



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA

Dipartimento di Psicologia Generale

Corso di laurea Magistrale in Neuroscienze e Riabilitazione Neuropsicologica

Tesi di laurea Magistrale

**Generalizzazione degli effetti del training di potenziamento cognitivo
in anziani sani**

Generalization of cognitive enhancement training effects in healthy elderly

Relatore

Prof.ssa Franca Stabluum

Laureando: Francesco Boni

Matricola: 1176945

Anno Accademico 2020 – 2021

Indice

Capitolo 1. Il potenziamento cognitivo	3
1.1. Il training di potenziamento cognitivo	3
1.2. Il concetto di transfer	6
1.2.1. Approccio cognitivistico	8
1.2.2. La teoria del transfer disposizionale	9
1.2.3. Approccio situato	11
1.2.4. Il ruolo del contesto sociale nel transfer	12
1.2.5. Il ruolo dell'azione nel transfer	13
1.3. Dalla concettualizzazione del transfer alla sua implementazione	15
1.3.1. Transfer positivo e transfer negativo	15
1.3.2. Facilitare il transfer	16
1.3.3. Una teoria del transfer a due vie	18
1.4. La multidimensionalità del transfer	19
1.5. Il transfer nel training di potenziamento cognitivo	22
1.5.1. Rassegna della letteratura sul far transfer (Zelinski, 2009)	22
1.5.2. Il transfer nel training delle funzioni esecutive e memoria di lavoro (Karbach & Verhaeghen, 2014)	25
1.5.3. Il transfer nel training della memoria di lavoro (Teixeira-Santos et al., 2019)	28
1.5.4. Effetti del training single- e multi-component (Basak, Qin, O'Connell, 2020)	31
Capitolo 2. Generalizzazione degli effetti del training di potenziamento cognitivo in anziani sani: analisi della letteratura	37
2.1. Ricerca bibliografica	38
2.1.1. Linee guida per la ricerca bibliografica	43
2.2. Classificazione degli studi selezionati	46
2.3. Caratteristiche degli studi	47
2.3.1. Funzione allenata	47

2.3.2. Setting.....	48
2.3.3. Numero, durata delle sessioni, durata totale del training.....	49
2.3.4. Adattività del training di potenziamento cognitivo	52
2.3.5. L'importanza dei controlli attivi	53
2.4. Misure degli effetti del training di potenziamento cognitivo	55
2.5. Caratteristiche dei partecipanti anziani sani	56
Capitolo 3. Analisi dei dati.....	59
3.1. Il d di Cohen.....	59
3.2. La misura dell'effetto negli studi selezionati.....	62
3.3. L'analisi del d di Cohen medio	65
3.3.1. Analisi del d di Cohen medio dei compiti criterio (d_c).....	65
3.3.2. Analisi del d di Cohen medio dei compiti near transfer (d_n).....	67
3.3.3. Analisi del d di Cohen medio dei compiti far transfer (d_f).....	68
3.4. Il bias di pubblicazione	69
3.4.1. Il Fail-Safe N di Rosenthal.....	74
3.4.2. Rank correlation test per l'asimmetria del Funnel Plot.....	75
3.4.3. Test della regressione di Egger per l'asimmetria del Funnel Plot.....	76
3.4.4. Discussione	77
3.4.5. Studi con effect size medi significativi in tutte le dimensioni dell'effetto	79
3.5. Conclusione	85
Bibliografia	87
Appendice A	95
Appendice B	97
Ringraziamenti.....	99

Capitolo 1. Il potenziamento cognitivo

Negli ultimi decenni è avvenuto un progressivo invecchiamento demografico: le persone stanno vivendo sempre più a lungo e in migliori condizioni di salute rispetto a qualunque altro momento storico (Thompson & Foth, 2005). Le statistiche ufficiali Eurostat dimostrano che la percentuale di anziani nei 27 paesi dell'Unione Europea è in continuo aumento: il valore passa dal 17.4% di over sessantacinque nel 2009, al 20.3% nel 2019 e le proiezioni indicano che la popolazione continuerà ad invecchiare (https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Population_structure_and_ageing/it).

Questa trasformazione ha numerose implicazioni, una tra tutte la cura della salute, sia essa fisica, psicologica o cognitiva. Già nel 1997, Rowe e Kahn affermano che una paura molto comune tra le persone anziane è, per l'appunto, quella di perdere le proprie capacità cognitive (Rowe & Kahn, 1997). Per questo motivo, una domanda condivisa è che cosa sia possibile fare per mantenere un buon funzionamento cognitivo il più a lungo possibile, oltre i sessantacinque anni di età. Una risposta a questa domanda viene dagli interventi di potenziamento cognitivo. Il termine potenziamento cognitivo indica interventi che hanno lo scopo di migliorare il funzionamento cognitivo per sostenere o ripristinare uno stato di buona salute (Dresler et al., 2013).

1.1. Il training di potenziamento cognitivo

L'idea di potenziare il funzionamento cognitivo mediante l'allenamento ha radici che risalgono fino all'antica Grecia, in particolare per quanto riguarda le memotecniche (Connor, 2001). Ma il training di potenziamento cognitivo come lo

conosciamo oggi è diventato soggetto di una ricerca sistematica solo dall'inizio degli anni Settanta (Thompson & Foth, 2005). È in questo periodo che si colloca la Fase III della ricerca sull'intelligenza e l'invecchiamento secondo Woodruff-Park (Woodruff-Park, 1989). Mentre le prime due fasi della ricerca sull'intelligenza e l'invecchiamento hanno un carattere maggiormente descrittivo, questa terza fase si basa sull'assunto che è possibile manipolare le differenze dovute all'età nell'intelligenza psicométrica attraverso strategie di intervento. Vi è quindi un cambiamento da studi di natura descrittiva a studi di natura sperimentale che indagano la modifica di diverse funzioni cognitive tra cui la memoria, le capacità di problem-solving e la velocità di elaborazione (Thompson & Foth, 2005). La ricerca in questo ambito ha ricevuto un ulteriore impulso dagli studi di Schaie negli anni Novanta, in cui vengono identificati alcuni dei fattori che contribuirebbero a mantenere un livello di funzionamento cognitivo elevato in età avanzata: tra questi fattori vi è, appunto, il coinvolgimento in attività complesse e intellettualmente stimolanti (Schaie, 1994). In letteratura sono presenti studi sperimentali che dimostrano che il training di potenziamento cognitivo può migliorare le prestazioni cognitive negli anziani. Tuttavia, quando si cerca di comparare sistematicamente i risultati di questi studi ci si scontra inevitabilmente con due categorie di problemi:

1. Questi studi sono caratterizzati da grande eterogeneità dal punto di vista del formato del training di potenziamento cognitivo utilizzato. Questa grande variabilità rende difficile raggiungere delle conclusioni univoche su quali training di potenziamento cognitivo siano più efficaci. In particolare, gli interventi variano molto per:

- Funzione allenata;
- Setting (i.e., in laboratorio, a casa del partecipante, in classe);

- Numero delle sessioni, durata delle sessioni, durata totale del training di potenziamento cognitivo;
- Adattività del training di potenziamento cognitivo;
- Tipo di controllo utilizzato nello studio sperimentale del training di potenziamento cognitivo (i.e., controlli attivi o passivi).

Si rimanda al Capitolo 2 per la descrizione di ciascuna di queste fonti di variabilità.

2. L'ampia gamma di test utilizzati negli studi per verificare l'efficacia dei training di potenziamento cognitivo ha complicato notevolmente il compito di confrontare tra loro i risultati dei diversi studi.

A queste due problematiche si aggiunge quella legata alla generalizzazione degli effetti (i.e., il problema del transfer). Infatti, un training di potenziamento cognitivo è da ritenersi efficace se vi sono dei miglioramenti, oltre che nel compito direttamente allenato, anche in compiti non direttamente allenati. Questa accezione di efficacia risponde al bisogno di creare interventi di potenziamento cognitivo che abbiano implicazioni maggiori dal punto di vista ecologico e del funzionamento cognitivo nella vita di tutti i giorni. Infatti, molti studi suggeriscono che le abilità cognitive siano positivamente correlate con le abilità funzionali (Zelinski, 2009). In letteratura è ancora piuttosto esiguo il numero degli studi che verifica la generalizzazione degli effetti di un training di potenziamento cognitivo. Ancora minore è il numero degli studi che prende in esame questo aspetto in un campione di partecipanti anziani sani. Le evidenze emerse suggeriscono che, per quanto riguarda la performance cognitiva, i guadagni dopo un intervento di questo tipo tendono ad essere specifici e limitati al compito allenato (Thompson & Foth, 2005). Prima di indagare i risultati emersi nella letteratura più recente circa la generalizzazione degli effetti del training di potenziamento cognitivo in

anziani sani, è importante introdurre il concetto di generalizzazione e, più precisamente, il concetto di transfer.

1.2. Il concetto di transfer

Il transfer è definibile come “l’abilità di estendere ciò che si è imparato in un contesto, ad un nuovo contesto” (Bransford, Brown & Cocking, 1999). Tuttavia, in letteratura non vi è una definizione univoca di questo fenomeno (Barnett & Ceci, 2002). La storia della ricerca sul transfer inizia più di un secolo fa, e origina dal dibattito tra Edward L. Thorndike e Charles H. Judd sulle implicazioni dei risultati dei loro rispettivi studi sull’apprendimento (Barnett & Ceci, 2002). Nel 1908, Charles H. Judd riporta i risultati di uno studio sperimentale da lui eseguito in bambini della scuola elementare della classe Quinta e Sesta (Judd, 1908). In questo esperimento, i partecipanti lanciano delle frecce ad un bersaglio sommerso sotto trenta centimetri d’acqua. Alcuni partecipanti ricevono istruzioni circa i principi base della rifrazione ottica, fenomeno che fa apparire il bersaglio sott’acqua come distorto: in questo primo compito non vi sono differenze significative tra la performance dei partecipanti istruiti sulla rifrazione e la prestazione dei partecipanti naïve. Tuttavia, quando il livello dell’acqua viene abbassato a circa dieci centimetri, la performance dei partecipanti istruiti con i rudimenti sulla rifrazione è nettamente superiore rispetto alla prestazione dell’altro gruppo, sebbene il contesto percettivo del secondo compito fosse diverso rispetto al primo (i.e., bersaglio sommerso a dieci centimetri vs trenta centimetri). Lo studio di Judd del 1908 è considerato una evidenza del fatto che certi tipi di apprendimento hanno effetti duraturi e pervasivi nel pensiero generalizzato. Al contrario, Thorndike e i suoi colleghi riscontrano ridotte o addirittura inesistenti evidenze di transfer in esperimenti simili: in un esperimento

di stima dell'area di rettangoli, i partecipanti non trasferiscono il loro apprendimento ad un compito analogo di stima dell'area di rettangoli percettivamente differenti e triangoli (Thorndike & Woodworth, 1901). Questo risultato porta Thorndike ad ipotizzare che, affinché il transfer avvenga, è necessario che gli elementi presenti nel contesto originale siano presenti anche nel contesto di transfer. Le conclusioni a cui giungono Judd e Thorndike nei loro rispettivi studi sull'apprendimento li portano a formulare due teorie differenti rispetto al fenomeno del transfer. Secondo Charles H. Judd la base del transfer risiede nella **comprendione dei principi generali**: il transfer si ha quando il principio generale o la strategia utilizzati per svolgere o apprendere un compito A, vengono utilizzati per svolgere o appendere un compito B (Tuomi-Gröhn & Engeström, 2003). Nel caso specifico dell'esperimento del 1908, i bambini apprendono i rudimenti della teoria della rifrazione per centrare il bersaglio nel primo compito e applicano queste conoscenze per riuscire nel secondo compito. Secondo Edward L. Thorndike, invece, la base del transfer risiede nella presenza di **elementi identici** nel setting di apprendimento e nel setting di generalizzazione. Nel caso dell'esperimento di Thorndike e Woodworth del 1901, l'assenza di transfer delle conoscenze acquisite nel compito di stima delle aree deriva proprio dalla mancanza degli elementi identici che costituirebbero dei riferimenti utili per l'apprendimento nel nuovo setting. Le prospettive di Judd e Thorndike hanno come elemento comune il fatto che pongono entrambe il focus sul compito (i.e., compito allenato vs compito di transfer). Il dibattito che deriva dal contrasto tra queste due posizioni teoriche alimentò la ricerca volta ad indagare l'esistenza dell'effetto di transfer nell'apprendimento. Questo portò alla concettualizzazione di differenti approcci al problema del transfer. Nel capitolo *Conceptualizing transfer: From standard notions to developmental perspectives*,

Terttu Tuomi-Gröhn e Yrjö Engeström descrivono alcuni di questi quadri teorici (Tuomi-Gröhn & Engeström, 2003).

1.2.1. Approccio cognitivistico

Le teorie sul transfer che si collocano all'interno dell'approccio cognitivistico, pongono il focus sulla cognizione dell'individuo che apprende.

P.W. Thorndyke & B. Hayes-Roth: gli schemi di memoria

Secondo questo modello vi sono delle strutture di conoscenza che sono condivise da molteplici rappresentazioni provenienti da contesti anche molto diversi tra loro. Queste strutture, o schemi di memoria, sono “associazioni di concetti che si presentano insieme in maniera ripetuta e agiscono in maniera unitaria, formando rappresentazioni di più alto livello” (Thorndyke & Hayes-Roth, 1979). Quando gli schemi di memoria sono utilizzati in maniera condivisa in contesti differenti, producono inferenze tra i concetti che appartengono a questi contesti (Thorndyke & Hayes-Roth, 1979). In questo quadro teorico, dunque, la base del transfer è lo **schemma di memoria** e il transfer dell'apprendimento è dato dall'utilizzo condiviso degli schemi di memoria in contesti differenti.

S.K. Reed: gli schemi simbolici

Questo quadro teorico fornisce una definizione di transfer che si applica alle abilità di problem-solving in situazioni quantitative. In questo caso il transfer si manifesta nell'abilità di riconoscere problemi algebrici isomorfi: si tratta di problemi che hanno la stessa soluzione, seppure caratterizzati da contesti di fondo differenti (Reed, 1989). Problemi isomorfi condividono lo stesso schema simbolico a prescindere dal contesto e richiedono le stesse procedure per essere risolti. Per risolvere problemi isomorfi, dunque, è necessario:

1. Identificare in un nuovo problema uno schema simbolico simile a quello di un problema precedentemente risolto;
2. Applicare al nuovo problema la stessa procedura risolutiva applicata al problema isomorfo precedentemente appreso.

In questo quadro teorico, la base del transfer è lo **schema simbolico** che accomuna due problemi isomorfi, mentre il transfer è dato dall'abilità di riconoscere uno schema simbolico appreso, in un contesto nuovo.

R. Sternberg: la metacognizione

Robert Sternberg pone l'accento sul ruolo della metacognizione nell'effetto di transfer e, in particolare, sulla consapevolezza dei processi cognitivi utilizzati per monitorare e regolare l'apprendimento. Il soggetto è:

1. Risolutore attivo nel problem-solving;
2. Gestore della conoscenza pregressa.

In questo contesto teorico, la base del transfer è la **metacognizione** (i.e., la capacità di riflettere attivamente sui propri processi cognitivi) e il transfer dell'apprendimento avviene quando il soggetto riconosce i requisiti del nuovo problema e seleziona attivamente, tra le abilità specifiche apprese in situazioni precedenti, la procedura adeguata a risolvere il nuovo problema (Tuomi-Gröhn & Engeström, 2003).

1.2.2. La teoria del transfer disposizionale

Nel quadro teorico di Carl Bereiter il transfer è concettualizzato come una caratteristica individuale, una **disposizione**, appunto, piuttosto che come un processo mentale o una abilità cognitiva. In tal senso, il transfer non è

considerato come la conseguenza di un training o l'applicazione di una strategia, ma come una propensione caratteriale, da sviluppare, a creare collegamenti tra contesti di apprendimento differenti (Bereiter, 1995). L'autore evidenzia due concetti chiave del transfer:

1. Il transfer dei principi: il transfer avviene quando sono riconosciuti nuovi casi in cui applicare principi precedentemente appresi;
2. Il transfer disposizionale: il transfer avviene quando principi acquisiti in un contesto di apprendimento vengono applicati a situazioni di vita reale della persona che apprende.

Infine, questa prospettiva individua due meccanismi del transfer:

1. Il transfer delle situazioni: applicare principi appresi nel contesto di apprendimento a situazioni varie ed estranee rispetto al contesto di apprendimento (e.g., imparare a convertire unità di misura in contesto di apprendimento ed utilizzare questa abilità per cucinare);
2. Il transfer tra le situazioni: applicare principi appresi nel contesto di apprendimento a situazioni affini al contesto di apprendimento (e.g., imparare a convertire unità di misura in contesto di apprendimento ed utilizzare questa abilità nello stesso contesto per mettere in ordine di grandezza i multipli ed i sottomultipli di una unità di misura oppure per addizionare tra loro misure omologhe con ordini di grandezza differenti).

Questo quadro teorico pone il focus sul transfer come disposizione individuale e sulle situazioni di apprendimento.

1.2.3. Approccio situato

L'approccio situato al transfer pone il focus sul contesto ambientale in cui l'apprendimento avviene. Secondo James G. Greeno (1998) l'apprendimento è situato e consiste in un adattamento della persona alle caratteristiche dell'ambiente in cui l'apprendimento avviene. Per descrivere l'approccio situato al transfer, Greeno recupera il concetto di *affordances* introdotto da James Gibson. Gibson introduce il concetto di affordances per descrivere la relazione che esiste tra gli organismi e il loro ambiente (Chong & Proctor, 2019). Le affordances sono delle proprietà dell'ambiente che suggeriscono opportunità di azione: durante l'apprendimento, il soggetto acquisisce degli schemi di azione in risposta alle opportunità di azione dettate dalle caratteristiche dell'ambiente (Perkins & Salomon, 1992). Se l'ambiente di transfer presenta affordances simili a quelle dell'ambiente di apprendimento e il soggetto riconosce simili opportunità di azione, allora il soggetto può applicare all'ambiente di transfer lo stesso schema d'azione (o una versione adattata dello schema d'azione) utilizzato nel contesto di apprendimento (Perkins & Salomon, 1992). In questo quadro teorico la base del transfer sono le **affordances**, mentre il transfer avviene se:

1. L'ambiente di transfer ha affordances simili all'ambiente di apprendimento e, pertanto, offre simili opportunità di azione;
2. Il soggetto riconosce la similarità delle opportunità di azione nei due contesti e applica schemi d'azione analoghi o equivalenti.

È importante sottolineare che in questo quadro teorico le rappresentazioni non sono squisitamente simboliche, ma sono legate all'azione utile all'interazione con l'ambiente.

1.2.4. Il ruolo del contesto sociale nel transfer

King Beach definisce una relazione ricorsiva e bidirezionale tra il soggetto che apprende e il contesto sociale in cui avviene l'apprendimento. In tal senso, Beach introduce il concetto di transizione consequenziale (Beach, 1999). Il concetto di transizione consequenziale implica un cambiamento nella relazione tra l'individuo che apprende e una o più attività sociali. Il cambiamento nella relazione può avvenire tramite un cambiamento nell'individuo, nell'attività sociale o in entrambi (Beach, 1999). In tal senso, la transizione consequenziale può avvenire in maniera:

1. Laterale: quando un individuo che apprende si sposta tra due attività sociali temporalmente relate, in una sola direzione (e.g., dal contesto scolastico a quello lavorativo);
2. Collaterale: quando un individuo che apprende partecipa simultaneamente a più attività sociali (e.g., dal contesto scolastico a quello domestico);
3. Inclusiva: quando la transizione consequenziale avviene entro i confini di una attività sociale che sta essa stessa mutando (e.g., nel caso dell'introduzione di nuove norme che regolano l'attività sociale in questione);
4. Di mediazione: quando l'attività sociale proietta o simula il coinvolgimento in una nuova attività che deve essere ancora esperita pienamente (e.g., nel caso di un tirocinio lavorativo; Beach, 1999).

In questo quadro teorico, la base del transfer è la **transizione consequenziale**, e il transfer si verifica mediante:

1. Lo spostamento di conoscenza nella persona che apprende l'attività sociale;
2. Lo spostamento della persona nel contesto sociale in cui l'apprendimento avviene.

1.2.5. Il ruolo dell'azione nel transfer

V.V. Davydov affronta il problema della generalizzazione teorica ponendo l'accento sulla componente agita dell'apprendimento. Secondo questo approccio la generalizzazione risiede nella “costruzione di modelli universali a partire da circostanze particolari” (Davydov, 1988). Nel contesto dell'apprendimento, “l'attuazione di questo principio richiede la rappresentazione concreta delle relazioni tra le cose” così da creare un terreno generale in cui collocare il fenomeno particolare oggetto di apprendimento (Davydov, 1988). Per rappresentazione concreta si intende la modellizzazione (letteraria o grafica) delle relazioni di ordine generale tra le componenti del sistema studiato. In questo quadro teorico la base del transfer consiste nelle **azioni di apprendimento** (i.e., modellizzazione) e il transfer avviene quando si ha la consapevolezza che uno stesso modello generale, rappresentato mediante modellizzazione, può essere valido in contesti diversi (Tuomi-Gröhn & Engeström, 2003).

I modelli descritti nei precedenti paragrafi costituiscono solamente alcune delle principali posizioni teoriche presenti in letteratura sul concetto di transfer. È importante considerare che molti di questi approcci acquistano significato nell'ambito della psicologia dello sviluppo e dell'educazione. Tuttavia, la loro validità non si limita al contesto educativo-didattico: il transfer dell'apprendimento è un fenomeno desiderato e indagato in qualunque contesto di apprendimento, come può essere, per esempio, l'apprendimento indotto da un training di potenziamento cognitivo in partecipanti anziani sani. Nella Tabella 1 sono descritti gli aspetti principali degli approcci teorici al concetto di transfer.

Prospettiva	Autori	Base del transfer	Il transfer avviene quando	Focus
Classica	<i>C.H. Judd</i>	Principi generali	Il principio generale utilizzato per svolgere un compito A viene utilizzato per svolgere un compito B.	Compito
	<i>E.L. Thorndike</i>	Elementi identici	La presenza di elementi identici nel setting del compito A e del compito B facilita la generalizzazione delle conoscenze acquisite da A in B.	
Cognitivista	<i>P.W. Thorndyke & B. Hayes-Roth</i>	Schema di memoria	Schemi di memoria vengono utilizzati in maniera condivisa in contesti differenti.	Cognizione dell'individuo che apprende
	<i>S.K. Reed</i>	Schema simbolico	Viene riconosciuto uno schema simbolico appreso, in un contesto nuovo.	
	<i>R. Sternberg</i>	Metacognizione	Il soggetto riconosce i requisiti del nuovo problema e seleziona attivamente le abilità specifiche apprese precedentemente.	
Disposizionale	<i>C. Bereiter</i>	Disposizione	1.Vengono riconosciuti nuovi casi in cui applicare principi precedentemente appresi; 2.Principi acquisiti in contesto di apprendimento vengono applicati a situazioni di vita reale della persona che apprende.	Disposizione individuale e situazione di apprendimento
Situata	<i>J.G. Greeno</i>	Affordances	1.L'ambiente di transfer ha affordances simili all'ambiente di apprendimento; 2.Il soggetto riconosce simili opportunità di azione in contesti differenti, e pertanto applica analoghi o equivalenti schemi di azione.	Contesto ambientale in cui l'apprendimento avviene
Sociale	<i>K. Beach</i>	Transizione consequenziale	1.Avviene uno spostamento di conoscenza nella persona che apprende l'attività sociale; 2.Avviene uno spostamento della persona nel contesto sociale in cui l'apprendimento avviene.	Contesto sociale in cui l'apprendimento avviene
Attività	<i>V.V. Davydov</i>	Azioni di apprendimento	Si ha la consapevolezza che uno stesso modello generale può essere valido in contesti diversi.	Componente agita dell'apprendimento

Tabella.1. Aspetti principali degli approcci teorici al concetto di transfer.

1.3. Dalla concettualizzazione del transfer alla sua implementazione

Dopo aver esposto le principali posizioni teoriche relative al transfer, è senz'altro utile approfondire alcuni meccanismi che permetterebbero l'implementazione del transfer nell'apprendimento. Innanzitutto, il transfer non si manifesta solamente in una direzione positiva, di miglioramento in compiti, contesti, domini non direttamente allenati. Infatti: "il transfer dell'apprendimento avviene quando l'apprendimento in un contesto migliora (i.e., transfer positivo) o peggiora (i.e., transfer negativo) una prestazione relativa ad un altro contesto" (Perkins & Salomon, 1992).

1.3.1. Transfer positivo e transfer negativo

"Il transfer positivo si verifica quando l'apprendimento in un contesto determina un miglioramento della performance in un altro contesto" (Perkins & Salomon, 1992). Per esempio, chi impara a parlare una nuova lingua è agevolato nell'apprendimento di una lingua affine alla propria (e.g., un italiano che si approccia allo studio della lingua spagnola) piuttosto che nell'apprendimento di un idioma con una struttura completamente diversa rispetto alla propria lingua madre (e.g., un italiano che si approccia allo studio della lingua inglese). Nel primo caso, l'apprendimento della lingua straniera è facilitato dal fatto che la lingua italiana e spagnola condividono similarità dal punto di vista sintattico e lessicale: l'apprendimento della propria lingua madre determina un effetto positivo nell'apprendimento della lingua straniera. Al contrario, "il transfer negativo si verifica quando l'apprendimento in un contesto impatta negativamente la prestazione in un altro contesto" (Perkins & Salomon, 1992). Riprendendo l'analogia con l'apprendimento linguistico, un esempio è il fenomeno delle parole "*false friends*", ovvero parole che suonano in modo simile

in Italiano e in Inglese ma che hanno significati anche molto diversi (e.g., “*fabric*” non significa *fabbrica*, bensì *tessuto*; “*mansion*” non significa *mansione*, ma *villa*; ecc.): in questo caso l'apprendimento della propria lingua madre ostacola l'apprendimento di quelle parole inglesi per cui esistono parole italiane con suono simile, ma significato diverso. Tuttavia, il fenomeno di transfer negativo solitamente causa interferenze solo nella fase iniziale dell'apprendimento (Perkins & Salomon, 1992): mano a mano che si acquisisce competenza con il materiale nuovo, l'effetto di transfer negativo diminuisce. Per questo motivo, il problema prioritario in qualunque contesto di apprendimento è quello di favorire il transfer positivo, piuttosto che di evitare il transfer negativo. Infatti “il fine ultimo dell'apprendimento non è raggiunto fino a che il transfer positivo non si verifica” (Perkins & Salomon 1992).

1.3.2. Facilitare il transfer

Come evidenziato precedentemente, il transfer è uno dei fini ultimi dell'apprendimento. Tuttavia, la desiderata generalizzazione dell'apprendimento molto spesso non si verifica (Perkins & Salomon, 1992). In questo paragrafo si cercherà di offrire una lista di possibili condizioni che possono favorire il verificarsi del transfer.

- Pratica estensiva e variata (Luria, 1976): il transfer potrebbe dipendere dalla pratica estensiva del compito allenato in una varietà di contesti. Questo permetterebbe di conseguire una varietà di abilità relativamente automatizzate che vengono facilmente evocate in nuove situazioni (Perkins & Salomon, 1992);
- Astrazione esplicita: il transfer potrebbe dipendere dall'astrazione esplicita degli attributi salienti in una situazione di apprendimento. In una dimostrazione

(Gick & Holyoak, 1980, 1983), a dei partecipanti è stato presentato un problema che ammetteva una soluzione specifica. Ai partecipanti che hanno risolto correttamente il problema era chiesto di spiegare il principio sottostante alla risoluzione del quesito (i.e., esplicitazione). Successivamente, ai partecipanti è stato presentato un nuovo problema che richiedeva una procedura risolutiva simile. I partecipanti che avevano esplicitamente riferito il principio risolutivo più esaustivo e completo nel primo problema, hanno avuto maggior successo nella risoluzione del secondo. Questa dimostrazione suggerisce che l'astrazione esplicita dei principi che regolano una specifica situazione di apprendimento può favorire il transfer ad una situazione differente. Per quanto riguarda il livello di astrazione che è necessario raggiungere, a partire dalla teoria degli elementi identici di Thorndike descritta nel paragrafo precedente (vedi paragrafo 1.2.), la letteratura suggerisce che “l'entità che media il transfer si trova ad un livello di astrazione molto elevato”: elementi identici astratti a livello elevato possono apparire in contesti anche molto differenti tra loro, e favorirebbero la generalizzazione degli apprendimenti (Perkins & Salomon, 1992);

- Automonitoraggio attivo: la riflessione metacognitiva sui propri processi di pensiero sembrerebbe promuovere la generalizzazione delle abilità apprese. Una dimostrazione è individuabile negli studi di Belmont, Butterfield e Ferretti (1982) in cui si è tentato di insegnare a bambini con difficoltà cognitive ad applicare strategie di memoria in contesti differenti. Questi studi hanno evidenziato mancanza di transfer. Tuttavia, è stato isolato un possibile fattore che contribuirebbe al successo della generalizzazione: insegnare non soltanto ad applicare una strategia, ma anche a monitorare attivamente i processi cognitivi nell'implementazione della stessa (Perkins & Salomon, 1992);

- Aumento di arousal attraverso la *mindfulness*: la mindfulness si riferisce ad uno stato generalizzato di allerta verso l'attività ed il contesto in cui si è impegnati. L'aumento di arousal attivato dalla mindfulness favorirebbe sia l'astrazione esplicita, sia l'automonitoraggio attivo e, di conseguenza, il transfer dell'apprendimento (Perkins & Salomon, 1992);
- Usare una metafora o una analogia: il transfer è facilitato quando il nuovo materiale è studiato alla luce di concetti precedentemente appresi che fungono da analogie o metafore per i nuovi concetti. Per esempio, degli studenti potrebbero cogliere meglio l'idea di un atomo se presentato come un piccolo sistema solare, oppure potrebbero comprendere meglio il funzionamento del cuore se, di primo acchito, paragonato ad una pompa (Perkins & Salomon, 1992).

1.3.3. Una teoria del transfer a due vie

Il transfer è un costrutto multidimensionale che varia lungo un continuum in cui gli estremi sono il near transfer (i.e., generalizzazione a compiti e contesti vicini e maggiormente relativi al contesto di apprendimento) e far transfer (i.e., generalizzazione a compiti e contesti anche molto lontani da quelli in cui l'apprendimento è avvenuto). Secondo Perkins e Salomon (1992), ci sono due vie del transfer che rendono conto di queste due dimensioni: la **low road** e la **high road**. Nella low road il transfer si verifica quando gli stimoli nel contesto di transfer sono sufficientemente simili a quelli nel contesto di apprendimento, al punto tale da elicitare risposte semiautomatiche: questo è ciò che spesso si verifica nel near transfer. Nella high road il transfer dipende da astrazioni nel contesto di apprendimento e transfer, e dalla ricerca intenzionale di connessioni tra i due contesti: questo meccanismo del transfer richiede un maggiore

investimento di risorse cognitive e sarebbe responsabile del far transfer (Perkins & Salomon, 1992). In alcuni casi particolari le due vie possono agire insieme, tuttavia, costituiscono meccanismi distinti. Molti contesti di apprendimento non incoraggiano l'effetto di transfer di tipo "high road", il quale richiede una astrazione attiva dal contesto di apprendimento e una ricerca attiva di possibili connessioni nel contesto di transfer. Tuttavia, persone maggiormente inclini a processi di tipo metacognitivo o di mindfulness sono più propense ad una generalizzazione di più alto livello (Perkins & Salomon, 1992).

1.4. La multidimensionalità del transfer

La presenza di differenti approcci teorici nella concettualizzazione del transfer fa emergere come questo costrutto abbia una natura complessa e multivariata. Barnett e Ceci nel 2002 hanno formulato una tassonomia del transfer che permette di cogliere la multidimensionalità di questo costrutto. Secondo i due autori, il problema della definizione dell'effetto di transfer è di difficile soluzione, poiché è complicato "identificare con chiarezza dimensioni specifiche che servano a stabilire se il transfer è avvenuto o meno" (Zelinski, 2009). Ciononostante, il transfer ha importanti implicazioni dal punto di vista sia teorico, sia del contesto della vita quotidiana (Barnett & Ceci, 2002): in ogni situazione che prevede l'apprendimento di un comportamento, se l'abilità appresa non generalizza al di fuori del contesto di apprendimento, molto dell'impegno profuso è da ritenersi sprecato (Druckman & Bjork, 1994). Barnett e Ceci pongono l'accento sul fatto che il transfer non è un fenomeno discreto, bensì continuo: varia dal near transfer, più vicino al contesto di apprendimento, al far transfer, che indica una maggiore generalizzazione del comportamento appreso. Barnett e Ceci (2002) forniscono una tassonomia del transfer che si articola in due

dimensioni, contenuto e contesto, nelle quali è possibile individuare sottodimensioni differenti.

Il **contenuto** si articola in tre sottodimensioni:

1. Specificità-generalità dell'abilità appresa: l'abilità appresa può essere un fatto specifico, una procedura che viene automatizzata, un principio generale di problem-solving o un'euristica; più generale è l'abilità appresa, maggiore è la probabilità che generalizzi a contesti differenti (Zelinski, 2009);
2. La natura della performance valutata: si riferisce alla misura della quale ci si aspetta un cambiamento, ovvero la specifica variabile dipendente misurata in un compito cognitivo; più simile è la variabile dipendente misurata tra i due compiti (i.e., compito allenato vs compito di transfer), maggiore è la probabilità che vi sia generalizzazione (Zelinski, 2009);
3. La quantità di risorse cognitive richieste per l'esecuzione del compito transfer: il compito transfer può richiedere che il partecipante sia in grado di ripetere l'attività allentata in maniera automatizzata, oppure può richiedere che il partecipante debba scegliere, tra un ventaglio di procedure precedentemente apprese, la più appropriata per l'esecuzione del compito. Questa distinzione ricalca quella tra memoria di riconoscimento (i.e., attività automatizzata) e memoria di rievocazione (i.e., recupero e selezione della procedura più appropriata). Minore è il coinvolgimento della memoria di rievocazione nel compito allenato, maggiore è la probabilità di generalizzazione (Zelinski, 2009).

Il **contesto** si articola in sei sottodimensioni:

1. Dominio di conoscenza: si riferisce alla conoscenza di base alla quale viene applicata l'abilità appresa (i.e., dominio cognitivo);

2. Contesto fisico: si riferisce sia a macroaspetti (e.g., training svolto a scuola, in laboratorio, a casa, ecc.) sia a microaspetti (e.g., se per la valutazione del transfer viene utilizzata la stessa stanza in cui è stato eseguito l'apprendimento);
3. Contesto temporale: tempo trascorso tra il training e l'esecuzione del compito transfer, ma anche l'eventuale generalizzazione del comportamento appreso ad un compito caratterizzato da un contesto temporale differente (e.g., compiti svolti sotto pressione temporale vs compiti senza alcuna pressione temporale);
4. Contesto funzionale: contesto funzionale in cui l'abilità appresa si colloca e *mindset* che tale abilità induce nel partecipante (e.g., scuola, contesto lavorativo, vita quotidiana, ecc.);
5. Contesto sociale: attività svolta in gruppo, piuttosto che singolarmente;
6. Modalità: dal punto di vista macroscopico, il compito può essere visivo, piuttosto che uditivo, verbale, manuale, ecc. Dal punto di vista microscopico, il compito può essere a scelta multipla, a domande aperte, ecc. Queste modalità implicano una logica sottostante differente: un compito a scelta multipla richiede che il partecipante scelga, tra un ventaglio circoscritto di opzioni, la procedura più idonea per il corretto svolgimento del compito; un compito a domande aperte richiede che il partecipante ricerchi attivamente e recuperi, nel proprio bagaglio di esperienze acquisite in contesti differenti, la procedura più adatta a risolvere correttamente il compito.

Per quanto riguarda il contesto, il transfer è un effetto cumulativo: più sono le dimensioni in cui il compito allenato e il compito transfer si sovrappongono, più l'effetto di transfer si colloca nel versante near transfer del continuum (Zelinski, 2009).

Sebbene questo modello prenda in considerazione diversi aspetti del costrutto di transfer, è importante sottolineare che non vi sono indicazioni specifiche su come identificare il near transfer e il far transfer in queste dimensioni. Dal punto di vista pratico, più l'abilità o il compito appreso si discosta dal compito transfer dal punto di vista del **contenuto** e del **contesto**, più l'effetto di transfer si sposta nel versante far transfer del continuum (Zelinski, 2009).

1.5. Il transfer nel training di potenziamento cognitivo

Per quanto riguarda la generalizzazione degli effetti del training di potenziamento cognitivo in anziani sani, è propedeutico esporre brevemente le principali evidenze di transfer riportate in alcune rassegne della letteratura.

1.5.1. Rassegna della letteratura sul far transfer (Zelinski, 2009)

In questa rassegna viene esaminato il costrutto del far transfer nel training cognitivo alla luce della tassonomia del transfer di Barnett e Ceci (2002). L'autrice afferma che il fine ultimo del training cognitivo nell'invecchiamento, oltre a rallentare il decadimento cognitivo e promuovere la stabilità, è supportare gli anziani in modo che rimangano indipendenti il più a lungo possibile. Nella ricerca sull'invecchiamento, due principali approcci sono stati utilizzati con successo per allenare le abilità cognitive negli anziani: il training strategico e la pratica estesa. Il training strategico è un approccio “*top-down*” che è stato spesso utilizzato per training di memoria, training di ragionamento, training di abilità di pianificazione complesse. La pratica estesa, invece, è un approccio “*bottom-up*” che è stato spesso utilizzato per training di memoria, training dual-task, e training delle abilità attentive, ma anche per abilità di più basso livello come le abilità di discriminazione percettiva. Esempi di training strategico sono l'utilizzo delle

memotecniche e i training di metamemoria, i quali permettono ai partecipanti di monitorare il proprio apprendimento e la rievocazione del materiale appreso, nonché di modificare le proprie convinzioni circa il funzionamento della propria memoria. Un esempio di pratica estesa è ciò che accade con i compiti dual-task: gli studi di dual-task esaminano il costo, in termini di latenza di risposta, di svolgere due compiti contemporaneamente; gli studi di dual-task utilizzano compiti che hanno una struttura composta da numerosi *trial* in cui la sequenza cognitiva e comportamentale messa in atto per la risoluzione del compito viene ripetuta in maniera estesa. Dopo la descrizione di queste macrocategorie di training cognitivo, l'autrice espone la tassonomia del transfer di Barnett e Ceci (2002; vedi paragrafo 1.4.). Zelinski fornisce una interpretazione di questa teoria ponendo l'accento su tre dimensioni del costrutto di transfer:

- La dimensione temporale del costrutto di transfer: “Il tempo per cui il transfer è osservato è la dimensione più critica del transfer”. Più è lungo il periodo in cui il transfer è presente, più il training ha prodotto un effetto di transfer che si colloca nel versante “far” del continuum;
- La dimensione funzionale del transfer: gli effetti del training cognitivo dovrebbero trasferirsi anche al funzionamento quotidiano del partecipante. Questo per la relazione che esiste tra la cognizione e le abilità funzionali (Jobe et al., 2001);
- La dimensione relativa al transfer tra modalità sensoriali differenti riguarda gli aspetti sensoriali degli stimoli utilizzati nel training cognitivo e nel compito di transfer: il transfer avviene se gli effetti del training cognitivo con stimoli in una modalità sensoriale si estendono a compiti in cui vengono utilizzati stimoli in modalità differente.

L'autrice intende valutare queste tre dimensioni del transfer in una selezione di studi sul training cognitivo, focalizzandosi sul far transfer. Altri concetti esaminati sono: la differenza nel far transfer tra training strategico e pratica estesa; la relazione tra *appraisal* dei partecipanti e transfer. È importante sottolineare che nessuna delle pubblicazioni incluse nella rassegna di Zelinski (Zelinski, 2009) è presente nella bibliografia utilizzata per la stesura del presente elaborato. Ciononostante, ritengo utile dal punto di vista teorico riportare le principali evidenze ottenute dall'autrice rispetto all'esistenza di far transfer nel training cognitivo nell'invecchiamento.

- A) Il far transfer nell'invecchiamento esiste in tutte e tre le dimensioni del transfer elencate precedentemente: dimensione temporale, funzionale, modalità sensoriale;
- B) Nel training di memoria, la pratica estesa è più efficace rispetto al training strategico nel produrre un far transfer di tipo funzionale: la probabilità di osservare l'effetto di transfer è influenzata dall'implementazione delle abilità allenate dal training nell'esecuzione del compito di transfer; questo aspetto è soggetto alla *compliance* del partecipante, che può venire meno nel caso di strategie mnestiche complesse e cognitivamente impegnative. Dunque, il training strategico di memoria potrebbe essere meno efficace della pratica estesa nel produrre il far transfer di tipo funzionale perché la strategia acquisita non viene applicata dal partecipante al di fuori del contesto di apprendimento;
- C) Secondo la tassonomia del transfer di Barnett e Ceci (2002), il transfer ha più probabilità di verificarsi se il training allena abilità generali che possono essere applicate a diversi materiali e contesti. In tal senso, è sorprendente che la pratica estesa possa produrre il far transfer, dato che si basa sulla ripetizione di abilità specifiche. Tuttavia, gli studi di pratica estesa che riportano evidenze

di far transfer hanno dei fattori in comune: pratica estesa variata (e.g., in diversi contesti e con diversi materiali) dell'abilità allenata; utilizzo di procedure adattive; variabilità della priorità assegnata ad uno dei due compiti in caso di training di tipo dual-task;

D) La tassonomia di Barnett e Ceci (2002), non valuta l'*appraisal* soggettivo del partecipante quale indicatore di transfer. Tuttavia, dopo un intervento di training cognitivo, i partecipanti possono riportare dei cambiamenti in misure self-report o affettive come: ridotta frustrazione di fronte ai fallimenti, maggiore fiducia nelle proprie capacità cognitive nella vita di tutti i giorni. Questi outcome sono importanti perché, se accuratamente misurati, possono indicare l'effetto del training cognitivo sulla percezione di funzionamento del partecipante in contesto ecologico. Questa percezione è associata all'abilità dell'anziano di rimanere indipendente;

E) Una misura più accurata degli outcome relativi al funzionamento in contesto ecologico gioca un ruolo chiave nel determinare se un intervento di training cognitivo può produrre una generalizzazione dei risultati utile al mantenimento dell'autonomia.

1.5.2. Il transfer nel training delle funzioni esecutive e memoria di lavoro (Karbach & Verhaeghen, 2014)

Gli autori di questa rassegna hanno l'obiettivo di esaminare gli effetti del training delle funzioni esecutive (FE) e della memoria di lavoro (MdL) in partecipanti anziani sani, con una meta-analisi su 49 studi: in particolare, vengono indagati gli effetti specifici del training cognitivo (i.e., prestazione dei partecipanti e dei controlli ai compiti target - criterio) e gli effetti di transfer (i.e., prestazione dei partecipanti e dei controlli ai compiti near o far transfer). Da una lettura attenta

della bibliografia di riferimento è emerso che un solo studio da me selezionato per la stesura del presente elaborato è stato incluso in questa meta-analisi (Brehmer, Westerberg, Bäckman, 2012). L'età dei partecipanti agli studi presi in esame da Karbach e Verhaeghen è nel range 63 - 87 (età media = 69.42; deviazione standard = 3.45). Gli autori hanno calcolato l'effect size (i.e., *d di Cohen*) per ciascun compito cognitivo di ciascuno studio. In particolare, è stato calcolato: il guadagno tra pre-test e post-test dei gruppi sperimentali e di controllo; l'effect size al post-test tra gruppi sperimentali e di controllo (i.e., effetto netto del trattamento). Successivamente sono stati calcolati gli **effect size medi** per i compiti target, near e far transfer di ciascuno studio. Inoltre, per ciascuno degli studi inclusi nella meta-analisi, gli autori hanno considerato le seguenti variabili: età dei partecipanti, numero dei partecipanti, durata della sessione, numero di sessioni, durata del training in ore, intervallo tra pre-test e post-test, tipo di intervento (i.e., training, controlli attivi, controlli passivi), adattività del training, variabile dipendente misurata. Inoltre, è stato effettuato un confronto tra interventi di training cognitivo rivolti alle FE, ed interventi di training cognitivo rivolti alla MdL. Ho scelto di descrivere la procedura eseguita da Karbach e Verhaegen (2014) perché: è una procedura che può essere utilizzata per confrontare tra loro studi sperimentali che descrivono interventi di training cognitivo; gli autori analizzano separatamente gli effetti specifici del training e gli effetti di near e far transfer; inoltre, prendono in esame diverse variabili che potrebbero concorrere nel determinare gli effetti di questi interventi.

Risultati della meta-analisi:

A) Meta-analisi dei guadagni tra pre-test e post-test dei gruppi sperimentali e di controllo:

- I guadagni dei gruppi sperimentali ai compiti target e near transfer sono molto eterogenei ($Q = 286.53$ per le misure target; $Q = 96.03$ per le misure near transfer);
- I guadagni ai compiti target, near e far transfer sono tutti significativamente maggiori di zero per i gruppi sperimentali;
- I guadagni dei gruppi sperimentali ai compiti target sono maggiori rispetto a quelli dei gruppi di controllo ($d_{sperimentale} = .91$; $d_{controllo attivo} = .38$; $d_{controllo passivo} = .13$);
- Gli effetti del training cognitivo sulle misure di near e far transfer sono significativamente minori rispetto agli effetti del training cognitivo sulle misure target ($d_{near} = .47$; $d_{far} = .37$; $d_{target} = .91$);
- Non vi sono differenze significative tra i guadagni medi dei gruppi di controllo attivo e i guadagni medi dei gruppi di controllo passivo in tutte le categorie di compito cognitivo (target: $Q = 3.33$, $p = .068$; near transfer: $Q = .03$, $p = .86$; far transfer: $Q = .07$, $p = .79$);
- Le analisi condotte sui predittori età del partecipante, durata del training, tipo di training (i.e., FE vs MdL) e adattività del training sui guadagni dei gruppi sperimentali ai compiti target e near transfer non hanno riportato risultati significativi ($R^2 = .04$ per gli effect size dei compiti target; $R^2 = .11$ per gli effect size dei compiti near transfer).

B) Meta-analisi degli effect size al post-test tra gruppi sperimentalni e di controllo (i.e., effetti netti del trattamento):

- Tutti gli effect size sono significativamente maggiori di zero; questo significa che gli effetti del training delle FE e della MdL sono significativamente maggiori rispetto alle condizioni di controllo; questo è vero sia per le misure target, sia per i compiti near e far transfer;
- La grandezza degli effect size non varia a seconda del tipo di controllo utilizzato (i.e., controllo attivo vs passivo);
- Ad eccezione degli effetti del training delle FE sulle misure di far transfer ($p = .063$), tutti gli effetti al post-test tra gruppi sperimentalni e di controllo (i.e., effetti netti del trattamento) sono significativi. Inoltre, i due tipi di training (i.e., FE vs MdL) non differiscono significativamente nella grandezza dell'effetto.

Nel complesso, i risultati della meta-analisi di Karbach e Verhaeghen (2014) descrivono il training delle funzioni esecutive (FE) e della memoria di lavoro (MdL) come interventi cognitivi utili nell'ambito dell'invecchiamento normale (i.e., partecipanti anziani sani).

1.5.3. Il transfer nel training della memoria di lavoro (Teixeira-Santos et al., 2019)

L'obiettivo degli autori è indagare in maniera sistematica gli effetti del training della memoria di lavoro (MdL) in partecipanti anziani sani. La meta-analisi è stata condotta su 27 articoli. Da una attenta lettura della bibliografia di riferimento è emerso che 7 di questi articoli corrispondono con quelli da me selezionati per la stesura del presente elaborato (Borella, Cantarella, Carretti, De Lucia, De Beni, 2019; Borella et al., 2014; Borella, Carretti, Riboldi, De Beni, 2010; Borella et al., 2017; Cantarella, Borella, Carretti, Kliegel, De Beni, 2017; Guye & von Bastian,

2017; Stepankova et al., 2014). I 27 esperimenti analizzati dagli autori comprendono un totale di 1130 partecipanti anziani sani in cui l'età media è nel range 62.9 - 87.1 (media = 69.5; deviazione standard = 4.9). Nella meta-analisi di Teixeira-Santos e colleghi il focus è posto sul transfer degli effetti del training della MdL a domini cognitivi differenti: in particolare, per il near transfer sono stati considerati outcome cognitivi di MdL verbale e visuospatiali e memoria a breve termine (MBT) verbale e visuospatiali; per il far transfer sono stati considerati outcome cognitivi di ragionamento. Per stimare gli effetti sono stati calcolati gli effect size (i.e., *g* di Hedges) tra partecipanti ai training di MdL e controlli al post-test per ciascun costrutto (i.e., MdL verbale e visuospatiali, MBT verbale e visuospatiali, ragionamento). Inoltre, gli autori hanno stimato l'effetto dei seguenti moderatori: tipo di controllo (i.e., controllo attivo o passivo), età media dei partecipanti, numero di ore di training, durata del training in settimane, numero di sessioni, tipo di training (i.e., complex span, simple span, updating, misto), anni di scolarità, tipo di outcome cognitivo (i.e., test utilizzato per la valutazione degli effetti di near o far transfer del training cognitivo), abilità cognitiva generale (come misurata con Test del Vocabolario), performance alla baseline.

Risultati della meta-analisi:

A) Generalizzazione degli effetti del training cognitivo al post-test. Effetti di near

e far transfer verso le seguenti funzioni cognitive:

- MdL verbale: effetto di near transfer significativo ($g = 0.23$; 95% CI [0.07, 0.39]);

- MdL visuospatiale: effetto di near transfer significativo ($g = 0.23$; 95% CI [0.03, 0.43]);
- MBT verbale e visuospatiale: nessun effetto di near transfer significativo per la memoria a breve termine verbale ($g = 0.16$; 95% CI [-0.05, 0.36]) e visuospatiale ($g = -0.03$; 95% CI [-0.39, 0.32]);
- Ragionamento: nessun effetto di far transfer significativo ($g = 0.10$; 95% CI [-0.03, 0.23]).

B) Analisi dei moderatori: l'analisi dei moderatori è significativa ($p < .05$) per:

- Numero di sessioni
- Durata del training in settimane
- Numero di ore di training

In particolare, gli effetti nel dominio della MBT verbale e del ragionamento sono minori per training di maggior durata: mentre gli effetti del training cognitivo sulla MBT verbale sono moderati dal numero di ore di training e dalla durata del training in settimane, gli effetti sul dominio del ragionamento sono moderati anche dal numero di sessioni (i.e., maggiore è il numero delle sessioni, minori sono gli effetti del training cognitivo sul ragionamento).

- Tipo di training (i.e., complex span, simple span, updating, misto): gli studi che descrivono un training misto (i.e., più di un tipo di compito di memoria di lavoro) hanno effetti minori sul ragionamento rispetto a training di tipo solo updating e solo complex span;
- Tipo di outcome cognitivo (i.e., test utilizzato per la valutazione degli effetti di near o far transfer del training cognitivo): studi che hanno il Culture Fair Test di Cattell come outcome cognitivo di ragionamento mostrano maggiori effetti al post-test in questo dominio; studi che utilizzano misure complex span di

- near transfer verso il dominio della MdL verbale mostrano effetti maggiori in questo dominio rispetto a studi che utilizzano compiti updating e simple span;
- Tipo di controllo (i.e., controllo attivo o passivo): il tipo di controllo è risultato significativo solo per il transfer al dominio della MdL verbale: gli effetti degli studi che usano un controllo di tipo passivo sono maggiori degli effetti degli studi che usano un controllo di tipo attivo;
 - Performance alla baseline: la performance alla baseline modera gli effetti di transfer del training cognitivo verso il dominio della MBT visuospaziale: i partecipanti con peggiore performance alla baseline traggono maggior beneficio dal training cognitivo;
 - L'analisi dei moderatori non ha portato a risultati significativi per le seguenti variabili: età media dei partecipanti, anni di scolarità dei partecipanti, abilità cognitiva generale dei partecipanti (come misurata con Test del Vocabolario).

1.5.4. Effetti del training single- e multi-component (Basak, Qin, O'Connell, 2020)

In questa meta-analisi, gli autori comparano l'efficacia di 2 tipologie di training cognitivo: il training cognitivo single-component (i.e., training cognitivo di una singola funzione cognitiva) e multi-component (i.e., training cognitivo che prevede l'allenamento di più funzioni cognitive). Inoltre, Basak e colleghi indagano se lo status cognitivo dei partecipanti anziani (i.e., sani vs Mild Cognitive Impairment) interagisce con la grandezza dell'effetto. Questi aspetti sono valutati sia per quanto riguarda il near transfer (i.e., compiti diversi rispetto al training ma che valutano il dominio allenato dal training) sia per quanto riguarda il far transfer (i.e., compiti diversi rispetto al training che valutano abilità cognitive non direttamente allenate). Infine, per gli studi che includono misure di funzionamento cognitivo nella vita quotidiana ($k = 61$), gli autori hanno valutato il

transfer al funzionamento cognitivo nella vita quotidiana. Il focus è posto sul transfer quale generalizzazione dei risultati del training cognitivo a funzioni cognitive non allenate. La meta-analisi è stata eseguita su 167 pubblicazioni che riportano 215 studi e trial clinici sul training cognitivo in partecipanti anziani. Il campione totale è di 12.595 partecipanti anziani (sia sani, sia con Mild Cognitive Impairment). Da una attenta lettura della bibliografia di riferimento è emerso che 11 di questi studi coincidono con quelli da me selezionati per la stesura del presente elaborato (Bellander et al., 2017; Borella et al., 2014; Borella et al., 2010; Borella et al., 2017; Brehmer et al., 2012; Cantarella et al., 2017; Carretti, Borella, Zavagnin, De Beni, 2013; Cavallini, Bottioli et al., 2015; Heinzel, Rimpel, Stelzel, Rapp, 2017; Kim, Chey, Lee, 2017; Stepankova et al., 2014). Dei 215 studi selezionati dagli autori:

- 161 studi hanno come target partecipanti anziani sani, di cui:
 - 94 studi descrivono un training cognitivo di tipo single-component;
 - 67 studi descrivono un training cognitivo di tipo multi-component;
- 54 studi hanno come target partecipanti anziani con diagnosi di Mild Cognitive Impairment (MCI), di cui:
 - 18 studi descrivono un training cognitivo di tipo single-component;
 - 36 studi descrivono un training cognitivo di tipo multi-component;
- Nel complesso gli autori hanno selezionato 112 studi che descrivono interventi di training cognitivo single-component diretti ad allenare le seguenti funzioni cognitive: memoria episodica (34 studi); funzioni esecutive (51 studi); ragionamento (10 studi); velocità di elaborazione (15 studi); elaborazione semantica e del linguaggio (2 studi);
- Nel complesso gli autori hanno selezionato 103 studi che descrivono interventi di training cognitivo multi-component con i seguenti formati:

- 60 studi eseguiti in laboratorio;
- 23 studi eseguiti in classe;
- 20 studi che hanno utilizzato metodologie di engagement training (e.g., videogame).

Per ciascuno studio Basak e colleghi hanno considerato le seguenti variabili per una successiva analisi dei moderatori: caratteristiche dei partecipanti (i.e., percentuale di donne, età media, scolarità media); caratteristiche del training cognitivo (i.e., totale ore di training, ore di training per settimana); caratteristiche dei controlli (i.e., controlli attivi o passivi); adattività del training; setting (i.e., laboratorio vs casa del partecipante). Gli autori hanno eseguito una meta-analisi sull'effect size degli studi (i.e., *g di Hedges*) in modo che: maggiore è la grandezza dell'effetto, maggiore è il guadagno dei gruppi sperimentali rispetto ai gruppi di controllo al post-test.

Risultati della meta-analisi:

A) Effetti complessivi del training cognitivo al post-test:

- Gli studi sono caratterizzati da una significativa eterogeneità ($Q = 1062.4$, $I^2 = 79.86\%$);
- L'effetto complessivo del training cognitivo sulla cognizione dei partecipanti è positivo e statisticamente significativo ($g = 0.28$, 95% CI [0.23, 0.33], $p < .01$);
- Questo è vero sia per i partecipanti anziani sani ($g = 0.28$, 95% CI [0.22, 0.34], $p < .01$), sia per i partecipanti anziani con diagnosi di MCI ($g = 0.27$, 95% CI [0.18, 0.37], $p < .01$);
- L'effetto complessivo del training cognitivo sulla cognizione dei partecipanti è positivo e statisticamente significativo sia per il training cognitivo di tipo single-

component ($g = 0.29$, 95% CI [0.23, 0.36], $p < .01$), sia per il training cognitivo di tipo multi-component ($g = 0.26$, 95% CI [0.16, 0.27], $p < .01$).

B) Effetti di transfer del training cognitivo al post-test:

- L'effetto di near transfer complessivo del training cognitivo ($g = 0.37$, 95% CI [0.3, 0.44], $p < .01$) è significativamente maggiore rispetto a quello di far transfer ($g = 0.22$, 95% CI [0.16, 0.27], $p < .01$; $Q = 10.59$, $p < .01$);
- Questo è vero sia per il training cognitivo single-component ($Q = 6.47$, $p < .01$), sia per il training cognitivo multi-component ($Q = 4.2$, $p < .01$);
- Tuttavia, non vi sono differenze significative nella dimensione dell'effetto di near transfer ($Q = 0.06$, $p = .82$) e di far transfer ($Q = 0.22$, $p = .64$) tra training cognitivo single-component e multi-component;
- Considerando la funzione cognitiva allenata dal training ed escludendo il training dell'elaborazione semantica e del linguaggio ($k = 2$), le quattro rimanenti categorie di training cognitivo single-component (i.e., funzioni esecutive, memoria episodica, ragionamento, velocità di elaborazione) presentano effetti di near transfer significativi, con il valore di g nel range 0.22 - 0.44. Tuttavia, effetti significativi di far transfer sono emersi solamente per il training single-component delle funzioni esecutive ($g = 0.31$, 95% CI [0.20, 0.42]) e della memoria episodica ($g = 0.21$, 95% CI [0.04, 0.38]);
- Considerando i formati del training cognitivo di tipo multi-component, tutti e tre i formati (i.e., laboratorio, in classe, engagement training) riportano significativi effetti di near transfer (con g nel range 0.19 - 0.46) e di far transfer (con g nel range 0.17 - 0.29).

C) Effetti del training cognitivo sul funzionamento cognitivo dei partecipanti nella vita quotidiana:

- L'effetto complessivo del training cognitivo sul funzionamento cognitivo dei partecipanti nella vita quotidiana è significativo ($k = 61$; $g = 0.22$, 95% CI [0.12, 0.32], $p < .01$);
- Questo è vero sia per i partecipanti anziani sani ($g = 0.19$, 95% CI [0.08, 0.32], $p < .01$), sia per i partecipanti con diagnosi di MCI ($g = 0.26$, 95% CI [0.08, 0.44], $p < .01$); inoltre, l'effetto sul funzionamento cognitivo dei partecipanti nella vita quotidiana è significativo sia per il training cognitivo di tipo single-component ($g = 0.21$, 95% CI [0.02, 0.39], $p < .05$), sia per il training cognitivo di tipo multi-component ($g = 0.25$, 95% CI [0.09, 0.40], $p < .01$);

D) Analisi sui moderatori degli effetti complessivi del training cognitivo:

- Tipo di controllo (i.e., controlli attivi o passivi): nessuna differenza nell'effect size complessivo tra gli studi che utilizzano controlli passivi ($g = 0.25$, 95% CI [0.19, 0.31], $p < .01$), e gli studi che utilizzano controlli attivi ($g = 0.31$, 95% CI [0.25, 0.38], $p < .01$; $Q = 2.12$, $p = .12$);
- Adattività del training: nessuna differenza nell'effect size complessivo tra gli studi che utilizzano procedure adattive ($g = 0.26$, 95% CI [0.2, 0.31], $p < .01$), e gli studi che utilizzano procedure non adattive ($g = 0.28$, 95% CI [0.22, 0.35], $p < .01$; $Q = 0.36$, $p = .54$);
- Setting: nessuna differenza nell'effect size complessivo tra gli studi svolti in laboratorio ($g = 0.27$, 95% CI [0.22, 0.32], $p < .01$), e gli studi svolti a casa del partecipante ($g = 0.29$, 95% CI [0.21, 0.38], $p < .01$; $Q = 0.26$, $p = .60$);
- Le caratteristiche dei partecipanti (i.e., percentuale di donne, età media, scolarità media) hanno influenzato l'effect size medio complessivo ($Q_M = 7.39$, $p = .05$). In particolare, solamente la scolarità media dei partecipanti ha influenzato l'effect size medio complessivo ($p < .01$): maggiore è la scolarità media dei partecipanti, minore è l'effect size medio complessivo;

- Le caratteristiche del training cognitivo (i.e., totale ore di training, ore di training per settimana) non costituiscono un predittore dell'effect size medio complessivo ($Q_M = 3.16$, $p = .08$).

Capitolo 2. Generalizzazione degli effetti del training di potenziamento cognitivo in anziani sani: analisi della letteratura

La natura eterogenea e multivariata del transfer lo rendono un effetto complesso da valutare: i risultati presenti in letteratura sono molto eterogenei e spaziano da un effetto di transfer assente (e.g., Stamenova et al., 2014) ad un effetto di transfer molto grande (e.g., Borella et al., 2010; vedi Appendice B). Le rassegne analizzate (vedi Capitolo 1, paragrafo 1.5.), mostrano come interventi di potenziamento cognitivo rivolti a funzioni differenti possano determinare effetti che si estendono a domini non allenati. Per questo motivo ho scelto di indagare ulteriormente l'effetto di transfer includendo contributi più recenti con partecipanti anziani sani. Tuttavia, al contrario delle rassegne descritte, ho scelto di *non* limitare la ricerca bibliografica a interventi di training cognitivo rivolti solo ad alcune specifiche funzioni cognitive. Gli obiettivi principali della presente rassegna sono:

- A) Raccogliere le evidenze presenti in letteratura circa la generalizzazione degli effetti del training di potenziamento cognitivo in anziani sani;
- B) Confrontare gli studi selezionati relativamente agli effetti specifici del training di potenziamento cognitivo e effetti di transfer (i.e., near e far transfer) ed analizzare le evidenze emerse alla luce della letteratura precedente.

2.1. Ricerca bibliografica

Per ricercare articoli pertinenti è stato utilizzato il motore di ricerca PsycINFO (Ovid). Sono state utilizzate le seguenti parole-chiave:

- **Parola-chiave 1:** *Cognitive training* o *Computer training* o *Videogame training* inserite nel campo “All Fields” per identificare l’ambito generale di interesse;
- **Parola-chiave 2:** *Healthy older adults* o *Healthy aging* inserite nel campo “All Fields” per delimitare la popolazione di riferimento;
- **Parola-chiave 3:** *Transfer* inserita nel campo “Title” o “Key Concepts” o *Generalization* inserita nel campo “Title” o “Key Concepts” per circoscrivere la ricerca bibliografica ai soli studi o rassegne che trattano la generalizzazione degli effetti del training di potenziamento cognitivo.

Sono state eseguite 24 ricerche bibliografiche singole in cui le parole chiave sono state combinate tra loro utilizzando l’operatore logico “AND”. Quindi, le singole ricerche sono state unite utilizzando l’operatore logico “OR” per escludere le ripetizioni. Infine, sono stati inseriti i seguenti limiti aggiuntivi:

- Lingua: English Language;
- Age Group: age 65 yrs and older;
- Document Type: Journal Articles.

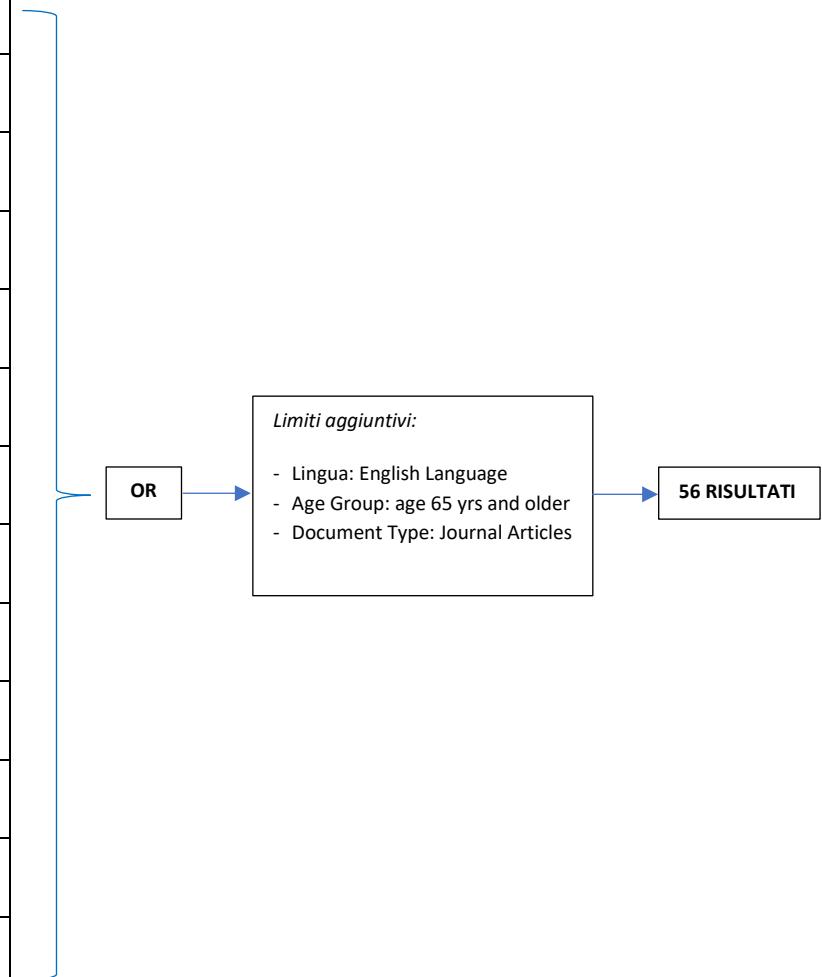
L’ultima ricerca è stata eseguita in data 25 Novembre 2020. La ricerca bibliografica ha portato ad un totale di 56 risultati. Nella Tabella 2 sono riportati in maniera schematica i passaggi seguiti per eseguire la ricerca bibliografica.

Parola-chiave 1	Operatore logico	Parola-chiave 2	Operatore logico	Parola-chiave 3	Risultati
Cognitive Training	AND	Healthy older adults	AND	Transfer (Key Concepts)	71
Cognitive Training	AND	Healthy older adults	AND	Transfer (Title)	50
Cognitive Training	AND	Healthy older adults	AND	Generalization (Key Concepts)	3
Cognitive Training	AND	Healthy older adults	AND	Generalization (Title)	3
Cognitive Training	AND	Healthy aging	AND	Transfer (Key Concepts)	17
Cognitive Training	AND	Healthy aging	AND	Transfer (Title)	13
Computer Training	AND	Healthy older adults	AND	Transfer (Key Concepts)	1
Computer Training	AND	Healthy older adults	AND	Transfer (Title)	1
Videogame Training	AND	Healthy older adults	AND	Transfer (Key Concepts)	2
Videogame Training	AND	Healthy older adults	AND	Transfer (Title)	4
Videogame Training	AND	Healthy older adults	AND	Generalization (Key Concepts)	1
Videogame Training	AND	Healthy aging	AND	Transfer (Key Concepts)	2
Videogame Training	AND	Healthy aging	AND	Transfer (Title)	2

* Se non diversamente specificato, le parole chiave sono state inserite nel campo "All Fields".

** Nella tabella non sono state inserite le combinazioni che hanno dato zero risultati.

Tabella.2. Presentazione schematica dei passaggi seguiti per eseguire la ricerca bibliografica.



Dei 56 risultati individuati, 4 sono review o meta-analisi (vedi Capitolo 1, paragrafo 1.5.), mentre 52 sono ricerche originali. Le 52 ricerche originali sono state lette integralmente per verificare la presenza dei seguenti criteri di inclusione:

- a. Pertinenza con l'argomento della presente rassegna: generalizzazione degli effetti del training di potenziamento cognitivo in anziani sani;
- b. Presenza di un gruppo di controllo (i.e., gruppo di controllo attivo o passivo);
- c. Presenza di almeno un compito *criterio* per verificare gli effetti specifici del training di potenziamento cognitivo e di compiti *near* e/o *far transfer* per verificare gli effetti di generalizzazione (i.e., effetti di transfer);
- d. Partecipanti anziani, cognitivamente integri e senza diagnosi di patologie cliniche rilevanti;
- e. La ricerca deve riportare le medie e le deviazioni standard del gruppo sperimentale e del gruppo di controllo ai compiti *criterio*, *near* e *far transfer*.

Sulla base dei criteri di inclusione sono state escluse 32 ricerche originali. Numerosità delle pubblicazioni escluse e motivazioni dell'esclusione sono riportate nella Tabella 3.

Motivazione esclusione	Numerosità
La pubblicazione si concentra sugli effetti delle tecniche di stimolazione cerebrale non invasiva e non del training cognitivo	2
La pubblicazione non tratta l'effetto di transfer	1
La pubblicazione si concentra su indici neurofisiologici/correlati neurali	3
Mancanza di un gruppo di controllo	6
Mancanza di un compito criterio	7
I partecipanti non appartengono alla fascia di età di interesse	1
I partecipanti presentano diagnosi di Alzheimer	1
I partecipanti sono anziani con deficit cognitivo	1
I partecipanti presentano diagnosi di MCI	2
I partecipanti presentano diagnosi di Parkinson	1
Mancanza di medie e deviazioni standard	6
Full-Text non trovato	1
Totale esclusi	32

Tabella.3. Numerosità delle pubblicazioni escluse e motivazioni dell'esclusione.

Nella presente rassegna sono state inserite 20 ricerche originali in cui vengono presentati 27 confronti sperimentali (i.e., confronti tra un gruppo sperimentale e un gruppo di controllo) che trattano la generalizzazione degli effetti del training di potenziamento cognitivo in anziani sani. Le ricerche selezionate coprono il periodo temporale dal 2010 al 2020. Per spiegare la discrepanza numerica tra le 20 ricerche originali individuate e i 27 confronti sperimentali selezionati, è utile descrivere la suddivisione degli studi che si è adottata (vedi Appendice A):

- La pubblicazione di Bottioli, Cavallini, Dunlosky, Vecchi, Hertzog (2013) comprende due studi sperimentali: un primo studio confronta due gruppi sperimentali (i.e., training di memoria con memotecniche + training strategico

di memoria; solo training di memoria con memotecniche) con un gruppo di controllo passivo; il secondo studio presenta i dati di un solo gruppo sperimentale (i.e., training di memoria con memotecniche + training strategico di memoria autosomministrato dai partecipanti con un manuale) e un gruppo di controllo passivo. Dunque, per rendere più omogeneo il confronto tra gli studi, si è scelto di suddividere la pubblicazione in 3 studi sperimentali, corrispondenti ai 3 confronti separati tra gruppi sperimentali e gruppi di controllo (i.e., Bottiroli et al., 2013a; Bottiroli et al., 2013b; Bottiroli et al., 2013c);

- La pubblicazione di Borella et al. (2014) presenta due confronti tra gruppi sperimentali e gruppi di controllo attivo: un primo confronto presenta i dati di partecipanti di età compresa nel range 65 - 75 anni di età; nel secondo confronto, i partecipanti hanno un'età compresa nel range 76 - 84 anni di età. Anche in questo caso, la pubblicazione è stata divisa in due studi, corrispondenti ai due confronti separati tra gruppi sperimentali e gruppi di controllo delle rispettive fasce di età (i.e., Borella et al., 2014a; Borella et al., 2014b);
- La pubblicazione di Stepankova et al. (2014) confronta due gruppi sperimentali (i.e., 7 sessioni di training N-Back di memoria di lavoro; 18 sessioni dello stesso training N-Back di memoria di lavoro) con un gruppo di controllo passivo: la pubblicazione è stata divisa in due studi sperimentali, corrispondenti ai due confronti separati tra gruppi sperimentali e gruppo di controllo passivo (i.e., Stepankova et al., 2014a; Stepankova et al., 2014b);
- La pubblicazione di Borella et al. (2017) confronta due gruppi sperimentali (i.e., solo training di memoria di lavoro; training di memoria di lavoro + training strategico con immagini mentali) con un gruppo di controllo attivo: la

pubblicazione è stata divisa in due studi, corrispondenti ai due confronti separati tra gruppi sperimentali e gruppo di controllo attivo (i.e., Borella et al., 2017a; Borella et al., 2017b);

- La pubblicazione di Meneghetti, Carbone, Di Maggio, Toffalini, Borella (2018) confronta due gruppi sperimentali (i.e., training di rotazione mentale + training strategico di rotazione mentale; solo training di rotazione mentale) con un gruppo di controllo attivo: la pubblicazione è stata divisa in due studi, corrispondenti ai due confronti separati tra gruppi sperimentali e gruppo di controllo attivo (i.e., Meneghetti et al., 2018a; Meneghetti et al., 2018b);
- La pubblicazione di Brum, Borella, Carretti, Sanches Yassuda (2020) presenta due studi distinti (i.e., Brum et al., 2020a; Brum et al., 2020b).

Dunque, dalle 20 ricerche originali selezionate sono stati estratti i dati di 27 confronti sperimentali tra un gruppo sperimentale ed un gruppo di controllo (i.e., controllo attivo o passivo; vedi Appendice A). Per semplificare, d'ora in poi ci si riferirà ai 27 confronti sperimentali con il termine *studi* o *studi sperimentali* facendo riferimento alla tabella in Appendice A.

2.1.1. Linee guida per la ricerca bibliografica

Per eseguire una rassegna sistematica o una meta-analisi è necessario seguire le linee guida del Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-analyses (PRISMA). Tuttavia, l'obiettivo del presente elaborato non è effettuare una meta-analisi esaustiva e rigorosa: l'obiettivo centrale è quello di raccogliere le principali evidenze presenti in letteratura circa la generalizzazione degli effetti del training di potenziamento cognitivo in anziani sani, e confrontare gli studi selezionati (vedi Appendice A) relativamente alla dimensione degli effetti specifici del training di potenziamento cognitivo e degli effetti di transfer (i.e., near e far

transfer; vedi Appendice B). Ciononostante, in questo paragrafo si riportano le linee guida del PRISMA Statement (Moher, Liberati, Tetzlaff, Altman, The Prisma Group, 2009) per confrontarle con la procedura da me utilizzata, in particolare, per la ricerca bibliografica. Il PRISMA Statement è una checklist di 27 item che riporta le procedure da seguire per eseguire una rassegna sistematica o una meta-analisi. In questo paragrafo ci si concentrerà sulla sezione *Metodi* della checklist, ove sono riportate le linee guida per la ricerca bibliografica e la selezione degli studi di interesse. La sezione *Metodi* consta di 12 item. Nella Tabella 4 sono riportati gli item della sezione *Metodi* del PRISMA Statement (Moher et al., 2009) ed è indicato per ciascuna voce se la procedura è stata seguita o meno per la stesura della presente rassegna.

Item	Descrizione	Linea guida seguita	Linea guida non seguita
Protocollo e registrazione	Indicare se esiste un protocollo della revisione, dove può essere consultato (ad es. un indirizzo web) e, se disponibili, fornire le informazioni relative alla registrazione, incluso il numero di registrazione		X
Criteri di eleggibilità	Specificare le caratteristiche dello studio e riportare quelle utilizzate come criteri di eleggibilità (es. gli anni considerati, la lingua e lo status di pubblicazione), riportando le motivazioni	X	
Fonti di informazione	Descrivere tutte le fonti di informazione della ricerca (es. database con l'intervallo temporale coperto, contatto con gli autori per identificare ulteriori studi), riportando la data dell'ultima ricerca effettuata	X	
Ricerca	Riportare la strategia di ricerca bibliografica completa per almeno un database, includendo tutti i filtri utilizzati, per garantirne la riproducibilità	X	
Selezione degli studi	Rendere esplicito il processo di selezione degli studi (es. screening, eleggibilità, inclusione nella revisione sistematica e, se applicabile, nella meta-analisi)	X	
Processo di raccolta dati	Descrivere il metodo per l'estrazione dei dati dai report (es. moduli guidati, indipendentemente, in doppio) e ogni processo per ottenere e confermare i dati dai ricercatori		X
Caratteristiche dei dati	Elencare e definire tutte le variabili per le quali i dati sono stati cercati e ogni assunzione e semplificazione effettuata	X	
Rischio di bias nei singoli studi	Descrivere i metodi utilizzati per valutare il rischio di bias nei singoli studi (precisando se la valutazione è stata fatta a livello di studio o di outcome) e come questa informazione è utilizzata nella sintesi dei dati		X
Misure di sintesi	Indicare le principali misure di sintesi (es. rischio relativo, differenza tra medie)	X	
Sintesi dei risultati	Descrivere i metodi per gestire i dati e combinare i risultati degli studi, se applicabile, includendo misure di consistenza (es. I^2) per ciascuna meta-analisi	X	
Rischio di bias tra gli studi	Specificare qualsiasi valutazione del rischio di bias che può influire sulla stima cumulativa (es. bias di pubblicazione, reporting selettivo tra gli studi)	X	
Analisi aggiuntive	Descrivere i metodi delle eventuali analisi aggiuntive (es. analisi di sensibilità o per sottogruppi, meta-regressioni), indicando quali erano predefinite		X

Tabella.4. Tabella adattata da Moher et al., 2009. PRISMA Statement, sezione Metodi. Per ogni item della Checklist è indicato se tale linea guida è stata seguita per la stesura della presente rassegna.

Un altro aspetto su cui è importante soffermarsi è l'esaustività della ricerca bibliografica. In tal senso, la ricerca bibliografica qui descritta si limita al solo database PsycINFO (Ovid) e, pertanto, non può considerarsi esaustiva.

2.2. Classificazione degli studi selezionati

Per rendere più agevole l'analisi e il confronto dei 27 studi sperimentali selezionati è stata costruita una tabella in cui gli studi sono stati classificati secondo diversi aspetti. La tabella a cui si fa riferimento è quella riportata in Appendice A. Per ciascuno studio sperimentale, oltre al training di potenziamento cognitivo utilizzato, sono state riportate le seguenti caratteristiche:

- Funzione allenata;
- Setting: in laboratorio, a casa del partecipante, in classe, in residenza protetta;
- Numero delle sessioni: numero delle sessioni di training svolte, escluse le sessioni pre-test e post-test. Alcuni studi riportano il range del numero di sessioni svolte, senza indicare la relativa media e deviazione standard; per rendere omogeneo il confronto tra gli studi, in questi casi si è scelto di riportare il numero minimo delle sessioni svolte (Brehmer et al., 2012; Stepankova et al., 2014a, 2014b);
- Durata della sessione (minuti). Alcuni studi riportano il range di durata della singola sessione, senza indicare la relativa media e deviazione standard; per rendere omogeneo il confronto tra gli studi, in questi casi si è scelto di riportare la durata minima della singola sessione (Carretti et al., 2013; Stamenova et al., 2014; Stepankova et al., 2014a, 2014b; Borella et al., 2017a, 2017b; Bottiroli, Cavallini, Dunlosky, Vecchi, Hertzog, 2017; Cantarella et al., 2017; Guye & von Bastian, 2017; Jonasson et al., 2017; Borella et al., 2019; Brum et al., 2020a, 2020b). È importante sottolineare, inoltre, che tre studi non

riportano la durata della sessione (Bottiroli et al., 2013c; Cavallini, Bianco et al., 2015; Cavallini, Bottiroli et al., 2015);

- Durata totale del training (ore): calcolata moltiplicando il numero delle sessioni (escluse pre-test e post-test) per la durata della sessione; non è stato possibile calcolare questo valore per gli studi Bottiroli et al., 2013c; Cavallini, Bianco et al., 2015; Cavallini, Bottiroli et al., 2015;
- Adattività del training di potenziamento cognitivo;
- Tipo di controllo utilizzato nello studio sperimentale del training di potenziamento cognitivo: condizione di controllo attivo o passivo.

2.3. Caratteristiche degli studi

2.3.1. *Funzione allenata*

Dei 27 studi selezionati che trattano la generalizzazione degli effetti del training di potenziamento cognitivo in anziani sani:

- 15 descrivono un training della memoria di lavoro (MdL), sia essa verbale o visuosaziale;
- 7 descrivono un training di memoria (i.e., memoria episodica);
- 2 descrivono un training dell'abilità visuosaziale di rotazione mentale;
- 1 descrive un training della teoria della mente;
- 1 descrive un training del controllo cognitivo;
- 1 descrive un training di tipo aerobico. Questo training in particolare indaga la generalizzazione degli effetti di un training aerobico in diversi domini cognitivi: memoria, velocità di elaborazione, funzioni esecutive, memoria di lavoro. Per questo motivo, pur non trattandosi di un training cognitivo, si è scelto di includerlo nella rassegna.

Già da questi dati è possibile ottenere alcune informazioni. Innanzitutto, il numero degli studi che trattano la generalizzazione degli effetti di un training di potenziamento cognitivo in partecipanti anziani sani è ancora piuttosto esiguo. Inoltre, ben quindici studi su ventisette descrivono un training cognitivo della memoria di lavoro (MdL). La MdL è una funzione cognitiva coinvolta nella maggior parte dei processi cognitivi: questo potrebbe spiegare la maggiore numerosità degli studi volti ad indagare la generalizzazione degli effetti del training della MdL.

2.3.2. Setting

Dei 27 studi selezionati che trattano la generalizzazione degli effetti del training di potenziamento cognitivo in anziani sani:

- 16 descrivono training somministrati da uno sperimentatore in laboratorio;
- 7 descrivono training autosomministrati dai partecipanti a casa propria;
- 3 descrivono training somministrati da uno sperimentatore a più partecipanti contemporaneamente, in un ambiente definito “in classe”;
- 1 descrive un training autosomministrato dai partecipanti presso una residenza protetta.

Dal punto di vista metodologico, somministrare un training di potenziamento cognitivo in laboratorio, a casa del partecipante o in classe porta con sé implicazioni differenti. Il principale vantaggio della somministrazione in laboratorio è che la procedura di somministrazione così come la manipolazione delle variabili sono interamente controllate dallo sperimentatore. Tuttavia, vi sono evidenze in letteratura che il training cognitivo home-based abbia degli effetti positivi maggiori rispetto al training somministrato esclusivamente in laboratorio o in ambiente terapeutico. Questo è vero soprattutto in domini cognitivi come

attenzione e memoria, per cui un ambiente ben conosciuto come quello domestico ha un effetto positivo sui processi di apprendimento e sulla generalizzazione degli effetti (Boman, Lindstedt, Hemmingsson, Bartfai, 2004). In tal senso, è importante evidenziare che degli 7 studi home-based inclusi in questa rassegna, 3 descrivono un training di memoria e 4 di memoria di lavoro (MdL). L'unico studio svolto in residenza protetta descrive anch'esso un training di memoria ed è assimilabile ai training home-based, in quanto la residenza protetta costituisce il domicilio del paziente. Per quanto riguarda i training di potenziamento cognitivo somministrati in classe, invece, essi sono caratterizzati da un maggior controllo del disegno sperimentale rispetto ai training home-based e godono del vantaggio di un'ottimizzazione dei tempi di somministrazione: il training viene somministrato a più partecipanti contemporaneamente. Tuttavia, le caratteristiche logistico-organizzative del training in classe possono influire sull'aderenza al trattamento: l'impossibilità di partecipare alle sessioni di training per ragioni logistiche o mancanza di tempo a disposizione può influire sul drop-out (Smith-Ray, Makowski-Woidan, Hughes, 2014).

2.3.3. Numero, durata delle sessioni, durata totale del training

I training di potenziamento cognitivo descritti nei 27 studi presi in esame sono caratterizzati da un'ampia variabilità dal punto di vista sia del numero di sessioni (range 3 - 72; media = 10.22; deviazione standard = 14.38; escluse le sessioni pre-test e post-test) sia della durata della singola sessione (range 20 - 120 minuti; media = 47.00 minuti; deviazione standard = 27.78). È importante ripetere che tre studi non riportano la durata della singola sessione (Bottiroli et al., 2013c; Cavallini, Bianco et al., 2015; Cavallini, Bottiroli et al., 2015). Successivamente è stata calcolata la durata totale del training di potenziamento cognitivo in ore,

escluse le sessioni pre-test e post-test. Anche relativamente alla durata totale del training in ore, gli studi sono caratterizzati da un'ampia variabilità (range 1.5 - 36 ore; media = 7.02 ore; deviazione standard = 8.16). Analogamente alla durata della singola sessione, non è stato possibile calcolare questo valore per gli studi Bottiroli et al., 2013c, Cavallini, Bianco et al., 2015, Cavallini, Bottiroli et al., 2015. La Figura 1 riporta nel dettaglio la durata totale del training di potenziamento cognitivo in ore degli studi presi in esame.

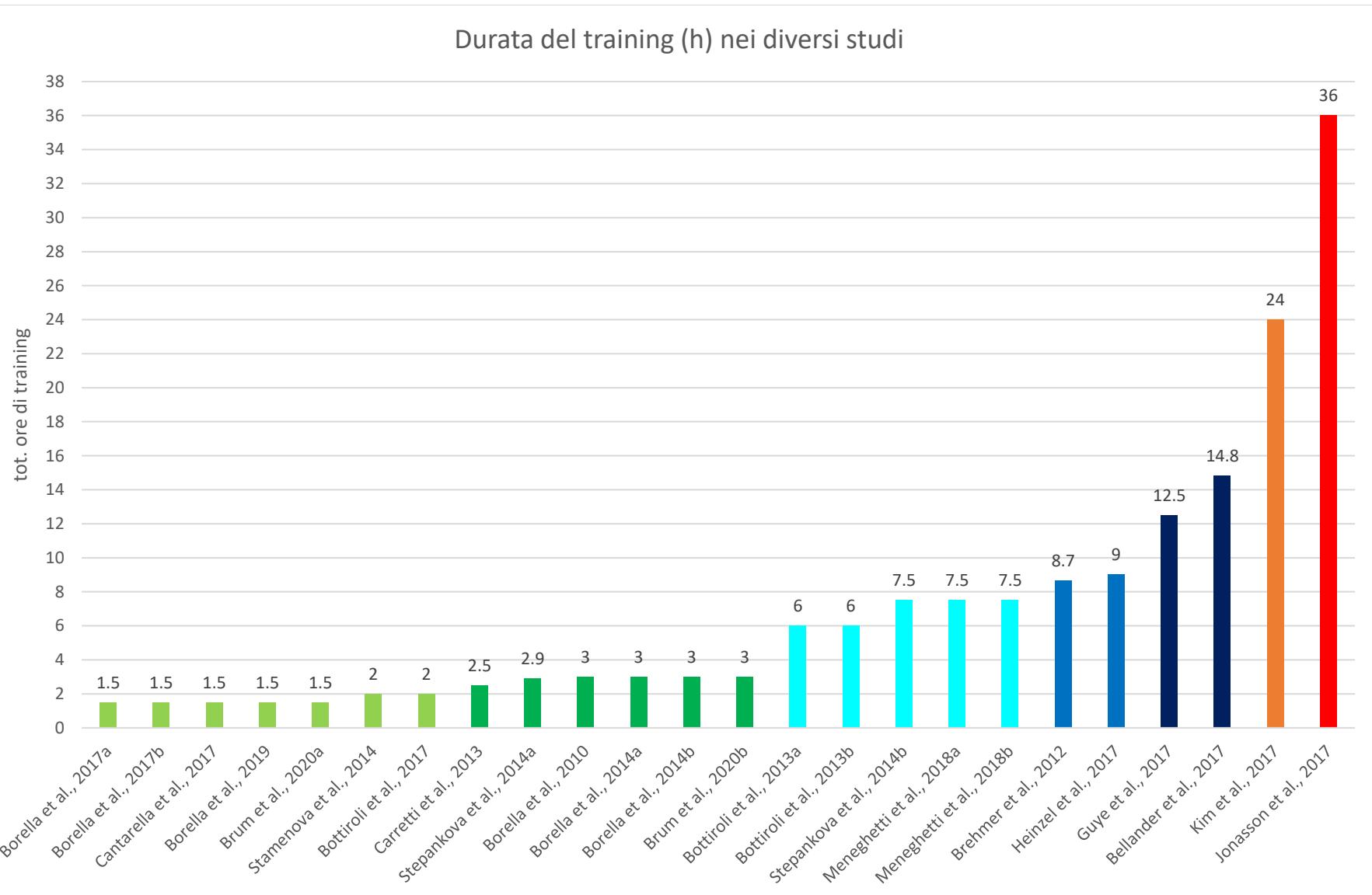


Figura.1. Durata complessiva del training di potenziamento cognitivo (in ore) nei diversi studi presi in esame. La siglatura fa riferimento a quanto riportato in Appendice A.

Vi sono evidenze in letteratura che la durata del training sia un fattore importante per ottenere dei buoni risultati. In particolare, l'efficacia del training cognitivo risiede nella premessa che la pratica ripetuta e frequente di un compito migliori la performance al compito stesso e a compiti simili (Nguyen, Murphy, Andrews, 2019). Per estensione, ciò consentirebbe di ottenere un potenziamento della funzione cognitiva allenata dal compito mediante l'apprendimento e la ripetizione.

2.3.4. Adattività del training di potenziamento cognitivo

Dei 27 studi selezionati che trattano la generalizzazione degli effetti del training di potenziamento cognitivo in anziani sani:

- 17 descrivono training di tipo adattivo;
- 9 descrivono training di tipo non adattivo;
- 1 training di potenziamento cognitivo è di tipo aerobico; questo training non interviene su una funzione cognitiva, e non utilizza un training classificabile rispetto alla dimensione dell'adattività.

L'adattività di un training cognitivo implica la capacità del training di aggiustare continuamente il livello di difficoltà del compito a seconda del livello di performance del partecipante. Ciò assicura che il training non sia troppo facile né troppo difficile per il partecipante (Nguyen et al., 2019). Vi sono evidenze in letteratura che training di tipo adattivo determinino miglioramenti più consistenti sia negli outcome cognitivi direttamente allenati dal compito, sia in compiti near e far transfer (Nguyen et al., 2019).

2.3.5. L'importanza dei controlli attivi

Dei 27 studi selezionati che trattano la generalizzazione degli effetti del training di potenziamento cognitivo in anziani sani:

- 19 utilizzano un gruppo di controllo attivo;
- 8 utilizzano un gruppo di controllo passivo.

Già da questo dato è possibile capire come in questo ambito di ricerca si sia compresa l'importanza di utilizzare gruppi di controllo attivo. Mentre i controlli passivi partecipano solamente alle sedute pre-test e post-test, i partecipanti assegnati alla condizione di controllo attivo vengono impegnati per lo stesso tempo dei partecipanti assegnati alla condizione sperimentale. Tuttavia, le attività svolte dal gruppo di controllo attivo sono scelte in modo da non influenzare la funzione cognitiva allenata dal training di potenziamento cognitivo. In sintesi, la condizione di controllo attivo risponde alla necessità di produrre gli stessi effetti non-focali del training (i.e., aspettative, motivazione, stimolazione cognitiva generale, interazione sociale) senza influenzare il costrutto di interesse (Schmiedek, 2016). È preferibile questo tipo di controllo perché permette una stima più accurata degli effetti specifici del training e degli effetti di transfer. Infatti, gli studi sperimentali con controllo esclusivamente passivo rischiano di sovrastimare tali effetti (Nguyen et al., 2019). Nella tabella in Appendice A si trovano gli studi classificati sulla base del gruppo di controllo utilizzato (i.e., controllo attivo o passivo). Inoltre, nella stessa tabella sono indicate le attività svolte dai gruppi di controllo attivo nei vari studi. In tal senso, si evidenzia il caso particolare dello studio di Brehmer et al. (2012): il controllo attivo scelto per questo studio è di tipo “*Low Level Practice*”; in questi casi il gruppo di controllo attivo svolge la stessa attività del gruppo sperimentale, per lo stesso tempo del gruppo sperimentale; tuttavia, il livello di difficoltà nel caso del gruppo di controllo

attivo resta basso e costante. Il livello di difficoltà basso e costante scelto per il gruppo di controllo attivo non dovrebbe determinare degli effetti sostanziali sulla cognizione, tali da indurre una sottostima dell'effetto del training di potenziamento cognitivo svolto dal gruppo sperimentale: ciononostante, si potrebbe obiettare che il gruppo di controllo ha ricevuto un training che, per quanto di intensità bassa e costante, è comunque rivolto alla stessa funzione allenata nel gruppo sperimentale. Un altro caso particolare è quello degli studi di Stamenova et al. (2014) e Bellander et al. (2017): nel primo studio il gruppo sperimentale è sottoposto a un training di memoria di rievocazione, mentre il gruppo di controllo attivo svolge un compito di memoria di riconoscimento con gli stessi item del training; nel secondo studio il gruppo sperimentale viene sottoposto a un training di memoria associativa, mentre il gruppo di controllo attivo svolge un training di memoria di riconoscimento. In questi due studi, la funzione allenata dal training di potenziamento cognitivo e la funzione coinvolta nell'attività del gruppo di controllo attivo appartengono entrambe al dominio cognitivo della memoria: questa parziale sovrapposizione potrebbe essere considerata un limite metodologico dello studio e potrebbe portare ad una stima errata degli effetti del training di potenziamento cognitivo svolto dal gruppo sperimentale. Questi casi specifici evidenziano la necessità di porre particolare attenzione nella scelta delle attività assegnate al gruppo di controllo attivo. Esaminando le attività svolte dai gruppi di controllo attivo negli altri studi selezionati (vedi Appendice A) emerge come tali attività si rivolgano ad abilità completamente differenti rispetto a quelle allenate nel gruppo sperimentale.

2.4. Misure degli effetti del training di potenziamento cognitivo

Da un training di potenziamento cognitivo ci si attendono principalmente due categorie di effetti: un effetto specifico del training di potenziamento cognitivo su compiti e funzioni cognitive allenati; uno o più effetti di generalizzazione (i.e., effetti di transfer) su compiti e funzioni cognitive non direttamente allenati. Per quanto riguarda l'effetto di transfer, questo effetto è caratterizzato da due livelli che si collocano agli estremi di un continuum (vedi Capitolo 1, paragrafo 1.4.):

- **Near transfer:** trasferimento degli effetti di un training di potenziamento cognitivo a compiti che hanno con il training elementi in comune (e.g., struttura del compito cognitivo, funzione cognitiva allenata);
- **Far transfer:** trasferimento degli effetti di un training di potenziamento cognitivo a compiti e funzioni cognitive differenti rispetto al training.

Per verificare l'efficacia di un training, dunque, gli studi sperimentali utilizzano tre categorie di compiti:

- **Compito criterio:** verifica se il training ha avuto effetto su compiti e funzioni cognitive allenati; misura gli effetti specifici del training di potenziamento cognitivo;
- **Compiti near transfer:** verificano se il training ha avuto effetto su compiti e funzioni cognitive che sono in qualche misura relativi con quelli direttamente allenati dal training; in questa categoria rientrano:
 - a. Compiti cognitivi di struttura analoga al training, ma con stimoli in modalità differente (e.g., visiva vs uditiva);
 - b. Compiti cognitivi con struttura differente rispetto al training, ma che misurano la stessa funzione cognitiva allenata dal training;

- c. Compiti che misurano funzioni cognitive appartenenti al medesimo dominio cognitivo allenato dal training (e.g., memoria di lavoro verbale, memoria di lavoro visuospaziale, memoria a breve termine);
- **Compiti far transfer:** verificano se il training ha avuto effetto su compiti e funzioni cognitive diversi rispetto a quelli direttamente allenati dal training. In questa categoria ricadono anche le misure di funzionamento cognitivo nella vita quotidiana.

In letteratura la distinzione tra near e far transfer si apre a numerose critiche, poiché considerata alquanto arbitraria. Infatti “ciò che sembra far transfer ad un ricercatore potrebbe essere considerato near transfer da un altro” (Schmiedek, 2016). Negli studi presenti (vedi Appendice B), per assegnare ciascun compito alla categoria corrispondente si è mantenuta la classificazione fornita dall'autore dello studio e, dove non disponibile, si sono utilizzati i criteri a., b., c. sopra descritti per distinguere tra compiti near e far transfer. È utile evidenziare che in tre degli studi sperimentali selezionati sono utilizzati solo compiti near transfer (Bottiroli et al., 2013a, 2013b; Cavallini, Bianco et al., 2015), mentre in quattro degli studi sperimentali selezionati sono utilizzati solo compiti far transfer (Cantarella et al., 2017; Heinzel et al., 2017; Jonasson et al., 2017; Borella et al., 2019).

2.5. Caratteristiche dei partecipanti anziani sani

Gli studi sperimentali presi in esame in questa rassegna comprendono un totale di 1308 partecipanti anziani sani (età: range 57 - 99, media = 69.52, deviazione standard media = 4.00; scolarità: media = 11.60, deviazione standard media = 3.38), di cui 656 partecipanti assegnati alla condizione sperimentale e 652

partecipanti assegnati alle condizioni di controllo (i.e., controllo attivo o passivo).

I partecipanti sono cognitivamente integri e senza diagnosi di patologie cliniche rilevanti (vedi paragrafo 2.1., criterio di inclusione d). Nella Tabella 5 sono riportate le caratteristiche demografiche del campione complessivo di partecipanti.

Campione	Numerosità	Età				Scolarità	
		Min	Max	Media	DS media	Media	DS Media
<i>Sperimentale</i>	656	57	99	69.50	3.93	11.71	3.35
<i>Controlli attivi</i>	437	60	99	70.47	4.00	11.09	3.11
<i>Controlli passivi</i>	215	59	78	67.35	4.24	12.42	4.12
<i>Controlli tot.</i>	652	59	99	69.54	4.07	11.49	3.41

Tabella.5. Caratteristiche demografiche del campione complessivo di partecipanti.

Capitolo 3. Analisi dei dati

La misura dell'effetto o effect size “permette di valutare la stabilità dei risultati tra campioni, disegni sperimentali e analisi differenti” (Wilkinson, 1999). Già dal 1994 l'American Psychological Association incoraggia i ricercatori nel campo delle scienze sociali e psicologiche a riportare questo valore nei loro studi (American Psychological Association, 1994). Questo perché la misura dell'effetto può essere utilizzata in sede di analisi dei dati per paragonare tra loro studi sperimentali diversi dal punto di vista statistico (Wilkinson, 1999), ma anche per confrontare l'efficacia di diversi interventi di tipo cognitivo. Nella presente rassegna è con questo intento che si è calcolato l'effect size per tutti i compiti criterio, near transfer e far transfer di ciascuno studio preso in esame (vedi Appendice B). Ciò permette di comparare gli effetti specifici e gli effetti di transfer dei training di potenziamento cognitivo descritti nei vari studi. Nel caso specifico si è scelto di calcolare il d di Cohen. Prima di descrivere i principali risultati emersi dall'analisi del d di Cohen, è utile introdurre brevemente questa specifica misura dell'effetto.

3.1. Il d di Cohen

In ciascuno degli studi sperimentali individuati i partecipanti anziani sani vengono divisi in due gruppi: un gruppo sperimentale che viene sottoposto al training di potenziamento cognitivo, ed un gruppo di controllo attivo o passivo (vedi Capitolo 2, paragrafo 2.3.5.). I partecipanti assegnati alla condizione di controllo non partecipano al training di potenziamento cognitivo, tuttavia prendono parte alla sessione post-test in cui viene misurata la performance cognitiva ai compiti

criterio, near e far transfer. Premettendo che negli studi presi in esame non vi sono differenze tra soggetti sperimentali e controlli dal punto di vista anagrafico e della performance cognitiva al pre-test, se un training di potenziamento cognitivo è efficace, vi saranno delle differenze nei punteggi al post-test tra sperimentali e controlli nei compiti cognitivi utilizzati per misurare gli effetti specifici del training e effetti di transfer (i.e., effetti netti del trattamento). Al fine di valutare se tali differenze siano da ritenersi significative o da attribuire al caso vengono sottoposte a test statistici. Una volta accertata la non casualità dei risultati dei training è utile quantificare l'entità del loro effetto sulle performance cognitive, nel caso specifico, utilizzando il d di Cohen. Dal punto di vista teorico, Cohen asserisce che quando vengono confrontate due popolazioni vengono esplicitate due ipotesi:

- Ipotesi nulla (H_0): la differenza tra gruppi nel valore del parametro di interesse è uguale a zero;
- Ipotesi alternativa (H_1): la differenza tra gruppi nel valore del parametro di interesse è diversa da zero (Cohen, 1988).

Nel nostro caso il parametro di interesse è, appunto, il punteggio al post-test ai compiti criterio, near transfer e far transfer. Nel suo libro *Statistical power analysis for behavioral sciences* (Cohen, 1988), Cohen afferma che è possibile utilizzare il termine “*effect size*” per indicare il grado in cui si rifiuta l’ipotesi nulla e si accetta l’ipotesi alternativa, ovvero il grado in cui un fenomeno è presente nella popolazione: maggiore è il valore dell’*effect size*, maggiore è il grado in cui il fenomeno di interesse si manifesta nella popolazione studiata. Adattando questa definizione all’ambito indagato dalla bibliografia di riferimento (vedi Appendice B), l’*effect size* indica il grado in cui i punteggi del gruppo sperimentale al post-test differiscono dai punteggi dei controlli, vale a dire la misura in cui gli effetti specifici

del training di potenziamento cognitivo e gli effetti di transfer si manifestano nei partecipanti che sono stati sottoposti al training. Dal punto di vista psicométrico, il d di Cohen è un numero libero dalle unità di misura originali (Cohen, 1988). Nel nostro caso specifico il d di Cohen è calcolato con la seguente formula:

$$d = \frac{m_s - m_c}{\sigma_{sc}}$$

Con: m_s media del gruppo sperimentale al post-test; m_c media del gruppo di controllo al post-test; σ_{sc} deviazione standard aggregata dei due gruppi (<https://www.cem.org/attachments/EBE/EffectSizeCalculator.xls>).

È importante sottolineare che, nella stessa pubblicazione, lo statistico fornisce dei valori di riferimento in base ai quali classificare la grandezza dell'effetto. La dimensione dell'effetto è:

- Piccola con $d = .20$;
- Media con $d = .50$;
- Grande con $d = .80$.

Tuttavia, lo stesso Cohen ha dato a questi valori una connotazione puramente indicativa esortando ad un ragionevole grado di flessibilità (Sawilowsky, 2009).

Nel 2009, lo statistico Sawilowsky ha riconosciuto la necessità di revisionare le regole pratiche per l'interpretazione del d di Cohen sulla base di più aggiornate evidenze sperimentali emerse dalla letteratura. Nella Tabella 6 sono indicati i valori forniti da Sawilowsky per l'interpretazione del d di Cohen.

Grandezza effetto	Valore d di Cohen
Molto piccolo	.01 ≤ d < .20
Piccolo	.20 ≤ d < .50
Medio	.50 ≤ d < .80
Grande	.80 ≤ d < 1.2
Molto grande	1.2 ≤ d < 2.0
Enorme	d ≥ 2.0

Tabella.6. Valori di Sawilowsky per l'interpretazione del d di Cohen.

3.2. La misura dell'effetto negli studi selezionati

Come descritto nel paragrafo precedente (vedi paragrafo 3.1.), per misurare gli effetti del training di potenziamento cognitivo è stato calcolato il d di Cohen tra i punteggi dei soggetti sperimentalni e dei controlli al post-test (i.e., effetto netto del trattamento) per ciascun compito criterio, near transfer e far transfer utilizzato nei 27 studi selezionati. Gli studi differiscono molto per quanto riguarda il numero e la tipologia di outcome cognitivi (i.e., compiti criterio, near o far transfer) utilizzati. Quindi, per rendere più omogeneo il confronto tra gli studi sono stati calcolati tre effect size medi per ciascuno studio:

- **d medio criterio (d_c):** effect size medio dei compiti criterio; può essere considerato una misura media degli effetti specifici del training di potenziamento cognitivo;
- **d medio near transfer (d_n):** effect size medio dei compiti near transfer; può essere considerato una misura media degli effetti di near transfer del training di potenziamento cognitivo;
- **d medio far transfer (d_f):** effect size medio dei compiti far transfer; può essere considerato una misura media degli effetti di far transfer del training di potenziamento cognitivo.

Gli effect size medi degli studi sono riportati nella tabella in Appendice B. Il calcolo di questi effect size medi permette di confrontare tra loro i training di potenziamento cognitivo rispetto alla grandezza di:

- **effetti specifici medi**
- **effetti di near transfer medi**
- **effetti di far transfer medi**

Se si esprimono questi valori medi secondo l'interpretazione del d di Cohen fornita da Sawilowsky (vedi Tabella 6; Sawilowsky, 2009), i training di potenziamento cognitivo descritti negli studi selezionati si classificano come illustrato nella Tabella 7. Per i dettagli sul training di potenziamento cognitivo utilizzato in ciascuno studio si rimanda alla tabella in Appendice A.

	missing					
* in ordine crescente in base a d_c	d medio criterio		d medio near transfer		d medio far transfer	
Studio	d_c	dimensione effetto	d_n	dimensione effetto	d_f	dimensione effetto
Stamenova et al., 2014	-0.46	assente	0.003	assente	-0.03	assente
Bottiroli et al., 2013b	0.05	molto piccolo	-0.11	assente		
Cavallini, Bianco et al., 2015	0.15	molto piccolo	0.17	molto piccolo		
Bellander et al., 2017	0.16	molto piccolo	0.32	piccolo	0.09	molto piccolo
Kim et al., 2017	0.32	piccolo	0.08	molto piccolo	0.42	piccolo
Bottiroli et al., 2013a	0.35	piccolo	0.17	molto piccolo		
Brehmer et al., 2012	0.41	piccolo	0.57	medio	-0.05	assente
Bottiroli et al., 2013c	0.46	piccolo	0.35	piccolo	0.05	molto piccolo
Heinzel et al., 2017	0.76	medio			0.29	piccolo
Jonasson et al., 2017	0.84	grande			0.17	molto piccolo
Brum et al., 2020b	1.02	grande	0.39	piccolo	0.23	piccolo
Brum et al., 2020a	1.10	grande	0.37	piccolo	0.41	piccolo
Bottiroli et al., 2017	1.17	grande	0.98	grande	0.58	medio
Borella et al., 2019	1.29	molto grande			0.68	medio
Stepankova et al., 2014a	1.35	molto grande	0.43	piccolo	0.41	piccolo
Guye et al., 2017	1.35	molto grande	0.39	piccolo	0.04	molto piccolo
Borella et al., 2017a	1.45	molto grande	0.38	piccolo	0.78	medio
Borella et al., 2014b	1.51	molto grande	0.63	medio	0.42	piccolo
Carretti et al., 2013	1.56	molto grande	1.56	molto grande	0.52	medio
Stepankova et al., 2014b	1.56	molto grande	0.50	medio	0.75	medio
Meneghetti et al., 2018b	1.82	molto grande	0.57	medio	0.66	medio
Borella et al., 2014a	1.86	molto grande	1.80	molto grande	0.56	medio
Meneghetti et al., 2018a	1.88	molto grande	1.50	molto grande	1.17	grande
Borella et al., 2017b	1.90	molto grande	0.27	piccolo	0.68	medio
Cantarella et al., 2017	2.14	enorme			0.76	medio
Cavallini, Bottiroli et al., 2015	2.20	enorme	1.84	molto grande	1.40	molto grande
Borella et al., 2010	2.53	enorme	2.30	enorme	1.21	molto grande

Tabella.7. Classificazione degli studi selezionati in base agli effect size medi secondo l'interpretazione del d di Cohen fornita da Sawilowsky.

Nella Tabella 8, invece, è presentato il numero di studi che si collocano in ciascun livello della dimensione dell'effetto, per ognuno dei tre effect size medi calcolati.

dimensione	d_c	d_n	d_f
assente	1	2	2
molto piccolo	3	3	4
piccolo	4	8	6
medio	1	4	9
grande	4	1	1
molto grande	11	4	2
enorme	3	1	0
tot.	27	23	24

Tabella.8. Numero degli studi che si collocano in ciascun livello della dimensione dell'effetto, per i tre d di Cohen medi calcolati (i.e., d_c =d medio compiti criterio, d_n =d medio compiti near transfer, d_f =d medio compiti far transfer).

3.3. L'analisi del d di Cohen medio

Le analisi statistiche sono state condotte sugli effect size medi d_c (d di Cohen medio dei compiti criterio), d_n (d di Cohen medio dei compiti near transfer) e d_f (d di Cohen medio dei compiti far transfer) di tutti i training di potenziamento cognitivo presi in esame negli studi selezionati. Le analisi dei dati sono state eseguite con il pacchetto statistico “Major” del software Jamovi (The jamovi project, 2020).

3.3.1. Analisi del d di Cohen medio dei compiti criterio (d_c)

Per quanto riguarda gli effetti specifici medi dei training di potenziamento cognitivo presi in esame (i.e., d_c):

- L'effetto specifico medio complessivo è 1.09; 95% CI [0.81, 1.38], $p < .001$;
- I 27 studi presi in esame sono da ritenersi eterogenei ($\text{Tau} = 0.458$; $I^2 = 36.97\%$; $Q = 41.233$; $p = .029$);

- Dal punto di vista della grandezza dell'effetto specifico medio del training di potenziamento cognitivo (i.e., d_c), vi sono degli studi che presentano un effect size particolarmente grande (vedi Figura 2);

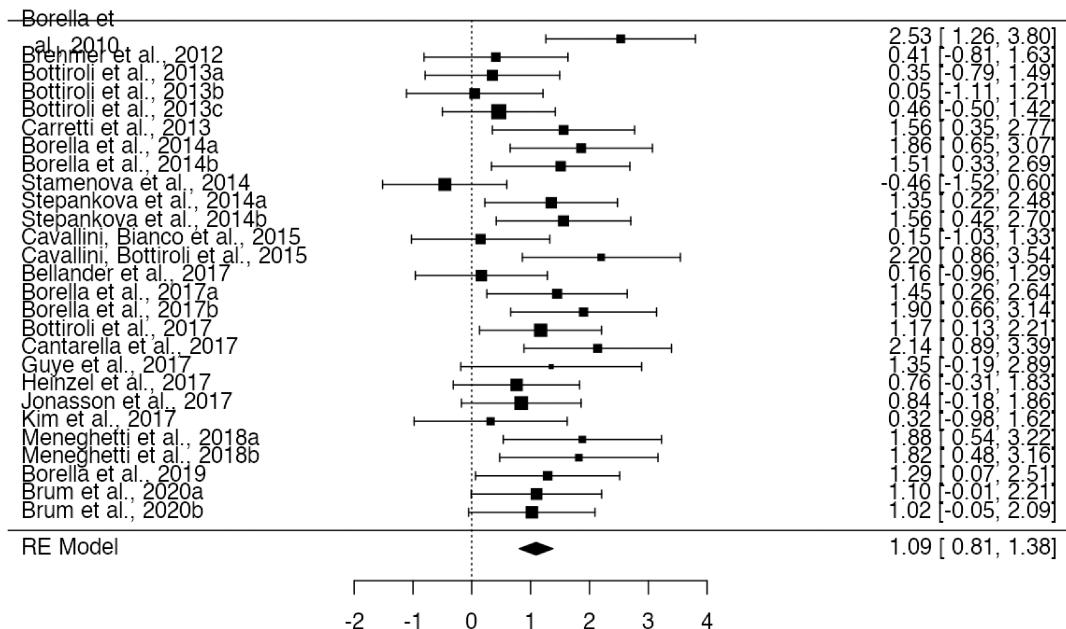


Figura.2. Forest Plot dell'effetto specifico medio dei training di potenziamento cognitivo descritti negli studi selezionati (i.e., $d_c = d$ medio compiti criterio).

In particolare, vi sono 14 studi in cui l'effetto specifico medio si discosta significativamente dallo zero (i.e., l'intervallo di confidenza dell'effect size d_c non comprende lo zero). La grandezza dell'effetto specifico medio di questi studi si trova nel range 1.17 - 2.53 (Borella et al., 2010; Carretti et al., 2013; Borella et al., 2014a, 2014b; Stepankova et al., 2014a, 2014b; Cavallini, Bottirolli et al., 2015; Borella et al., 2017a, 2017b; Bottirolli et al., 2017; Cantarella et al., 2017; Meneghetti et al., 2018a, 2018b; Borella et al., 2019). Nel paragrafo 3.4.4. si descriveranno le caratteristiche complessive di questi studi (vedi paragrafo 3.4.4.).

3.3.2. Analisi del d di Cohen medio dei compiti near transfer (d_n)

Per quanto riguarda gli effetti di near transfer medi dei training di potenziamento cognitivo presi in esame (i.e., d_n):

- L'effetto di near transfer medio complessivo è 0.59; 95% CI [0.35, 0.82], $p < .001$;
- Tuttavia, i 23 studi in cui viene esaminato l'effetto di near transfer (i.e., $k = 23$) non sono da ritenersi eterogenei ($p = .283$);
- Dal punto di vista dell'effetto di near transfer medio (i.e., d_n) vi sono degli studi che presentano un effect size particolarmente grande (vedi Figura 3);

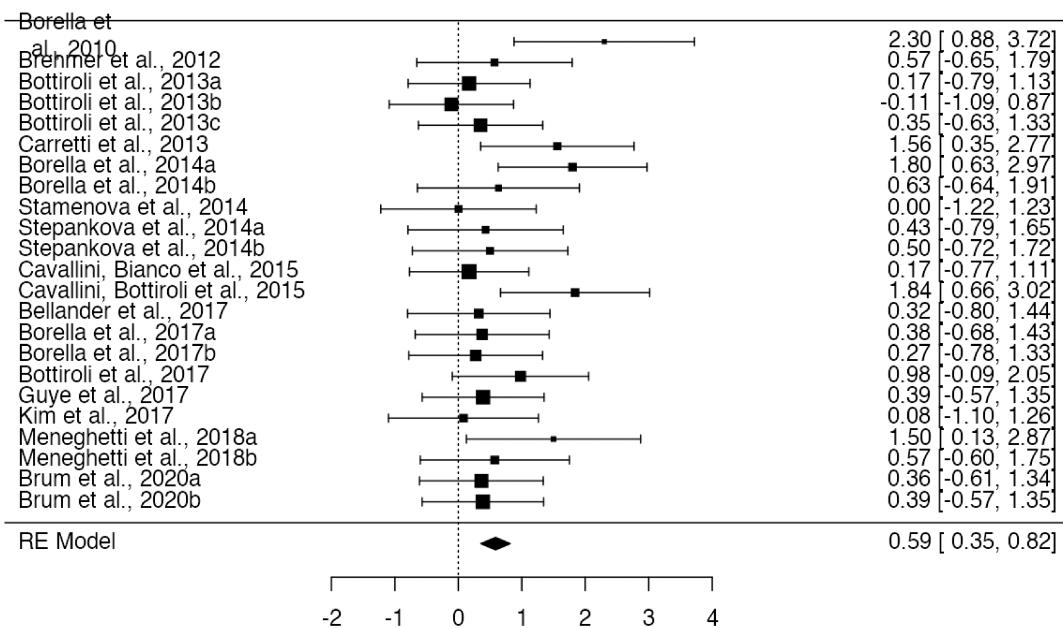


Figura.3. Forest Plot dell'effetto medio di near transfer dei training di potenziamento cognitivo descritti negli studi selezionati (i.e., $d_n = d$ medio compiti near transfer).

In particolare, vi sono 5 studi in cui l'effetto di near transfer medio si discosta significativamente dallo zero (i.e., l'intervallo di confidenza dell'effect size d_n non comprende lo zero). La grandezza dell'effetto di near transfer medio di questi studi si trova nel range 1.50 – 2.30 (Borella et al., 2010, Carretti et al., 2013,

Borella et al., 2014a; Cavallini, Bottiroli et al., 2015; Meneghetti et al., 2018a). Nel paragrafo 3.4.4. si descriveranno le caratteristiche complessive di questi studi (vedi paragrafo 3.4.4.).

3.3.3. Analisi del d di Cohen medio dei compiti far transfer (d_f)

Per quanto riguarda gli effetti di far transfer medio dei training di potenziamento cognitivo presi in esame (i.e., d_f):

- L'effetto di far transfer medio complessivo è 0.43; 95% CI [0.21, 0.64], $p < .001$;
- Tuttavia, i 24 studi in cui viene esaminato l'effetto di far transfer (i.e., $k = 24$) non sono da ritenersi eterogenei ($p = .969$);
- Dal punto di vista dell'effetto di far transfer medio (i.e., d_f) vi sono degli studi che presentano un effect size particolarmente grande (vedi Figura 4);

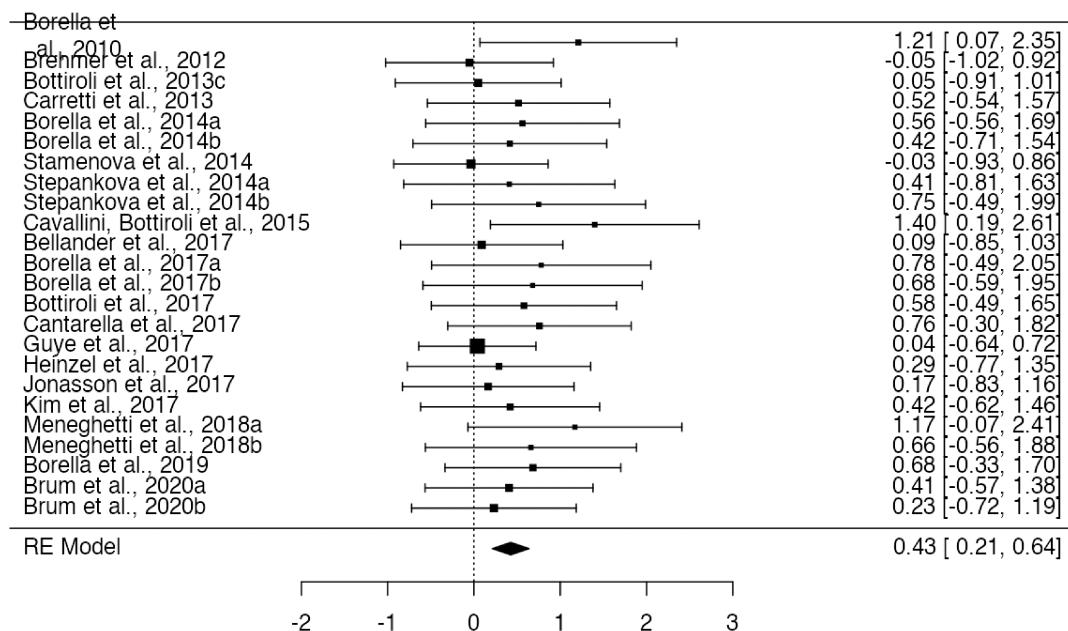


Figura.4. Forest Plot dell'effetto medio di far transfer dei training di potenziamento cognitivo descritti negli studi selezionati (i.e., d_f =d medio compiti far transfer).

Tuttavia, vi sono solamente 2 studi in cui l'effetto di far transfer medio si discosta significativamente dallo zero (i.e., l'intervallo di confidenza dell'effect size d_f non comprende lo zero; Borella et al., 2010, con $d_f = 1.21$; Cavallini, Bottiroli et al., 2015, con $d_f = 1.40$). Nel paragrafo 3.4.4. si descriveranno le caratteristiche complessive di questi studi (vedi paragrafo 3.4.4.).

Per una corretta interpretazione dei Forest Plot degli effect size medi calcolati (i.e., d_c , d_n e d_f), è importante esplicitare che il quadratino nero posto al centro di ciascun intervallo di confidenza rappresenta graficamente la numerosità campionaria dello studio (i.e., sample size). Ispezionando i Forest Plot dei parametri d_c , d_n e d_f , emerge una caratteristica comune a tutti gli studi che presentano effect size particolarmente grandi: la ridotta dimensione del campione di partecipanti (i.e., sample size). Il sample size di uno studio è utile ad interpretarne in maniera critica i risultati e ricopre un ruolo importante nella valutazione del bias di pubblicazione.

3.4. Il bias di pubblicazione

Quando si effettua una analisi complessiva degli effetti di più studi sperimentali è importante considerare la presenza di bias di pubblicazione. In analisi di questo tipo, il bias di pubblicazione può portare ad una stima non corretta degli effetti complessivi degli studi. Prima di descrivere le procedure utilizzate per valutare il bias di pubblicazione nella presente analisi dei dati, è utile definire brevemente questo aspetto. Il bias di pubblicazione è generalmente definito come la “pubblicazione o la non-pubblicazione di risultati delle ricerche a seconda della natura e della direzione dei risultati” (Sterne, Egger, Moher & Boutron, 2017). In particolare, è molto più probabile che studi che descrivono effetti significativi e positivi di un intervento o che hanno un effect size più grande vengano pubblicati,

mentre studi con effect size piccolo o dati non statisticamente significativi spesso non vengono pubblicati (Sterne et al., 2017). Considerando che gli studi pubblicati hanno una maggiore probabilità di essere inclusi in rassegne e meta-analisi, una pubblicazione selettiva ed esclusiva di studi con risultati positivi e statisticamente significativi relativi ad un intervento può portare a una sovrastima sistematica degli effetti complessivi imputati all'intervento. Per valutare l'impatto del bias di pubblicazione sugli effetti complessivi è necessario un modello che permetta di stimare la quantità degli studi non pubblicati (i.e., studi con effect size piccolo o privi di effetti significativi che potrebbero non essere stati pubblicati; Borenstein, Hedges, Higgins & Rothstein, 2009). Questo modello si basa sulle seguenti assunzioni sul rapporto tra numerosità campionaria degli studi (i.e., sample size), probabilità di pubblicazione e dimensione dell'effetto (Borenstein et al., 2009). In particolare:

1. Studi con **numerosità campionaria grande** hanno una maggiore probabilità di essere pubblicati anche se ottengono risultati non statisticamente significativi. Questo perché maggiore è il campione, maggiori sono le risorse economiche e temporali investite. Per questo motivo, studi con sample size elevato sono preferibili in un contesto di tipo meta-analitico;
2. Studi con **numerosità campionaria moderata** corrono il rischio di non essere pubblicati. Tuttavia, una numerosità campionaria moderata spesso produce significatività anche per effetti modesti; per questo motivo, tra gli studi con sample size moderato la non-pubblicazione è relativamente ridotta. Tuttavia, è probabile che gli studi con sample size moderato pubblicati mostriano per la maggior parte effetti significativi;
3. Studi con **numerosità campionaria piccola** hanno una maggiore probabilità di non essere pubblicati; questo perché, nel caso di numerosità campionaria

ridotta, è probabile che solo effect size molto grandi siano significativi. Ne deriva che la maggior parte degli studi con sample size piccolo pubblicati riportano quasi esclusivamente effetti molto grandi e significativi.

Combinando queste tre assunzioni, ci si aspetta una relazione negativa tra bias di pubblicazione e numerosità campionaria: il bias di pubblicazione aumenta al diminuire della numerosità campionaria degli studi considerati. I metodi di valutazione del bias di pubblicazione che verranno descritti nei prossimi paragrafi si basano su questo modello (Borenstein et al., 2009). Uno dei modi per esaminare la relazione tra numerosità campionaria (i.e., sample size) e effect size è attraverso l'ispezione visiva del Funnel Plot. Il Funnel Plot è una rappresentazione grafica in cui gli studi sono rappresentati in maniera puntiforme su un grafico ad imbuto: sull'asse delle ascisse è presente la scala della grandezza dell'effetto (i.e., effect size), mentre sull'asse delle ordinate è rappresentata la scala dell'errore standard dell'effetto; una linea verticale mediana indica l'effect size medio degli studi. In questo modo, ogni studio è rappresentato come un punto sul grafico le cui coordinate sono determinate da grandezza dell'effetto (sull'asse X) e errore standard dell'effetto (sull'asse Y). L'utilizzo dell'errore standard sull'asse Y anziché la numerosità campionaria dello studio ha il vantaggio di rendere maggiormente identificabili le asimmetrie nella distribuzione degli studi (Borenstein et al., 2009). Infatti, l'ispezione visiva del Funnel Plot si basa sul criterio della simmetria:

- In assenza di bias di pubblicazione gli studi si distribuiscono simmetricamente attorno all'effect size medio (i.e., l'errore standard è casuale);
- In presenza di bias di pubblicazione, la distribuzione degli studi attorno alla media dell'effetto non è simmetrica.

Per quanto riguarda gli studi esaminati nel presente elaborato (vedi Appendice B) l'ispezione visiva del Funnel Plot ha evidenziato asimmetria nella distribuzione degli studi attorno alla media dell'effetto per tutti e tre gli effect size medi calcolati (i.e., d_c , d_h e d_f ; vedi Figura 5). Pertanto, è plausibile la presenza di un bias di pubblicazione.

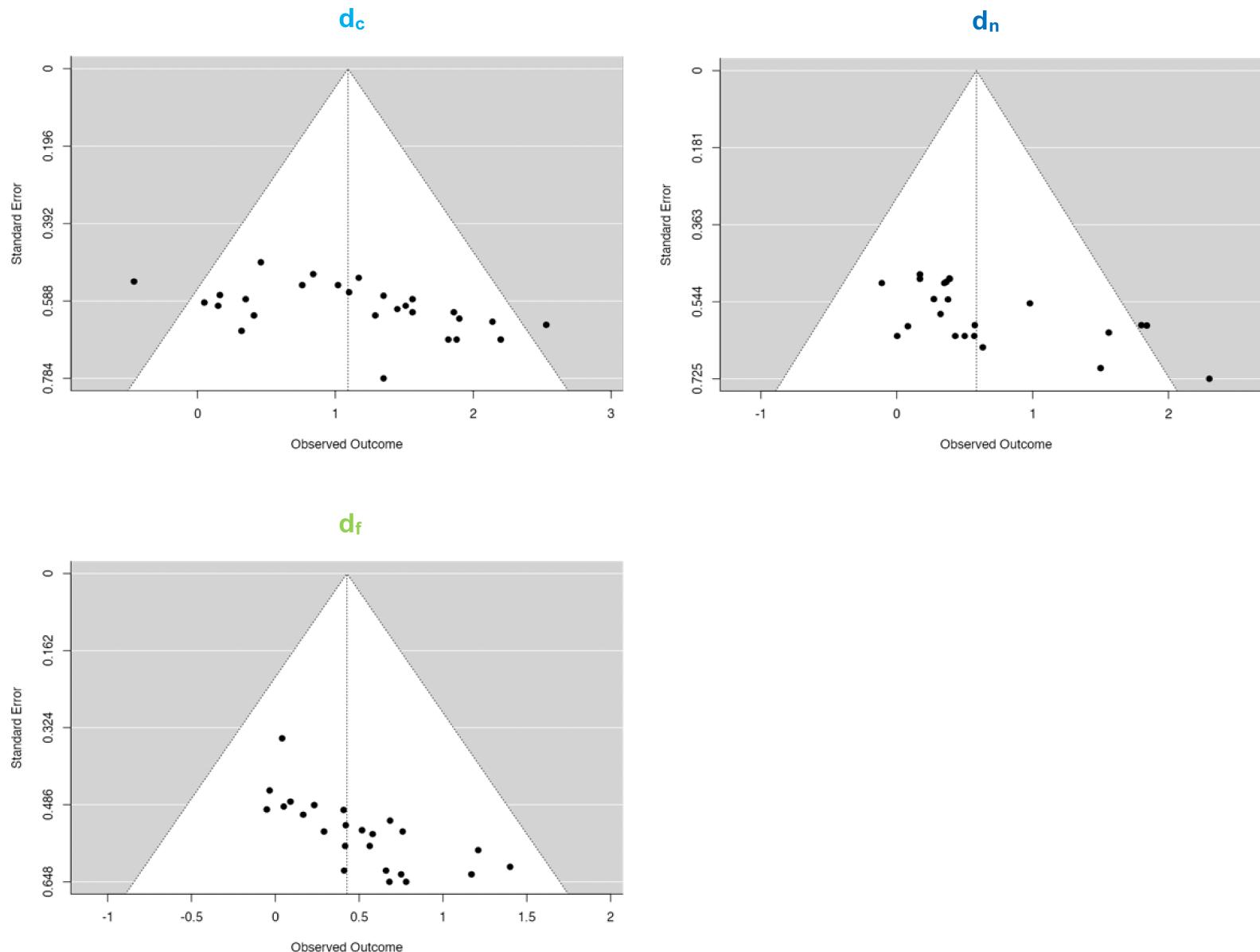


Figura.5. Funnel Plot degli effect size medi (i.e., $d_c=d$ medio compiti criterio, $d_n=d$ medio compiti near transfer, $d_f=d$ medio compiti far transfer) degli studi presi in esame.

Dato che l’ispezione visiva del Funnel Plot è largamente passibile di soggettività (Borenstein et al., 2009), è possibile ricorrere ad altri test di tipo statistico per valutare la presenza del bias di pubblicazione.

3.4.1. Il Fail-Safe N di Rosenthal

Nel 1979 Rosenthal introduce il “file drawer problem”. L’autore afferma che “gli archivi dei laboratori sono colmi per il 95% di studi che presentano risultati non significativi” (i.e., con un $p > .05$; Rosenthal, 1979). Ciò si ripercuote sull’obiettività delle rassegne mirate a raccogliere e indagare gli effetti complessivi delle ricerche che descrivono uno stesso evento sperimentale o trattamento (i.e., studi di tipo meta-analitico). Per questo motivo è importante l’assessment del bias di pubblicazione. Un possibile strumento che ci consente di valutare il bias di pubblicazione è il Fail-Safe N di Rosenthal (Rosenthal, 1979). Il Fail-Safe N è un valore che rappresenta il numero di studi con effetto nullo che sarebbe necessario includere in una meta-analisi per portare il livello di significatività sopra la soglia di significatività statistica (i.e., $p > .05$; Borenstein et al., 2009). Maggiore è il valore di questo indicatore, più elevato è il numero degli studi con effetto nullo che sarebbe necessario includere nella meta-analisi per annullare la significatività statistica degli effetti complessivi. Interpretando questo parametro nel contesto del bias di pubblicazione, si assume che tali studi con effect size nullo non siano stati pubblicati oppure non siano stati inseriti all’interno della meta-analisi. Tuttavia, valori molto elevati del Fail-Safe N possono essere considerati indici della robustezza dell’effetto. È necessario sottolineare che il Fail-Safe N è un indicatore che va interpretato unitamente ad altre misure come, per esempio, l’ispezione visiva del Funnel Plot (vedi paragrafo precedente) oppure test di valutazione del bias di pubblicazione basati su correlazione o

regressione. Relativamente agli studi selezionati per la stesura del presente elaborato (vedi Appendice B), sono emersi valori particolarmente elevati del Fail-Safe N per tutti e tre gli effect size medi analizzati (i.e., d_c , d_n e d_f ; con Fail-Safe N di 882.000, 217.000, 139.000 rispettivamente, tutti con $p < .001$).

3.4.2. Rank correlation test per l'asimmetria del Funnel Plot

Uno dei test che è possibile effettuare per valutare il bias di pubblicazione è il Rank correlation test per l'asimmetria del Funnel Plot (Begg & Mazumdar, 1994). Questo metodo si utilizza per testare la significatività statistica della correlazione tra dimensione dell'effetto (i.e., effect size) e il rispettivo errore standard. Se il test è significativo, allora gli effect size degli studi o interventi presi in esame correlano con i rispettivi errori standard in misura maggiore rispetto al caso (Sterne et al., 2017). Questo è considerato un indice di bias di pubblicazione in quanto gli studi con minore sample size sono anche gli studi che tenderanno a manifestare gli effetti più grandi. Il coefficiente utilizzato per esprimere questa correlazione è il Tau di Kendall. Per quanto riguarda gli studi presi in esame (vedi Appendice B), il Rank correlation test è significativo per tutti e tre gli effect size medi analizzati: in tutti e tre gli effect size medi calcolati c'è una correlazione tra la dimensione dell'effetto ed il rispettivo errore standard (i.e., d_c , d_n e d_f ; vedi Tabella 9).

Effect size medio	Tau di Kendall	p value
d medio criterio (d_c)	0.429	$p = .002$
d medio near transfer (d_n)	0.411	$p = .007$
d medio far transfer (d_f)	0.618	$p < .001$

Tabella.9. Rank correlation test per l'asimmetria del Funnel Plot.

3.4.3. Test della regressione di Egger per l'asimmetria del Funnel Plot

Analogamente al Rank correlation test, il test della regressione di Egger verifica la significatività statistica della relazione tra la dimensione dell'effetto (i.e., effect size) degli studi presi in esame e il rispettivo errore standard. Specificamente, il test di Egger verifica se questa relazione è di tipo lineare, ponderata per il reciproco della varianza degli effect size degli studi. La ponderazione è importante per assicurarsi che l'effetto complessivo non sia dominato dagli studi con minor dimensione del campione (Sterne et al., 2017). È da sottolineare che in una distribuzione simmetrica del Funnel Plot gli studi tendono a disporsi verticalmente rispetto alla linea media della dimensione dell'effetto. Se il test della regressione di Egger è significativo, allora c'è una relazione lineare tra la dimensione dell'effetto (i.e., effect size) degli studi presi in esame e il rispettivo errore standard: maggiore è la relazione lineare tra effect size ed errori standard, maggiore è il grado in cui la distribuzione degli studi sul Funnel Plot si discosta dalla verticale (i.e., caratteristica di una distribuzione asimmetrica; Sterne et al., 2017). Ciò è considerato un indice di bias di pubblicazione. Per quanto riguarda gli studi presi in esame (vedi Appendice B), il test della regressione di Egger è significativo per tutti e tre gli effect size medi analizzati: in tutti e tre gli effect size medi calcolati vi è una relazione lineare tra la dimensione dell'effetto ed il rispettivo errore standard (i.e., d_c , d_n e d_f ; vedi Tabella 10).

Effect size medio	z	p value
d medio criterio (d_c)	2.906	p = .004
d medio near transfer (d_n)	3.014	p = .003
d medio far transfer (d_f)	2.546	p = .011

Tabella.10. Test della regressione di Egger per l'asimmetria del Funnel Plot.

3.4.4. Discussione

Dalle analisi degli effect size medi (i.e., **d_c**, **d_n** e **d_f**) degli studi presi in esame emerge che:

A) L'effetto **specifico** medio complessivo, così come gli effetti medi complessivi di **near transfer** e **far transfer** sono significativi; tuttavia:

- Gli indici utilizzati per valutare l'eterogeneità esprimono una eterogeneità significativa limitata esclusivamente agli effetti specifici medi degli studi presi in esame (i.e., **d_c**; Tau = 0.458; $I^2 = 36.97\%$; Q = 41.233; p = .029);
- L'ispezione visiva del Funnel Plot, il Rank correlation test per l'asimmetria del Funnel Plot e il test della regressione di Egger in tutti e tre gli effect size medi (i.e., **d_c**, **d_n** e **d_f**) puntano in maniera consistente nella direzione di un bias di pubblicazione.

B) Ciononostante, esaminando i Forest Plot degli effetti specifici medi e degli effetti medi di near e far transfer (i.e., **d_c**, **d_n** e **d_f**) è possibile trarre delle conclusioni di tipo **qualitativo** sulle caratteristiche degli studi la cui dimensione dell'effetto si discosta significativamente dallo zero. Nella Tabella 11 si riassumono le caratteristiche complessive di questi studi.

Effect size medio	Studi	Range effect size medio	Funzione allenata	Setting	Numero sessioni*	Durata sessione	Durata training*	Adattività	Controllo
d_c	Borella et al., 2010	1.17 – 2.53	Memoria di Lavoro (10)	Laboratorio (10)	3 sessioni (8)	25 minuti (2)	1.5 ore (4)	SI (10)	Attivo (11)
	Carretti et al., 2013		Memoria (2)	Casa del partecipante (3)	4 sessioni (1)	30 minuti (5)	2 ore (1)	NO (4)	Passivo (3)
	Borella et al., 2014a		Rotazione Mentale (2)	Residenza protetta (1)	5 sessioni (1)	50 minuti (1)	2.5 ore (1)		
	Borella et al., 2014b				6 sessioni (2)	60 minuti (3)	2.9 ore (1)		
	Stepankova et al., 2014a				7 sessioni (1)	75 minuti (2)	3 ore (3)		
	Stepankova et al., 2014b				18 sessioni (1)	missing (1)	7.5 ore (3)		
	Cavallini, Bottiroli et al., 2015						missing (1)		
	Borella et al., 2017a								
	Borella et al., 2017b								
	Bottiroli et al., 2017								
	Cantarella et al., 2017								
	Meneghetti et al., 2018a								
d_n	Borella et al., 2010	1.50 – 2.30	Memoria di Lavoro (3)	Laboratorio (4)	3 sessioni (3)	50 minuti (1)	2.5 ore (1)	SI (3)	Attivo (5)
	Carretti et al., 2013		Memoria (1)	Residenza protetta (1)	5 sessioni (1)	60 minuti (2)	3 ore (2)	NO (2)	
	Borella et al., 2014a		Rotazione mentale (1)		6 sessioni (1)	75 minuti (1)	7.5 ore (1)		
	Cavallini, Bottiroli et al., 2015					missing (1)	missing (1)		
	Meneghetti et al., 2018a								
d_f	Borella et al., 2010	1.21 - 1.40	Memoria di lavoro (1)	Laboratorio (1)	3 sessioni (1)	60 minuti (1)	3 ore (1)	SI (1)	Attivo (2)
	Cavallini, Bottiroli et al., 2015		Memoria (1)	Residenza protetta (1)	5 sessioni (1)	missing (1)	missing (1)	NO (1)	

Tabella.11. Tabella con le caratteristiche degli studi in cui d_c (d medio compiti criterio), d_n (d medio compiti near transfer), d_f (d medio compiti far transfer) si discostano significativamente dallo zero. Il numero degli studi per ciascuna categoria è indicato tra parentesi. * escluse le sessioni pre-test e post-test.

Analizzando la Tabella 11, emergono alcune considerazioni:

- Tutti gli studi in cui l'effetto di near transfer medio si discosta significativamente dallo zero, mostrano anche un effetto specifico medio che si discosta significativamente dallo zero;
- Solamente 2 studi sui 27 studi sperimentali presi in esame mostrano coerentemente effect size medi che si discostano significativamente dallo zero in tutte e tre le dimensioni dell'effetto considerate (i.e., d_c , d_n e d_f ; Borella et al., 2010, Cavallini, Bottioli et al., 2015).

3.4.5. Studi con effect size medi significativi in tutte le dimensioni dell'effetto

Lo studio di Borella et al. (2010) descrive un training di memoria di lavoro (MdL) somministrato a partecipanti anziani sani (età media = 69.00 anni; deviazione standard = 3.18) denominato “Categorization Working Memory Span Task” (CWMST). In questo compito vengono utilizzati 10 set di parole (5 per pre-test e training, 5 per il post-test), ognuno dei quali contiene 20 liste di parole presentate in modalità uditiva (i.e., registrazione audio). Ciascuna lista contiene da 2 a 6 parole. Ciascuna lista contiene da zero a 2 nomi di animale. Quando al soggetto sperimentale viene presentata una lista, il suo compito è: fare “*finger-tapping*” quando sente il nome di un animale; ricordare (i.e., mantenere in MdL) una parola inserita in una specifica posizione della lista (i.e., la prima o l'ultima parola della lista). Quando si termina un set di liste, il partecipante deve ripetere tutte le ultime (o le prime) parole delle liste, nel corretto ordine seriale (e.g., ultima parola lista 1, ultima parola lista 2, ultima parola lista 3, ecc.). Il training si svolge in questo modo:

- Il partecipante è seduto ad un tavolo e ascolta una registrazione audio corrispondente ad una lista di parole; le parole vengono scandite con un intervallo di 1 secondo;
- Il partecipante picchia sul tavolo con le dita quando sente il nome di un animale (i.e., fase di processamento);
- Dopo 2 secondi dalla fine della prima registrazione, lo sperimentatore fa partire la registrazione audio corrispondente alla seconda lista di parole;
- La procedura continua fino alla fine del set di liste;
- Alla fine di ciascun set, il partecipante deve rievocare l'ultima (o la prima) parola di ciascuna lista, in ordine seriale (i.e., fase di mantenimento);
- Il procedimento si ripete fino ad ultimare i set previsti;
- Il numero di parole corrette rievocate nel corretto ordine seriale costituisce la variabile dipendente.

Il training è di tipo adattivo. A seconda della performance del paziente varia:

- a. Il numero di parole nella lista (da 2 a 6);
- b. Il numero di nomi di animale nella lista (da zero a 2);
- c. La posizione nella lista della parola da ricordare (i.e., prima vs ultima parola della lista).

Il training consta di 3 sessioni di 60 minuti (escluse le sessioni di pre-test e post-test). I partecipanti inseriti nel gruppo di controllo compilano dei questionari cartamatita (i.e., controllo attivo). Il training si svolge in laboratorio e prevede la presenza di uno sperimentatore. L'obiettivo dello studio di Borella e colleghi è quello di indagare gli effetti specifici e di transfer del training di potenziamento cognitivo descritto. In particolare:

- Per indagare gli effetti specifici si utilizza una versione alternativa dello stesso compito allenato nel training;
- Per indagare gli effetti di near transfer vengono utilizzati compiti di MdL visuospatial (i.e., Dot Matrix Task, vedi Appendice B) e di memoria a breve termine (i.e., Digit Span Forward e Backward, vedi Appendice B);
- Per indagare gli effetti di far transfer vengono utilizzati compiti di ragionamento (i.e., Test di Cattell, vedi Appendice B), di inibizione (i.e., Stroop Color Task, vedi Appendice B) e di velocità di elaborazione (i.e., Pattern Comparison Task, vedi Appendice B).

Il razionale alla base della scelta dei compiti transfer è che la MdL è una funzione cognitiva implicata nel corretto funzionamento dei processi cognitivi misurati dai compiti transfer. Questo studio pone il focus sul transfer come generalizzazione degli effetti del training cognitivo verso compiti che sottendono a funzioni cognitive non direttamente allenate dal training. I risultati dello studio dimostrano che:

- Il training Categorization Working Memory Span Task ha determinato effetti specifici significativi nel dominio della MdL verbale;
- Il training di MdL descritto ha determinato effetti significativi sia per quanto riguarda il near transfer (i.e., compiti di MdL visuospatial e memoria a breve termine, vedi Appendice B) sia per quanto riguarda il far transfer (i.e., compiti di ragionamento, inibizione, velocità di elaborazione, vedi Appendice B).

Gli autori dello studio hanno sottolineato degli aspetti che potrebbero aver contribuito a determinare tali effetti significativi. In particolare, viene evidenziato che:

- a. I partecipanti appartengono alla fascia di età più giovane della categoria demografica degli anziani (i.e., età media di 69.00 anni); in letteratura vi sono evidenze che dimostrano il maggior successo di interventi di tipo cognitivo in questa categoria di partecipanti rispetto a soggetti più anziani;
- b. Il training è di tipo adattivo e questo contribuisce a mantenere un buon livello di “*engagement*” e di interesse: se il partecipante trova il compito stimolante, allora allocherà una maggior quantità di risorse cognitive nell'esecuzione del compito;
- c. La durata del training è relativamente breve (3 sessioni di 60 minuti) ma intensivo: questo potrebbe aver facilitato la generalizzazione a breve termine (i.e., al post-test) degli effetti del training, producendo un miglioramento in altri compiti cognitivi che sottendono a diverse funzioni cognitive;
- d. La presenza di uno sperimentatore (i.e., setting “Laboratorio”) potrebbe aver facilitato la generalizzazione dei risultati del training: questo fattore potrebbe aver agito sui processi metacognitivi del partecipante, sostenendo la motivazione alla corretta esecuzione del compito.

Gli autori evidenziano la necessità di indagare in ricerche future il ruolo che questi fattori potrebbero ricoprire nel determinare effetti specifici e/o di transfer nel training di potenziamento cognitivo.

Il secondo studio che ha mostrato coerentemente effetti medi che si discostano significativamente dallo zero in tutte e tre le dimensioni considerate (i.e., ***d_c***, ***d_n*** e ***d_r***) è lo studio di Cavallini, Bottiroli et al. (2015). Questo studio descrive un training di memoria associativa con partecipanti anziani sani (età media = 83.19; deviazione standard = 7.34). A differenza dello studio di Borella et al. (2010):

- I partecipanti hanno un'età media molto più avanzata (i.e., età media 83.19 anni vs 69.00 anni);

- Il training prevede l'autosomministrazione da parte dei partecipanti in una residenza protetta (i.e., domicilio del paziente) per mezzo di un manuale;
- Il training è di tipo non adattivo;

Tuttavia, entrambi gli studi sono caratterizzati da un numero di sessioni di training piuttosto basso (i.e., 3 sessioni nel training di potenziamento cognitivo descritto da Borella e colleghi, 5 sessioni in questo training di potenziamento cognitivo), ed entrambi gli studi utilizzano un tipo di controllo attivo. In questo caso, i controlli attivi svolgono attività quali lettura del giornale, cruciverba, laboratorio di musica, attività fisica (i.e., camminata), scrittura di testi, che non implicano la funzione cognitiva allenata dal training (i.e., memoria). Il training di potenziamento cognitivo descritto in questo studio è di tipo strategico: ai partecipanti viene consegnato un manuale con 5 lezioni; in queste lezioni vengono introdotte due memotecniche (i.e., immagini mentali interattive e creazione di frasi) e viene insegnato ai partecipanti ad applicare queste strategie a materiali e compiti differenti. In particolare, i partecipanti si allenano direttamente con le memotecniche acquisite a memorizzare abbinamenti di oggetti (i.e., Associative Learning, vedi Appendice B) e a memorizzare liste di nomi di oggetti comuni (i.e., Object List Learning). Successivamente, i partecipanti devono rispondere a delle domande su come adatterebbero le strategie acquisite (i.e., domande di adattamento delle strategie) a compiti e materiali differenti quali: liste di nomi di alimenti (i.e., Grocery List Learning; vedi Appendice B), associazioni volto-nome (i.e., Face-Name Learning; vedi Appendice B). L'obiettivo dello studio di Cavallini, Bottioli et al. (2015) è quello di valutare gli effetti di questo intervento cognitivo sia relativamente agli effetti specifici, sia per quanto riguarda gli effetti di transfer (i.e., near e far transfer).

In questo studio, il razionale utilizzato per assegnare i compiti alla categoria corrispondente è:

- **Criterio**: performance ai compiti con i quali i partecipanti si esercitano, nel corso del training, ad applicare le strategie mnemoniche apprese durante il training (i.e., Associative Learning; Object List Learning, vedi Appendice B);
- **Near transfer**: compiti di memoria non direttamente allenati dal training ma oggetto delle domande di adattamento strategico incluse nel manuale (i.e., Grocery List Learning, Face-Name Learning, vedi Appendice B); compiti di memoria non direttamente allenati dal training né oggetto delle domande di adattamento strategico incluse nel manuale; questi ultimi compiti sono stati assegnati alla categoria near transfer perché sottendono alla stessa funzione cognitiva (i.e., memoria) allenata dal training (i.e., Figure-Word Pairing, Word List Learning, Text Learning, vedi Appendice B);
- **Far transfer**: compito di problem-solving nel contesto della vita quotidiana (i.e., Everyday Problem Test, vedi Appendice B);

Relativamente ai risultati dello studio di Cavallini, Bottiroli e colleghi, il training di potenziamento cognitivo descritto presenta effetti significativi in tutte e tre le dimensioni indagate (i.e., compiti criterio, near e far transfer; vedi Appendice B).

Da questi risultati, emergono le potenzialità degli interventi di training di memoria autosomministrati dai partecipanti in autonomia. Gli autori descrivono alcune proprietà del training di potenziamento cognitivo che potrebbero aver contribuito alla significativa dimensione degli effetti:

- Le domande di adattamento delle strategie mnemoniche apprese incluse nel manuale inducono i partecipanti ad analizzare compiti nuovi e a cercare modalità per adattare ai nuovi compiti le strategie apprese (i.e., immagini

mentali interattive; creazione di frasi); questo training strategico “assistito” potrebbe favorire il transfer in quanto il partecipante impara ad affrontare nuovi compiti utilizzando in maniera flessibile e adattiva le abilità apprese;

- Questa abilità potrebbe aver influito anche sulla capacità di problem-solving dei partecipanti nel contesto della vita quotidiana (i.e., Everyday Problem Test, vedi Appendice B).

Gli autori analizzano anche i limiti del loro studio e offrono degli spunti di riflessione per ricerche future. In Particolare:

- Il campione di partecipanti dello studio è piuttosto esiguo (i.e., $n = 34$);
- Lo studio si focalizza su una fascia di età molto anziana (i.e., età media = 83.19 anni);
- Gli effect size grandi (vedi Appendice B) potrebbero essere dovuti anche al fatto che i partecipanti domiciliano in residenza protetta: il coinvolgimento abituale in attività routinarie e poco stimolanti potrebbero aver determinato una sovrastima degli effetti del training di potenziamento cognitivo.

3.5. Conclusioni

Le evidenze emerse dall’analisi della letteratura descrivono il training di potenziamento cognitivo come un intervento in grado di determinare in anziani sani sia effetti specifici in compiti e funzioni allenati dal training, sia effetti di generalizzazione verso domini, funzioni e compiti cognitivi non allenati (i.e., effetti di near e far transfer). Tuttavia, la letteratura sul transfer degli effetti del training di potenziamento cognitivo in anziani sani è caratterizzata da variabilità a diversi livelli che rende difficile giungere a conclusioni univoche:

1. Parte della variabilità è da imputare al concetto di transfer, costrutto dalla natura complessa e multivariata (vedi Capitolo 1, paragrafo 1.4.);

2. I training di potenziamento cognitivo descritti negli studi variano molto rispetto alla funzione allenata, il setting in cui il training è somministrato, numero e durata delle sessioni, durata totale del training, adattività del training, tipo di controllo utilizzato nello studio (vedi Capitolo 2, paragrafo 2.3.);
3. Gli studi presenti in letteratura variano molto per quanto riguarda i compiti utilizzati per indagare il transfer e rispetto alle funzioni cognitive per cui gli effetti di transfer sono indagati (vedi Appendice B).

In ricerche future, una maggiore concordanza dei compiti cognitivi utilizzati per indagare il transfer in specifiche funzioni (i.e., utilizzare tra gli studi uno stesso compito per indagare il transfer verso una specifica funzione cognitiva) potrebbe consentire un confronto più omogeneo degli studi presenti in letteratura. Questo potrebbe permettere di giungere a conclusioni maggiormente condivise e di utilità pratica circa i training di potenziamento cognitivo per cui vi è una maggiore generalizzazione degli effetti, i compiti e le funzioni cognitive verso cui c'è una maggiore probabilità di generalizzazione. Considerando gli studi in bibliografia, si evidenzia inoltre l'importanza di includere in studi futuri misure di funzionamento cognitivo nella vita quotidiana per verificare l'efficacia del training di potenziamento cognitivo dal punto di vista ecologico: tra gli studi originali in bibliografia, solamente 5 includono misure di questo tipo (vedi Appendice B). Complessivamente, un ulteriore aspetto emerso durante la stesura del presente elaborato è l'esigua numerosità di studi presenti in letteratura sul training di potenziamento cognitivo in anziani sani. Tuttavia, i risultati emersi dall'analisi della letteratura disponibile indicano come questo ambito di ricerca sia promettente oltreché utile per rispondere a un'importante esigenza di una popolazione progressivamente senescente: mantenere un buon funzionamento cognitivo il più a lungo possibile.

Bibliografia

*articoli direttamente consultati.

American Psychological Association (1994). *Publication manual of the American Psychological Association* (4th ed). Washington, DC: American Psychological Association.

*Barnett, S. M., & Ceci, S. J. (2002). When and where do we apply what we learn?: A taxonomy for far transfer. *Psychological Bulletin*, 128(4), 612–637.

*Basak, C., Qin, S., & O'Connell, M. A. (2020). Differential effects of cognitive training modules in healthy aging and mild cognitive impairment: A comprehensive meta-analysis of randomized controlled trials. *Psychology and Aging*, 35(2), 220–249.

*Beach, K. (1999). Consequential transitions: A sociocultural expedition beyond transfer in education. *Review of Research in Education*, 24(1), 101–139.

Begg, C. B., & Mazumdar, M. (1994). Operating characteristics of a rank correlation test for publication bias. *Biometrics*, 50(4), 1088–1101.

*Bellander, M., Eschen, A., Lövdén, M., Martin, M., Bäckman, L., & Brehmer, Y. (2017). No evidence for improved associative memory performance following process-based associative memory training in older adults. *Frontiers in Aging Neuroscience*, 8, 326.

Belmont, J. M., Butterfield, E. C., & Ferretti, R. P. (1982). To secure transfer of training instruct self-management skills. *How and how much can intelligence be increased*, 147–154.

Bereiter, C. (1995). A dispositional view of transfer. In A. McKeough, J. Lupart, & A. Marini (Eds.), *Teaching for transfer: Fostering generalization in learning* (pp. 21–34). Hillsdale, NJ, US: Lawrence Erlbaum Associates, Inc.

*Boman, I. L., Lindstedt, M., Hemmingsson, H., & Bartfai, A. (2004). Cognitive training in home environment. *Brain Injury*, 18(10), 985–995.

*Borella, E., Cantarella, A., Carretti, B., De Lucia, A., & De Beni, R. (2019). Improving everyday functioning in the old-old with working memory training. *American Journal of Geriatric Psychiatry*, 27(9), 975–983.

*Borella, E., Carretti, B., Cantarella, A., Riboldi, F., Zavagnin, M., & De Beni, R. (2014). Benefits of training visuospatial working memory in young-old and old-old. *Developmental Psychology*, 50(3), 714–727.

*Borella, E., Carretti, B., Riboldi, F., & De Beni, R. (2010). Working memory training in older adults: Evidence of transfer and maintenance effects. *Psychology and Aging*, 25(4), 767–778.

*Borella, E., Carretti, B., Sciore, R., Capotosto, E., Taconnat, L., Cornoldi, C., & De Beni, R. (2017). Training working memory in older adults: Is there an advantage of using strategies? *Psychology and Aging*, 32(2), 178–191.

*Borenstein, M., Hedges, L. V., Higgins, J. P. T., & Rothstein, H. R. (2009). Publication Bias. In M. Borenstein, L. V. Hedges, J. P. T. Higgins, & H. R. Rothstein (Eds.), *Introduction to Meta-Analysis*. John Wiley & Sons.

*Bottioli, S., Cavallini, E., Dunlosky, J., Vecchi, T., & Herzog, C. (2013). The importance of training strategy adaptation: A learner-oriented approach for improving older adults' memory and transfer. *Journal of Experimental Psychology: Applied*, 19(3), 205–218.

*Bottiroli, S., Cavallini, E., Dunlosky, J., Vecchi, T., & Hertzog, C. (2017). Self-guided strategy-adaption training for older adults: Transfer effects to everyday tasks. *Archives of Gerontology and Geriatrics*, 72, 91–98.

Bransford, J. D., Brown, A. L., & Cocking, R. R. (1999). *How people learn: Brain, mind, experience, and school*. Washington, D.C.: National Academy Press.

*Brehmer, Y., Westerberg, H., & Bäckman, L. (2012). Working-memory training in younger and older adults: Training gains, transfer, and maintenance. *Frontiers in Human Neuroscience*, 6, 63.

*Brum, P. S., Borella, E., Carretti, B., & Sanches Yassuda, M. (2020). Verbal working memory training in older adults: an investigation of dose response. *Aging and Mental Health*, 24(1), 81–91.

*Cantarella, A., Borella, E., Carretti, B., Kliegel, M., & de Beni, R. (2017). Benefits in tasks related to everyday life competences after a working memory training in older adults. *International Journal of Geriatric Psychiatry*, 32(1), 86–93.

*Carretti, B., Borella, E., Zavagnin, M., & De Beni, R. (2013). Gains in language comprehension relating to working memory training in healthy older adults. *International Journal of Geriatric Psychiatry*, 28(5), 539–546.

*Cavallini, E., Bianco, F., Bottiroli, S., Rosi, A., Vecchi, T., & Lecce, S. (2015). Training for generalization in Theory of Mind: a study with older adults. *Frontiers in Psychology*, 6, 1123.

*Cavallini, E., Bottiroli, S., Capotosto, E., De Beni, R., Pavan, G., Vecchi, T., & Borella, E. (2015). Self-help memory training for healthy older adults in a residential care center: Specific and transfer effects on performance and beliefs. *International Journal of Geriatric Psychiatry*, 30(8), 870–880.

*Chong, I., & Proctor, R. W. (2019). On the evolution of a radical concept: Affordances according to Gibson and their subsequent use and development. *Perspectives on Psychological Science*, 15(1), 117–132.

*Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2nd ed). New York: Lawrence Erlbaum Associates, Inc.

Connor, L. (2001). Memory in old age: patterns of decline and preservation. *Seminars in Speech and Language*, 22(2), 117–125.

*Davydov, V. V. (1988). The concept of theoretical generalization and problems of educational psychology. *Studies in Soviet Thought*, 36(3), 169–202.

*Dresler, M., Sandberg, A., Ohla, K., Bublitz, C., Trenado, C., Mroczko-Wąsowicz, A., Kühn, S., & Repantis, D. (2013). Non-pharmacological cognitive enhancement. *Neuropharmacology*, 64, 529–543.

Druckman, D., & Bjork, R. A. (1994). *Learning, remembering, believing: Enhancing human performance*. National Academy Press.

Gick, M. L., & Holyoak, K. J. (1980). Analogical problem solving. *Cognitive Psychology*, 12(3), 306–355.

Gick, M. L., & Holyoak, K. J. (1983). Schema induction and analogical transfer. *Cognitive Psychology*, 15(1), 1–38.

Greeno J.G. (1998), The situativity of knowing, learning, and research. *American Psychologist*, 53(1), 5-26.

*Guye, S., & von Bastian, C. C. (2017). Working memory training in older adults: Bayesian evidence supporting the absence of transfer. *Psychology and Aging*, 32(8), 732–746.

*Heinzel, S., Rimpel, J., Stelzel, C., & Rapp, M. A. (2017). Transfer effects to a multimodal dual-task after working memory training and associated neural correlates in older adults—A pilot study. *Frontiers in Human Neuroscience*, 11, 85.

Jobe, J. B., Smith, D. M., Ball, K., Tennstedt, S. L., Marsiske, M., Willis, S. L., Rebok, G. W., Morris, J. N., Helmers, K. F., Leveck, M. D., & Kleinman, K. (2001). Active: A cognitive intervention trial to promote independence in older adults. *Controlled Clinical Trials*, 22(4), 453–479.

*Jonasson, L. S., Nyberg, L., Kramer, A. F., Lundquist, A., Riklund, K., & Boraxbekk, C.J. (2017). Aerobic exercise intervention, cognitive performance, and brain structure: Results from the Physical Influences on Brain in Aging (PHIBRA) Study. *Frontiers in Aging Neuroscience*, 8, 336.

Judd, C. H. (1908). The relation of special training to general intelligence. *Educational Review*, 36(28), 42–48.

*Karbach, J., & Verhaeghen, P. (2014). Making working memory work: A meta-analysis of executive-control and working memory training in older adults. *Psychological Science*, 25(11), 2027–2037.

*Kim, H., Chey, J., & Lee, S. (2017). Effects of multicomponent training of cognitive control on cognitive function and brain activation in older adults. *Neuroscience Research*, 124, 8–15.

Luria, A. R. (1976). *Cognitive development: Its cultural and social foundations*. Harvard University Press.

*Meneghetti, C., Carbone, E., Di Maggio, A., Toffalini, E., & Borella, E. (2018). Mental rotation training in older adults: The role of practice and strategy. *Psychology and Aging*, 33(5), 814–831.

*Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J., Altman, D. G., & The Prisma Group. (2009). Linee guida per il reporting di revisioni sistematiche e meta-analisi: il PRISMA Statement. *PLoS Med*, 6(7), e1000097.

*Nguyen, L., Murphy, K., & Andrews, G. (2019). Immediate and long-term efficacy of executive functions cognitive training in older adults: A systematic review and meta-analysis. *Psychological Bulletin*, 145(7), 698–733.

*Perkins, D. N., & Salomon, G. (1992). Transfer of Learning. In Carnoy, M. (Ed.), *International encyclopedia of education* (2nd ed). Oxford, England: Pergamon Press.

*Reed, S. K. (1989). Constraints on the abstraction of solutions. *Journal of Educational Psychology*, 81(4), 532–540.

Rosenthal, R. (1979). The file drawer problem and tolerance for null results. *Psychological Bulletin*, 86(3), 638–641.

Rowe, J. W., & Kahn, R. L. (1997). Successful aging. *Gerontologist*, 37(4), 433–440.

*Sawilowsky, S. S. (2009). New effect size rules of thumb. *Journal of Modern Applied Statistical Methods*, 8(2), 26.

Schaie, K. W. (1994). The course of adult intellectual development. *American Psychologist*, 49(4), 304–313.

*Schmiedek, F. (2016). Methods and designs. In Strobach T. & Karbach J. (Ed.), *Cognitive training: An overview of features and applications* (pp. 9–18). Springer International Publishing.

*Smith-Ray, R. L., Makowski-Woidan, B., & Hughes, S. L. (2014). A randomized trial to measure the impact of a community-based cognitive training intervention on balance and gait in cognitively intact black older adults. *Health Education & Behavior*, 41(1_suppl.), 62S-69S.

*Stamenova, V., Jennings, J. M., Cook, S. P., Walker, L. A. S., Smith, A. M., & Davidson, P. S. R. (2014). Training recollection in healthy older adults: Clear improvements on the training task, but little evidence of transfer. *Frontiers in Human Neuroscience*, 8, 898.

*Stepankova, H., Lukavsky, J., Buschkuehl, M., Kopecek, M., Ripova, D., & Jaeggi, S. M. (2014). The malleability of working memory and visuospatial skills: A randomized controlled study in older adults. *Developmental Psychology*, 50(4), 1049–1059.

*Sterne, J.A.C., Egger, M., Moher, D., & Boutron, I. (2017). Addressing reporting biases. In Higgins J.P.T, Churchill R., Chandler J., Cumpston M.S.(Ed.), *Cochrane handbook for systematic reviews of interventions version 5.2.0*. Cochrane.

*Teixeira-Santos, A. C., Moreira, C. S., Magalhães, R., Magalhães, C., Pereira, D. R., Leite, J., Carvalho, S., & Sampaio, A. (2019). Reviewing working memory training gains in healthy older adults: A meta-analytic review of transfer for cognitive outcomes. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 103, 163–177.

*The jamovi project. (2020). jamovi (Version 1.6).

*Thompson, G., & Foth, D. (2005). Cognitive-training programs for older adults: What are they and can they enhance mental fitness? *Educational Gerontology*, 31(8), 603–626.

*Thorndike, E. L., & Woodworth, R. S. (1901). The influence of improvement in one mental function upon the efficiency of other functions: Functions involving attention, observation and discrimination. *Psychological Review*, 8(6), 553–564.

*Thorndyke, P. W., & Hayes-Roth, B. (1979). The use of schemata in the acquisition and transfer of knowledge. *Cognitive Psychology*, 11(1), 82–106.

Tuomi-Gröhn, T., & Engeström, Y. (2003). Conceptualizing transfer: From standard notions to developmental perspectives. In Tuomi-Gröhn, T., & Engeström, Y. (Ed.), *Between school and work: New perspectives on transfer and boundary-crossing* (pp. 19–38). Pergamon Press.

*Wilkinson, L. (1999). Statistical methods in psychology journals: Guidelines and explanations. *American Psychologist*, 54(8), 594–604.

Woodruff-Pak, D. S. (1989). Aging and intelligence: Changing perspectives in the twentieth century. *Journal of Aging Studies*, 3(2), 91–118.

*Zelinski, E. M. (2009). Far transfer in cognitive training of older adults. *Restorative Neurology and Neuroscience*, 27(5), 455–471.

Appendice A

Studio	missing	Training	Funzione allenata	Setting	Numero sessioni	Durata sessione (minuti)	Durata totale training (ore)	Adattività	Tipo controllo	Attività controlli attivi
Borella et al., 2010	Categorization Working Memory Span Task (Borella et al., 2008)	Memoria di Lavoro	Laboratorio	3	60	3	Si	Attivo	Autobiographic Memory Questionnaire (De Beni et al., 2008) Memory Sensitivity Questionnaire (De Beni et al., 2008) Questionnaire of Psychological Well-Being (De Beni et al., 2008)	
Brehmer et al., 2012	Cogmed QM	Memoria di Lavoro	Casa del partecipante	20	26	8.7	Si	Attivo	Low Level Practice: Cogmed QM Difficoltà bassa e costante a livello 1 (2 item)	
Bottiroli et al., 2013a	Memotecniche + Strategy adaptation training - Memotecniche: immagini mentali, creazione di frasi - Analisi del compito - Adattamento delle strategie a nuovo materiale	Memoria	In classe	3	120	6	No	Passivo		
Bottiroli et al., 2013b	Memotecniche: immagini mentali, creazione di frasi	Memoria	In classe	3	120	6	No	Passivo		
Bottiroli et al., 2013c	Memotecniche + Strategy adaptation training (autosomministrato dai partecipanti con manuale) - Memotecniche: immagini mentali, creazione di frasi - Analisi del compito - Adattamento delle strategie a nuovo materiale	Memoria	Casa del partecipante	4			No	Passivo		
Carretti et al., 2013	In ogni sessione: - Parte 1: Categorization Working Memory Span Task (Borella et al., 2008) - Parte 2: Compito di updating della Memoria di Lavoro durante compito di lettura	Memoria di Lavoro	Laboratorio	3	50	2.5	Si	Attivo	Autobiographic Memory Questionnaire (De Beni et al., 2008) Need for Cognition (adattato da Cacioppo et al., 1996) Questionnaire of Psychological Well-Being (De Beni et al., 2008) Mind Wandering Questionnaire (Zavagnin et al., unpublished) Memory Sensitivity Questionnaire (De Beni et al., 2008) Questionnaire on Memory Strategies (adattato da Troyer & Rich, 2002)	
Borella et al., 2014a	The Matrix Task (adattato da Carretti et al., 2012) - (Età partecipanti 65-75)	Memoria di Lavoro	Laboratorio	3	60	3	Si	Attivo	Autobiographic Memory Questionnaire (De Beni et al., 2008) Questionnaire of Psychological Well-Being (De Beni et al., 2008) Memory Sensitivity Questionnaire (De Beni et al., 2008)	
Borella et al., 2014b	The Matrix Task (adattato da Carretti et al., 2012) - (Età partecipanti 76-84)	Memoria di Lavoro	Laboratorio	3	60	3	Si	Attivo	Autobiographic Memory Questionnaire (De Beni et al., 2008) Questionnaire of Psychological Well-Being (De Beni et al., 2008) Memory Sensitivity Questionnaire (De Beni et al., 2008)	
Stamenova et al., 2014	Recollection training (Jennings et al., 2005)	Memoria	Laboratorio	6	20	2	No	Attivo	Verbal recognition task con gli stessi item del training	
Stepankova et al., 2014a	Verbal N-Back task (adattato da Jaeggi et al., 2008)	Memoria di Lavoro	Casa del partecipante	7	25	2.9	Si	Passivo		
Stepankova et al., 2014b	Verbal N-Back task (adattato da Jaeggi et al., 2008)	Memoria di Lavoro	Casa del partecipante	18	25	7.5	Si	Passivo		
Cavallini, Bianco et al., 2015	Training della Teoria della Mente (ToM; Lecce et al., 2015)	Teoria della Mente	In classe	4			No	Attivo	Physical Conversation Training	
Cavallini, Bottiroli et al., 2015	Self-help memory training (autosomministrato dai partecipanti con manuale) - Memotecniche: immagini mentali interattive, creazione di frasi - Analisi del compito - Adattamento delle strategie a nuovo materiale	Memoria	Residenza protetta	5			No	Attivo	Lettura del giornale Cruciverba Laboratorio di Musica Attività fisica (camminata) Scrittura libera di testi	
Bellander et al., 2017	3 compiti di memoria di associazioni oggetto-nome a) gioielli e nomi b) pietanze e geografia c) indumenti e cibi	Memoria	Casa del partecipante	24	37.07	14.8	Si	Attivo	Item Recognition Training (Memoria di Riconoscimento)	
Borella et al., 2017a	Categorization Working Memory Span Task (De Beni et al., 2008)	Memoria di Lavoro	Laboratorio	3	30	1.5	Si	Attivo	Autobiographic Memory Questionnaire (De Beni et al., 2008) Memory Sensitivity Questionnaire (De Beni et al., 2008) Questionnaire of Psychological Well-Being (De Beni et al., 2008)	
Borella et al., 2017b	Categorization Working Memory Span Task (De Beni et al., 2008) + Training strategico (immagini mentali)	Memoria di Lavoro	Laboratorio	3	30	1.5	Si	Attivo	Autobiographic Memory Questionnaire (De Beni et al., 2008) Memory Sensitivity Questionnaire (De Beni et al., 2008) Questionnaire of Psychological Well-Being (De Beni et al., 2008)	
Bottiroli et al., 2017	Self-guided Strategy adaptation training (autosomministrato dai partecipanti con manuale) - Memotecniche: immagini mentali interattive, creazione di frasi - Analisi del compito - Adattamento delle strategie a nuovo materiale	Memoria	Casa del partecipante	4	30	2	No	Passivo		
Cantarella et al., 2017	Categorization Working Memory Span Task (De Beni et al., 2008)	Memoria di Lavoro	Laboratorio	3	30	1.5	Si	Attivo	Autobiographic Memory Questionnaire (De Beni et al., 2008) Memory Sensitivity Questionnaire (De Beni et al., 2008) Questionnaire of Psychological Well-Being (De Beni et al., 2008)	
Guye & von Bastian, 2017	3 compiti di Memoria di Lavoro: - Complex Span Task (Von Bastian & Eschen, 2016) - Binding Task (e.g., Oberauer, 2005) - Memory Updating Task (De Simoni & Von Bastian, 2017)	Memoria di Lavoro	Casa del partecipante	25	30	12.5	Si	Attivo	Visual Search (adattato da Kane et al., 2006): cerchi, croci, rettangoli	

Studio	Training	Funzione allenata	Setting	Numero sessioni	Durata sessione (minuti)	Durata totale training (ore)	Adattività	Tipo controllo	Attività controlli attivi
Heinzel et al., 2017	N-Back task	Memoria di Lavoro	Laboratorio	12	45	9	Si	Passivo	
Jonasson et al., 2017	Training aerobico: camminata o corsa indoor	Forma fisica	Laboratorio	72	30	36		Attivo	Stretching e esercizi per il tono muscolare
Kim et al., 2017	Computerized Multicomponent Training of Cognitive Control (MTCC)	Controllo Cognitivo	Laboratorio	24	60	24	Si	Passivo	
Meneghetti et al., 2018a	Training di Rotazione Mentale + Training strategico: - 3D Same/Different Comparison Task (Peters & Battista, 2008) - Tetris - Training strategico di Rotazione Mentale	Rotazione Mentale	Laboratorio	6	75	7.5	No	Attivo	In ciascuna sessione: 1 Cruciverba 2 Vowel-Consonant Change Task 1 Word Puzzle
Meneghetti et al., 2018b	Training di Rotazione Mentale: - 3D Same/Different Comparison Task (Peters & Battista, 2008) - Tetris	Rotazione Mentale	Laboratorio	6	75	7.5	No	Attivo	In ciascuna sessione: 1 Cruciverba 2 Vowel-Consonant Change Task 1 Word Puzzle
Borella et al., 2019	Categorization Working Memory Span Task (De Beni et al., 2008)	Memoria di Lavoro	Laboratorio	3	30	1.5	Si	Attivo	Autobiographic Memory Questionnaire (De Beni et al., 2008) Memory Sensitivity Questionnaire (De Beni et al., 2008) Questionnaire of Psychological Well-Being (De Beni et al., 2008)
Brum et al., 2020a	Categorization Working Memory Span Task (Borella et al., 2010)	Memoria di Lavoro	Laboratorio	3	30	1.5	Si	Attivo	Personal Development Scale (Neri et al., 2002) World Health Organization Quality of Life - Brief (Fleck et al., 2000) Metamemory in Adulthood Questionnaire (Yassuda et al., 2005)
Brum et al., 2020b	Sessione 1-3: Categorization Working Memory Span Task (Borella et al., 2010) Sessione 4-6: versione modificata dello stesso compito (i.e., item diversi) per mantenere engagement	Memoria di Lavoro	Laboratorio	6	30	3	Si	Attivo	Personal Development Scale (Neri et al., 2002) World Health Organization Quality of Life - Brief (Fleck et al., 2000) Metamemory in Adulthood Questionnaire (Yassuda et al., 2005)

Appendice.A. Caratteristiche degli studi selezionati. Partendo dalla colonna di sinistra: studio, training di potenziamento cognitivo utilizzato, funzione allenata, setting, numero delle sessioni di training (escluse le sessioni pre-test e post-test), durata in minuti della singola sessione, durata totale del training in ore (escluse le sessioni pre-test e post-test), adattività del training, tipo di controllo utilizzato nello studio, attività svolta dal gruppo di controllo attivo (se presente). I 27 studi selezionati sono stati divisi in base a quanto descritto nel Capitolo 2, paragrafo 2.1.

Appendice B

Studio	Compito cognitivo	Tipo compito	Funzione cognitiva compito	d di Cohen		d medio criterio		d medio near transfer		d medio far transfer	
				d	SE	d _c	SE	d _n	SE	d _f	SE
Borella et al., 2010	Categorization Working Memory Span Task (Borella et al., 2008)	Criterio	Memoria di Lavoro	2.53	0.42	2.53	0.42	2.30	0.53	1.21	0.34
	Dot Matrix Task (Miyake et al., 2001)	Near transfer	Memoria di Lavoro	1.39	0.35						
	Digit Span Forward (De Beni et al., 2008)	Near transfer	Memoria a Breve Termine	3.17	0.47						
	Digit Span Backward (De Beni et al., 2008)	Near transfer	Memoria a Breve Termine	2.48	0.42						
	Culture Fair Test, Scale 3 (Cattell & Cattell, 1963)	Far transfer	Ragionamento	1.22	0.34						
	Stroop Color Task (Treynerry et al., 1989)	Far transfer	Inibizione	0.90	0.33						
	Pattern Comparison Task (Salthouse & Babcock, 1991)	Far transfer	Velocità di elaborazione	1.54	0.36						
Brehmer et al., 2012	Span Board Forward (Wechsler, 1981)	Criterio	Memoria di Lavoro	0.53	0.31	0.41	0.39	0.57	0.39	-0.05	0.25
	Digit Span Backward (Wechsler, 1981)	Criterio	Memoria di Lavoro	0.29	0.30						
	Span Board Backward (Wechsler, 1981)	Near transfer	Memoria di Lavoro	0.65	0.31						
	Digit Span Forward (Wechsler, 1981)	Near transfer	Memoria di Lavoro	0.48	0.31						
	Pasat (Gronwall, 1977)	Far transfer	Attenzione	0.39	0.30						
	Stroop (Dodrill, 1978)	Far transfer	Inibizione	0.18	0.30						
	RAVLT (Lezak, 1983)	Far transfer	Memoria	-0.26	0.30						
	Raven (Raven, 1995)	Far transfer	Ragionamento	-0.10	0.30						
	Cognitive Failure Questionnaire (Broadbent et al., 1982)	Far transfer	Funzionamento cognitivo vita quotidiana	-0.48	0.31						
Bottioli et al., 2013a	Associative Learning (item da Paivio et al., 1968 & De Mauro et al., 1993)	Criterio	Memoria	0.22	0.23	0.35	0.34	0.17	0.24		
	List Learning (item da Paivio et al., 1968 & De Mauro et al., 1993)	Criterio	Memoria	0.49	0.24						
	Place Learning	Near transfer	Memoria	0.00	0.23						
	Text Learning	Near transfer	Memoria	0.26	0.23						
	Name-Face Learning	Near transfer	Memoria	0.47	0.24						
Bottioli et al., 2013b	Grocery Learning	Near transfer	Memoria	-0.03	0.23	0.05	0.35	-0.11	0.25		
	Associative Learning (item da Paivio et al., 1968 & De Mauro et al., 1993)	Criterio	Memoria	-0.08	0.24						
	List Learning (item da Paivio et al., 1968 & De Mauro et al., 1993)	Criterio	Memoria	0.18	0.24						
	Place Learning	Near transfer	Memoria	-0.43	0.24						
	Text Learning	Near transfer	Memoria	0.57	0.25						
Bottioli et al., 2013c	Name-Face Learning	Near transfer	Memoria	-0.17	0.24	0.46	0.24	0.35	0.25	0.05	0.24
	Grocery Learning	Near transfer	Memoria	-0.39	0.24						
	Memoria per attività pianificate	Far transfer	Memoria prospettica	0.05	0.24						
	Associative Learning (item da Paivio et al., 1968 & De Mauro et al., 1993)	Criterio	Memoria	0.46	0.24						
	Place Learning	Near transfer	Memoria	0.39	0.24						
Carretti et al., 2013	Name-Face Learning	Near transfer	Memoria	0.51	0.24	1.56	0.38	1.56	0.38	0.52	0.29
	Grocery Learning	Near transfer	Memoria	0.53	0.24						
	Text Learning	Near transfer	Memoria	-0.03	0.24						
	Memoria per attività pianificate	Far transfer	Memoria prospettica	0.05	0.24						
	Categorization Working Memory Span Task (Borella et al., 2008)	Criterio	Memoria di Lavoro	1.56	0.38	2.39	0.41	1.80	0.36	0.56	0.33
Borella et al., 2014a	Working Memory Updating Word Span Test (Carretti et al., 2010)	Near transfer	Memoria di Lavoro	1.56	0.38						
	Listening Comprehension of Spatial Description (Pazzaglia et al., 2007) - domande vero/falso	Far transfer	Comprensione linguistica	0.89	0.35						
	Listening Comprehension of Spatial Description (Pazzaglia et al., 2007) - disegno mappa	Far transfer	Comprensione linguistica	0.71	0.34						
	Reading Comprehension of Expository Texts (adattato dal test di Nelson-Denny)	Far transfer	Lettura e comprensione	0.10	0.33						
	Culture Fair Test, Scale 3 (Cattell & Cattell, 1963)	Far transfer	Ragionamento	0.39	0.34						
	The Matrix Task (Carretti et al., 2012)	Criterio	Memoria di Lavoro	1.86	0.38	1.86	0.38	1.80	0.36	0.56	0.33
	Categorization Working Memory Span Task (De Beni et al., 2008)	Near transfer	Memoria di Lavoro	2.39	0.41						
Borella et al., 2014b	Corsi Task Forward (Corsi, 1972)	Near transfer	Memoria a Breve Termine	1.18	0.34						
	Corsi Task Backward (Corsi, 1972)	Near transfer	Memoria a Breve Termine	1.93	0.38						
	Pattern Comparison Task (Salthouse & Babcock, 1991)	Far transfer	Velocità di elaborazione	0.91	0.33						
	Stroop Color Task (Treynerry et al., 1989)	Far transfer	Inibizione	0.36	0.32						
	Culture Fair Test, Scale 3 (Cattell & Cattell, 1963)	Far transfer	Ragionamento	0.43	0.32						
Stamenova et al., 2014	The Matrix Task (Carretti et al., 2012)	Criterio	Memoria di Lavoro	1.51	0.36	1.51	0.36	0.63	0.42	0.42	0.33
	Categorization Working Memory Span Task (De Beni et al., 2008)	Near transfer	Memoria di Lavoro	1.51	0.36						
	Corsi Task Forward (Corsi, 1972)	Near transfer	Memoria a Breve Termine	0.35	0.32						
	Corsi Task Backward (Corsi, 1972)	Near transfer	Memoria a Breve Termine	0.10	0.32						
	Pattern Comparison Task (Salthouse & Babcock, 1991)	Far transfer	Velocità di elaborazione	0.79	0.33						
Stepankova et al., 2014a	Stroop Color Task (Treynerry et al., 1989)	Far transfer	Inibizione	0.29	0.32	-0.46	0.29	0.003	0.39		

Studio	Compito cognitivo	Tipo compito	Funzione cognitiva compito	d di Cohen		d _c		d _n		d _f	
				d	SE	d	SE	d	SE	d	SE
Borella et al., 2017b	Categorization Working Memory Span Task (De Beni et al., 2008)	Criterio	Memoria di Lavoro	1.90	0.40	1.90	0.40	0.27	0.29	0.68	0.42
	Listening Span Test (De Beni et al., 2008)	Near transfer	Memoria di Lavoro	0.39	0.34						
	The Jigsaw Puzzle Test (adattato da De Beni et al., 2008)	Near transfer	Memoria di Lavoro	0.12	0.33						
	Digit Span Forward (De Beni et al., 2008)	Near transfer	Memoria a Breve Termine	0.10	0.33						
	Digit Span Backward (De Beni et al., 2008)	Near transfer	Memoria a Breve Termine	0.49	0.34						
	Pattern Comparison Task (Salthouse & Babcock, 1991)	Far transfer	Velocità di elaborazione	1.08	0.36						
	The Letter Sets (Ekstrom et al., 1976)	Far transfer	Ragionamento	0.31	0.34						
Bottiroli et al., 2017	Associative Learning	Criterio	Memoria	1.17	0.28	1.17	0.28	0.98	0.30	0.58	0.30
	Name-Face Learning	Near transfer	Memoria	1.09	0.27						
	Grocery Learning	Near transfer	Memoria	0.87	0.27						
	Everyday Cognition Battery (ECB - Allaire & Marsiske, 1999) - Inductive Reasoning Test	Far transfer	Ragionamento	0.65	0.26						
Cantarella et al., 2017	Everyday Cognition Battery (ECB - Allaire & Marsiske, 1999) - Working Memory Test	Far transfer	Memoria di Lavoro	0.51	0.26	2.14	0.41	0.76	0.29	0.76	0.29
	Categorization Working Memory Span Task (De Beni et al., 2008)	Criterio	Memoria di Lavoro	2.14	0.41						
	Everyday Problem-Solving (adattato da Willis & Marsiske, 1993)	Far transfer	Problem-solving vita quotidiana	1.32	0.37						
	Timed Instrumental Activities of Daily Living (adattato da Owsley et al., 2002)	Far transfer	IADL	0.10	0.33						
	Culture Fair Test (Cattell & Cattell, 1973)	Far transfer	Ragionamento	1.01	0.35						
	Raven's Standard Progressive Matrices (RSPM - Raven et al., 1977)	Far transfer	Ragionamento	0.68	0.34						
	Complex Span Task (Von Bastian & Eschen, 2016)	Criterio	Memoria di Lavoro	2.44	0.22						
Guye & von Bastian, 2017	Binding Task (e.g., Oberauer, 2005) - Triangoli	Criterio	Memoria di Lavoro	0.31	0.17	1.35	0.61	0.39	0.24	0.04	0.12
	Memory Updating Task (De Simoni & Von Bastian, 2017) - Cerchi	Criterio	Memoria di Lavoro	1.34	0.19						
	Brown-Peterson (Brown, 1958; Peterson & Peterson, 1959)	Near transfer	Memoria di Lavoro	0.39	0.17						
	Binding Task (e.g., Oberauer, 2005) - Forme	Near transfer	Memoria di Lavoro	0.44	0.17						
	Memory Updating Task (De Simoni & von Bastian, 2017) - Frecce	Near transfer	Memoria di Lavoro	0.35	0.17						
	RAPM (Arthur & Day, 1994)	Far transfer	Ragionamento	0.37	0.17						
	Relationships (Ekstrom et al., 1976)	Far transfer	Ragionamento	0.19	0.17						
	Locations (Ekstrom et al., 1976)	Far transfer	Ragionamento	0.00	0.17						
	Animacy-Size: Categorical (Von Bastian et al., 2016) - Switch Cost	Far transfer	Shifting	0.21	0.17						
	Animacy-Size: Categorical (Von Bastian et al., 2016) - Mixing Cost	Far transfer	Shifting	-0.30	0.17						
	Shape-Color: Figural (Von Bastian et al., 2016) - Switch Cost	Far transfer	Shifting	0.24	0.17						
	Shape-Color: Figural (Von Bastian et al., 2016) - Mixing Cost	Far transfer	Shifting	-0.05	0.17						
	Parity-Magnitude: Numerical (Von Bastian et al., 2016) - Switch Cost	Far transfer	Shifting	0.09	0.17						
	Parity-Magnitude: Numerical (Von Bastian et al., 2016) - Mixing Cost	Far transfer	Shifting	-0.30	0.17						
	Flanker Task (Eriksen & Eriksen, 1974)	Far transfer	Inibizione	0.12	0.17						
	Stroop Task (Stroop, 1935)	Far transfer	Inibizione	-0.09	0.17						
	Simon Task (Simon, 1969)	Far transfer	Inibizione	0.00	0.17						
Heinzel et al., 2017	Zero-Back Task	Criterio	Memoria di Lavoro	0.33	0.35	0.76	0.30	0.29	0.29	0.29	0.29
	1-Back Task	Criterio	Memoria di Lavoro	0.77	0.36						
	2-Back Task	Criterio	Memoria di Lavoro	1.10	0.37						
	3-Back Task	Criterio	Memoria di Lavoro	0.86	0.36						
	Dual Task - 1 Stimolo visivo Target	Far transfer	Controllo Esecutivo	0.09	0.34						
	Dual Task - 2 Stimoli visivi Target	Far transfer	Controllo Esecutivo	0.10	0.34						
	Dual Task - 1 Stimolo uditorio Target	Far transfer	Controllo Esecutivo	0.83	0.36						
Jonasson et al., 2017	Dual Task - 2 Stimoli uditori Target	Far transfer	Controllo Esecutivo	0.17	0.34	0.84	0.27	0.17	0.26	0.17	0.26
	Standardized Graded Cycle Ergometer Test (Monark 839E, Monark Exercise AB, Sweden)	Criterio	Forma Fisica	0.84	0.27						
	Word Recognition (Nyberg et al., 1996)	Far transfer	Memoria	-0.10	0.26						
	Free Recall (Murdock, 1962)	Far transfer	Velocità di elaborazione	0.40	0.27						
	Paired Associates (Rohrer et al., 1967)	Far transfer	Funzioni Esecutive	0.41	0.27						
	Trail Making Task 2 & Task 3 (Delis et al., 2001)	Far transfer	Velocità di elaborazione	0.40	0.27						
	Digit-Symbol Task (WAIS-R)	Far transfer	Memoria di Lavoro	-0.03	0.26						
Kim et al., 2017	Automated Operation Span (Unsworth et al., 2005)	Far transfer	Funzioni Esecutive	0.41	0.27	0.32	0.44	0.08	0.36	0.42	0.28
	Flanker Task (Eriksen & Eriksen, 1974)	Far transfer	Attenzione	0.17	0.39						
	Digit Span Forward (WAIS-R)	Far transfer	Attenzione	0.33	0.39						
	Letter Memory (Dahlin et al., 2008)	Far transfer	Attenzione	0.52	0.39						
	N-Back (Kirchner, 1958)	Far transfer	Memoria	0.40	0.39						
	Color Trails Test-2 (D'Elia et al., 1996)	Far transfer	Funzionamento cognitivo vita quotidiana	0.66	0.39						
	Stroop Color-Word Interference (Shin & Park, 2007)	Criterio	Controllo Cognitivo	0.07	0.39						
	Color Trails Test-1 (D'Elia et al., 1996)	Criterio	Contollo Cognitivo	0.56	0.39						

Ringraziamenti

Ringrazio il Professor Andrea Spoto e il suo gruppo di lavoro, in particolare i Dottori Umberto Granziol, Giuseppe Mignemi e la Dottoressa Anna Panzeri per la preziosa collaborazione e per aver condiviso con me le loro conoscenze statistiche. Un ringraziamento anche alla Dottoressa Lucia Ronconi per avermi insegnato ad utilizzare correttamente il software statistico Jamovi. Infine, ringrazio la mia famiglia per avermi permesso di raggiungere questo obiettivo e avermi sostenuto economicamente ed emotivamente per tutto il percorso universitario. In particolare, ringrazio mio padre per essere un punto di riferimento fermo e autorevole, mia madre per avermi ascoltato nei momenti di maggior tensione, mia sorella Arianna per avermi regalato sorrisi e aver condiviso con me ansie e soddisfazioni.