transfer*.

Anche Shea e Morgan⁴ arrivarono alla stessa conclusione applicata all'apprendimento di *task* motori.

In studi di laboratorio pubblicati in letteratura a partire dagli anni seguenti si riscontra frequentemente che la pratica casuale porta a prestazioni più elevate durante la ritenzione⁶, durante la ritenzione e il *transfer*⁷, o durante il *transfer*⁸.

Al di fuori del laboratorio, ci sono poche evidenze, in contrasto tra loro, sull'efficacia dell'interferenza contestuale.

Goode e Magill ⁹ nel 1986 hanno testato gli effetti dell'impiego della pratica casuale e a blocchi in tre servizi col volano.

Il gruppo allenato con *random practice* ha ottenuto risultati migliori sia per quanto riguarda la ritenzione, sia per il *transfer*.

Anche l'esperimento¹⁰ di Wrisberg e Liu del 1991 ha ottenuto risultati comparabili.

L'esperimento¹¹ di French, et al. del 1990 invece, ha portato a risultati non in linea con quelli degli studi precedenti. I ricercatori hanno utilizzato tre fondamentali di pallavolo che non erano governati da uno stesso programma motorio: il bagher, l'alzata e la schiacciata. Nessuna differenza significativa è apparsa in termini di prestazioni nell'acquisizione e nella ritenzione tra il gruppo allenato con *random practice* e quello che eseguiva la pratica a blocchi.

L'obiettivo di questa tesi è dunque una revisione della letteratura per raccogliere le evidenze disponibili e poter così valutare l'efficacia dell'approccio "*contextual interference*" rispetto alla pratica a blocchi nel facilitare l'apprendimento di *task* motori sia in studi di laboratorio, sia nella ricerca sul campo.

3. MATERIALI E METODI

3.1. STRATEGIA DI RICERCA

La ricerca bibliografica è stata condotta da settembre 2014 ad aprile 2015 e comprendeva i seguenti database: Cochrane Library, PEDro e PubMed ed EMBASE.

Le banche dati sono dunque state esplorate utilizzando una combinazione di parole chiave: sono state create specifiche stringhe di ricerca, per aree di interesse, collegate tra loro tramite operatori booleani.

È stato così possibile creare la stringa riportata in seguito che è stata utilizzata per interrogare i database:

((Motor OR skill OR task) AND (acquisition OR learning OR retention)) AND (random-practice OR contextual-interference OR variable-practice OR variability-of-practice).

La ricerca iniziale è stata affinata utilizzando dei filtri.

Si è scelto d'includere nello studio tutti gli articoli pubblicati sull'argomento d'interesse dal 1995 al 18 aprile 2015, che fossero in lingua inglese e coinvolgessero solamente soggetti umani adulti (di età pari o superiore a 18 anni) e sani.

3.2. CRITERI DI ELEGGIBILITÀ

- Tipologia dei partecipanti: gli studi che si è deciso di includere dovevano reclutare partecipanti adulti (d'età pari o superiore a 18 anni), maschi e femmine, sani.

Tutti i partecipanti degli studi inclusi non dovevano aver mai eseguito prima dello studio il *task* motorio in oggetto.

- Tipologia di *outcome*: gli studi considerati valutavano l'efficacia del programma d'apprendimento in relazione al miglioramento della performance motoria in termini di forma, accuratezza o velocità d'esecuzione del *task*.
- Tipologia d'intervento e confronto: sono stati inclusi nella ricerca gli articoli indaganti l'efficacia di schede d'apprendimento che utilizzassero *high*

contextual interference, rispetto al controllo, o alla pratica per blocchi (*low contextual interference*), nell'apprendimento di *task* motori.

- Tipologia di *follow up*: sono stati inclusi studi registranti gli *outcome* nella fase di acquisizione (immediatamente dopo l'esecuzione), ritenzione (dopo giorni o settimane) o *transfer* (nuovo contesto).

3.3.CRITERI DI VALUTAZIONE

Per l'analisi degli articoli inclusi in questa revisione, si è scelto di utilizzare la *PEDdro scale*¹².

In diversi studi, tra cui la revisione sistematica¹³ di Macedo et al. del 2010 c'è evidenza della validità di costrutto e della validità convergente di questo strumento, nella valutazione di RCT e CT in fisioterapia.

La *PEDro Scale* (tabella 1) è uno strumento sviluppato dal Centre for Evidence Based Practice in Australia per la valutazione della validità interna degli RCT e CT e per rendere interpretabili i dati estrapolati da questi.

Non vengono considerate la validità esterna e la misura dell'effetto del trattamento eventualmente descritto nello studio.

La PEDro Scale presenta alti valori di affidabilità (*Kappa ranged from k= .611 to .88; interrater reliability ICC= .39 to .91*)¹⁴.

La scala è composta da 10 items.

Per ciascuno di questi, viene attribuito un punteggio pari a 1 se presente nello studio, oppure 0 se non presente nello studio. Il punteggio massimo è 10.

Ci sono tre items che riguardano la cecità dello studio (paziente, fisioterapista che esegue il trattamento, valutatori).

Ci sono due items che riguardano la randomizzazione (2 punti in presenza di *random and concealed allocation*).

Tre items riguardano la presentazione dei dati (lo studio otterrà 3 punti qualora siano presenti similarità dei gruppi al *baseline*, comparazione statistica tra gruppi per almeno un *out come*, *point estimate* e misure della variabilità di entrambi i gruppi).

Un item riguarda l'analisi dei dati (presenza di *intention to treat*).

Un item valuta la presenza di un adeguamento al *follow-up*.

Le annotazioni sulla compilazione della scala di PEDro sono dettagliate nell'*allegato 1*.

Foley¹⁵ ha proposto un sistema per interpretare la qualità dei lavori, basandosi sul punteggio della PEDro Scale e li ha classificati nel modo che segue:

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

Tabella 1

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

4. RISULTATI

4.1.PROCESSO DI SELEZIONE

Il diagramma di flusso in *figura 1* illustra l'intero processo di selezione degli studi.

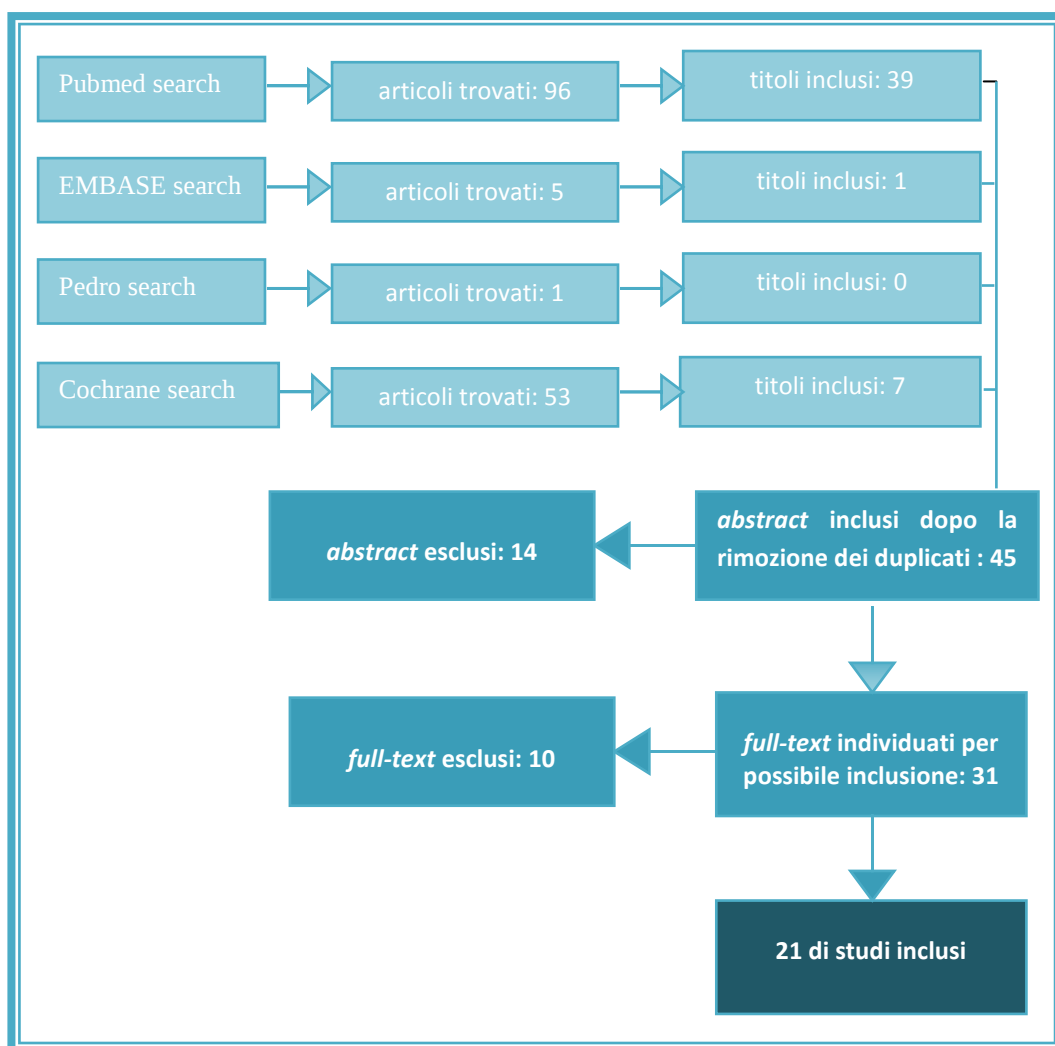
La ricerca su banche dati informatizzate ha identificato 155 studi potenzialmente includibili nella revisione.

Sulla base della lettura di titolo ed *abstract* sono stati esclusi 124 articoli che non rispettavano i criteri d'inclusione o erano dei duplicati.

Dei 31 articoli rimanenti è stato letto il full-text e sono stati esclusi ulteriori 10 articoli.

Al termine della ricerca, dunque, si sono evidenziati 21 articoli rilevanti ai fini della revisione in quanto soddisfacenti i criteri d'inclusione.

Figura 1



4.2.DESCRIZIONE DEGLI STUDI INCLUSI

I 21 studi che compongono la revisione sono riportati nell'*allegato 2* come tavola sinottica in cui sono riassunti: le caratteristiche dei partecipanti, la numerosità del campione, la suddivisione in gruppi, la tipologia di studio, il tipo di *task* esaminato, gli *outcome* considerati, la durata dell'allenamento, i *follow up*, i risultati ottenuti e il punteggio PEDro.

4.2.1. Partecipanti

I partecipanti dei 21 studi inclusi sono uomini e donne sani con un'età compresa tra 18 e 42 anni.

La maggioranza dei partecipanti è costituita da studenti; tuttavia in alcuni studi il campione è costituito da volontari adulti.

Le dimensioni complessive del campione, oggetto di revisione, sono di 781 partecipanti, con media di circa 37 soggetti per studio.

In tutti gli studi erano presenti i gruppi R = *random practice* e B = *blocked practice*, che erano caratterizzati da un programma di allenamento con *high contextual interference* (*random group*) o *low contextual interference* (*blocked group*).

Il gruppo R eseguiva i movimenti in una sequenza casuale, non ripetitiva (es. A-B-C, B-A-C, B-C-A, A-C-B, ecc.), mentre il gruppo B ripeteva sempre lo stesso movimento per un numero predeterminato di volte, prima di passare al movimento successivo (es. A-A-A; B-B-B; C-C-C, ecc.).

Solo in due studi ^{16; 17} era presente il gruppo di controllo che non effettuava nessun allenamento.

In due studi ^{18; 19} era presente un ulteriore gruppo F = *functional* che eseguiva il *task* motorio per intero nella sequenza reale d'esecuzione del compito.

In due studi ^{20; 21} era inoltre presente un gruppo misto S = *serial* che eseguiva il compito alternando i movimenti del *task* mantenendo un ordine prestabilito (es. A-B-C, A-B-C, A-B-C, ecc.).

In uno studio ²² è stato introdotto un gruppo I = *increasing*, nel quale veniva progressivamente aumentato il livello d'interferenza contestuale all'interno della scheda d'allenamento.

4.2.2. Tipo di studio

I 21 studi selezionati sono trial sperimentali randomizzati o quasi randomizzati (negli studi in cui erano presenti uomini e donne, per equiparare la percentuale degli stessi in ciascun gruppo, i partecipanti sono stati suddivisi per sesso e poi assegnati in modo casuale ai gruppi).

Solo in tre studi ²³⁻²⁵ i partecipanti non sono stati attribuiti casualmente ai gruppi.

Tutti gli studi sono stati effettuati in cieco per i pazienti, tranne sette ^{17; 19; 21; 26; 25; 27; 28}.

Uno studio ²² è stato condotto in doppio cieco.

Degli articoli presi in esame, 8 riguardavano studi preliminari di laboratorio e 13 erano studi realizzati sul campo.

Solo due studi ^{16; 17} su 21 avevano un gruppo controllo.

4.2.3. Task

Gli studi considerati, hanno preso in esame *task* motori differenti tra loro.

Alcuni studi hanno preso in esame *task* di laboratorio come:

1. Colpire con la mano dominante il centro di un bersaglio con delle freccette²⁹.
2. Apprendere tre nuove abilità bimanuali ²⁶.
3. Mantenere uno stilo a forma di L rigida sopra un punto luminoso di 20 mm ruotante in senso orario in una traiettoria circolare a varie velocità ¹⁷.
4. Apprendere tre nuovi lanci con dardo e palla, controllati da differenti GMP²⁷.
5. Apprendere due nuovi *task* controllati da differenti GMP: calcio e lancio di una palla su un target ²⁰.
6. Cammino su tapis-roulant con passi di una certa lunghezza + *probe reaction time task* ³⁰.
7. Effettuare un rapido movimento di 20°, 40° o 60° di una leva, nel piano sagittale ³¹.

Altri studi riguardavano l'acquisizione di gesti funzionali, fondamentali per l'apprendimento sul campo di uno specifico sport:

1. Discesa completa con snowboard in 2 direzioni ³².

2. Effettuare una rotazione completa del kayak in entrambe le direzioni ³³.
3. Apprendere i fondamentali del golf ²³.
4. Imparare a fare canestro da differenti distanze e angolazioni in un campo di basket con l'arto non dominante ²⁴.
5. Fare goal in porta da diverse distanze ³⁴.
6. Tre tipi di passaggio di basket ²².
7. Lanciare un dardo da diverse distanze con diverse prese verso un target ³⁵.
8. Acquisizione di tre fondamentali di pallavolo ²¹.

Altri ancora valutavano l'efficacia delle differenti schede di allenamento nei programmi di formazione di medici ^{16;18; 19}; di chiropratici ²⁸; di piloti d'aereo ³⁶ e di vigili del fuoco ²⁵.

4.2.4. Outcome e follow up

Gli *outcome* analizzati riguardavano il miglioramento della performance motoria rispetto alle abilità iniziali in termini di forma, accuratezza o tempo d'esecuzione del *task*.

Per la valutazione della forma, cioè la qualità d'esecuzione del *task*, tre studi hanno attribuito un punteggio numerico alla performance ^{19; 33; 32}.

Per la valutazione dell'accuratezza in sei studi hanno attribuito un punteggio alla performance ^{21; 23; 24; 27; 34; 35}; sette studi hanno rilevato delle misurazioni in base al *task* e valutato l'errore quadratico medio ^{20; 22; 28; 30; 31} o lo scarto quadratico medio dell'errore ^{26; 29}.

Tre studi hanno preso in esame il fattore tempo ^{16; 17; 25; 36}.

Quattro studi ^{16; 18; 28; 36} hanno adottato un dispositivo computerizzato per l'acquisizione e l'analisi dei parametri relativi al *task* in esame.

Anche per quanto riguarda il *follow-up* c'è molta eterogeneità tra gli studi.

Nove studi ^{18; 19; 20; 21; 24; 25; 28; 30; 36} hanno effettuato un pre-test per valutare le performance dei partecipanti nell'esecuzione del nuovo *task*, prima della fase di acquisizione.

Nove studi ^{16; 17; 20; 25; 27; 28; 31; 32; 36} hanno rilevato i parametri relativi al *task* durante la fase di acquisizione.

Tredici studi ^{16 - 21; 24; 28 - 31; 34; 36} hanno effettuato un post-test subito dopo la fase di acquisizione.

Terminata la fase di acquisizione, diciotto studi hanno valutato la capacità di ritenzione del *task*:

- dopo 30 minuti ¹⁹
- dopo 24 ore ^{17; 22; 27; 34; 36}
- dopo 48 ore ^{21; 27}
- dopo 4 giorni ²⁵
- dopo 7 giorni ^{18; 20; 23; 29; 26; 32; 33}
- dopo 30 giorni ²⁹
- dopo 4 settimane ²⁷
- dopo 6 settimane ¹⁶
- dopo 8 settimane ²⁷
- dopo 1 anno ²⁴

Al termine della fase di acquisizione, otto studi hanno valutato la capacità di *transfer* del *task*:

- subito dopo la fase di acquisizione ²⁴
- dopo 24 ore ^{17; 22; 36}
- dopo 72 ore ²¹
- dopo 4 giorni ²⁵
- dopo 7 giorni ^{18; 33}
- dopo 1 anno ²⁴

4.2.5. Qualità degli studi

In seguito è riportato l'esito della valutazione degli studi inclusi, utilizzando la *PEDro scale*.

Il *PEDro score* dei 21 studi analizzati è compreso tra 3/10 e 7/10, con media 5/10.

Nessuno studio è stato classificato “*excellent*”; cinque lavori ^{16; 18; 24; 32; 36} sono stati considerati “*good*”; quattordici studi ^{17; 19 - 22; 26 - 31; 33 - 35} sono stati valutati come “*fair*”; due studi ^{23; 25} hanno avuto come valutazione “*poor*”.

In nessuno dei lavori c'è l'assegnazione celata ai gruppi e l'*intention to treat* nell'analisi dei dati.

Solo in tre studi ^{21; 24; 36} viene effettuato un confronto dei gruppi al *baseline*, dopo il quale non risultano differenze rispetto ai principali indicatori prognostici.

Solo in un lavoro i terapeuti che somministrano il trattamento lavorano in cieco ³².

Solo in cinque studi ^{16; 18; 24; 28; 36} era presente il cieco per i valutatori.

Tre elaborati ^{23; 24; 25} non hanno assegnato i partecipanti ai gruppi in modo *random*.

Sette studi ^{17; 19; 21; 25- 28} non hanno attuato il cieco per i pazienti.

Uno studio ²³ non ha riportato i risultati della comparazione intergruppi per uno o più *out come*.

In tutti gli studi le misure per uno o più *outcome* sono ottenute da più del 85% dei soggetti inizialmente collocati nei gruppi controllo e sono forniti il *point estimate* e le misure della variabilità dei gruppi.

I risultati della valutazione sono riassunti in *tabella 2*.

Tabella 2

Nello score sono evidenziati:

in verde i punteggi ritenuti “good”; in giallo “fair”; in rosso “poor”

#	titolo	autori e anno	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	punteggio
1	Application of Motor Learning Principles to Complex Surgical Tasks: Searching for the Optimal Practice Schedule	A. Dubrowski et al. 2007	1	1	0	0	1	0	1	1	0	1	1	6
2	Applying contextual interference to snowboarding skills	P. J. K. Smith 2002	1	1	0	0	1	1	0	1	0	1	1	6
3	Applying contextual interference to the Pawlata roll	P. J. K. Smith et al. 1995	1	1	0	0	1	0	0	1	0	1	1	5
4	Changes in Practice Schedule and Functional Task	K.Akizuki et al. 2013	1	1	0	0	1	0	0	1	0	1	1	5
5	Contextual interference and teaching golf skills	F. Brady 1997	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	3
6	Contextual Interference Effect Depends on the Amount of Time Separating Acquisition and Testing	J. J. dos Santos et al. 2014	1	1	0	0	1	0	0	1	0	1	1	5
7	contextual interference effect in learning novel motor skills	E. Pollatou et al. 1997	1	1	0	0	1	0	0	1	0	1	1	5
8	Contextual Interference in Learning New Patterns of Bimanual Coordination	S.Tsutsui et al. 1998	1	1	0	0	0	0	0	1	0	1	1	4
9	Contextual interference in learning precision skills	F. J. Moreno et al. 2003	1	1	0	0	0	0	0	1	0	1	1	4
10	effect of specific versus variable practice on the retention and transfer of a continuous motor skill	R. J. Heitman et al. 2005	1	1	0	0	0	0	0	1	0	1	1	4

11	Experience and practice organization in learning a simulated high-velocity low-amplitude task	D. Sherwood et al. 2005	1	1	0	0	0	0	1	1	0	1	1	5
12	Long-term effects of type of practice on the learning and transfer of a complex motor skill	D. Memmert 2006	1	0	0	1	1	0	1	1	0	1	1	6
13	Rehearsal of task variations and contextual interference effect in a field setting	Y. Li et al. 2002	1	1	0	0	1	0	0	1	0	1	1	5
14	Systematically increasing contextual interference is beneficial for learning sport skills	J. M. Porter et al. 2010	1	1	0	0	1	0	0	1	0	1	1	5
15	The benefits of random variable practice for spatial accuracy and error detection in a rapid aiming task	D. E. Sherwood 1996	1	1	0	0	1	0	0	1	0	1	1	5
16	the contextual interference effect in acquisition of dart throwing skill tested on a transfer test with extended trial	C. M. Meira et al. 2001	1	1	0	0	1	0	0	1	0	1	1	5
17	The Education of Attention as Explanation of Variability of Practice Effects Learning the Final Approach Phase in a Flight Simulator	M. Huet et al. 2011	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1	7
18	The effect of blocked versus random task practice schedules on the acquisition and retention of surgical skills	J. D. Rivard 2015	1	1	0	0	1	0	1	1	0	1	1	6
19	The Effects of Contextual Interference on Learning Volleyball Motor Skills	J. F. Kalkhoran 2015	1	1	0	1	0	0	0	1	0	1	1	5

20	The influence of practice schedules in the learning of a complex bone-plating surgical task	A. Dubrowski 2004	1	1	0	0	0	0	0	1	0	1	1	4
21	The influence of professional expertise and task complexity upon the potency of the contextual interference effect	S. Ollis 2003	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	3

4.2.6. Evidenze

Sulla base dei risultati emersi dagli studi, undici lavori^{19; 21; 22; 24; 26; 28- 34} su 21 considerano l'allenamento con *high contextual interference* come maggiormente efficace rispetto all'allenamento a blocchi (*low contextual interference*) per l'apprendimento di *task* motori nelle fasi di ritenzione e *transfer* (laddove esaminato:^{21; 24; 33}).

Lo studio¹⁹ di Dubrowski et al. del 2004 dimostra come nell'apprendimento di un *task* chirurgico (applicazione di una placca sull'osso), se esso non può essere insegnato per intero, sia più efficace l'utilizzo della pratica casuale rispetto alla pratica a blocchi.

Nello studio²¹ di J. F. Kalkhoran et al. i risultati hanno rivelato una differenza significativa ($p < 0,001$) nelle fasi di ritenzione e di *transfer* tra la pratica casuale e quella seriale rispetto alla pratica a blocchi in tutte e tre le abilità (tre fondamentali di pallavolo). Nella fase di acquisizione invece, il gruppo della *blocked practice* aveva risultati statisticamente migliori rispetto agli altri due.

Lo studio²² di J. M. Porter et al. porta evidenze a favore della pratica *random* rispetto alla pratica a blocchi, tuttavia un terzo programma di allenamento, basato sull'utilizzo dell'interferenza contestuale in quote progressivamente maggiori, porta a risultati migliori nell'apprendimento rispetto alla pratica a blocchi e alla pratica *random* (*high contextual interference*).

L'elaborato²⁴ di D. Memmert porta evidenze a favore della pratica *random* nel *transfer* e nella ritenzione a distanza di un anno.

La pratica a blocchi si è rivelata invece superiore a quella casuale nella fase di acquisizione del *task* (tiri di basket da diverse distanze dal canestro).

Nessuna differenza significativa tra i due gruppi è stata rilevata al *transfer* a distanza di un anno.

Nello studio²⁶ di S. Tsutsui et al. il gruppo della *blocked practice*, mostra una maggior accuratezza nella fase di acquisizione, mentre è statisticamente superiore il gruppo allenato con pratica casuale nella ritenzione.

Lo studio²⁸ di D. Sherwood et al. mostra una minor quota di errori nell'acquisizione con la pratica a blocchi. Tuttavia, nella ritenzione, i partecipanti allenati con pratica variabile hanno raggiunto punteggi migliori e statisticamente rilevanti, rispetto alla pratica a blocchi.

Lo studio²⁹ di J. J. dos Santos et al. rileva performance migliori nel lancio di dardi da parte del *random group* rispetto al *blocked group* nel test di ritenzione dopo 24 ore dalla fine dell'acquisizione.

Lo studio³⁰ di K. Akizuki et al. trova che, nel cammino su *treadmill* a diverse lunghezze del passo, le prestazioni del gruppo di pratica a blocchi erano superiori al gruppo di pratica casuale durante la fase di acquisizione.

Al contrario, il gruppo *random* era superiore al gruppo *blocked* durante la fase di ritenzione.

Lo studio³¹ di D. E. Sherwood. dimostra i vantaggi della pratica casuale rispetto alla pratica a blocchi nella ritenzione di performance spaziali e nello sviluppo di capacità di individuazione degli errori spaziali nell'effettuare un rapido movimento di 20°, 40° o 60° di una leva nel piano sagittale.

Nello studio³² di P. J. K. Smith. la pratica casuale ha prodotto prestazioni migliori durante l'acquisizione e la ritenzione di alcuni fondamentali dello snowboard.

Lo studio³³ di P. J. K. Smith et al. sull'apprendimento di fondamentali del kayak, dimostra come la pratica *random* abbia portato a performance migliori nella fase di acquisizione, ritenzione e *transfer* del *task*.

Lo studio³⁴ di Y. Li et al. ha applicato programmi d'allenamento con diversa interferenza contestuale nell'apprendimento di un fondamentale del calcio (fare

goal da diverse distanze dalla porta) e prova che gli individui allenati con elevata interferenza contestuale hanno maggiori benefici nella ritenzione del *task*.

In tre elaborati ^{17; 25; 36} l'utilizzo di *high contextual interference* risulta efficace nella fase di *transfer*, ma non nell'acquisizione e nella ritenzione del *task* esaminato.

Lo studio¹⁷ di R. J. Heitman et al., che indaga l'apprendimento di un "compito rotore" a tre diverse velocità, trova che la pratica a blocchi risulta più efficace della pratica casuale nella fase di ritenzione. La pratica *random* per contro risulta significativamente più efficace della *blocked practice* al *transfer* test a 24 ore.

Lo studio²⁵ di S. Ollis et al., che simula un compito tipico dell'addestramento dei vigili del fuoco (apprendere diversi tipi di nodi), non riscontra differenze significative tra i gruppi al test di ritenzione a 4 giorni, mentre emergono vantaggi statisticamente significativi ($p < 0.05$) nell'allenamento con *random practice* per quanto concerne il *transfer* del compito appreso.

Lo studio³⁶ di M. Huet et al. che esamina la simulazione di un atterraggio in aereo tramite un simulatore di volo, non trova differenze significative nella ritenzione tra i gruppi di pratica a blocchi e casuale, mentre nota che il gruppo allenato con pratica variabile supera significativamente ($p < 0.05$) in performance il *blocked group* durante il *transfer* test.

In sei lavori ^{16; 18; 20; 23; 27; 35} non emergono differenze statisticamente significative tra *blocked practice* e *random practice*.

Il lavoro¹⁶ di Rivard et al., ha studiato l'apprendimento di tecniche chirurgiche laparoscopiche.

Nessuna differenza statisticamente significativa è emersa dal confronto delle performance tra il gruppo allenato con pratica *random* e il *blocked group*.

Nello studio¹⁸ di A. Dubrowski et al., che indagava l'apprendimento di un *task* chirurgico, non ci sono evidenze a favore della pratica casuale rispetto alla pratica a blocchi; le migliori prestazioni sono state ottenute dal gruppo che ha eseguito i *task* componenti il compito tutti assieme (gruppo $F = functional$).

Lo studio²⁰ di E. Pollatou et al. non ha rilevato differenze significative tra i tre gruppi (*random*, *serial* e *blocked*) al *retention test* dopo una settimana, tranne per quanto riguarda l'apprendimento del lancio, per il quale risulta una maggior performance del gruppo di pratica casuale.

Nello studio²³ di F. Brady, i membri del gruppo allenato con pratica casuale hanno ottenuto dei punteggi di performance lievemente migliori rispetto al gruppo *blocked*, ma non statisticamente significativi.

Nello studio²⁷ di F. J. Moreno et al., sull'apprendimento di tre differenti tipi di lancio, non sono state riscontrate differenze significative tra i due gruppi (*blocked* e *random*) ai *retention test* dopo 48 ore, 4 settimane e 8 settimane dalla fine del periodo di acquisizione.

Anche lo studio³⁵ di C. M. Meira et al. non è a sostegno del contextual interference effect, in quanto non trova differenze statisticamente significative tra i gruppi *blocked* e *random* al *transfer test* effettuato 10 minuti dopo l'acquisizione.

In nessuno studio la *blocked practice* risulta più efficace della *random practice* nella fase di *transfer*.

5. DISCUSSIONE

5.1. QUALITÀ DEGLI STUDI

Il Cochrane Handbook definisce come bias (fattore in grado influenzare gli studi) ogni errore sistematico o deviazione dalla verità nei risultati o nelle inferenze ⁶.

Dall'analisi della qualità degli studi emergono più punti in cui essi risultano deficitari e comportano rischio di bias.

La qualità degli studi risulta mediamente bassa, con PEDro score medio di 5/10, considerato come “*fair*”.

L'assenza di randomizzazione del campione ^{23; 24; 25} o la mancanza di occultamento nell'assegnazione dei partecipanti ai gruppi (assente in tutti gli studi) comportano la presenza di *selection bias*.

In pochissimi studi ^{21; 36; 24} è stata effettuata una comparazione tra i gruppi per rilevare eventuali differenze al *baseline*.

Performance bias si possono riscontrare nei lavori privi di cecità dei partecipanti ^{17; 19; 21; 25; 26; 27; 28} o dei terapisti (tutti gli studi eccetto P. K. J. Smith ³²).

Nei lavori privi di cecità dei valutatori ^{17; 19 - 23; 25 - 27; 29 - 35} si può incorrere in *detection bias*.

La mancanza di analisi delle informazioni di uno o più *outcome* secondo il principio dell' “*intention to treat*” (tutti gli studi) determina *attrition bias*.

5.2. CONFRONTO TRA GLI STUDI

Numerosi fattori rendono difficoltoso il confronto tra gli studi e la generalizzazione dei risultati ottenuti.

I *task* presi in esame sono differenti tra loro, sia come natura dei compiti inseriti nelle schede di allenamento (variazione di *task* controllati da uno stesso GMP vs *task* controllati da GMP differenti), sia come contesto in cui viene eseguito il compito.

In alcuni lavori si tratta di gesti motori semplici e talvolta poco applicabili ad un contesto di allenamento reale, che sono quindi poco confrontabili con compiti motori ambientati in un *setting* sportivo o nell'apprendimento di un gesto lavorativo.

Le schede di allenamento hanno durata diversa: in alcuni elaborati il *task* viene eseguito per pochissimo tempo e in altri per diverse settimane.

Gli *outcome* utilizzati sono differenti.

I *follow up* vengono fatti ad intervalli di tempo diversi per ciascuno studio e vengono esaminate differenti fasi dell'apprendimento.

In particolare, non in tutti gli studi vengono valutate la capacità di ritenzione e di *transfer* che sono le più importanti per un apprendimento del *task* di lunga durata e per l'applicazione di un gesto motorio in contesti differenti.

5.3.RISULTATI

Sulla base di queste premesse si è cercato di effettuare un confronto tra gli studi inclusi in questa revisione e di trarre delle conclusioni utili per la clinica e le future ricerche in questo campo.

Si è preferito effettuare prima un'analisi suddividendo gli studi in gruppi più omogenei e confrontabili tra loro, per poi effettuare un'analisi più generale.

5.3.1. Studi di laboratorio

Dei 21 studi presi in esame, nove lavori sono stati effettuati in un *setting* di laboratorio.

Di questi, due studi utilizzano schede di allenamento contenenti gesti motori regolati da differenti GMP.

La durata della fase d'acquisizione è differente nei diversi elaborati, così come le fasi d'apprendimento testate e la tempistica con la quale vengono programmati i *follow-up*.

Tra questi nove studi, tre ^{26; 30; 31} riscontrano differenze significative a favore dell'utilizzo di *random practice* rispetto *blocked practice* in tutte le fasi d'apprendimento testate; in tre studi ^{17; 22; 36} i risultati sono statisticamente significativi solo per il *transfer* e uno ²⁹ risulta significativo solo per la ritenzione dopo 24 ore dal completamento della fase d'acquisizione.

Nei due studi che hanno utilizzato gesti motori coordinati da differenti GMP ^{20; 27} non ci sono state differenze tra pratica casuale e pratica a blocchi.

Sulla base di queste evidenze, l'utilizzo di *high contextual interference* risulta più efficace rispetto alla pratica a blocchi nel *transfer* di *task* motori.

Ci sono evidenze contrastanti sulla maggior efficacia della pratica *random* rispetto alla *blocked practice* nella fase di ritenzione.

Ci sono evidenze sulla non superiorità della pratica casuale rispetto alla pratica a blocchi nell'apprendimento di *task* motori coordinati da differenti GMP.

5.3.2. Studi sul campo

Dodici studi tra i 21 inclusi sono stati condotti in *setting* d'allenamento reali per l'apprendimento di alcune discipline sportive o in contesti formativi, per l'acquisizione di competenze specifiche in diversi ambiti.

Dei sette studi che indagavano l'efficacia del contextual interference effect nell'apprendimento di *task* motori fondamentali per la pratica di una specifica attività sportiva, cinque ^{21; 24; 32; 33; 34} mostrano evidenze a favore dell'utilizzo di high contextual interference rispetto alla pratica a blocchi.

In due studi ^{23, 35} non sono state riscontrate differenze significative rispetto ai moduli d'allenamento.

Lo studio di F. Brady²³ è di bassa qualità (PEDro score 3/10) ed ha quindi un alto rischio di contenere bias.

Lo studio di C. M. Meira ³⁵ prevede come follow-up solo un *transfer test* effettuato 10 minuti dopo una breve fase di acquisizione, che potrebbe essere inadeguato per rilevare gli effetti dei diversi moduli d'allenamento. Il lavoro di J.J. dos Santos et al.²⁹ mette in luce infatti la necessità di aspettare un tempo minimo di 24 ore tra la fase di acquisizione e i test perché il *contextual interference effect* si manifesti.

Dei cinque studi realizzati in setting formativi, tre ^{19; 25; 28} mostrano evidenze sulla maggior efficacia della pratica *random*, rispetto alla pratica a blocchi per l'apprendimento di specifici gesti motori legati ad una particolare professione, due studi non riscontrano evidenze a favore della pratica casuale ^{16; 18}.

Lo studio ¹⁶ di J. D. Rivard et al. non rileva differenze statisticamente significative tra i moduli utilizzati. Gli autori ipotizzano che il disegno di studio abbia previsto troppe poche ripetizioni dei compiti esaminati perché il *contextual interference effect* potesse manifestarsi. S.Tsutsui et al. ²⁶, studiando l'efficacia della *random*

practice in *task* motori complessi, hanno verificato che erano necessari almeno 15 *trials* per compito perché l'effetto dell'interferenza contestuale si manifestasse in termini di differenza di performance tra i due gruppi.

Una terza ragione ipotizzata dagli autori, è l'eccessivo lasso di tempo intercorso tra la fase di acquisizione e il *retention test* (sei settimane).

Lo studio ¹⁸ di A. Dubrowski et al. del 2007, che indagava l'apprendimento di un *task* chirurgico, non ha evidenziato risultati a favore della pratica casuale.

Tuttavia, gli autori rilevano incongruità tra i punteggi rilevati dal sistema di valutazione computerizzato e l'analisi del prodotto finale.

Mentre il primo non rileva differenze tra i gruppi, il secondo evidenzia una maggiore performance del gruppo F che esegue il compito nell'ordine reale.

Gli autori auspicano che in futuri studi venga creato un sistema computerizzato per valutare questo *outcome* in modo da rendere i risultati più facilmente confrontabili tra loro.

5.3.3. Fattori influenzanti il *contextual interference effect*

Per la diversità dei *task* motori proposti e le peculiarità dei soggetti che possono far parte degli studi, è doveroso riflettere sui fattori che possono influenzare il manifestarsi o meno del *contextual interference effect* e delle correlazioni che essi hanno con la pratica *random*.

5.3.3.1. Caratteristiche del soggetto

5.3.3.1.1. Stile di apprendimento

Jelsma e Van Merriënboer ³⁸ hanno trovato che la propensione di un individuo per impulsività o riflessività potrebbe influenzare il *contextual interference effect*. Una maggior riflessività è associata alla tendenza di prendere tempo per scegliere la soluzione più appropriata in un determinato contesto, mentre l'impulsività si riferisce alla tendenza a favorire velocità anziché accuratezza.

La proposta del loro studio supporta l'idea che una condizione casuale generi più controllo nell'elaborazione rispetto alla pratica a blocchi. Questo requisito permette una rappresentazione nella memoria più adeguata per il recupero delle informazioni immagazzinate.

Nello studio ³⁸ di Jelsma e Van Merriënboer, i partecipanti dovevano spostare un cursore rapidamente e precisamente sullo schermo del computer su quattro piste diverse.

I soggetti più riflessivi sembravano acquisire l'abilità indipendentemente dal tipo di pratica effettuata.

Se sono presenti e se sono possibili diverse soluzioni infatti, gli individui che tendono ad essere maggiormente riflessivi, raccolgono sistematicamente le informazioni, aumentano i livelli di attenzione e fanno un uso migliore delle informazioni di feedback.

I risultati hanno dimostrato che i soggetti più impulsivi hanno dunque maggiori benefici dalla pratica casuale; infatti sono costretti a ridurre la loro impulsività e adottare uno stile più riflessivo perché questa condizione li costringe a fare più ampio uso di elaborazione controllata.

5.3.3.1.2. Ansia e auto-efficacia

La nozione di auto-efficacia, cioè la convinzione che un individuo è in grado di eseguire una determinata linea di condotta al fine di ottenere un risultato specifico, potrebbe anche svolgere un ruolo nell'efficacia del tipo di pratica adottato.

In linea teorica, gli individui con maggior auto-efficacia tendono ad adattarsi più facilmente a una pratica *random*, mentre l'apprendimento in persone con bassa auto-efficacia dovrebbe essere accelerato in condizioni di pratica a blocchi, perché l'acquisizione è più veloce e risulta quindi maggiormente rassicurante già dall'inizio dell'attività.

Holladay e Quinones ³⁹ hanno esaminato il ruolo dell'auto-efficacia in rapporto con la variabilità della pratica e le capacità di *transfer*.

Essi concludono che una maggior variabilità della pratica porta ad una maggior auto-efficacia, dimostrando che l'esecuzione di varianti di un compito porta gli individui ad avere convinzioni di efficacia più simili in tutta una vasta gamma di attività.

Il miglioramento auto-efficacia produce performance di *transfer* più elevate per le variazioni del compito che non erano state precedentemente allenate.

5.3.3.2. Caratteristiche del compito

La semplicità o complessità del compito sembra influenzare la probabilità che il contextual interference effect si manifesti.

Wulf e Shea ⁴⁰ definiscono come semplice un compito che abbia un solo grado di libertà, che possa essere appreso in una singola sessione di pratica e si tratti di un'attività che sembri essere "artificiosa".

Un compito complesso non può essere generalmente appreso in una sola seduta di allenamento, ha diversi gradi di libertà e tende ad essere ecologicamente valido.

Albaret e Thon ⁴¹ hanno affermato che, se il movimento da apprendere è complesso, i partecipanti possono anche giungere ad un'elaborazione cognitiva profonda del gesto praticato, anche se utilizzano la pratica a blocchi.

Questi autori suggeriscono che la complessità di un compito potrebbe interferire con la pianificazione della pratica e quindi potrebbe mascherare i benefici della pratica casuale.

Inoltre, il tipo di variazione richiesta nell'apprendimento di un compito può influenzare la sua complessità. Ad esempio, le variazioni di un'attività governata da diversi programmi motori sono più complesse di variazioni di attività governate da un solo programma motorio, ottenute modificando alcuni parametri (ad esempio, la distanza, ecc).

Tuttavia, Magill e Hall ⁴² hanno osservato che il contextual interference effect era molto più robusto quando i compiti presi in esame erano governati da diversi programmi motori piuttosto che dallo stesso.

Magill e Hall ⁴² suggeriscono che i compiti controllati da diversi programmi motori, piuttosto che dallo stesso, generino maggior interferenze e la conseguente elaborazione renda più faticosa la pratica per l'esecutore.

Per contro, praticando attività governate dallo stesso programma motorio, modificando solo alcuni dei parametri, l'interferenza generata non è sufficiente per rendere manifesto il *contextual interference effect*.

Due studi di laboratorio inclusi in questa revisione ^{20; 27} sembrano dimostrare il contrario e diversi altri studi di laboratorio hanno ottenuto risultati statisticamente significativi a favore della pratica *random* modificando solo alcuni parametri di un compito regolato da uno stesso programma motorio.

L'assunto di Magill e Hall ⁴² non può quindi essere considerato valido in assoluto, ma nell'ambito di un *setting* di laboratorio con soggetti principianti ed un compito motorio semplice.

Per quanto riguarda gli studi sul campo, Merbah e Meulemans ⁴³ ritengono che la variazione di diversi programmi motori impedisca al *contextual interference effect* di apparire.

Sembra che un compito già complesso, che è frequente in studi ecologici, diventi troppo complesso se più programmi motori vengono modificati durante l'apprendimento.

Guadagnoli e Lee, nel loro lavoro ⁴⁴ del 2004, focalizzano la loro attenzione nell'individuazione del cosiddetto "optimal challenge point", ovvero il giusto livello di difficoltà necessario all'apprendimento di un *task*.

Per un dato individuo con un noto livello di abilità, ogni attività detiene un livello di difficoltà e, di conseguenza, una potenziale quantità di informazioni disponibili per l'apprendimento. Sulla base del livello di abilità dei singoli, la difficoltà del compito sarà più o meno stimolante in termini di influenza sulle prestazioni e sull'apprendimento.

Nello specifico, essi sostengono che per individui con diversi livelli di abilità, l'utilizzo di bassi livelli d'interferenza contestuale è più indicato nei principianti, mentre per gli esperti è auspicabile l'utilizzo di un alto livello di *contextual interference*.

Nell'esperimento di Shea et al. ⁴⁵, venivano somministrate ad alcuni studenti 50, 200, o 400 prove pratiche relative ad un compito di produzione di forza, seguendo un programma d'apprendimento a blocchi, oppure casuale.

Dopo aver completato 50 prove, il gruppo della pratica a blocchi aveva superato in performance quello casuale, ma il maggior numero di prove ha generato risultati migliori per il gruppo casuale.

Questo esperimento conferma che all'inizio dell'apprendimento di un compito risulta più facile l'impiego di pratica a blocchi, tuttavia, con l'aumentare del livello di competenza nell'abilità, la pratica casuale risulta più vantaggiosa.

Risulta quindi fondamentale calibrare la quota d'interferenza contestuale in base al livello di padronanza del compito da parte degli esecutori.

Il concetto di apprendimento utilizzando una strategia che aumenta progressivamente le difficoltà del compito man mano che il discente acquisisce abilità, era già noto in letteratura da molti anni (Lintern e Gopher ⁴⁶, 1978) e conferma questa ipotesi.

Tra gli elaborati presenti in questa revisione, è interessante il disegno di studio ²² proposto da Porter et al. nel 2010, che segue questa linea di pensiero.

In questo studio viene proposto un nuovo tipo di pianificazione pratica in cui il livello d'interferenza contestuale viene progressivamente aumentato durante l'allenamento.

Questo tipo di scheda, è stato confrontato con la tradizionale pratica a blocchi e con la pratica casuale per due tipi di abilità sportive.

Nell'esperimento 1, i partecipanti hanno praticato lanci di golf seguendo le tre diverse tipologie di allenamento. È emerso che i partecipanti che hanno seguito la pratica con crescenti livelli d'interferenza contestuale avevano prestazioni migliori al test di ritenzione.

Nell'esperimento 2, sono state applicati gli stessi tre tipi di allenamento in attività controllate da diversi programmi motori: i partecipanti hanno praticato tre diversi passaggi di basket (torace, testa, braccio singolo).

Quelli che si sono esercitati con un aumento graduale della pratica *random* hanno ottenuto migliori risultati nella ritenzione e nel *transfer*.

6. CONCLUSIONI

Da queste riflessioni emerge la necessità di ricercare disegni di studio più vicini ai modelli di apprendimento motorio sviluppati in letteratura.

Nonostante siano emerse svariate evidenze a sostegno dell'utilizzo della *random practice*, i risultati non possono essere generalizzati.

Quello che maggiormente emerge tra gli studi è l'importante contributo che la pratica *random* è in grado di apportare alla capacità di *transfer*, ovvero la capacità di trasferire la competenza acquisita in compiti motori simili o in un contesto differente.

In generale però non si possono trarre conclusioni su quale programma sia migliore in assoluto per tutte e tre le fasi dell'apprendimento di *task* motori.

Sembra invece essenziale, soprattutto al di fuori dell'ambito della ricerca, prendere in considerazione le caratteristiche del compito, del setting e dei soggetti per scegliere il tipo più appropriato di pianificazione pratica.

In studi futuri, sarebbe interessante approfondire la sperimentazione di programmi d'apprendimento che prevedano l'impiego di un continuum progressivo d'interferenza contestuale.

Utilizzare cioè bassi livelli di interferenza contestuale per principianti, livelli moderati per discenti di media abilità e alti livelli una volta raggiunta una maggior dimestichezza nell'esecuzione del compito.

Con questo tipo di modulo d'allenamento, potrebbe essere possibile combinare i vantaggi dei due schemi: utilizzando la pratica a blocchi nelle prime fasi di apprendimento diminuirebbe il carico cognitivo, mentre la successiva introduzione di pratica casuale potrebbe migliorare la rappresentazione mnemonica del soggetto, rendendola più raffinata.

Studi futuri sono necessari per verificare la pertinenza e l'efficacia di tale procedura, applicandola anche a diversi compiti e abilità motorie.

7. PUNTI CHIAVE

- L'apprendimento di un compito motorio può avvenire organizzando le sessioni di pratica in tre principali modi:
 - pratica a blocchi.
 - pratica seriale.
 - pratica casuale.
- Il *contextual interference effect* è l'effetto prodotto dalla pratica con alternanza casuale di diverse abilità motorie che devono essere apprese e praticate insieme all'interno di uno stesso compito motorio. Con la *serial practice* e con la *random practice* si genera interferenza contestuale; mentre il *contextual interference effect* è assente con l'utilizzo della pratica a blocchi.
- Sulla base dei risultati emersi dagli studi presi in esame, undici lavori^{19; 21; 22; 24; 26; 28-34} su 21 considerano l'allenamento con pratica casuale come maggiormente efficace rispetto all'allenamento a blocchi per l'apprendimento di *task* motori nelle fasi di ritenzione e *transfer* (laddove esaminato:^{21; 24; 33}).
- L'eterogeneità degli studi presi in esame non consente di trarre conclusioni generalizzabili.
- Studi preliminari²² sembrano supportare la possibilità d'impiegare programmi d'allenamento misti in cui l'interferenza contestuale venga utilizzata con livelli progressivamente maggiori, man mano che aumentano le abilità del discente.

BIBLIOGRAFIA

1. RA, Magill. *Motor learning and control. Concepts and applications*. Boston: McGraw-Hill (2004 7th ed.).
2. W H Edwards. *Motor Learning and Control: from theory to Practice*. 2010
3. RA Schmidt. *A schema theory of discrete motor skill learning*. Psychological review, 1975.
4. JB Shea, RL Morgan. *Contextual interference effects on the acquisition, retention, and transfer of a motor skill*. Journal of Experimental Psychology: Human Learning and Memory 1979, Vol. S, No. 2, 179-187.
5. WF Battig. *Intrataask interference as a source of facilitation in transfer and retention*. In RF Thompson, JF Voss (Eds.), Topics in learning and performance. New York: Academic Press, 1972.
6. P Del Rey et al. *Contextual interference and experience in acquisition and transfer*. Perceptual and Motor Skills, 1983, 57, 241- 242.
7. JB Shea et al. *Contextual interference: contributions of practice*. Acta Psychologica, 1990,73, 145-157.
8. G Wulf et al. *Variability in practice: facilitation in retention and transfer through schema formation or context effects*. Journal of Motor Behavior. 1988, 20, 133-149.
9. S Goode et al. *Contextual interference effects in learning three badminton serves*. Research Quarterly for Exercise and Sport. 1986, 57, 308-314.
10. C A Wrisberg et al. *The effect of contextual variety on the practice, retention and transfer of an applied motor skill*. Research Quarterly for Exercise and Sport. 1991, 62, 406-412.
11. K French et al. *Effects of contextual interference on retention of three volleyball skills*. Perceptual and Motor Skill. 1990, 71, 179-186.
12. pedro.org.au (Internet). Sydney: Centre for Evidence-Based Physiotherapy, Musculoskeletal Division, The George Institute for Global Health; 1999-2015 (consultato 20 marzo 2015). Available from <http://www.pedro.org.au/italian/downloads/pedro-scale/>
13. Macedo LG et al. *There was evidence of convergent and construct validity of physiotherapy Evidence Database quality scale for physiotherapy trials*. Journal of Clinical Epidemiology, 2010.
14. Olivo SA et al. *Scales to Assess the Quality of Randomized Controlled Trials: A Systematic Review*. physical therapy. 2008; 88:156-175.
15. JPT Higgins, S Green (editors). *Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions* Version 5.1.0 [updated March 2011]. The Cochrane Collaboration, 2011. Available from www.cochrane-handbook.org.
16. J. D. Rivard et al. *The effect of blocked versus random task practice schedules on the acquisition and retention of surgical skills*. The American Journal of Surgery , 2015, 209, 93-100 .
17. R. J. Heitman et al. *Effect of specific versus variable practice on the retention and transfer of a continuous motor skill*. Perceptual and Motor Skills, 2005, 100, 1107-1 113.

18. A. Dubrowski et al. *Application of Motor Learning Principles to Complex Surgical Tasks: Searching for the Optimal Practice Schedule*. Journal of Motor Behavior, 2007, Vol 39, No 1, 40-48 .
19. A. Dubrowski et al. *The influence of practice schedules in the learning of a complex bone-plating surgical task*. The American Journal of Surgery 190 , 2005, 359–363.
20. E. Pollatou et al. *Contextual interference effect in learning novel motor skills*. Perceptual and Motor Skills, 1997,84,487-496.
21. J. F. Kalkhoran et al. *The Effects of Contextual Interference on Learning Volleyball Motor Skills*. Pamukkale Journal of Sport Sciences, 2015, 6: 1, 12-24.
22. J. M. Porter et al. *Systematically increasing contextual interference is beneficial for learning sport skills*. Journal of Sports Sciences,2010, 28: 12, 1277 - 1285.
23. F. Brady. *Contextual interference and teaching golf skills*. Perceptual and Motor Skills, 1997,84,347-350.
24. D. Memmert. *Long-term effects of type of practice on the learning and transfer of a complex motor skill*. Perceptual and Motor Skills, 2006, 103,912-916.
25. S. Ollis et al. *The influence of professional expertise and task complexity upon the potency of the contextual interference effect*. Acta Psychologica,2005, 118 , 229–244.
26. S.Tsutsui et al. *Contextual Interference in Learning New Patterns of Bimanual Coordination*. Journal of Motor Behavior, 1998, 30(2), 151-157
27. F. J. Moreno et al. *Contextual interference in learning precision skills*. Perceptual and Motor Skills, 2003,97, 121-128.
28. D. Sherwood et al. *Experience and practice organization in learning a simulated high-velocity low-amplitude task*. Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics, January 2005.
29. J. J. dos Santos et al. *Contextual Interference Effect Depends on the Amount of Time Separating Acquisition and Testing*. Advances in Physical Education, 2014, 4, 102-109.
30. K.Akizuki et al. *Changes in Practice Schedule and Functional Task*. J. Phys. Ther. Sci. 2013, 25: 827–831.
31. D. E. Sherwood. *The benefits of random variable practice for spatial accuracy and error detection in a rapid aiming task*. Research quarterly for exercise and sport (Online), 1996, 67: 1, 35 - 43.
32. P. J. K. Smith. *Applying contextual interference to snowboarding skills*. Perceptual and Motor Skills, 2002, 95, 999-1005.
33. P. J. K. Smith et al. *Applying contextual interference to the Pawlata roll*. Journal of sports sciences, 1995 vol 13, No 6, 455-462.
34. Y. Li et al. *Rehearsal of task variations and contextual interference effect in a field setting*. Perceptual and Motor Skills, 2002, 94, 750-752.
35. C. M. Meira et al. *The contextual interference effect in acquisition of dart throwing skill tested on a transfer test with extended trial*. Perceptual and Motor Skills, 2001, 92, 910-918.

36. M. Huet et al. *The Education of Attention as Explanation of Variability of Practice Effects Learning the Final Approach Phase in a Flight Simulator*. Journal of Experimental Psychology, 2011, 37, 6, 1841–1854.
 37. JPT Higgins, DG Altman, JAC Sterne (editors). Chapter 8: *Assessing risk of bias in included studies*. In: Higgins JPT, Green S (editors). *Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions*. Version 5.1.0 [updated March 2011]. The Cochrane Collaboration, 2011. Available from <http://www.handbook.cochrane.org>
 38. O Jelsma et al. *Contextual interference: interactions with reflexion - impulsivity*. Perceptual and Motor Skills, 1989, 68, 1055-1064.
 39. C L Holladay et al. *Practice Variability and Transfer of Training: The Role of Self-Efficacy Generality*. Journal of Applied Psychology, 2003, 88, 6, 1094–1103.
 40. G Wulf et al. *Principles derived from the study of simple skills do not generalize to complex skill learning*. Psychonomic Bulletin & Review, 2002, 9 (2), 185-211.
 41. J M Albaret et al. *Differential effects of task complexity on contextual interference in a drawing task*. Acta Psychologica 100 (1998) 9-24.
 42. R A Magill et al. *A review of the contextual interference effect in motor skill acquisition*. Human Movement Science 9 (1990) 241-289.
 43. S Merbah et al. *Learning a motor skill: effect of blocked versus random practice. A review*. Psychologica Belgica, 2011, 51-1, 15-48
 44. M A Guagnoli et al. *Challenge Point: A framework for Conceptualizing the Effects of Various Practice Conditions in Motor Learning*. Journal of Motor Behavior, 2004, Vol. 36, No. 2, 212–224
 45. C H Shea et al. *Contextual interference contributions of practice*. Acta psychologica. 1990, 73, 145 - 157.
 46. G Lintern, et al. *Adaptive training of perceptual motor skills: Issues, results and future directions*. International Journal of Man-Machine Studies. 1978, 10, 521–551.
-

ALLEGATI

ALLEGATO 1 : Annotazioni sulla compilazione della scala di PEDro

Per tutti i criteri **I punti degli item vengono conferiti solo quando un criterio risulta chiaramente soddisfatto.** Se da una lettura del report dello studio sembra che un criterio non sia soddisfatto, non bisognerebbe conferire il punto per quel criterio.

Criterio 1	Questo criterio è soddisfatto se l'articolo descrive l'origine dei soggetti ed una lista di criteri usati per determinarne l'eleggibilità per partecipare allo studio.
Criterio 2	Uno studio viene considerato avere usato un'assegnazione random se così viene dichiarato nell'articolo. Il metodo di randomizzazione non deve essere necessariamente specificato. Metodi quali il lancio della moneta o dei dadi si possono considerare random. Procedure di assegnazione quasi-random quali assegnazioni rispetto al numero identificativo ospedaliero o la data di nascita non soddisfano questo criterio.
Criterio 3	<i>Assegnazione nascosta</i> significa che la persona che decide se un paziente è eleggibile per partecipare allo studio era ignara, al momento della decisione, a quale gruppo sarebbe stato assegnato il paziente. Il punto per questo criterio viene assegnato, anche quando non viene dichiarata l'assegnazione nascosta, quando l'articolo riporta che è stata usata una busta opaca sigillata o se l'assegnazione avveniva attraverso il contatto con il possessore della scheda di assegnazione che si trovava in un luogo esterno.
Criterio 4	Per studi terapeutici, l'articolo deve descrivere almeno una misura di gravità della condizione trattata ed almeno il valore di un (diverso) obiettivo chiave alla partenza dello studio. Il valutatore dell'articolo è soddisfatto se i gruppi non differiscono in modo clinicamente significativo rispetto agli indicatori prognostici della partenza dello studio. Questo criterio è soddisfatto se sono solo presenti i dati di inizio studio dei soggetti che hanno terminato lo studio.
Criteri 4, 7-11	<i>Obiettivi chiave</i> sono quegli obiettivi che forniscono le misure principali di efficacia (o di mancanza di efficacia) della terapia. Nella maggior parte degli studi vengono usate più variabili come obiettivi da misurare.
Criteri 5-7	<i>Rendere ciechi</i> significa che la persona in oggetto (paziente, terapeuta o valutatore) non sapeva in quale gruppo il paziente sarebbe stato assegnato. Inoltre i soggetti ed i terapisti vengono considerati "ciechi" se si può presupporre che siano incapaci di distinguere i trattamenti usati nei diversi gruppi. In studi dove gli obiettivi chiave sono autoriporati (es scala visivo analogica, diario del dolore), il valutatore viene considerato "cieco" se il paziente era "cieco".
Criterio 8	Questo criterio è soddisfatto solamente se l'articolo specifica chiaramente sia il numero dei soggetti inizialmente assegnati ai gruppi sia il numero dei soggetti da cui sono state ottenute le misure degli obiettivi chiave. Per studi dove gli obiettivi sono misurati in diversi momenti nel tempo, un obiettivo chiave deve essere stato misurato in più dell'85% dei soggetti in uno dei diversi momenti.
Criterio 9	Un'analisi per <i>intenzione al trattamento</i> significa che se i soggetti non hanno ricevuto il trattamento (o la condizione di controllo) come da assegnazione e se le misure degli obiettivi sono presenti, l'analisi dei dati è stata eseguita come se i soggetti avessero ricevuto il trattamento (o la condizione di controllo) cui erano stati assegnati. Questo criterio è soddisfatto anche, qualora non vi sia menzione dell'analisi per intenzione al trattamento, se l'articolo afferma chiaramente che

	tutti i soggetti hanno ricevuto il trattamento o la condizione di controllo cui erano stati assegnati.
Criterio 10	Una comparazione statistica <i>fra gruppi</i> comporta un confronto statistico fra un gruppo ed un altro. A seconda del disegno dello studio, questo può comportare il confronto fra due o più trattamenti od il confronto fra il trattamento od il placebo. L'analisi può essere una semplice comparazione fra i risultati misurati dopo la somministrazione del trattamento od un confronto fra le variazioni in un gruppo rispetto alle variazioni nell'altro (quando si è usata un'analisi fattoriale della varianza il secondo è spesso riportato come una "group time interaction"). Il confronto può essere in forma di verifica di un'ipotesi (che fornisce un valore "p", che indica la probabilità che i gruppi differiscano solo per l'effetto del caso) od in forma di una stima (per esempio la differenza media o mediana, o la differenza tra proporzioni, od il numero dei soggetti da trattare, od il rischio relativo o l'hazard ratio) corredata del proprio intervallo di confidenza.
Criterio 11	La <i>misura puntiforme</i> è una misura della dimensione dell'effetto del trattamento. L'effetto del trattamento può essere descritto come differenza fra i risultati dei gruppi o come il risultato in ciascuno dei gruppi. Le <i>misure di variabilità</i> includono deviazioni standard, errore standard, intervalli di confidenza, intervalli interquartili (o altri intervalli quantili) ed intervalli. La misura puntiforme e/o le misure di variabilità possono essere mostrate in forma grafica (per esempio, la deviazione standard può essere rappresentata come barra di variabilità in un grafico) purchè sia chiaro quale dato sia rappresentato graficamente (per esempio, deve essere chiaro se le barre rappresentano l'errore standard o la deviazione standard). Dove i risultati siano in categorie questo criterio è soddisfatto se viene fornito per ogni categoria il numero di soggetti di ogni gruppo.

ALLEGATO 2: studi selezionati

#	titolo	autori e anno	campione	tipo di studio	task	outcome	acquisizione	follow up	R > B	PEDro score
1	Application of Motor Learning Principles to Complex Surgical Tasks: Searching for the Optimal Practice Schedule	A. Dubrowski et al. 2007	18 ♂ ♀ (AA >18) casuale B-R-F	sul campo	apprendere 5 compiti necessari ad eseguire una riduzione ossea e un impianto di placca su un modello da esercitazione	dispositivo elettronico di analisi del movimento	1 sessione	PreT, PostT, R 7gg, T 7gg	no	6
2	Applying contextual interference to snowboarding skills	P. J. K. Smith 2002	20 ♂ ♀ (18-32 AA) casuale B-R	sul campo	discesa completa con snowboard in 2 direzioni	0-10 punti x curva in base alla forma	2 ore x 37 discese su pista (5+ 8x4)	A, R 7 gg	sì	6
3	Applying contextual interference to the Pawlata roll	P. J. K. Smith et al. 1995	16 ♂ ♀ (18-30 AA) casuale B-R	sul campo	effettuare una rotazione completa del kayak in entrambe le direzioni	punteggio in base alla performance	40 min	R 7 gg, T 7gg	sì	5
4	Changes in Practice Schedule and Functional Task	K.Akizuki et al. 2013	14 ♂ (21.5 AA SD=1.1) casuale B-R	laboratorio	cammino su tapis-roulant con passi di una certa lunghezza + probe reaction time task (perturbazione)	errore quadratico medio	30 trials x giorno x 3 giorni consecutivi	PreT, PostT	sì	5
5	Contextual interference and teaching golf skills	F. Brady 1997	36 ♂ ♀ (19-27 AA) non casuale B-R	Sul campo	apprendere i fondamentali del golf	numero totale di colpi necessari per mandare la palla in 18 buche	55 min 2 x settimana x 7 settimane	R 7gg	no	3
6	Contextual Interference Effect Depends on the Amount of Time Separating Acquisition and Testing	J. J. dos Santos et al. 2014	144 ♂ ♀ (21.9 AA SD=3.2) casuale B-R	laboratorio	colpire con la mano dominante il centro di un bersaglio con delle freccette	scarto quadratico medio dell'errore radiale	3 x 30 trials in un giorno	R 10 min, R 24h, R 7gg, R 30gg	sì (R 24h)	5
7	contextual interference effect in learning novel motor skills	E. Pollatou et al. 1997	63 ♂ ♀ (AA >18) casuale B-S-R	laboratorio	2 nuovi task: calcio e lancio di una palla su un target (differenti GMP)	errore quadratico medio	20 trials x 4 giorni x settimana x 2 settimane	PreT, A, PostT, R 1 sett	no	5
8	Contextual Interference in Learning New Patterns of Bimanual Coordination	S.Tsutsui et al. 1998	12 ♂ ♀ (18-24 AA) casuale B-R	laboratorio	apprendere tre nuove abilità bimanuali	scarto quadratico medio	15 x 3 trials x 3 gg	R 7gg	sì	4
9	Contextual interference in learning precision skills	F. J. Moreno et al. 2003	35 ♂ (19.9 AA SD=3) casuale B-R	laboratorio	apprendere tre nuovi lanci con dardo e palla (differenti GMP)	punteggio in base alla performance	30 trials x 13 sessioni in 3 settimane	A, R 24h, R 48h, R 4sett, R 8sett	no	4

10	effect of specific versus variable practice on the retention and transfer of a continuous motor skill	R. J. Heitman et al. 2005	30 ♂ ♀ (21.3 AA SD=2.6) casuale B-R-C	laboratorio	mantenere uno stilo a forma di L rigida sopra un punto luminoso di 20 mm ruotante in senso orario in una traiettoria circolare a varie velocità.	tempo in cui lo stilo è rimasto sul target	30 trials	A , PostT, R 24h, T 24h	ni	4
11	Experience and practice organization in learning a simulated high-velocity low-amplitude task	D. Sherwood et al. 2005	33 ♂ ♀ (22-42 AA) casuale B-R	sul campo	apprendere una manipolazione toracica HVLA utilizzando un simulatore.	errore quadratico medio	11 x 3 trials	PreT, A , PostT	sì	5
12	Long-term effects of type of practice on the learning and transfer of a complex motor skill	D. Memmert 2006	32 ♂ ♀ (20-29 AA) casuale B-R	sul campo	imparare a fare canestro da differenti distanze e angolazioni in un campo di basket con l'arto non dominante	punteggio in base alla performance	160 tiri in 90 min	PreT, PostT, T, R 1 anno, T 1 anno	sì	6
13	Rehearsal of task variations and contextual interference effect in a field setting	Y. Li et al. 2002	38 (18-29 AA) casuale B-R	sul campo	fare goal in porta da diverse distanze	punteggio in base alla performance	30 min	PostT, R 24h	sì	5
14	Systematically increasing contextual interference is beneficial for learning sport skills	J. M. Porter et al. 2010	60 ♂ ♀ (AA > 18) casuale B-I-R	laboratorio	ex1: mandare in buca una pallina da golf da varie distanze; ex2:tre tipi di passaggio di basket	errore quadratico medio	27 x 3 trials 27 x 3 trials	R 24h, T	sì (T)	5
15	The benefits of random variable practice for spatial accuracy and error detection in a rapid aiming task	D. E. Sherwood 1996	40 ♂ ♀ (22.6 AA SD=6.3) casuale B-R	laboratorio	effettuare un rapido movimento di 20°, 40° o 60° di una leva, nel piano sagittale	errore quadratico medio	24 x 3 trials	A, PostT	sì	5
16	the contextual interference effect in acquisition of dart throwing skill tested on a transfer test with extended trial	C. M. Meira et al. 2001	32 ♂ ♀ (18-30 AA) casuale B-R	sul campo	lanciare un dardo da diverse distanze con diverse prese verso un target	punteggio in base alla performance	20 x 4 trials	A, T 10 min	no	5
17	The Education of Attention as Explanation of Variability of Practice Effects Learning the Final Approach Phase in a Flight Simulator	M. Huet et al. 2011	10 (27.5 AA SD=3.17) casuale B-R	laboratorio	imparare a gestire un velivolo in fase di atterraggio con tramite un simulatore di volo	percentuale di tempo volato all'interno della zona di discesa	5 x 15 trials x 4gg	PreT, A, PostT, R 24h, T 24h	sì (T 24h)	7
18	The effect of blocked versus random task practice schedules on the acquisition and retention of surgical skills	J. D. Rivard et al. 2015	36 (AA > 18) casuale B-R-C	sul campo	imparare ad effettuare una laparoscopia	misure di performance computerizzate: tempo di completamento, il numero di movimenti della mano, e traiettoria	12 trasferimenti di PEG, 6 tipi di taglio, 4 cerchiaggi, 10 suture	A, PostT, R 6 sett	no	6

19	The Effects of Contextual Interference on Learning Volleyball Motor Skills	J. F. Kalkhoran et al. 2015	60 ♂ (21.5 AA, SD = 1.2) casuale B-S-R	sul campo	acquisizione di tre fondamentali di pallavolo	punteggio in base alla performance	3 x 42 trials x 3 gg	PreT, PostT, R 48 h, T 72h	sì	5
20	The influence of practice schedules in the learning of a complex bone-plating surgical task	A. Dubrowski et al. 2005	28 (AA>18) casuale B-R-F	sul campo	apprendere 5 compiti necessari ad eseguire un impianto di placca ossea su un modello da esercitazione	punteggio in base alla performance	3 x 20 min in un giorno	PreT, PostT, R 30min	sì	4
21	The influence of professional expertise and task complexity upon the potency of the contextual interference effect	S. Ollis et al. 2003	24 (21-32 AA) casuale B-S-R	sul campo	realizzare sei nodi selezionati (tre semplici, tre complessi) nel più breve tempo possibile	tempo impiegato nell'effettuare il task	12 x 2 x 8gg	PreT, A, R 4gg, T 4gg	Sì (T 4gg)	3

Legenda:

A	acquisizione
AA	anni
B	blocked
C	controllo
F	functional
I	increasing
PostT	post test
PreT	pre test
R	random
R	ritenzione
S	serial
T	transfer