



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DI PADOVA

Sede Amministrativa: Università degli Studi di Padova

Dipartimento di Psicologia Generale

SCUOLA DI DOTTORATO DI RICERCA IN: SCIENZE PSICOLOGICHE

INDIRIZZO: PSICOLOGIA SPERIMENTALE

CICLO XXV

*TRAINING DI MEMORIA DI LAVORO NELLA POPOLAZIONE  
ANZIANA: EFFETTI DI GENERALIZZAZIONE E  
MANTENIMENTO DEI BENEFICI*

**Direttore della Scuola:** Ch.mo Prof.ssa Clara Casco

**Coordinatore:** Ch.mo Prof.ssa Lucia Regolin

**Supervisore:** Ch.mo Prof.ssa Rossana De Beni

**Dottorando:** Michela Zavagnin



# INDICE

INTRODUZIONE	7
<i>Capitolo I</i>	
1. INVECCHIAMENTO E COGNIZIONE	9
1.1. Epidemiologia dell'invecchiamento	9
1.2. Modificazioni cognitive nell'invecchiamento	10
1.2.1. Ipotesi sull'invecchiamento cognitivo	10
1.2.2. Memoria	12
1.2.3. Funzioni esecutive	17
1.2.4. Abilità linguistiche e comprensione del testo	20
1.2.4. Intelligenza	22
1.3. Aspetti metodologici	23
1.4. Effetti neurogenetici e psicogenetici	25
1.4.1. Correlati cerebrali dell'invecchiamento	25
1.4.2. Plasticità cerebrale	26
1.4.3. Plasticità cognitiva	27
1.4.4. Scaffolding theory: un modello integrato	28
<i>Capitolo II</i>	
2. TRAINING DI MEMORIA DI LAVORO	31
2.1. Introduzione	31
2.2. Interventi di potenziamento della memoria	33
2.2.1. Training strategici	33
2.2.2. Training di memoria di lavoro	34
2.2.3. Variabili moderatrici dei benefici	36
2.3. Training di memoria di lavoro nell'invecchiamento	45
2.4. Limiti metodologici	46

### Capitolo III

3. LA RICERCA	49
3.1. Benefici di un training di memoria di lavoro verbale in grandi vecchi	51
3.1.1. <i>Obiettivi</i>	51
3.1.2. <i>Metodo</i>	51
3.1.3. <i>Risultati</i>	58
3.1.4. <i>Discussione</i>	64
3.2. Training di memoria di lavoro in anziani con Mild Cognitive Impairment amnesico: effetti specifici e di generalizzazione	67
3.2.1. <i>Obiettivi</i>	67
3.2.2. <i>Metodo</i>	68
3.2.3. <i>Risultati</i>	72
3.2.4. <i>Discussione</i>	77
3.3. Benefici di un training di memoria di lavoro e aggiornamento sulla comprensione del testo	79
3.3.1. <i>Obiettivi</i>	79
3.3.2. <i>Metodo</i>	79
3.3.3. <i>Risultati</i>	86
3.3.4. <i>Discussione</i>	92
3.4. Effetti di un training di memoria di lavoro visuo-spaziale	94
3.4.1. <i>Obiettivi</i>	94
3.4.2. <i>Metodo</i>	94
3.4.3. <i>Risultati</i>	100
3.4.4. <i>Discussione</i>	107
3.5. Benefici di un training di memoria di lavoro visuo-spaziale in grandi vecchi	109
3.5.1. <i>Obiettivi</i>	109
3.5.2. <i>Metodo</i>	109
3.5.3. <i>Risultati</i>	112
3.5.4. <i>Discussione</i>	118

3.5.4. <i>Discussione</i>	118
3.6. Training di memoria di lavoro verbale e visuo-spaziale: effetti di generalizzazione del beneficio	119
3.6.1. <i>Obiettivi</i>	119
3.6.2. <i>Metodo</i>	119
3.6.3. <i>Risultati</i>	126
3.6.4. <i>Discussione</i>	134
<i>Capitolo IV</i>	
4. DISCUSSIONE GENERALE E CONCLUSIONI	137
4.1. Discussione	137
4.2. Conclusioni	140
RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI	143
APPENDICE	162



## *INTRODUZIONE*

La memoria di lavoro può essere definita come un sistema dinamico, in grado di immagazzinare temporaneamente ed elaborare le informazioni necessarie per i processi di ordine superiore, svolge quindi un ruolo centrale nel determinare la prestazione in compiti cognitivi complessi come ad esempio la comprensione del testo (Daneman e Carpenter, 1980) e il problem solving (Engle, Tuholsky, Laughin e Conway, 1999). Numerosi studi hanno dimostrato come la memoria di lavoro subisca un declino lineare all'avanzare dell'età (Salthouse, 1990; Borella, Carretti e De Beni, 2008) e ciò sembra spiegare il peggioramento della prestazione degli anziani in un'ampia varietà di prove cognitive. Di conseguenza, negli ultimi anni, si è manifestato un interesse sempre maggiore circa la possibilità di modificare questi aspetti attraverso interventi che vadano a sfruttare la plasticità cognitiva residua. Anche nella terza età, infatti, continua ad essere presente, seppur in misura minore rispetto ad altre fasi della vita (es. Singer, Lindenberger e Baltes, 2003; Brehmer, Li, Straube, Stoll, Von Oertzen e Lindenberger, 2008), una quantità di risorse che può essere attivata per migliorare la prestazione in differenti compiti cognitivi (Baltes e Willis, 1982) attraverso procedure specifiche come i training. Più nello specifico, affianco a ricerche che continuano a proporre training strategici, nei quali viene insegnata una menemotecnica o una strategia di memoria, stà aumentando il numero di studi che utilizzano training di memoria detti impliciti al fine di incrementare i meccanismi dominio-generalisti della memoria di lavoro. Questi training (Li et al. 2008; Buschkuhl et al., 2008; Borella, Carretti, Riboldi e De Beni, 2010; Schimedeck, Lovdén e Lindenberger, 2010; Richmond, Morrison, Chein e Olson, 2011) hanno mostrato la loro efficacia nel migliorare la prestazione in compiti di memoria di lavoro, tuttavia i risultati non sono univoci per quanto riguarda le possibilità di mantenimento e di generalizzazione del beneficio. La grande eterogeneità delle procedure adottate ed alcuni limiti metodologici, infatti, non permettono di trarre conclusioni certe circa l'ampiezza dei benefici ottenibili né di valutare con chiarezza quali variabili possano concorrere ad amplificarli. In particolare, nell'ambito dell'invecchiamento, non è chiaro se sia possibile intervenire con successo in popolazioni con minori risorse cognitive a causa dell'età molto avanzata o di patologie in atto, e se i training possano avere una valenza ecologica, ossia se sia possibile ottenere effetti di generalizzazione a compiti simili a quelli della vita di tutti i giorni. Infine, nonostante in letteratura siano stati proposti sia training di memoria di lavoro verbale che visuo-spaziale,

non è ancora stato esaminato il ruolo della modalità (verbale vs. visuo-spaziale) del materiale utilizzato nel facilitare o meno la generalizzazione e il mantenimento del beneficio.

Lo scopo del presente lavoro è stato quello di esaminare questi tre aspetti proponendo 6 brevi training di memoria di lavoro strutturalmente simili ma con stimoli di natura diversa a giovani anziani, grandi vecchi e anziani con Mild Cognitive Impairment. Più precisamente, nel *Capitolo I* verranno presentate le principali modificazioni cognitive evidenziabili nell'invecchiamento e i meccanismi di compensazione cerebrali e cognitivi che permettono il mantenimento di una buona funzionalità anche ad età avanzata e possono essere ulteriormente stimolati attraverso interventi di potenziamento della memoria. Nel *Capitolo II* verranno descritte le procedure utilizzate nei training presenti in letteratura, evidenziando le variabili moderatrici dei benefici ottenuti, i risultati emersi nell'invecchiamento e i principali limiti. Dal *Capitolo III* in poi verrà presentata la ricerca: nello Studio 1 è stato proposto un training di memoria verbale ad un campione di grandi vecchi mentre nello Studio 2 a giovani anziani con Mild Cognitive Impairment amnesico, questo al fine di comprendere l'utilità di questo tipo di intervento in popolazioni le cui funzioni cognitive sono maggiormente compromesse. Nello Studio 3 è stato abbinato l'esercizio in un compito di aggiornamento a quello nella prova criterio di memoria di lavoro verbale, al fine di favorire gli effetti di generalizzazione alla comprensione del testo. Infine, negli ultimi tre studi, è stato valutato il ruolo della modalità proponendo un training strutturalmente simile ma in cui venivano presentati stimoli di natura visuo-spaziale a giovani anziani (Studio 4) e a grandi vecchi (Studio 5), ed un training in cui venivano esercitate alternativamente le due modalità (Studio 6).

# *CAPITOLO I*

## *INVECCHIAMENTO E COGNIZIONE*

### **1.1 EPIDEMIOLOGIA DELL'INVECCHIAMENTO**

Con il termine invecchiamento, convenzionalmente, si intende l'ultima fase del ciclo di vita; tuttavia è difficile definire in maniera univoca la soglia d'ingresso in tale condizione, dato che è presente una grande variabilità tra individuo e individuo, ed anche nella stessa persona età biologica, psicologica e sociale possono non coincidere, rendendo il quadro estremamente complesso. Dal punto di vista della letteratura scientifica, si è soliti definire "anziana" la popolazione con più di 60-65 anni d'età, facendo di fatto coincidere l'inizio dell'invecchiamento con l'uscita dal mercato del lavoro. Nonostante questa delimitazione possa avere una sua validità, visto che spesso il pensionamento comporta una riorganizzazione dello stile di vita della persona, resta evidente la sua arbitrarietà. Di conseguenza diversi studiosi hanno cercato delle definizioni alternative che diano importanza più ai processi in atto che a parametri meramente cronologici. Alcuni esempi sono la distinzione tra giovani anziani (65-74 anni), grandi vecchi (>75) e centenari o la suddivisione del processo di invecchiamento in primario (modificazioni legate all'età in assenza di patologia), secondario (combinazione tra età e patologia) e terziario o declino finale (cambiamenti che si osservano nel periodo immediatamente precedente alla morte) (Birren e Schroots, 1996).

La ricerca di nuove definizioni, che meglio descrivano l'invecchiamento e da cui si possa partire per uno studio sistematico dello stesso, nasce anche sulla spinta della "rivoluzione socio-demografica" a cui abbiamo assistito negli ultimi decenni. E' stato, infatti, possibile osservare il progressivo allungamento dell'aspettativa di vita accompagnato da un massiccio calo delle nascite, questo ha portato ad un effetto noto come rettangolarizzazione della piramide demografica. Osservando la piramide demografica suddivisa per classi di età si può notare come, 50 anni fa, era presente una base larga (corrispondente alla popolazione infantile) ed un progressivo restringimento all'aumentare dell'età, mentre oggi le fasce d'età che contano un numero maggiore di individui, sono quelle degli adulti e dei giovani anziani.

Secondo le proiezioni ISTAT del 2011, se questo trend si mantiene, la popolazione è destinata ad invecchiare gradualmente. Infatti, è previsto che l'età media aumenti da 43.5 anni nel 2011 fino ad un massimo di 49.8 nel 2059. Inoltre, gli ultra 65enni che oggi sono pari al 20.3% della popolazione totale sembrano destinati a raggiungere il 33.2% nel 2056 per poi stabilizzarsi attorno al valore di 32-33%, ad indicare una presumibile conclusione del processo di invecchiamento della popolazione.

## **1.2 MODIFICAZIONI COGNITIVE NELL'INVECCHIAMENTO**

### **1.2.1. Ipotesi sull'invecchiamento cognitivo**

Fortunatamente in parallelo all'aumento della popolazione anziana, sono cresciute le nostre conoscenze sull'invecchiamento cognitivo; infatti, se fino agli anni '50 l'ipotesi principale era quella del decadimento globale (prospettiva unidimensionale), inevitabilmente associato a stati patologici degenerativi, dalla seconda metà del novecento le ricerche hanno messo in luce come l'invecchiamento sia un processo multidimensionale interessato da diverse forme di cambiamento sia di natura qualitativa che quantitativa. In particolare, alla tradizionale visione del massimo adolescenziale (Belbin, 1953) si è contrapposta la *life span development theory* (LSDP), un approccio che vede lo sviluppo come un processo dinamico che comincia con la nascita e si conclude solo alla morte dell'individuo (Baltes e Baltes, 1990; Baltes e Silverberger, 1994).

La LSDP si basa sui seguenti tre pilastri:

- lo sviluppo è un processo che coinvolge tutto l'arco di vita, in cui sono in atto sia processi cumulativi (continui) che innovativi (discontinui);
- lo sviluppo dell'individuo non è lineare ed in base alle condizioni di vita può seguire traiettorie diverse;
- sono presenti potenzialità latenti ad ogni stadio di funzionamento che sono suddivisibili in riserve di base (livello corrente di plasticità dell'individuo) e riserve dello sviluppo (ciò che sarebbe possibile se venissero ottimizzate le risorse dell'individuo).

Questa visione del processo d'invecchiamento ha favorito lo studio dell'anziano nella sua totalità e, a livello cognitivo, ha portato a focalizzare l'attenzione non solo sulle funzioni

che subiscono un declino con l'età, ma anche su quelle che si mantengono o addirittura migliorano con l'andare degli anni.

Sulla spinta di questo cambiamento di prospettiva ed in seguito ai risultati emersi dallo studio delle modificazioni presenti in alcune funzioni cognitive, gli autori hanno proposto diversi approcci per cercare di descrivere e spiegare l'invecchiamento cognitivo.

Una delle prime ipotesi multidimensionali sulla natura dell'invecchiamento è quella di Horn e Cattell (1967) secondo cui l'intelligenza fluida (che comprende abilità come la velocità di elaborazione, il *problem solving*, l'accuratezza, ecc.) si deteriorerebbe con l'età, mentre l'intelligenza cristallizzata, che si basa sulle acquisizioni legate alla cultura e all'esperienza di vita, si manterrebbe pressoché inalterata.

Anche i sostenitori dell'approccio globale (o macro) all'invecchiamento ritengono che solo un numero limitato di funzioni cognitive declini con l'età; tuttavia, proprio il peggioramento di queste sarebbe alla base dei cambiamenti cognitivi osservati nell'invecchiamento. Più nello specifico, secondo Salthouse, il peggioramento della prestazione degli anziani in alcuni compiti cognitivi, sarebbe dovuto ad un solo fattore (Salthouse, 1994), ossia il declino della velocità di elaborazione delle informazioni (Salthouse, 1992). Questo cambiamento comporterebbe il rallentamento nello svolgimento delle operazioni cognitive (Salthouse, 2000), la riduzione dello spazio disponibile nella memoria di lavoro (Salthouse, 1994) e deficit di memoria episodica (Salthouse, Berish e Miles, 2002). Ciò renderebbe più difficili tutti quei compiti che comportano l'elaborazione profonda di materiale nuovo; resterebbe invece invariata la prestazione in compiti in cui è richiesta un'elaborazione automatica o dove è possibile, tramite strategie o supporti esterni, organizzare il materiale secondo schemi noti.

Secondo i sostenitori dell'ipotesi della distribuzione delle risorse non sarebbe la quantità di risorse disponibili a cambiare ma la capacità dei meccanismi di controllo di destinarle a specifici processi (Baddeley, 1986). Anche in questo caso la prestazione risulterebbe compromessa in modo proporzionale alla complessità del compito ma a causa di un deficit a livello di qualità, e non quantità, di informazioni.

Un altro importante approccio prevede un ruolo centrale della memoria di lavoro (Park et al., 1996), infatti, a causa della sua importanza nel determinare la prestazione in compiti cognitivi complessi, è stato sostenuto che le sue modificazioni spieghino l'invecchiamento cognitivo ( Craik e Salthouse, 2008). Tuttavia, secondo l'ipotesi inibitoria (Hasher e Zacks, 1988) il declino della memoria di lavoro sarebbe causato a sua volta dal peggioramento delle

funzioni inibitorie e dal conseguente controllo inefficace dei contenuti delle informazioni che hanno accesso alla memoria (Haser, Lustig e Zacks, 2007). Inoltre il mal funzionamento dell'inibizione porterebbe ad una generale mancanza di regolazione nei processi attentivi che spiegherebbe i deficit in altri domini cognitivi, come ad esempio nello *shifting* e nella soppressione di risposte non rilevanti o dominanti.

Jennings e Jacoby (1993) hanno evidenziato, invece, la distinzione tra processi automatici e controllati facendo particolare riferimento al loro ruolo nel determinare la prestazione di memoria. Questi autori hanno dimostrato che, mentre i processi controllati declinano all'avanzare dell'età, i processi automatici si mantengono pressoché stabili. Per questo gli anziani riescono ad effettuare senza difficoltà operazioni "super-apprese" o che prevedono la manipolazione di stimoli familiari ed hanno invece prestazioni peggiori quando non possono fare affidamento sul supporto ambientale. Questo declino dei processi controllati, potrebbe rendere inoltre gli anziani più suscettibili a distorsioni, errori e all'interferenza dei processi *bottom-up* (Braver e Barch, 2002).

Infine, Baltes e Lindenberger (1997) hanno ipotizzato una stretta relazione tra misure sensoriali e cognitive, sostenendo che potrebbe essere il declino dell'acuità visiva e uditiva ad influenzare la prestazione in compiti cognitivi complessi. Secondo gli autori questo avverrebbe a causa dell'architettura fisiologica comune ed avrebbe una particolare importanza a partire dai 75 anni, ossia quando il peso dei fattori biologici diviene più marcato.

Dopo questa rapida scorsa delle ipotesi che hanno cercato di rendere conto delle modificazioni cognitive legate all'età passiamo ad una analisi più dettagliata delle singole funzioni.

### **1.2.2. Memoria**

La memoria, ossia la capacità di mantenere l'informazione nel tempo attraverso i processi di codifica, ritenzione e recupero del materiale appreso, è una delle abilità cognitive che hanno ricevuto maggiore attenzione da parte degli studiosi dell'invecchiamento. Questo è dovuto, da una parte, al fatto che deficit di memoria sono tra i primi sintomi di alcune patologie ad elevato tasso di incidenza nella terza e quarta età (Chenxuan, De Ronchi e Fratiglioni, 2007) ed è quindi necessario discriminare tra cambiamenti normali e patologici; dall'altra, all'importanza che questo costrutto riveste nella percezione di auto-efficacia dell'anziano. Infatti, i fallimenti della memoria vengono spesso vissuti dall'anziano come inevitabile effetto dell'età, a causa del diffuso stereotipo che tende a far coincidere la perdita

della memoria con l'invecchiamento (Bandura, 1997), e possono portare ad atteggiamenti rinunciatari con conseguente sotto-utilizzo delle abilità cognitive e, quindi, ad un reale decremento della prestazione cognitiva.

Tuttavia, contrariamente al senso comune, numerosi studi hanno documentato un declino differenziale dei vari sistemi di memoria (Bäckman, Small e Wahlin, 2001) accompagnato da una grande variabilità inter-individuale che comporta, in alcuni individui, il mantenimento di prestazioni uguali o superiori a quelle dei giovani (Habib, Nyberg e Nilsson, 2007).

### *I magazzini temporanei di memoria*

Sono presenti due magazzini temporanei di memoria, la memoria a breve termine e la memoria di lavoro, che implicano prestazioni e processi diversi (Unsworth e Engle, 2007) oltre a mostrare un diverso andamento all'avanzare dell'età (Bopp e Verhaeghen, 2005).

La memoria a breve termine è il processo con il quale una piccola quantità di informazioni è trattenuta passivamente nella mente per alcuni secondi o al massimo minuti. A questo meccanismo fanno riferimento molte prove, dette di span semplice, nelle quali si presenta al soggetto una lista di parole, lettere o numeri da ripetere appena dopo l'ascolto (Braver e West, 2008).

La memoria di lavoro, invece, può essere definita come un sistema di memoria dinamico, in grado di immagazzinare temporaneamente ed elaborare le informazioni necessarie per i processi di ordine superiore come la comprensione del linguaggio, la pianificazione o il *problem solving* (Cowan et al., 2005; Shah e Miyake, 1999). Per misurarla vengono solitamente utilizzate prove di span complesso che richiedono di mantenere attive delle informazioni da rievocare, dopo averle manipolate, mentre vengono presentate altre informazioni che divengono via via irrilevanti ai fini del compito (es. *listening span test* di Daneman e Carpenter, 1980). La definizione operativa della memoria di lavoro risiede nel numero di item che possono essere ricordati e prende il nome di capacità di memoria di lavoro.

La struttura della memoria di lavoro è ancora controversa ed in generale tra i modelli proposti in letteratura si possono distinguere tre approcci:

- Unitari: secondo questi autori la memoria è un sistema unico, non è presente nessuna suddivisione tra memoria a breve termine e di lavoro. Un esempio di modello unitario è quello di Engle e collaboratori (es. Engle e Kane, 2004) che definiscono la memoria

di lavoro come la somma di memoria a breve termine e controllo attentivo. La memoria a breve termine è considerata come l'insieme delle informazioni di memoria a lungo termine attivate, ad opera del controllo attentivo, sopra ad una determinata soglia. Il controllo attentivo agisce inoltre mantenendo l'attivazione di tali informazioni ed inibendo i distrattori.

- Frazionati: ritengono che la memoria sia un insieme di processi e dividono anche la memoria di lavoro in componenti diverse. Questi modelli portano come evidenze le dissociazioni (es. effetti selettivi di interferenza). L'esempio più celebre è il modello di Baddeley (1986) che divide il magazzino di memoria in tre componenti: esecutivo centrale, loop fonologico, taccuino visuo-spaziale. Secondo questo modello, il loop fonologico è quella componente che mantiene temporaneamente l'informazione fonologico-uditiva e articolatoria (è critico per il linguaggio) ed è diviso al suo interno in un magazzino fonologico ed un meccanismo di ripetizione (rinfrescamento). Dato che i compiti verbali non vengono disturbati dal concomitante svolgimento di compiti di natura spaziale (ad es. toccare in sequenza una serie di cubi), Baddeley ipotizzò la presenza del taccuino visuo-spaziale che, secondo la sua interpretazione, permette sia la ritenzione temporanea delle caratteristiche visivo-spaziali delle informazioni in entrata, sia la visualizzazione e manipolazione delle immagini mentali. Infine l'esecutivo centrale che agisce come un sistema di controllo attentivo, svolge funzioni di coordinamento ed integrazione tra il materiale prodotto dai due magazzini ed elabora strategie selezionate coscientemente. Baddeley (2000) ha successivamente ampliato il modello, con l'aggiunta dell'*episodic buffer*, una componente capace di integrare le informazioni che provengono dai due sotto-sistemi con quelle della memoria a lungo termine.
- Articolati: questi modelli prevedono che non esistano sistemi indipendenti, ma che la memoria di lavoro possa essere impegnata a livelli diversi con l'investimento di risorse specifiche oltre che generali. Un esempio di modello articolato è quello di Cornoldi e Vecchi (2003), caratterizzato da un continuum orizzontale, riferito alle caratteristiche del materiale da elaborare (da input di natura verbale a input spaziali), ed un continuum verticale riferito al grado di controllo ed attività implicati (da processi totalmente passivi a processi estremamente impegnativi). Le due dimensioni interagiscono tra loro; le differenze tra processi di specifiche modalità, cioè, si mantengono a qualsiasi livello del continuum verticale, tuttavia solo abilità molto

lontane tra loro sul continuum orizzontale non si sovrappongono ai livelli più alti di controllo.

Questo modello ha il pregio di spiegare alcuni fenomeni che non sono chiari se interpretati attraverso i due approcci precedentemente descritti (es. bambini con disturbi dell'apprendimento che presentano problemi alla memoria di lavoro verbale attiva ma non in quella passiva).

Per quanto riguarda le modificazioni età correlate in questi magazzini temporanei, la prestazione di memoria a breve termine subisce solo un lieve decremento che diviene più evidente solo ad età molto avanzata (es. Vecchi et al., 2005), al contrario, la memoria di lavoro declina in modo lineare già a partire dai 25 anni (Daigneault e Braun, 1993; Salthouse, 1990; Borella, Carretti e De Beni, 2008). Tuttavia i diversi autori non sono ancora concordi circa le cause di tale decremento nella prestazione ed hanno proposto varie ipotesi per cercare di spiegarlo, come ad esempio la diminuzione della velocità di elaborazione delle informazioni (McCabe e Hartman, 2003; Salthouse, 2007a) che secondo Salthouse (1996) provocherebbe un'elaborazione accurata solo delle prime operazioni cognitive richieste dal compito. Queste, venendo eseguite troppo lentamente, non lascerebbero tempo sufficiente per eseguire le successive, rischiando di conseguenza, che vengano realizzate in modo impreciso (meccanismo del tempo limitato) e siano elaborate sempre più superficialmente mano a mano che il tempo passa (meccanismo della simultaneità). Secondo Hasher e Zacks (1988), invece, a causa della progressiva riduzione delle abilità inibitorie nell'invecchiamento (Hasher, Lustig e Zacks, 2007; Borella, Delaloye, Lercef, Renaud e De Ribaupierre, 2009), si assisterebbe ad una saturazione dello spazio disponibile in memoria di lavoro, a causa dell'entrata di una grande quantità di informazioni non rilevanti.

Un altro aspetto su cui il dibattito è ancora aperto, riguarda la possibilità che vi sia un declino differenziale della memoria di lavoro dipendente dalla natura del materiale (verbale vs visuo-spaziale). Alcune ricerche, infatti, mostrano un declino più accentuato in prove visuo-spaziali (Jenkins, Meyerson, Joerding e Hale, 2000; Myerson et al., 2003; Bopp e Verhaeghen, 2007), altre una peggiore prestazione in prove verbali (Fastenau, Denburg e Abeles, 1996) ed altre ancora non riportano differenze tra i due tipi di materiale (Kemps e Newson, 2006). Alcuni autori (Vecchi e Cornoldi, 1999; Kempf e Newson, 2006) hanno suggerito che questi risultati discordanti potrebbero essere imputati alla maggior difficoltà

delle prove spaziali utilizzate, rispetto alle verbali, oppure alla minore familiarità degli anziani con il materiale visuo-spaziale.

### *La memoria a lungo termine*

Il magazzino di memoria a lungo termine permette di mantenere una quantità probabilmente illimitata di informazioni per tempi molto lunghi, alcuni ritengono permanentemente, ed implica, oltre ai processi di mantenimento, anche quelli di codifica e recupero dell'informazione. Anche in questo caso non si tratta di un sistema unitario, vengono, infatti, proposte delle importanti suddivisioni:

- Memoria implicita vs memoria esplicita: la prima riguarda il ricordo di procedure (abilità motorie, abilità cognitive, condizionamento semplice, associazioni semplici) che vengono messe in atto in modo non cosciente, mentre la seconda, anche detta memoria dichiarativa, si riferisce a tutti i ricordi coscienti di un particolare evento;
- Memoria semantica vs memoria episodica: la prima riguarda il ricordo di significati e conoscenze (es. vocabolario), per memoria episodica, invece, si intende il ricordo di eventi (luogo, tempo, emozioni provate, ecc. di un preciso avvenimento);
- Memoria retrospettiva vs memoria prospettica: nel primo caso si tratta del recupero di fatti ed episodi del passato, nel secondo di ricordare piani, intenzioni, azioni da svolgere nel futuro.

Negli anziani sembrano non esserci variazioni significative per quanto riguarda la memoria procedurale (o implicita), così come per la memoria semantica che si mantiene fino ad età molto avanzata (Park et al., 1996), anche se può, talora, esserci una difficoltà temporanea nel recupero di concetti o di nomi (blocco dei nomi).

La memoria episodica, invece, viene maggiormente intaccata dall'età (Nyberg et al., 2003). Gli anziani mostrano, infatti, difficoltà nel ricordare la fonte e i dettagli contestuali legati al ricordo (Chalfonte e Johnson, 1996); tuttavia alcuni autori hanno suggerito che la prestazione della memoria episodica possa essere mediata dalla quantità di supporto fornito in fase di recupero (Daniels et al., 2006) e che quindi, la presenza di *cue* possa facilitare la rievocazione. È interessante notare inoltre che la diminuzione della possibilità di ricordare specifici episodi avviene secondo un gradiente temporale che sembra favorire gli eventi più distanti nel tempo, in particolare quelli avvenuti nella giovinezza (*reminescence bump*) (es. Fromholt et al., 2003). Questo maggior ricordo di eventi remoti potrebbe essere dovuto ad una serie di aspetti come, ad esempio, la continua reminescenza di eventi salienti (che ne

consolida il ricordo), il fatto che molti avvenimenti importanti (la guerra, l'ingresso nel mondo del lavoro, il matrimonio, la nascita dei figli, ecc.) tendono a concentrarsi nei primi 30 anni di vita e la minore profondità di codifica forse dovuta alla difficoltà, presente negli anziani, di regolare la prestazione mnemonica con l'ausilio di strategie (Souchay, Moulin, Clarys, Tacconnat e Isingrini, 2006).

La memoria prospettica, infine, mostra un declino maggiore rispetto a quella retrospettiva, ma questo potrebbe dipendere da alcuni suoi sub-domini (ad es. deficit di vigilanza) che la rendono essenzialmente diversa da altri tipi di memoria, oppure dal fatto che molti studi non utilizzano materiale ecologico (Uttl, 2007).

### **1.2.3. Funzioni esecutive**

Miyake, Friedman, Emerson, Witzki, Howerter e Wager (2000) hanno messo in luce la presenza di una variabile latente che accomuna diverse funzioni, correlate tra loro, ma chiaramente separabili (Miyake et al., 2000). Queste funzioni, vengono appunto chiamate funzioni esecutive e sono definite come i processi responsabili del controllo e della regolazione del comportamento (Miller e Cohen, 2001). Secondo gli autori (Miyake et al., 2000), comprendono: a) l'aggiornamento ed il monitoraggio delle rappresentazioni in memoria di lavoro (*updating*); b) l'inibizione delle risposte dominanti e la soppressione di quelle che non sono più rilevanti per il compito; c) l'abilità di passare in modo flessibile tra compiti e set mentali diversi (*shifting*). Secondo gli autori queste tre funzioni permetterebbero il mantenimento in memoria di lavoro degli obiettivi e delle informazioni rilevanti per lo svolgimento di compiti cognitivi, oltre a coinvolgere, per poter operare adeguatamente, dei processi inibitori. La validità del modello di Miyake e collaboratori (2000) è stata verificata anche in un campione di anziani da Fisk e Sharp (2004) che hanno confermato la presenza delle componenti precedentemente indicate e ne hanno aggiunta una quarta, ovvero la velocità d'accesso alla memoria a lungo termine.

Per quanto concerne i cambiamenti legati all'età, un ampio numero di ricerche documenta modificazioni delle prestazioni in compiti che coinvolgono le funzioni esecutive (Craik e Bialystok, 2006; Albinet, Boucard, Bouquet e Audiffren, 2012). In generale, infatti, la prestazione tende ad aumentare dall'infanzia all'adolescenza (Zalazo e Muller, 2002) e a diminuire dopo i 60 anni, seguendo così un andamento ad U rovesciata (Salthouse e Babcock, 1991; Van der Linden, Bredart e Beerten, 1994; Kray e Lindenberger, 2000). Analizziamo ora nello specifico le singole funzioni.

### *Aggiornamento*

L'aggiornamento è la funzione attraverso la quale viene modificato il contenuto della memoria di lavoro di modo che siano disponibili le informazioni che divengono man mano rilevanti. Esso implica l'integrazione delle nuove informazioni con quelle precedentemente immagazzinate, la revisione dei contenuti già presenti in memoria e la soppressione delle informazioni che non sono più rilevanti. È stato ipotizzato che questa funzione operi tali processi attraverso il continuo aggiornamento del livello di attivazione degli item presenti in memoria di lavoro (Morris e Jones, 1990).

Le modificazioni di questa funzione all'avanzare dell'età sono state esaminate direttamente solo in pochi studi (Van der Linden et al., 1994; De Beni e Palladino, 2004; Chen e Li, 2006) che, tuttavia, hanno dimostrato come sia presente un chiaro decremento nella prestazione degli anziani in prove di aggiornamento e come questo possa concorrere a spiegare i deficit della memoria di lavoro (Hartman, Dumas e Nielsen, 2001).

### *Inibizione*

L'inibizione è la capacità di resistere all'interferenza provocata da distrattori endogeni o esogeni ed è generalmente considerata come un meccanismo attentivo implicato sia in attività semplici che complesse. Agisce prevenendo l'entrata di informazioni irrilevanti in memoria di lavoro (funzione di accesso), eliminando o diminuendo l'attivazione di una o più rappresentazioni mentali una volta che non ve ne sia più bisogno (funzione di soppressione) ed, infine, controllando le risposte dominanti ma che non sono appropriate per il compito (funzione di restrizione) (Hasher e Zacks, 1988).

Il ruolo dell'inibizione è quindi legato al controllo dei contenuti temporanei della memoria di lavoro ed il suo declino all'avanzare dell'età è stato considerato come possibile causa in grado di spiegare l'invecchiamento stesso (Hasher e Zacks, 1988). Un ampio numero di studi ha, infatti, evidenziato una minor efficienza ed efficacia dell'abilità di controllare l'interferenza (Verhaegen e Meersman, 1998; Hasher et al, 2007; Bélanger e Belleville, 2009; Borella, Delaloye, Lercef, Renaud e De Ribaupierre, 2009), e questo sembrerebbe portare all'entrata di informazioni irrilevanti in memoria di lavoro come evidenziato dall'aumentare degli errori di intrusione durante compiti sperimentali (Borella, Carretti e De Beni, 2008). Tuttavia, dato l'andamento quadratico di questa funzione nell'arco di vita, l'entità del suo declino è ampia solo a partire dai 70 anni (Borella et al., 2008). I deficit inibitori nei grandi vecchi, inoltre, sembrano portare ad un incremento dei fallimenti cognitivi nella quotidianità

(Kramer, Humphreys, Larish, Logan e Strayer, 1994; Harnishfeger, 1995) a causa della mancata resistenza ai distrattori e, più in generale alle informazioni interferenti (Friedman e Miyake, 2004).

### *Shifting*

Lo *shifting* è la capacità di spostare rapidamente l'attenzione da un'attività, o informazione, ad un'altra. Solitamente per testare questa funzione si utilizza una procedura chiamata *task switching*, nella quale viene effettuato un confronto tra la prestazione nella condizione *task-homogeneous blocks*, in cui i partecipanti devono svolgere un solo compito, e la prestazione nei *task-heterogeneous blocks*, in cui vengono alternati trial nei quali il compito è uguale a quello del trial precedente (*non-switch trial*) e trial in cui il compito è diverso (*switch trial*). Attraverso questo paradigma è possibile calcolare due tipi di "costi di *switch*" (Kramer e Kray, 2006):

- a) il *mixing-cost* (o costo generico di *switch*) che riflette l'abilità di mantenere e selezionare i due compiti target e rappresenta la differenza tra la prestazione media ai *task-heterogeneous blocks* e i *task-homogeneous blocks*;
- b) lo *switching-cost* (o costo specifico di *switch*) che misura l'abilità di passare da un compito all'altro in modo flessibile ed è definito come la differenza tra la prestazione media ai *trial switch* e *non-switch* all'interno dei *task-heterogeneous blocks*.

Le ricerche presenti in letteratura hanno dimostrato come, nell'arco di vita, solo il *mixing-cost* abbia un andamento ad U (Krey, Eber e Karbach, 2008; Reimer e Mayor, 2005), con un incremento dei costi in età avanzata; al contrario le differenze dipendenti dall'età nello *switching-cost* sembrano essere meno pronunciate (Kray e Lindenberger, 2000; Verhaeghen e Cerella, 2002). Gli anziani avrebbero quindi difficoltà nel passare in modo flessibile da un compito all'altro, inibendo la risposta dominante e spostando il focus dell'attenzione al nuovo compito (Reimers e Mayor, 2005; Eppiger, Kray, Mecklinger e John, 2007). Questa difficoltà sembrerebbe ancora più marcata qualora gli stimoli utilizzati in entrambi i compiti siano identici, dato che, tale condizione, rende più difficile differenziare un compito dall'altro e quindi aggrava i deficit età-specifici nella riconfigurazione del set mentale adeguato all'obiettivo del compito stesso (Kray e Eppiger, 2006).

### 1.2.3. Abilità linguistiche e comprensione del testo

Le abilità di produzione e comprensione del linguaggio orale e scritto, centrali per lo svolgimento delle attività della vita di tutti i giorni, sono da una parte sostenute dal bagaglio di conoscenze acquisite dall'anziano nel corso della vita, dall'altra vengono influenzate dal declino di alcuni meccanismi di base sopra citati (Wingfield e Stine-Morrow, 2002). Questi due aspetti contrastanti possono spiegare perchè, affianco a taluni processi linguistici che si mantengono efficienti, altri vadano incontro ad un moderato declino.

#### *Comprensione e produzione linguistica*

La capacità di decodificare il linguaggio scritto e parlato rimane pressoché stabile negli anziani (Madden, 1988), così come la capacità di comprendere il significato di singole parole. Le abilità di vocabolario, infatti, non declinano con l'età, anzi alcune ricerche hanno dimostrato come si accrescano lungo l'arco di vita (Verhaeghen, 2003). Per quanto riguarda la produzione linguistica, invece, è stata evidenziata una maggior frequenza del fenomeno chiamato "sulla punta della lingua", ossia una difficoltà temporanea nel ricordare parole ben conosciute, che sembra dovuta al fallimento dell'attivazione fonologica della parola a seguito dell'attivazione della rappresentazione semantica corrispondente (MacKay, 1987). I deficit sembrano ancora più marcati se viene richiesto il ricordo di nomi propri (Evard, 2002; James, 2006). Per ovviare a queste difficoltà gli anziani ricorrono spesso a perifrasi ed in generale il loro discorso può essere caratterizzato da ripetizioni e pause prolungate (Kempler e Mitzaer, 1992). I cambiamenti nelle abilità linguistiche si riflettono sulla percezione, da parte degli anziani, di maggiori problemi espressivi rispetto ai giovani e questo può avere delle influenze sulle interazioni sociali (Ryan, See, Meneer e Trovato, 1994)

#### *Comprensione del testo*

La comprensione è un'attività cognitiva complessa che richiede l'integrazione di informazioni nuove, contenute nel testo, all'interno di una struttura di conoscenze pregresse possedute dal lettore. Questo avviene attraverso una serie di processi che vanno dalla semplice decodifica di lettere e parole fino alla rappresentazione mentale del testo (modello situazionale), passando per l'estrazione di unità di significato semplici (Kintsch, 1998). Vari modelli, proposti in letteratura, hanno evidenziato come la memoria di lavoro (Just e Carpenter, 1992; Goldman e Vama, 1995) ed in particolare l'aggiornamento (Kintsch e van Dijk, 1978; Gensbacher, 1998) abbiano un ruolo cruciale nel processo di comprensione. Per

poter creare una rappresentazione globale e coerente del testo è necessario, infatti, che la persona sia in grado di aggiornare le informazioni rilevanti mano a mano che procede nella lettura e di sopprimere quelle irrilevanti. Processi inibitori inefficaci possono portare ad un aumento del carico di memoria di lavoro a causa dell'incremento delle informazioni interferenti (intrusioni). E' noto come, nei cattivi lettori, l'abilità di inibire le informazioni irrilevanti risulti essere deficitaria (Carretti, Borella, Cornoldi e De Beni, 2009). Dato che tale abilità declina con l'avanzare dell'età così come, in generale, si assiste ad un calo della prestazione in compiti che richiedono l'uso della memoria di lavoro, questi due aspetti potrebbero spiegare i deficit età correlati nella comprensione del testo (Borella, Ghisletta e de Ribaupierre, 2011). Più nello specifico, una cattiva elaborazione delle informazioni in memoria di lavoro (Park et al., 2002), influenzata da deficit nelle abilità inibitorie (Hasher et al., 2007), può compromettere la costruzione di una rappresentazione mentale del testo coerente (DeDe, Caplan, Kempters e Waters, 2004; Kemtes e Kemper, 1999). Inoltre il declino della velocità di elaborazione evidenziato nell'invecchiamento (Salthouse, 1996) può pregiudicare la possibilità di mantenere in memoria le informazioni presenti nelle parti iniziali di un testo che potrebbero essere necessarie per l'interpretazione di sezioni successive dello stesso (Hartley, Stojack, Mushaney, Annon, e Lee, 1994; Kwong-See e Ryan, 1995). Tuttavia è importante notare come le ricerche presenti in letteratura (es. Radvasky e Dijkstra, 2007) evidenzino prestazioni deficitarie in particolare nella rappresentazione del testo ai livelli più superficiali (*text-based*) ma non nella rappresentazione della situazione a cui il testo si riferisce (modello situazionale). È possibile che gli anziani utilizzino il maggior bagaglio di conoscenze pregresse per colmare le lacune presenti nella costruzione del modello, sostenendo così la comprensione. Ciò spiegherebbe anche le maggiori difficoltà degli anziani nel comprendere i brani espositivi rispetto ai testi narrativi che presentano una struttura temporale e causale facilmente rintracciabile (De Beni, Borella e Carretti, 2007).

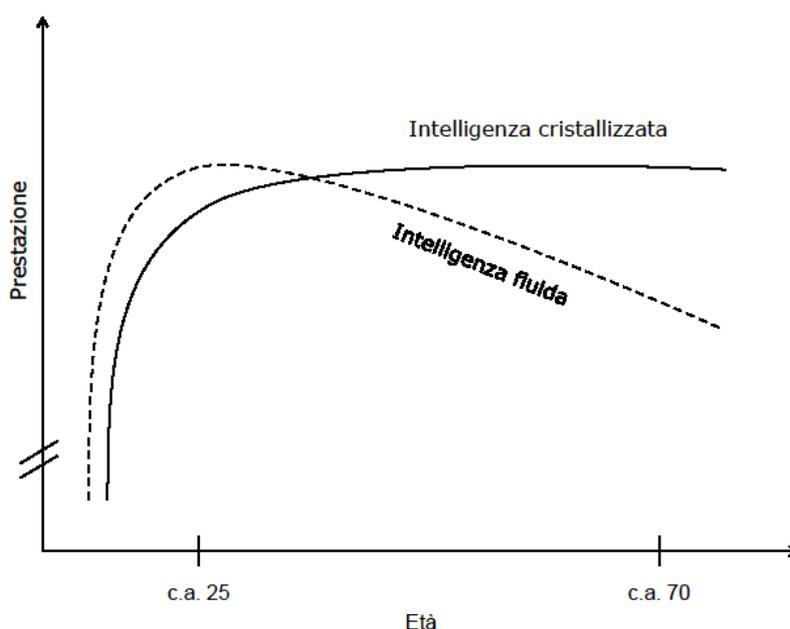
Infine, è importante fare una considerazione sull'influenza della modalità di presentazione del testo, le ricerche presenti in letteratura hanno infatti dimostrato che in alcune condizioni la comprensione può essere migliore. In particolare, se la procedura sperimentale permette all'anziano di tornare a consultare il testo per rispondere a domande circa il suo contenuto, la prestazione è nettamente migliore rispetto alla procedura classica nella quale il testo viene tolto (Brébion, Smith e Ehrlich, 1997; De Beni, Palladino, Borella e Lo Presti, 2003; De Beni et al., 2007). In questo secondo caso, infatti, non viene misurata solo la comprensione "per se" ma anche la memoria per il testo.

### 1.2.4. Intelligenza

Nonostante il concetto d'intelligenza sia molto controverso e non esista una definizione univoca data la molteplicità di approcci teorici in questo settore della psicologia, potremmo dire che, nel senso più ampio del termine, l'intelligenza è la capacità adattiva di comprendere la realtà ed affrontare situazioni problematiche e consiste nell'insieme delle funzioni cognitive e la loro, eventuale, integrazione.

Secondo il modello di Cattell (1963), particolarmente influente nell'ambito della psicologia dell'invecchiamento, la natura dell'intelligenza è bifattoriale e comprende da una parte l'abilità di capire dati nuovi, costruire inferenze, comprendere relazioni e creare regole (intelligenza fluida), dall'altra il bagaglio di esperienze e conoscenze acquisite (intelligenza cristallizzata). La prima, misurata con prove di ragionamento, sarebbe strettamente dipendente da fattori di ordine biologico e fisiologico; mentre l'intelligenza cristallizzata, tipicamente misurata con prove di vocabolario, dipenderebbe dalle capacità acquisite con l'esperienza e, quindi, da fattori culturali. Queste due forme d'intelligenza seguirebbero un andamento differenziale nell'arco di vita (Horn e Cattell, 1967).

Figura 1. Andamento teorico delle abilità fluide e cristallizzate nell'arco di vita (adattato da Baltes, 2000)



E' stato, infatti, osservato un declino precoce e pronunciato nelle "abilità fluide" che si basano su operazioni mentali di base, quali il ragionamento, la memoria di lavoro e la velocità percettiva. Mentre le abilità cristallizzate, come ad esempio le conoscenze generali,

metacognitive, verbali e numeriche sembrano rimanere intatte fino ai 70 anni (Noack, Lövdén, Schmiedeka e Lindenberger, 2009) (Figura 1). Sembra plausibile pensare che gli anziani facciano affidamento su queste abilità che rimangono intatte per superare i deficit delle funzioni legate all'intelligenza fluida. In particolare, gli anziani potrebbero utilizzare le conoscenze strategiche o euristiche acquisite nel corso della vita per compensare i deficit cognitivi che rendono più difficile l'apprendimento di informazioni nuove (Lövdén, 2003). Il declino di tutte le componenti dell'intelligenza avverrebbe, quindi, solo in tarda età quando le risorse esperienziali e culturali non riuscirebbero più a contrastare l'influenza dei fattori biologici e dei cambiamenti fisiologici presenti a livello cerebrale.

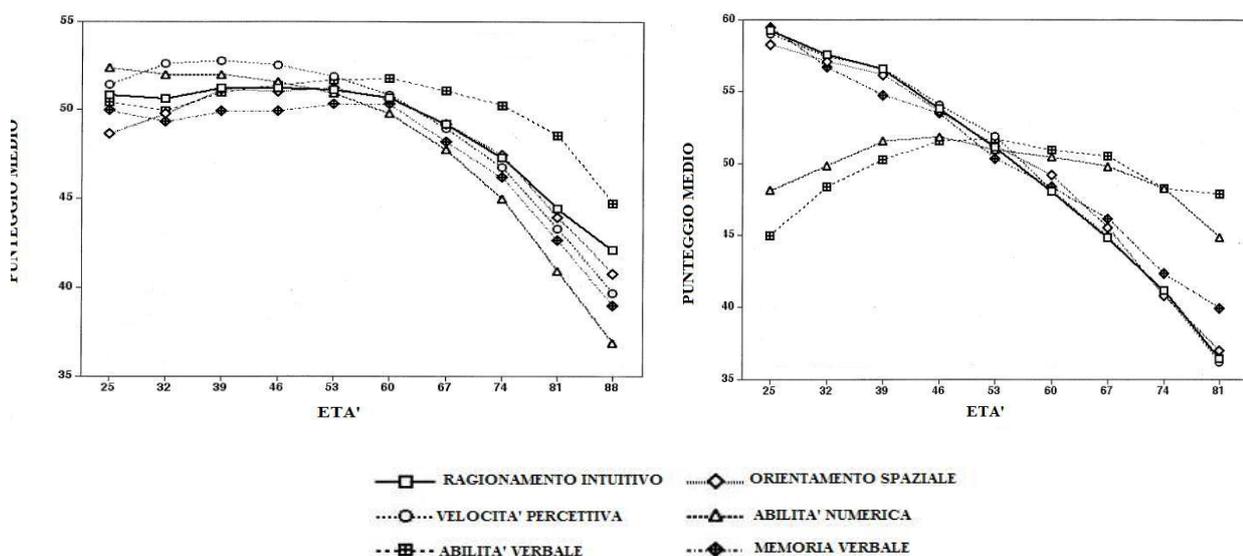
Recentemente Cornoldi (2011) ha proposto la distinzione tra intelligenza di base ed intelligenza in uso (Stenberg, 1988) come elemento essenziale per comprendere l'invecchiamento normale. Per intelligenza di base si intende l'elemento più primitivo dell'intelligenza, fondato sulla predisposizione genetica e che più si avvicina al concetto di intelligenza fluida proposto da Cattell (1966). L'intelligenza in uso, invece, è quella che si esplicita nella vita quotidiana grazie alla sua interazione con i fattori emotivo-metacognitivi, motivazionali ed esperienziali (si veda il modello a cono dell'intelligenza di Cornoldi, 2007). L'autore afferma che l'efficienza intellettuale dell'anziano non è compromessa a livello di persone più giovani che ottengono punteggi simili ai test, proprio grazie a questi tre fattori che rafforzano l'intelligenza di base. L'anziano quindi può essere sorretto non solo dal bagaglio esperienziale e dalla cultura, ma anche dalle motivazioni e da un atteggiamento emotivo più positivo che gli consente di utilizzare al meglio le risorse cognitive conservate (Cornoldi, 2011).

### **1.3 ASPETTI METODOLOGICI**

Nell'interpretazione delle evidenze emerse dagli studi sull'invecchiamento cognitivo è importante tenere in considerazione il tipo di disegno sperimentale utilizzato. Infatti, disegni diversi possono produrre risultati contrastanti (si veda la Figura 2). I disegni sperimentali più utilizzati sono sostanzialmente di due tipi, longitudinali e trasversali, e riflettono la presenza di obiettivi diversi: negli studi longitudinali vengono ripetute, ad intervalli regolari ed in uno stesso gruppo, le misurazioni di alcuni parametri al fine di monitorare i cambiamenti degli individui nel tempo. Questo, tuttavia, pone dei problemi in termini di costi, di mortalità

selettiva e d'apprendimento delle prove. Negli studi trasversali, invece, vengono confrontati gruppi di diverse età in uno stesso periodo. Questi disegni non risentono delle problematiche sopra citate ma presentano anch'essi degli aspetti critici dovuti all'effetto coorte e al confronto di gruppi estremi. Gli studi trasversali, infatti, non permettono di tenere sotto controllo le influenze normative storiche e non normative, per cui non è possibile essere certi che eventuali differenze tra i gruppi siano dovute solamente all'aumentare dell'età e non a sostanziali differenze nelle caratteristiche delle coorti oggetto di studio.

Figura 2. Andamento differenziale di sei abilità al variare dell'età, in uno studio trasversale (a sinistra) ed in uno longitudinale (adattati da Schaie, 2006)



Per ovviare alle problematiche presenti nell'uno e nell'altro disegno sperimentale è possibile utilizzarne dei disegni sequenziali. Si tratta della combinazione dei due metodi precedentemente descritti e comporta lo studio di diverse coorti di età in tempi diversi, ciò permette di valutare sia i cambiamenti all'interno dello stesso gruppo di età che tra gruppi con età diverse.

Come si può notare dai grafici (Figura 2), gli studi trasversali evidenziano un declino generalizzato dopo i 60 anni, mentre gli studi longitudinali mettono in luce un andamento differenziale nelle diverse abilità prese in esame, con un mantenimento delle abilità verbali fino agli 80 anni. In generale, quindi, gli studi trasversali tendono ad anticipare l'inizio del declino e quelli longitudinali a posticiparlo. Gli studi sequenziali, invece, mostrano una diminuzione delle abilità tra i 50 e i 70 anni che si manifesta però in modo diverso nei vari ambiti funzionali. Evidenziano inoltre come solo 1% dei soggetti ha un declino in tutte le abilità, mentre il 50% non presenta cambiamenti significativi.

## **1.4 EFFETTI NEUROGENETICI E PSICOGENETICI**

### **1.4.1. I correlati cerebrali dell'invecchiamento**

Fino a qualche anno fa si pensava che l'invecchiamento cerebrale comportasse un'inevitabile perdita di neuroni, una riduzione del volume cerebrale e di conseguenza una diminuzione della funzionalità cognitiva. Oggi, con la caduta del dogma riguardante l'impossibilità della neurogenesì in età adulta (Gross, 2000) e l'ausilio di tecniche di neuroimmagine, i ricercatori sono più propensi a credere che il declino non sia globale ma riguardi solo alcune aree cerebrali, che i cambiamenti che intervengono nella struttura del cervello siano fortemente influenzati dall'ambiente e che siano, oltre che quantitativi anche qualitativi.

Studi neuropatologici, neuropsicologici e di neuroimmagine funzionale hanno dimostrato la presenza di modificazioni età-correlate a carico del lobo frontale (Sweeney, Rosano, Berman e Luna, 2001; Span, Ridderinkhof e Molen, 2004). In particolare studi post-mortem hanno evidenziato una riduzione del numero di neuroni e della densità sinaptica a livello della corteccia frontale (Maslian, Mallory, Hansen, De Teresa e Terry, 1993; Cabeza, 2002). Allo stesso modo, studi in vivo, hanno dimostrato una riduzione del volume, dell'afflusso di sangue e del metabolismo della corteccia frontale e temporale (Raz et al., 1997). Ciò spiegherebbe i deficit riscontrati a livello di funzioni esecutive, avvallando l'ipotesi formulata da Baddeley (Baddeley, 1986), e anche la maggiore difficoltà in fase di codifica dell'informazione. Inoltre, tali studi hanno evidenziato anche una riduzione della densità della materia bianca più marcata nelle aree frontali rispetto alle posteriori (Head et al., 2004) che potrebbe influenzare l'efficienza della trasmissione delle informazioni. Infine è stata osservata una riduzione dei recettori dopaminergici (Li, Lindenberger e Sikstrom., 2001) che potrebbe causare i deficit età correlati nella regolazione dell'attenzione e nella modulazione della risposta agli stimoli contestuali.

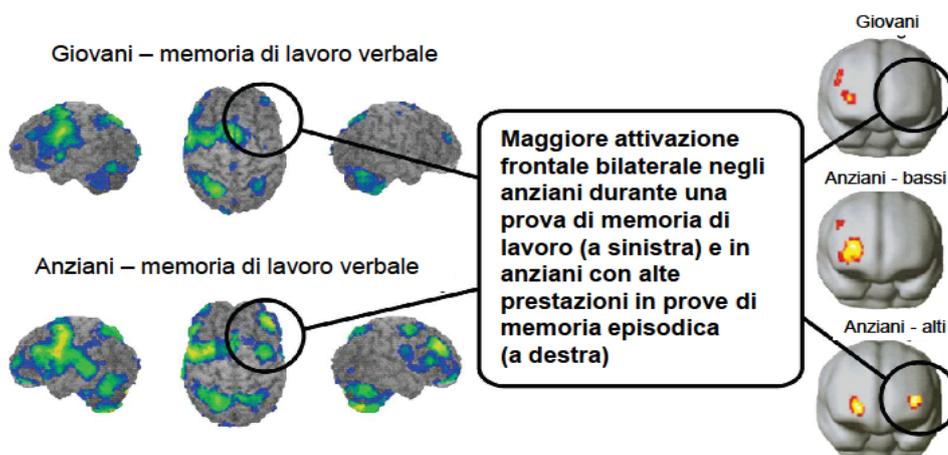
Tuttavia, nonostante i cambiamenti cerebrali possano spiegare il peggioramento della prestazione cognitiva, non sempre si assiste ad una relazione diretta tra il declino dell'integrità delle strutture cognitive e le capacità dimostrate dalla persona (es. Salat, Kaye e Janowsky, 2002). Alle volte analisi post-mortem possono evidenziare la presenza di patologia in persone che non avevano manifestato alcun sintomo in vita (es. Mitchell et al., 2000) e, viceversa, anziani a cui era stato diagnosticato un quadro di demenza severa in vita possono mostrare

solo lievi disfunzioni cerebrali. Una possibile spiegazione di questi fenomeni è da ricercarsi nei meccanismi di plasticità cerebrale.

### 1.4.2. La plasticità cerebrale

Nonostante il pattern di declino emerso dai dati strutturali e comportamentali, gli studi di neuroimmagine evidenziano un incremento dell'attivazione cerebrale all'aumentare dell'età. In particolare, è stata osservata negli anziani l'attivazione bilaterale della corteccia prefrontale durante compiti cognitivi complessi, quali ad esempio prove di memoria di lavoro (Reuter-Lorenz et al., 2000) o compiti di memoria episodica (Cabeza, 2002), in cui, nei giovani, veniva attivata solo l'area pre-frontale sinistra (si veda Figura 3). Questa riduzione dell'asimmetria cerebrale, formalizzata nel modello HAROLD (Hemispheric Asymmetry reduction in Older Adults), viene interpretata come un fenomeno di compensazione funzionale dato che è stata evidenziata in anziani con alto rendimento in prove di memoria (Cabeza, 2002) ed è associata all'incremento della memoria nell'invecchiamento (Gutchess et al., 2005).

Figura 3. Attivazione cerebrale bilaterale negli anziani (adattata da Park e Reuter-Lorenz, 2009)



Un altro tipo di compensazione è stata descritta nel modello PASA (*Posterior- Anterior Shift in Aging* in Davis, Dennis, Daselaar, Fleck e Cabeza, 2008) e si esplicita nell'attivazione supplementare delle aree frontali durante prove percettive e motorie che nel giovane richiedono, invece, una maggiore attivazione delle aree occipitali. Probabilmente questo fenomeno è dovuto alla necessità di controllo esecutivo per l'elaborazione degli stimoli

sensoriali al fine di compensare i deficit dei sistemi visivo ed uditivo presenti nell'invecchiamento (Baltes e Linderberger, 1997).

Quest'attivazione meno specifica comporta a livello cerebrale un'attività diffusa e quindi de-differenziata che si riflette, a livello comportamentale, in un aumento della correlazione tra diverse modalità e funzioni.

### **1.4.3 Plasticità cognitiva**

Oltre a meccanismi di compensazione cerebrale l'anziano può fare uso, più o meno coscientemente, di strategie per limitare le perdite e mantenere i guadagni dal punto di vista comportamentale, dimostrando così una certa plasticità rispetto ai vincoli biologici. Si parla in questo caso di plasticità cognitiva, che viene definita come la modificabilità dovuta alla possibilità di migliorare la prestazione cognitiva attivando, anche attraverso procedure specifiche (es. i training), le abilità che si mantengono intatte nell'invecchiamento. Questo concetto nasce all'interno dell'approccio dell'arco di vita (Baltes e Baltes, 1987) ed in particolare fa riferimento al modello SOC (ottimizzazione selettiva con compensazione), secondo il quale, durante tutta la vita, sono attivi tre processi:

- Selezione dei risultati e degli obiettivi su cui focalizzare le proprie risorse. Si parla di selezione eletta o elettiva per descrivere quel fenomeno che negli anni e soprattutto nella terza età, porta la persona a concentrare le proprie risorse su pochi obiettivi importanti a livello motivazionale.
- Ottimizzazione e massimizzazione dei guadagni, affrontando le modificazioni biologiche e sociali in modo adattivo.
- Compensazione delle abilità perse nel corso della vita. Ci si riferisce a quelle modalità che vengono messe in atto per bilanciare gli effetti del cambiamento correlato all'età. All'interno di tale concetto, gli autori a volte comprendono anche i due precedenti; infatti, in letteratura si trovano citate le seguenti strategie compensative: riparazione (uso di più tempo e più impegno), sostituzione (sviluppo di nuove abilità), accomodamento (adattamento alle proprie abilità) e assimilazione (modificazione delle richieste). Ad esempio, per quanto concerne la memoria sono state descritte le seguenti cinque forme di compensazione utilizzate dagli anziani nel quotidiano: uso di maggior tempo, uso di maggior energia per manipolare l'informazione (elaborazione, mantenimento e recupero), uso di sussidi esterni, uso del supporto di altre persone, uso di mnemotecniche interne.

Quindi, nonostante le modificazioni presenti nei processi cognitivi e a livello cerebrale, molti anziani riescono a mantenere un elevato livello di funzionalità che si esplicita in particolare nello svolgimento delle attività della vita di tutti i giorni e può essere attribuito alla scelta e l'uso delle strategie atte a compensare le perdite.

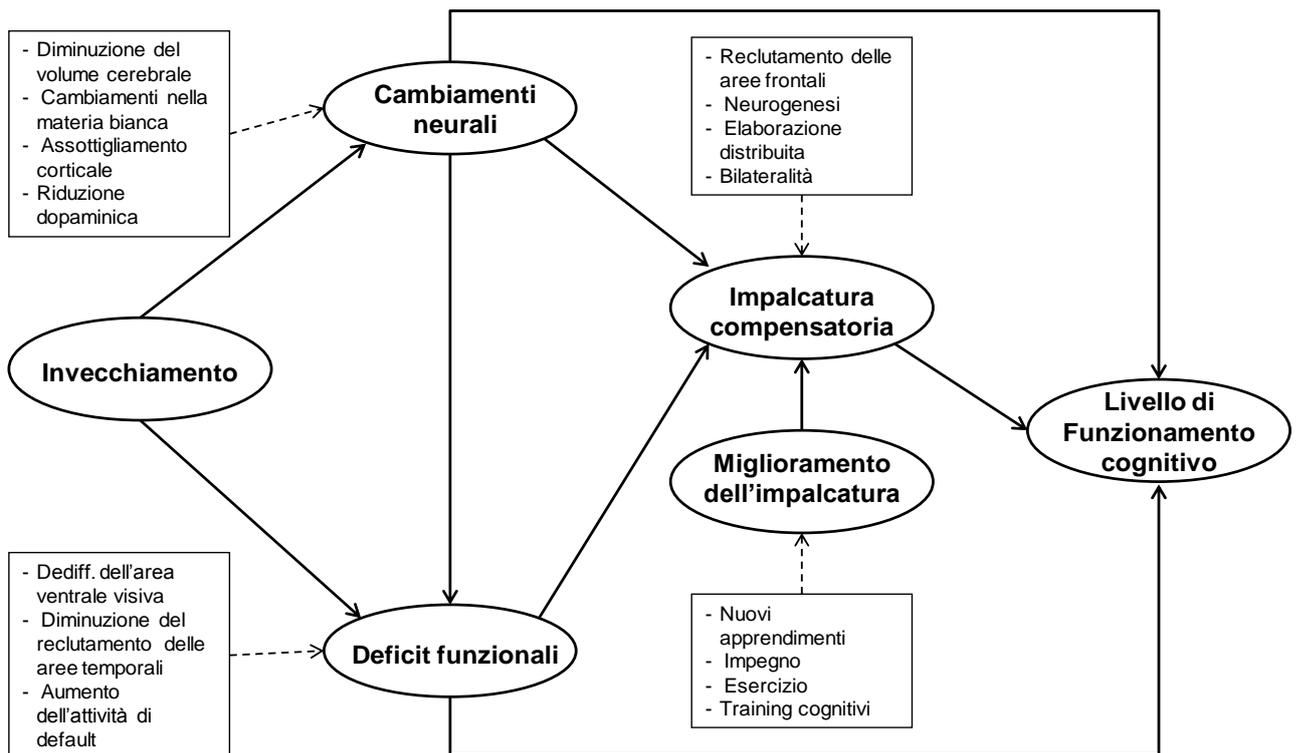
#### **1.4.4. Scaffolding theory: un modello integrato**

Park e Reuter-Lorenz (2009) hanno proposto la *Scaffolding Theory of Aging and Cognition* (STAC) al fine di fornire una visione integrata dei cambiamenti cognitivi e cerebrali che occorrono nell'invecchiamento e della loro influenza reciproca.

Il modello STAC (si veda la Figura 4) postula che l'invecchiamento sia accompagnato dal deterioramento sia delle strutture cerebrali che del funzionamento neurale. Il cervello risponde a questi cambiamenti creando o riorganizzando delle reti alternative, l'impalcatura appunto, che agiscono da strutture di supporto e permettono il mantenimento di un buon livello di funzionamento cognitivo. Ciò può avvenire attraverso il reclutamento di circuiti supplementari, complementari o alternativi, qualora alcune strutture siano diventate funzionalmente insufficienti. Di conseguenza possiamo affermare che, secondo questa teoria, l'attivazione di aree omologhe controlaterali, l'incremento dell'attivazione frontale e la neurogenesi, sono tutte forme di riorganizzazione neurale e quindi indici di plasticità cerebrale. Particolarmente degni di nota, ai fini della presente discussione, sono i meccanismi che possono portare all'ampliamento ed al miglioramento dell'impalcatura di supporto che, secondo gli autori, sono da ricercarsi nella risposta neurale ad esperienze esterne, quali ad esempio nuovi apprendimenti, un incremento dell'impegno sociale e cognitivo, esercizio e training cognitivi. Questa speculazione sembra confermata dalle ricerche presenti in letteratura che riportano la presenza di un legame tra alto livello di impegno cognitivo nell'arco di vita e un buon mantenimento del funzionamento cognitivo anche nell'invecchiamento. Ad esempio, sembra che individui che hanno svolto lavori complessi fino ad età avanzata abbiano migliori prestazioni cognitive (Schooler, Mulatu e Oates, 1999; Bosma et al., 2003) e che persone con livello educativo alto siano più resilienti nelle prime fasi dell'Alzheimer (Wilson e Bennett, 2003) e tendono a manifestare i sintomi della malattia più tardi rispetto ad anziani con bassa scolarità (Sterns e Dorsett., 1994). Inoltre alcune recenti ricerche sugli interventi di potenziamento della memoria hanno evidenziato come il beneficio riscontrato a livello comportamentale si rifletta in una riorganizzazione funzionale. Ad esempio, a seguito di training strategici è stato evidenziato un incremento dell'attivazione

nelle regioni frontali (Nyberg et al., 2003; Jones et al., 2006) ed occipitali (Nyberg et al., 2003). Allo stesso modo, dopo la partecipazione a training di memoria di lavoro sono stati evidenziati una maggiore attivazione dello striato (Dhalin, Stigsdotter Neely, Larsson, Backman e Nyberg, 2008b) ed un aumento dell'attivazione subcorticale (Brhmer et al., 2011).

Figura 4. Modello concettuale della Scaffolding Theory of Aging and and Cognition (adattato da (Park e Reuter-Lorenz, 2009)





## *CAPITOLO II*

### *TRAINING DI MEMORIA DI LAVORO*

#### **2.1 INTRODUZIONE**

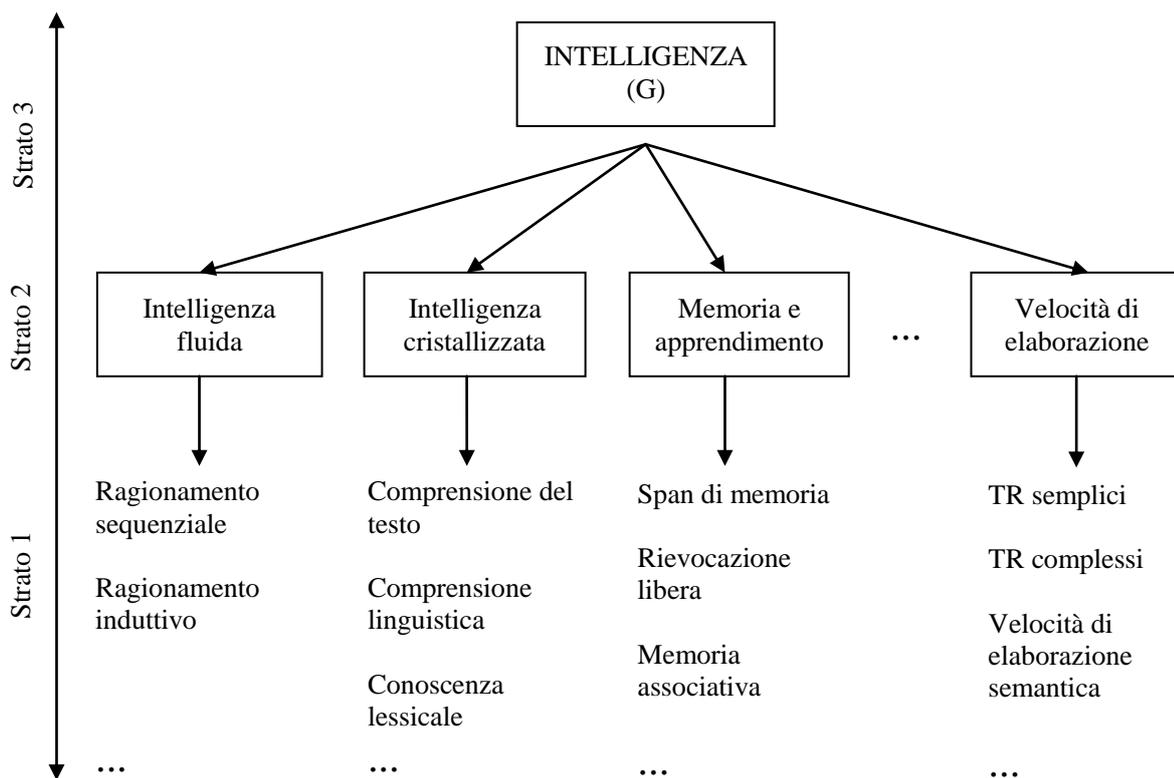
Come anticipato nel capitolo precedente, la memoria di lavoro è uno dei costrutti più influenti della psicologia a causa del suo legame con un ampio numero di abilità cognitive ed il suo coinvolgimento in alcuni disturbi dell'apprendimento e nell'invecchiamento. Una ricca letteratura psicometrica ha, infatti, dimostrato che la capacità di memoria di lavoro è uno dei più importanti predittori (.70) delle differenze individuali nell'intelligenza fluida e nelle funzioni esecutive (Engle et al., 1999; Kane et al., 2004), oltre a svolgere un importante ruolo in un ampio numero di abilità cognitive complesse come la comprensione del testo (Daneman e Carpenter, 1980; Turner e Engle, 1989), le abilità aritmetiche (Bull e Sherif, 2001), l'acquisizione del linguaggio (Logie, Gilhooly e Wynn, 1994), la regolazione emotiva (Kleider, Parrott e Kling, 2009), il *mind wandering* (Kane et al., 2007), l'*episodic future thinking* (Zavagnin, De Beni, Borella e Carretti, in revisione). Deficit della memoria di lavoro sembrano coinvolti in alcuni disturbi (Hume e Snowling, 2009) come ad esempio problemi nell'apprendimento (Gathercole e Pickering, 2000), deficit d'attenzione ed iperattività -DDAI- (Mezzacappa e Buckner, 2010) e disturbi dello spettro autistico (Kenworthy, Yarys, Anthony e Wallace, 2008). È stato inoltre ipotizzato che i cambiamenti in memoria di lavoro spieghino il declino cognitivo correlato all'età (Park et al., 2002) ed un suo malfunzionamento è stato identificato come *marker* precoce di demenza (Rosen, Bergeson, Putnam, Harwell e Sunderland, 2002).

Dato lo stretto legame tra memoria di lavoro e funzioni cognitive complesse, in quest'ultimo decennio è cresciuto l'interesse per la progettazione di interventi atti a migliorarne la prestazione, con il fine ultimo di ottenere degli effetti anche a livello delle abilità in cui la memoria di lavoro è coinvolta. Più nello specifico, a seguito di un intervento di potenziamento della memoria, ci si aspetta di ottenere sia un aumento dell'abilità direttamente trattata che di abilità che implicano quella potenziata (Barnett e Ceci, 2002). Per quanto concerne il primo punto, ci si aspetta che il miglioramento della memoria di lavoro sia

misurabile anche con prove diverse da quella con cui i partecipanti si sono esercitati (effetti di generalizzazione molto vicini) ad esempio se l'intervento prevede l'esercizio in una prova di memoria di lavoro verbale, il beneficio dovrebbe estendersi ad una prova di memoria di lavoro visuo-spaziale. Inoltre dovrebbe essere possibile ottenere effetti in abilità vicine a quella trattata (effetti di generalizzazione vicini), nel caso dell'esempio proposto, a prove di memoria a breve termine. Infine, sarebbe auspicabile trovare degli effetti di generalizzazione lontani a livello di abilità cognitive connesse alla memoria di lavoro (es. funzioni esecutive) e nello svolgimento di compiti cognitivi complessi ad alta valenza ecologica (es. comprensione del testo, calcolo matematico e linguaggio).

Questa classificazione fa riferimento alla tassonomia proposta da Noack e colleghi (2009) che hanno valutato la distanza degli effetti di generalizzazione ispirandosi al modello gerarchico dell'intelligenza di Carroll (1993) (si veda la Figura 5).

Figura 5. Modello gerarchico delle abilità di Carroll (1993) (adattato da Noack et al., 2009).



Gli autori, infatti, distinguono tre classi di possibili effetti: 1) generalizzazione degli effetti a prove che misurano lo stesso meccanismo cognitivo; 2) generalizzazione degli effetti a prove che misurano la stessa abilità in senso ampio (es. la memoria); 3) generalizzazione a prove che misurano la stessa abilità generale.

Rispetto al livello di "generalità" l'effetto è stato, inoltre, situato in uno dei seguenti livelli che Noack e collaboratori (2009) chiamano anche strati: 1) sotto capacità; 2) capacità ampia; 3) capacità generale.

## **2.2 INTERVENTI DI POTENZIAMENTO DELLA MEMORIA**

E' possibile distinguere due diverse tipologie di intervento per il potenziamento della memoria di lavoro: i training strategici che hanno l'obiettivo di aumentare la quantità di informazioni ricordate attraverso l'insegnamento di strategie di memoria dominio-specifiche (McNamara e Scott, 2001) e i training di memoria di lavoro impliciti che hanno invece lo scopo di incrementare i meccanismi dominio-generalizzati della memoria di lavoro attraverso l'esercizio in compiti di memoria di lavoro (Klingberg, Forssberg e Westerberg, 2002).

### **2.2.1. Training strategici**

Nei training strategici viene insegnata una strategia di memoria o una mnemotecnica che permette la codifica più profonda delle informazioni da ricordare, minor dispendio di risorse cognitive ed una maggiore facilità al momento del recupero (Baddeley, 1995). Questo al fine di aumentare la possibilità del ricordo sia in termini quantitativi che qualitativi. L'uso di strategie di memoria, oltre a portare ad un incremento della memoria episodica, può produrre una riduzione del sovraccarico della memoria di lavoro, migliorandone così la prestazione durante lo svolgimento di compiti cognitivi complessi. Una codifica strategica dell'informazione, infatti, porta alla creazione di legami tra le informazioni che permettono un passaggio più rapido del materiale dalla memoria a lungo termine a quella di lavoro in risposta a *cue* da questa generati (Ericsson e Kintsch, 1995).

McNamara e Scott (2001) sono stati tra i primi autori a dimostrare che l'apprendimento della strategia immaginativa e del concatenamento di parole può portare ad un incremento, oltre che nella prestazione di memoria episodica, anche nella memoria di lavoro verbale. Questo studio ha ispirato un'altra ricerca (Turley-Ames e Whitfield, 2003) che ha dimostrato che soggetti con bassa capacità di memoria di lavoro possono ottenere benefici maggiori dall'apprendimento di strategie di memoria (immaginativa, semantica e reiterazione), rispetto a persone con alta capacità di memoria di lavoro iniziale. Infine alcuni studi hanno dimostrato come sia possibile potenziare la memoria di lavoro anche negli anziani attraverso

l'insegnamento della mnemotecnica dei loci (Cavallini, Pagnin e Vecchi, 2003) o delle immagini mentali interattive (Carretti, Borella e De Beni, 2007; Carretti, Borella, Zavagnin, e De Beni, 2011), con benefici comparabili a quelli ottenuti dai giovani.

Nonostante i risultati positivi evidenziati da questi studi, i training strategici presentano dei limiti, in particolare le strategie apprese hanno spesso una scarsa valenza ecologica, sono cioè difficili e quindi dispendiose da utilizzare nella quotidianità e sembrano avere uno scarso potere di generalizzazione a materiale diverso dalle liste di parole utilizzate durante i training (Bottiroli, Cavallini e Vecchi, 2008). Questo può provocare l'abbandono della strategia dopo la fine del training se la persona non è particolarmente motivata a proseguire fino all'automatizzazione delle procedure apprese (Scogin e Bienias 1988; O'Hara et al, 2006).

### **2.2.2. Training di memoria di lavoro**

I training di memoria di lavoro (impliciti) hanno l'obiettivo di potenziare direttamente la memoria di lavoro attraverso l'esercizio in compiti progettati per coinvolgere le componenti dominio-generalis della memoria di lavoro. Di norma questo tipo di training richiede un elevato carico cognitivo o un'alta intensità di impegno cognitivo, prevede la codifica rapida di informazioni in memoria di lavoro e la capacità di inibire gli stimoli distraenti, utilizza più compiti di memoria di lavoro (ad esempio alternano compiti verbali e visuo-spaziali) o stimoli di natura diversa al fine di minimizzare l'automatizzazione della procedura. In letteratura sono stati utilizzati principalmente due procedure: i training di pratica, nei quali non viene insegnata alcuna strategia al partecipante, in quanto si suppone che sia in grado di autogenerarle attraverso l'esercizio ripetitivo nei compiti proposti. Queste strategie, essendo prodotte dall'anziano stesso, sarebbero più idonee al suo repertorio cognitivo, più flessibili e facilmente utilizzabili; inoltre, sembrerebbero favorire la generalizzazione dell'uso alla vita quotidiana e quindi un più probabile mantenimento dei benefici ottenuti a seguito del training (Derwinger, Stigsdotter Neely e Backman, 2005). Un'altra procedura utilizzata, in alternativa ai training che si basano solo sulla pratica, è la procedura adattiva attraverso la quale il partecipante fa pratica in un compito, la cui difficoltà varia in relazione alla prestazione (quando il partecipante riesce ad eseguire con successo un compito ad un dato livello di difficoltà, passa automaticamente al livello superiore, viceversa qualora il compito risulti troppo difficile). Di conseguenza il soggetto è portato a lavorare sempre al massimo delle sue possibilità e ciò sembra rendere più probabile un miglioramento della capacità d'elaborare le informazioni (Jaeggi, Buschkuhl, Jonides e Perrig, 2008).

In generale è possibile distinguere i training presenti in letteratura in tre tipi di approcci (si veda la Tabella 2):

1) Training multi-modalità (es. CogMed, Cogfit o Jungle Memory): prevedono l'esercizio con un'ampia batteria di prove di memoria di lavoro (verbale e visuo-spaziale), ma anche in prove di memoria a breve termine, memoria episodica (Klingberg e al., 2002; 2005; Westerberg et al., 2007; Holmes, Gathercole, e Dunning, 2009; Horowitz-Kraus e Breznitz, 2009; Thorell, Lindqvist, Nutley, Bohlin e Klingberg, 2009; Dahlin, 2010; Holmes, Gathercole, Place, Dunning, Hilton e Elliot, 2010; Nutley, Söderqvist, Bryde, Thorell, Humphreys e Klingberg, 2011; Alloway, 2012; Beck, Hanson, Puffenberger, Benninger e Benninger, 2010; Brehmer, Westerberg e Bäckman, 2012) compiti di velocità di elaborazione ed attentivi (Schmiedek et al., 2010; von Bastian et al., 2012). Spesso questi training, che adottano la procedura adattiva, sono rivolti a bambini con sviluppo tipico o DDAI e prevedono 20-25 sessioni che possono essere svolte singolarmente, in gruppo, in laboratorio o a casa. Gli studi presenti in letteratura evidenziano benefici specifici a seguito dei training; effetti di generalizzazione lontani (su prove di inibizione e ragionamento), invece, sono stati trovati da Kingberg (2002; 2005), ma non nella maggior parte degli studi successivi.

Uno dei principali limiti degli studi che hanno utilizzato questo tipo di training risiede nella frequente mancanza di un gruppo di controllo attivo. A causa della struttura del training, inoltre, qualora vengano evidenziati risultati positivi, risulta difficile determinare a quale componente del training o combinazione di compiti possano essere attribuiti e su quale specifico meccanismo cognitivo abbiano agito (Morrison e Chein, 2011).

2) Training di aggiornamento: i partecipanti si esercitano in un solo tipo di compito, solitamente l'n-back, al fine di potenziare l'abilità di aggiornamento in memoria di lavoro (Dahlin, Nyberg, Backman e Neely, 2008; Jaeggi, Buschkuhl, Jonides e Perrig, 2008; Li, Schmiedek, Garavan, Druzgal e D'Esposito 2008; Persson e Reuter-Lorenz, 2008; Jaeggi, Buschkuhl, Jonides e Shah, 2011; Chooi e Tompson, 2012). In questi training viene utilizzata la procedura adattiva e spesso viene fornito un feedback sulla prestazione. Anche in questo caso gli studi hanno evidenziato benefici specifici dopo il training ed effetti di generalizzazione vicina, in particolare nei giovani. L'interpretazione di questi risultati è resa, però, difficile dalla mancanza

del gruppo di controllo attivo, utilizzato solo da Jaeggi e collaboratori (2011) e Chooi e Tompson (2012), i cui studi hanno evidenziato la presenza di benefici specifici. Un altro limite di questi interventi è dato dalla mancata valutazione del mantenimento a distanza di almeno sei mesi dalla fine del training. Questo aspetto viene valutato solo da Dahlin e collaboratori (2008a) che hanno evidenziato il mantenimento dei benefici ad un follow-up a 18 mesi.

- 3) Training di memoria di lavoro: in questo caso viene proposto l'esercizio in prove di memoria di lavoro (Olson e Jiang, 2004; Buschkuhl e al. 2008; Borella et al., 2010), spesso la procedura è adattiva e vengono alternati stimoli di natura verbale e visuo-spaziale al fine di evitare l'automatizzazione (Chein e Morrison, 2010; Richmon et al., 2011). A volte viene dato un feedback sulla prestazione. Questi training sono molto vari tra di loro, sia per il tipo di compito di memoria utilizzato che per la procedura, il numero di sessioni ad esempio varia dalle 3 sessioni proposte da Borella e collaboratori (2010) alle 23 (Olson e Jiang, 2004). Di conseguenza è più difficile dare una valutazione complessiva dell'utilità di questo tipo di approccio rispetto ai due precedenti. In generale possiamo dire che, a seguito di training di questo tipo, viene evidenziato un effetto specifico sul compito esercitato, effetti di generalizzazione vicini, ad altre prove di memoria, e talvolta lontani ad esempio a livello di prove di inibizione e ragionamento. Metà degli studi che hanno utilizzato questa metodologia ha previsto un gruppo di controllo attivo e la presenza di sessioni di follow-up che in alcuni casi hanno attestato il mantenimento dei benefici (es. Borella et al., 2010).

### **2.2.3. Variabili moderatrici dei benefici**

I risultati dei training di memoria di lavoro sono quindi contraddistinti da grande variabilità che si riflette sulle conclusioni tratte dalle revisioni presenti in letteratura a proposito dell'utilità o meno di questo tipo di interventi. Ad esempio Morris e Chein (2011), nella loro revisione, hanno concluso che i risultati ottenuti incoraggiano ad essere ottimisti circa l'utilità dei training di memoria lavoro nel potenziare il funzionamento cognitivo. Klingberg (2010) ha aggiunto che questo tipo di intervento può essere un utile rimedio per persone che sono limitate, a causa dalla bassa capacità di memoria, nello svolgimento delle attività della vita di tutti i giorni o nella carriera accademica. Al contrario Slagter (2012) ha affermato che i risultati emersi devono essere interpretati con cautela a causa dei difetti

metodologici presenti in molti studi e Shipstead, Redick e Engle (2010) ritengono che i benefici riportati in letteratura siano inconsistenti e dovuti a misure e controlli inadeguati.

Al fine di chiarire la portata dei risultati fin'ora ottenuti in quest'ambito di studio, Melby-Lervåg e Hulme (2012) hanno recentemente proposto una meta-analisi in cui sono state analizzate le variabili moderatrici che possono spiegare la grande variabilità dei benefici specifici e di generalizzazione.

Più precisamente, gli autori hanno esaminato l'influenza delle seguenti variabili:

- a. l'età media dei partecipanti, che ha portato alla categorizzazione degli studi in 4 gruppi: bambini (fino all'età di 10 anni), ragazzi (da 11 a 18 anni), adulti (da 19 a 50 anni), anziani (dai 51 anni in su).
- b. la durata del training: training corti (< di 8 ore di training) e lunghi (> di 9 ore);
- c. il disegno sperimentale: assegnazione dei partecipanti ai due gruppi in modo randomizzato o non randomizzato;
- d. il tipo di gruppo di controllo: gruppo di controllo attivo o passivo;
- e. il tipo di training: CogMed, Jungle Memory, training di aggiornamento (n-back), training di memoria di lavoro ed altri, Cogfit.

Come si può vedere dalla Tabella 1, nonostante l'alta variabilità dei risultati evidenziati, gli effetti dei training sulla memoria di lavoro verbale sono più ampi di quelli sulla memoria di lavoro visuo-spaziale. Inoltre gli unici moderatori significativi sembrano essere l'età dei partecipanti (memoria di lavoro verbale) e il tipo di training (memoria di lavoro visuo-spaziale). Gli studi che hanno coinvolto bambini e ragazzi hanno riportato benefici più ampi nelle misure di memoria di lavoro verbale, tuttavia dall'analisi del beneficio al follow-up è emerso il mancato mantenimento dopo 9 mesi dalla fine degli interventi. Per quanto riguarda la memoria di lavoro visuo-spaziale, l'unico moderatore significativo è il tipo di training, con un vantaggio per gli studi che hanno utilizzato CogMed. In questo caso i benefici specifici sembrano mantenersi a distanza di 5 mesi dalla fine dell'intervento. Per quanto concerne gli effetti di generalizzazione, la meta-analisi ha evidenziato effetti nulli per l'abilità aritmetica e l'abilità di decodifica verbale ed effetti bassi ( $.10 > d < .40$ ) a livello di abilità non verbali, abilità verbali ed attenzione (Stroop). Negli studi senza gruppo di controllo o con gruppo di controllo passivo sono stati riportati benefici maggiori (effetto della variabile moderatrice Gruppo di controllo) in particolare per quanto riguarda le abilità non verbali. Inoltre gli effetti di generalizzazione emersi non si sono mantenuti a lungo termine.

Tabella 1. Analisi dei moderatori degli effetti specifici immediati (tra le sessioni di pre-test e post-test) dei training di memoria di lavoro verbale e visuo-spaziale (modificata da Melby-Lervåg e Hulme)

Variabili moderatrici	Memoria di lavoro verbale				Memoria di lavoro visuo-spaziale			
	<i>K</i>	<i>D</i>	<i>l</i> <sup>2</sup>	<i>Q</i> test	<i>K</i>	<i>D</i>	<i>l</i> <sup>2</sup>	<i>Q</i> test
Età								
bambini piccoli	4	1.41**	63.23*		6	0.46**	20.86	
Bambini	6	0.26*	7.47		5	0.45**	54.24	
Adulti	7	0.74**	82.76**		4	0.61*	80.32**	
Anziani	4	0.95**	87.31	0.00**	3	0.69	80.79**	0.92
Durata								
Lungo	12	0.94**	79.33**		10	0.49**	38.21	
Corto	9	0.62**	87.74**		8	0.53**	73.87**	0.85
Disegno								
non randomizzato	10	0.82**	88.19**		11	0.38**	34.93	
Randomizzato	11	0.76**	74.76**	0.31	7	0.70**	72.53**	0.20
Gruppo di controllo								
Passivo	8	0.99**	83.93**		10	0.63**	61.32**	
Attivo	12	0.69**	83.83**	0.85	8	0.36**	45.68	0.17
Tipo di training								
CogMed	4	1.18**	82.67**		8	0.86*	24.12	
Joungle Memory	3	0.45	60.51		3	0.32	69.27	
n-back training	3	0.79	86.70**		-	-	-	
Altri	8	0.75**	85.92**	0.57	6	0.28*	60.03*	
Cogfit	-	-	-	-	2	0.44	0.00	0.04*

*k*= numero di studi; *d*= dimensione dell'effetto; *l*<sup>2</sup>= eterogeneità; *Q*-test= test delle differenze.

Note. le linee indicano che in dato non è stato riportato. \* *p*<.05 \*\* *p*<.01

Riassumendo, quindi, possiamo affermare che i training di memoria di lavoro hanno un'ampia eterogeneità sia per quanto riguarda le procedure utilizzate sia per i risultati ottenuti che sono influenzati da variabili moderatrici quali l'età dei partecipanti, il tipo training e il tipo di gruppo di controllo (Melby-Lervåg e Hulme, 2012). Nonostante in tutti i training siano stati evidenziati effetti ampi a breve termine (maggiori per la memoria di lavoro verbale) solo 4 studi hanno evidenziato il mantenimento del beneficio a distanza di almeno 6 mesi dalla fine dell'intervento. Anche per quanto riguarda gli effetti di generalizzazione i risultati sono contrastanti: dei 27 training presi in considerazione nel presente capitolo, 14 hanno ripostato effetti di generalizzazione lontani e 11 no. É inoltre da notare che solo la metà degli studi ha previsto un gruppo di controllo attivo (vedi Tabella 2).

Tabella 2. Descrizione dei principali training di memoria di lavoro rivolti a bambini, giovani ed anziani.

**BAMBINI**

Fonte	Campione	Prove usate al pre- e post-test	Tipo di training	Effetti specifici	Effetti di generalizzazione		Mantenimento
					Vicini	Lontani	
Klingberg e al. (2002)	15 bambini (7-15 anni) Gruppo di controllo: attivo	Span board, span di cifre, Stroop, Matrici di Raven, Processing speed. Prove criterio.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Training Multi modalità: MBT e MdL verbale e visuo-spaziale (Cogmed)</li> <li>• Procedura adattiva</li> <li>• 24 sessioni</li> </ul>	Si, compiti di MdL verbale e visuo-spaziale	-	Stroop e matrici di Raven	-
Klingberg e al. (2005)	53 bambini con DDAI (10 anni) Gruppo di controllo: attivo	Span board, span di cifre, Stroop, Matrici di Raven, Questionario sulla frequenza dei sintomi	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Training Multi modalità: MBT e MdL verbale e visuo-spaziale (Cogmed)</li> <li>• Procedura adattiva</li> <li>• 20 sessioni</li> </ul>	Si, compiti di MdL verbale e visuo-spaziale	-	Stroop e matrici di Raven, Diminuzione dei sintomi riportati dai genitori	Si (3 mesi)
Holmes e al. (2009)	42 bambini (10 anni), con bassa capacità di MdL Gruppo di controllo: attivo	AWMA: Dot matrix, block recall, spatial recall, counting recall, sub-test WORD e WOND (Werchsler, 1993)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Training Multi modalità: MBT e MdL verbale e visuo-spaziale (Cogmed)</li> <li>• Procedura adattiva con feedback</li> <li>• 20 sessioni di gruppo</li> </ul>	Si	No	No, incremento dell'abilità matematica al follow-up	Si (6 mesi), nella MdL verbale e visuo-spaziale e nella MBT verbale, abilità matematica
Thorell e al. (2009)	47 bambini (4-5 anni) Gruppo di controllo: attivo (14), passivo (16)	Day-Night Stroop Task, Span board, A word span task, Block Design Subtest, CPT	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Training Multi modalità: MBT e MdL verbale e visuo-spaziale (Cogmed)</li> <li>• Procedura adattiva</li> <li>• 20 sessioni</li> </ul>	Si	No	No	-
Beck e al. (2010)	52 bambini e adolescent con ADHD (7-17 anni) Gruppo di controllo: passivo	P-ChIPS, Conners' Rating Scale-Revised, BRIEF (working memory scale)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Training Multi modalità: MBT e MdL verbale e visuo-spaziale (Cogmed)</li> <li>• Procedura adattiva</li> <li>• 25 sessioni (supervisione di un genitore)</li> </ul>	Si	BRIEF	P-ChIPS, Conners'	-

Fonte	Campione	Prove usate al pre- e post-test	Tipo di training	Effetti specifici	Effetti di generalizzazione		Mantenimento
					Vicini	Lontani	
Holmes e al. (2010)	25 bambini con ADHD (8-10 anni) Gruppo di controllo: no	AWMA: Digit recall, Word recall, Non-ward recall, Dot matrix, Block recall, Mazes Memory, Span di cifre inverso, Listening recall, Counting recall, Spatial span. Prove criterio.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Training Multi modalità: MBT e MdL verbale e visuo-spaziale (Cogmed)</li> <li>• Procedura adattiva</li> <li>• 20 sessioni</li> </ul>	Si	No	No	Si (6 mesi), MdL verbale e visuo-spaziale e nella MBT verbale.
Van der Molen et al. (2010)	95 adolescenti (13-16 anni) con ritardo mentale (QI 55-85) Gruppo di controllo: attivo	Span di cifre diretto e inverso, Ricordo di non parole, Listening recall, Spatial Span, Test aritmetici, Test di lettura, ricordo di storia, Test di Stroop, Matrici di Raven,	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Training Multi modalità: MBT e MdL verbale e visuo-spaziale (Cogmed)</li> <li>• Procedura adattiva</li> <li>• 15 sessioni (supervisione di un genitore)</li> </ul>	Si	Span di cifre, Spatial span	Ricordo di storia, Test aritmetici	Si (2 mesi e mezzo), Span di cifre, Spatial span. Migliorano nel Ricordo di storia a test aritmetici.
Jaeggi et al. (2011)	62 bambini (6-10 anni) Gruppo di controllo: attivo	TONI, Matrici di Raven. Prove criterio.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Training di aggiornamento (n-back di figure e posizioni)</li> <li>• Procedura adattiva</li> <li>• 20 sessioni</li> </ul>	No	-	No	No (3 mesi).
Nutley et al. (2011)	112 bambini (4-4.5 anni) Gruppo di controllo: training di ragionamento non verbale, training combinato, placebo	Repeated patterns, Sequential Orders, Classifications, Matrici di Raven Colorate, Block design (WPPSI), Odd One Out (AWMA), griglie visuo-spaziali, Word Span. Prove criterio.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Training Multi modalità: MBT e MdL verbale e visuo-spaziale (Cogmed)</li> <li>• Procedura adattiva</li> <li>• 25 sessioni</li> </ul>	Si	Griglie visuo-spaziali, Odd One Out.	No	-

Fonte	Campione	Prove usate al pre- e post-test	Tipo di training	Effetti specifici	Effetti di generalizzazione		Mantenimento
					Vicini	Lontani	
Alloway (2012)	15 bambini (12-14 anni) con disturbi dell'apprendimento Gruppo di controllo: passivo	Vocabolario, Operazioni Numeriche, Spelling (Wechsler, 1993; 1996; 1999), Automated working memory Assessment. Prove criterio.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Training di memoria di lavoro visuo-spaziale: orientamento di lettere, posizione di pallini, problemi matematici (Jungle Memory)</li> <li>• Procedura adattiva</li> <li>• 25 sessioni</li> </ul>	Si	Automated working memory Assessment	Vocabolario, Operazioni Numeriche	-
Beck et al. (2012)	52 bambini e adolescenti (7-17 anni) con DDAI. Gruppo di controllo: passivo	P-ChIPS, Conners' Rating Scale-Revised, BRIEF (working memory scale)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Training Multi modalità: MBT e MdL verbale e visuo-spaziale (Cogmed)</li> <li>• Procedura adattiva</li> <li>• 25 sessioni</li> </ul>	Si	-	Conners	Si (4 mesi)

## ADULTI

Olson e Jiang (2004)	Giovani (20-30 anni) Gruppo di controllo: no	Span board task, Matrici di Raven, Stroop. Prove criterio.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Training di MdL visuo-spaziale (three visuo-spatial working memory task)</li> <li>• Procedura adattiva</li> <li>• 23 sessions</li> </ul>	No (tendenza)	Span board task	Raven, Stroop	-
Westerberg e al. (2007)	Adulti infartuati (34-65 anni) Gruppo di controllo: no	Span board, WAIS RN-I, Claeson-Dahl, Stroop test, Span di cifre diretto, Matrici di Raven. Prove criterio.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Training Multi modalità: MBT e MdL verbale e visuo-spaziale (adattato dalla batteria Cogmed)</li> <li>• Procedura adattiva</li> <li>• 24 sessioni</li> </ul>	Si	Span di cifre, Span board	PASAT	-
Jeggi e al. (2008)	70 giovani (M=25.6, DS=3.3 anni) Gruppo di controllo: no	n-back, BOMAT, Matrici di Raven	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Training di aggiornamento (n-back spaziale e uditivo)</li> <li>• Procedura adattiva</li> <li>• 8-19 sessioni</li> </ul>	Si	-	Raven/BOMAT	-

Fonte	Campione	Prove usate al pre- e post-test	Tipo di training	Effetti specifici	Effetti di generalizzazione		Mantenimento
					Vicini	Lontani	
Persson e Reuter-Lorenz (2008)  N.B.= ritrattato nel 2010	48 giovani (20-30 anni)  Gruppo di controllo: attivo	Paired-associates, Item recognition, Verb generation. Prove criterio.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Training di aggiornamento (3 back lettere e figura)</li> <li>• Pratica nel compito</li> <li>• 8 sessioni</li> </ul>	Si (non al 3-back)	Pair-associate task, verb-generation	–	–
Horowitz-Kraus e Breznitz (2009)	61 giovani (21-29 anni) con dislessia  Gruppo di controllo: no	Span di cifre, Opposite test, One minute words/pseudowords, Oral reading test, Silent reading test. Prove criterio.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Training multi modalità: compito di memoria uditivo, visivo e cross-modalità (Cogfit)</li> <li>• Procedura adattiva</li> <li>• 24 sessioni</li> </ul>	Si	Span di cifre	One minute words/pseudowords	–
Chein e Morrison (2010)	42 studenti (M=20 anni)  Gruppo di controllo: passivo	Span di cifre, Corsi, ETS (interference e nonsense syllogism, surface developmental e Paper folding tests), Stroop, Matrici di Raven, Nelson Danny. Prove criterio.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Training MdL verbale e visuo-spaziale (CWM)</li> <li>• Procedura adattiva con feedback</li> <li>• 20 sessioni</li> </ul>	Si	MBT (punteggio composito)	Stroop, Nelson-Danny	–
Chooi e Thompson (2012)	103 studenti  Gruppo di controllo: attivo e passivo	Vocabulary, Colorado Perceptual Speed Test, Paper Folding, Word Beginning and Ending, Identical Picture, Card Rotation, Finding A's, Mental Rotation	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Training di aggiornamento (n-back)</li> <li>• Procedura adattiva</li> <li>• 20 sessioni e 8 sessioni (due gruppi)</li> </ul>	Si	–	No	–

**ANZIANI**

Fonte	Campione	Prove usate al pre- e post-test	Tipo di training	Effetti specifici	Effetti di generalizzazione		Mantenimento
					Vicini	Lontani	
Buschkuehl e al. (2008)	39 anziani (M=80, DS=3.3) Gruppo di controllo: attivo	Span di cifre, Block-span, Visual free recall	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Training di MdL visuo-spaziale</li> <li>• Procedura adattiva con feedback</li> <li>• 23 sessioni</li> </ul>	Si	Block span e Visual free recall	–	No (12 mesi)
Dahlin e al. (2008)	32 giovani (M=23.7, DS=2.9); 32 anziani (M=68.4, DS=1.7) Gruppo di controllo: passivo	Digit symbol substitution, Computation span, Span di cifre diretto e inverso, n-back, Controlled Oral Word Association Test, Matrici di Raven. Prova criterio	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Training di aggiornamento (letter memory task)</li> <li>• Procedura adattiva</li> <li>• 15 sessioni di gruppo</li> </ul>	Si	3-back (solo nei giovani)	No	Si (18 mesi)
Li e al.(2008)	36 giovani (20-30 anni) 41 anziani (70-80 anni) Gruppo di controllo: passivo	n-back (2-3 back) Operation span, Rotation span, Simple decision speed task. Prova criterio	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Training aggiornamento (2-back spaziale)</li> <li>• Pratica con feedback</li> <li>• 45 sessioni</li> </ul>	Si	Spatial 3-back and numerical 2/3-back in both age groups	No	Si (3 mesi)
Borella, e al. (2010)	40 giovani anziani (M=69.1, DS=3.1) Gruppo di controllo: attivo	Dot matrix, Cattell, Stroop, Span di cifre avanti e in dietro, Pattern Comparison. Prova criterio	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Training di MdL Verbale</li> <li>• Procedura adattiva + variazione del compito</li> <li>• 3 sessioni</li> </ul>	Si	Dot matrix, Span Avanti e in dietro	Pattern Comparison, Stroop, Cattell	Si (8 mesi) CWMS, Cattell, Pattern Comparison
Schiedek e al. (2010)	142 (39 Control) older adults (65-80 years) Gruppo di controllo: passivo	Animal span task, 3-back, memory updating task, Reading span task, Counting span task, Rotation Span task, Bis task (verbale, numeric e spaziale), Matrici di Raven, Word pairs task. Prove criterio.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Training di MdL, velocità di elaborazione e memoria episodica (Alpha span, Memory updating numerical, 3-back spaziale)</li> <li>• Pratica</li> <li>• 10 sessioni</li> </ul>	Si, solo una delle tre prove di updating	Animal span task	No	–

Fonte	Campione	Prove usate al pre- e post-test	Tipo di training	Effetti specifici	Effetti di generalizzazione		Mantenimento
					Vicini	Lontani	
Brehmer e al. (2011)	24 anziani (60-70 anni) Gruppo di controllo: attivo	Span di cifre Avanti e in dietro, PASAT, Stroop, RAVLT, Matrici di Raven. Prove criterio.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Training multi-modalità (visuo-spatial grid, 3D grid, Rotating dot and rotating grid, Verbal number, Hidden numbers, Letters)</li> <li>• Procedura adattiva con feedback</li> <li>• 25 sessioni</li> </ul>	Si	Span di cifre inverso, RAVLT	No	–
Richmond e al. (2011)	40 anziani (60-80 anni) Gruppo di controllo: attivo	Span di cifre Avanti e in dietro, Reading span task, Matrici di Raven, Test di attenzione nella vita quotidiana. Prove criterio.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Training di MdL (Verbale e visuo-spaziale)</li> <li>• Procedura adattiva con feedback</li> <li>• 20 sessioni</li> </ul>	Si	Reading span task	No	–
Brehmer e al. (2012)	55 giovani (20-30 anni) 45 anziani (60-70 anni) Gruppo di controllo: attivo	Spam board diretto e inverso, Span di cifre diretto e inverso, PASAT, Matrici di Raven, CFQ. Prove criterio.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Training multi-modalità (CogMed)</li> <li>• Procedura adattiva</li> <li>• 20-25 sessioni</li> </ul>	Si	Si, span board inverso, span di cifre diretto.	PASAT, CFQ	Si (3 mesi).
Von Bastian et al. (2012)	34 giovani (19-36 anni) 27 anziani (62-77 anni) Gruppo di controllo: attivo	Word-bind position, n-back (lettere), Matrici di Raven, BOMAT. Prove criterio.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Training multi-modalità (numerical complex span, Tower Fame, Figural task switching)</li> <li>• Procedura adattiva</li> <li>• 20 sessioni</li> </ul>	Si, nel numerical complex span e nel Tower of Fame	Si, alla versione verbale del complex span.	Word-bind position (solo i giovani)	–

*MdL= Memoria di lavoro, MBT= Memoria a breve termine*

*Note. le linee indicano che l'effetto non è stato preso in esame dallo studio.*

### 2.3. TRAINING DI MEMORIA DI LAVORO NELL'INVECCHIAMENTO

Nonostante il declino lineare della memoria di lavoro all'aumentare dell'età (Salthouse, 1990; Daigneault e Braun, 1993; Borella et al., 2008) e le sue ricadute sul funzionamento cognitivo globale, solo recentemente gli studiosi si sono interrogati sulla possibilità di potenziare la memoria di lavoro nell'invecchiamento. Com'è possibile vedere dalla tabella X sono presenti, infatti, solo nove studi: due training di aggiornamento (Dahlin et al., 2008a; Li et al., 2008), tre multi-modalità (Schiedek et al., 2010; Brehmer et al. 2012; von Bastian, 2012) e quattro di memoria di lavoro visuo-spaziale (Buschkuehl et al. 2008), verbale e visuo-spaziale (Brehmer et al., 2011; Richmond et al., 2011) o verbale (Borella et al., 2010).

Per quanto riguarda il training multi-modalità (Schiedek et al., 2010; Brehmer et al. 2012; von Bastian et al., 2012) i risultati hanno mostrato benefici specifici nelle prove direttamente esercitate ed effetti di generalizzazione vicini, mentre sono stati evidenziati effetti di generalizzazione lontani solo nello studio di Brehmer e collaboratori (2012) sia su una prova attentiva che sulla frequenza di fallimenti cognitivi percepiti nello svolgimento delle attività della vita di tutti i giorni. Nessuno di questi studi ha valutato il mantenimento a distanza di almeno 6 mesi dalla fine del training.

In entrambi i training di aggiornamento, invece, è emerso un incremento significativo della prestazione dopo l'intervento, che si è mantenuto sia a 3 (Li et al., 2008) che a 18 mesi (Dahlin et al., 2008a). Sono stati evidenziati effetti di generalizzazione molto vicini a compiti di n-back con stimoli di natura diversa rispetto al compito criterio (effetti di generalizzazione molto vicini), tuttavia nello studio di Dahlin e collaboratori (2008a) questo effetto è emerso solo nei giovani. In entrambi gli studi mancava un gruppo di controllo attivo.

Al contrario, nei training che abbinano l'esercizio in prove di memoria di lavoro verbale e visuo-spaziale (Richmond et al., 2011; Brehmer et al., 2011) è stato previsto il gruppo di controllo e sono stati evidenziati effetti specifici e vicini (ad altre prove di memoria). Risultati simili sono emersi a seguito del training di memoria di lavoro visuo-spaziale di Buschkuehl et al. (2008), che ha coinvolto anziani d'età più avanzata. In quest'ultimo studio è stato valutato anche il mantenimento del beneficio a distanza di un anno che ha evidenziato il ritorno alla baseline.

Infine nel lavoro di Borella e collaboratori (2010) è stato proposto un training di memoria di lavoro verbale, di sole 3 sessioni, che univa la procedura adattiva alla variazione sistematicamente delle richieste di elaborazione e mantenimento del compito. I risultati di

questo studio hanno evidenziato un effetto specifico del training sulle prove relative alla memoria di lavoro verbale ed effetti di generalizzazione sia vicini (memoria breve termine e memoria di lavoro visuo-spaziale) che lontani (velocità di elaborazione, inibizione e intelligenza fluida). I risultati si sono mantenuti a distanza di 8 mesi solo per quanto riguarda la prova di memoria di lavoro verbale, l'intelligenza fluida e la velocità di elaborazione.

Questi nove studi dimostrano come sia possibile potenziare la memoria di lavoro in età avanzata e come si possa ottenere tale risultato anche attraverso un numero limitato di sessioni (Borella et al., 2010). Inoltre, tutti gli studi evidenziano la presenza di effetti di generalizzazione vicini, mentre la generalizzazione del beneficio anche ad abilità lontane è stata osservata solo in due studi (Borella et al., 2010; Brehmer et al., 2012) che hanno coinvolto giovani anziani. Resta controversa, la possibilità di mantenimento del beneficio nel tempo, gli effetti dei training, infatti, sono stati trovati sia a 3 che a 6 ed 8 mesi dalla fine dei training, ma non a distanza di un anno (tuttavia ciò potrebbe essere dovuto, oltre che dall'età elevata dei partecipanti, all'alta mortalità del campione presente nello studio di Buschkuhl et al., 2008) e di 18 mesi (Dahlin et al., 2008). Va segnalato il fatto che tutti gli studi prevedevano gruppi di controllo, nella maggior parte dei casi attivi, questo rafforza l'idea che l'efficacia dei training di memoria di lavoro sia da imputarsi a fattori specifici. Per quanto concerne le procedure utilizzate, gli autori suggeriscono la presenza di vantaggi qualora sia fornito un feedback ai partecipanti, in modo che possano avere un riscontro del miglioramento delle loro capacità; sembra inoltre utile l'uso della procedura adattiva, ovvero che si modifichi in relazione alle prestazioni di ogni singolo partecipante. Infine, è da sottolineare che i training di memoria di lavoro presenti in letteratura hanno utilizzato prevalentemente stimoli visivi o visuo-spaziali, ad eccezione dell'ultimo lavoro (Borella et al., 2010), che evidenzia come, potenziando la memoria di lavoro verbale, che fa riferimento ad una modalità di elaborazione meno vulnerabile all'età, sia possibile facilitare i processi di generalizzazione ad altri aspetti della cognizione (Zavagnin e Riboldi, 2012).

## **2.4. LIMITI METODOLOGICI**

Al termine di questa rapida scorsa delle procedure e dei risultati dei principali training presenti in letteratura è, tuttavia, importante sottolineare che la maggior parte degli studi non ha applicato criteri metodologici tali da dimostrare con certezza che i benefici ottenuti siano

imputabili unicamente a cambiamenti occorsi nella memoria di lavoro (Shipstead et al., 2010). Infatti, in molti studi sono stati valutati gli effetti dei training senza confrontarne la prestazione con un gruppo di controllo o utilizzando un gruppo di controllo passivo, che incontra cioè lo sperimentatore solo per le sessioni di pre- e post-test. Di conseguenza è possibile che i risultati emersi riflettano semplicemente gli effetti delle maggiori aspettative, motivazioni ed impegno del gruppo sperimentale rispetto al controllo. Inoltre, anche quando il gruppo di controllo è stato previsto dalla procedura sperimentale, l'assegnazione ai due gruppi è stata solo di rado casuale (*randomized control trials*) e questo non permette di escludere che i risultati osservati siano dovuti a differenze preesistenti tra i due gruppi. Un altro importante aspetto riguarda il fatto che la maggior parte degli studi ha valutato i benefici a seguito del training con una sola misura dell'abilità cognitiva d'interesse. Tuttavia, dato che nessuna prova è "misura pura" di un processo cognitivo, sarebbe necessario utilizzare più compiti per ciascuna funzione oggetto d'analisi, altrimenti non può essere chiarito se gli effetti siano dovuti ad un miglioramento compito-specifico o ad un reale incremento dell'abilità sottostante (Slagter, 2012). Infine, alcuni studi hanno riportato solo effetti di generalizzazione lontani (es. a misure di intelligenza) non valutando i benefici in abilità vicine alla memoria di lavoro o, pur valutandoli, non vi hanno riscontrato benefici a seguito del training (es. Klingberg et al, 2005; Jaeggi et al., 2008). Questo pattern di risultati non è facilmente interpretabile dato che, teoricamente, ogni effetto di generalizzazione lontano è dovuto a cambiamenti nella memoria di lavoro che, per essere tali, devono emergere anche in prove di memoria di lavoro diverse da quella criterio.



## *CAPITOLO III*

### *LA RICERCA*

La memoria di lavoro, intesa come un sistema temporaneo capace di mantenere per un periodo limitato di tempo le informazioni su cui è necessario operare manipolazioni o trasformazioni mentali, viene considerata un costrutto fondamentale che permette di comprendere l'invecchiamento cognitivo (Park, 2000). Questo meccanismo di base subisce, infatti, un declino lineare all'avanzare dell'età (Salthouse, 1990; Borella et al., 2008) che può inficiare lo svolgimento di compiti cognitivi complessi come ad esempio il *problem solving* e la comprensione del testo. Da qui l'esigenza di sviluppare degli interventi specifici che vadano a potenziare la memoria di lavoro in età avanzata, attivando la plasticità cognitiva residua che continua ad essere presente anche in questa fase della vita. In particolare, in questi ultimi anni, è cresciuto l'interesse verso i training con procedura adattiva o di pratica, in cui viene proposto ai partecipanti l'esercizio in compiti complessi di memoria di lavoro o aggiornamento, manipolati al fine d'evitare lo sviluppo di strategie contesto-specifiche. Pur avendo tutte queste caratteristiche di base, gli studi presenti in letteratura (Buschkuhl et al., 2008; Dahlin et al., 2008; Li et al. 2008; Borella et al., 2010; Schimmedek et al., 2010; Richmond et al., 2011) variano molto in termini di: tipo di compito proposto (di memoria di lavoro, aggiornamento, n-back, ...); natura degli stimoli presentati (stimoli verbali, visuo-spaziali, o combinazione di entrambi); numero (dalle 3 alle 45 sessioni) e frequenza delle sessioni; età dei partecipanti; uso o meno di un gruppo di controllo attivo. Queste differenze non rendono possibile confrontare direttamente i risultati evidenziati da ciascuno studio e non permettono di determinare con certezza quali siano i fattori in grado di influenzare l'efficacia del training, in particolare per quanto riguarda il mantenimento e la generalizzabilità dei benefici. In generale, infatti, tutti evidenziano un miglioramento della prestazione nella prova criterio dopo il training, mentre gli effetti di generalizzazione, se presenti, sono spesso limitati ad abilità vicine alla memoria di lavoro e a compiti simili a quello direttamente esercitato. Due importanti eccezioni sono rappresentate dal training di Borella et al. (2010) e quello di Brehmer et al. (2012) che hanno trovato sia effetti di generalizzazione vicini che lontani che si sono mantenuti nel tempo. In particolare, lo studio di Borella et al. (2010) ha evidenziato benefici, oltre che a livello del compito criterio, in prove di memoria a breve termine (attiva e passiva), velocità di elaborazione, inibizione e *problem solving*. Secondo gli autori (Borella et

al., 2010) questi effetti potrebbero dipendere dalla specifica procedura utilizzata che, a differenza di altri studi, combina la procedura adattiva con la variazione continua delle richieste del compito. Tuttavia, questi incoraggianti risultati potrebbero essere dovuti anche ad altri fattori, quali ad esempio l'età dei partecipanti (giovani anziani) e la modalità esercitata (stimoli di natura verbale).

Al fine di comprendere il ruolo di questi aspetti e se la procedura del training potesse essere applicata efficacemente anche con altri tipi di popolazione, sono stati implementati 6 studi: nei primi due è stato proposto questo training (Borella et al., 2010) a grandi vecchi (Studio 1) e ad anziani con mild cognitive impairment amnesico (Studio 2) al fine di verificare se, nonostante le minori risorse cognitive, fosse possibile ottenere degli effetti specifici e di generalizzazione che si mantenessero nel tempo. Successivamente (Studio 3) ci siamo chiesti se fosse possibile favorire la generalizzazione del beneficio anche ad abilità vicine a quelle della vita di tutti i giorni come la comprensione: è quindi stato abbinato al training di memoria di lavoro verbale l'esercizio in un compito di aggiornamento e sono stati valutati gli effetti a breve e a lungo termine (follow-up a 6 mesi). Infine è stato considerato il ruolo della modalità, proponendo un intervento di potenziamento della memoria di lavoro visuo-spaziale, strutturalmente simile a quello di memoria di lavoro verbale, a giovani anziani (Studio 4) e grandi vecchi (Studio 5) ed un training in cui i partecipanti si allenavano alternativamente con compiti di memoria di lavoro verbali e visuo-spaziali (Studio 6). Anche in questi casi sono stati valutati gli effetti di mantenimento con sessioni di follow-up a 8 (Studi 2 e 3) o a 6 mesi (Studio 4).

### **3.1 BENEFICI DI UN TRAINING DI MEMORIA DI LAVORO**

#### **VERBALE NEI GRANDI VECCHI**

##### **3.1.1. Obiettivi**

L'obiettivo principale del primo studio era quello di valutare se un training di memoria di lavoro verbale potesse portare sia a benefici specifici che ad effetti di generalizzazione nei grandi vecchi. Si riteneva infatti che, nonostante sia documentato un declino cognitivo più accentuato nella quarta età (es. Borella et al., 2008), fosse possibile stimolare la plasticità cognitiva e neuronale che continua ad essere presente (Greenwood e Parasuraman, 2010) pur essendo meno efficiente rispetto ai giovani anziani (Schmiedek et al., 2010). È stato adottato lo stesso training proposto da Borella e collaboratori (2010), visti da una parte i risultati promettenti ottenuti e dall'altra il numero ridotto di sessioni che lo rendono più adatto ai grandi vecchi. Sono stati esaminati, oltre agli effetti specifici sulla memoria di lavoro verbale, anche gli effetti di generalizzazione molto vicini ad una prova di memoria di lavoro visuo-spaziale, vicini a prove di memoria a breve termine (Span diretto e inverso) e lontani all'abilità di inibizione (Stroop, intrusioni nel CWMS), ad una prova di velocità di elaborazione (Pattern comparison) ed una di problem solving (Cattell). È stato inoltre valutato il mantenimento dei benefici a distanza di 8 mesi dalla fine del training.

##### **3.1.2. Metodo**

###### *Partecipanti*

Il campione era composto da 40 grandi vecchi dai 75 agli 87 anni che sono stati reclutati presso alcune associazioni padovane ed hanno partecipato allo studio come volontari ed in modo gratuito. Tutti i partecipanti erano di madrelingua italiana ed in buona salute. Sono stati infatti inclusi nello studio solo coloro che hanno riportato un punteggio maggiore di 27 al Mini Mental State Examination (Folstein, Folstein e McHugh, 1975) ed esclusi coloro che presentavano disturbi neurologici o psichiatrici, precedenti traumi cranici o febbre cerebrale, demenza o stati alterati di coscienza, che avevano usato benzodiazepine nei tre mesi

precedenti o droghe; che avevano disturbi visivi od uditivi e qualsiasi altro tipo di patologia che potesse causare difficoltà a livello cognitivo (Crook et al., 1986). Questi aspetti sono stati indagati attraverso un'intervista strutturata a seguito della quale 4 persone sono state escluse. Le 36 persone rimanenti sono state assegnate in modo casuale al gruppo sperimentale o al gruppo di controllo. Questi due gruppi non differivano in modo significativo per età ( $F < 1$ ), scolarità ( $F_{(1,36)} = 1.89, p = .18$ ), e vocabolario ( $F < 1$ ) (WAIS-R, Wechsler, 1981) (si veda la Tabella 3).

*Tabella 3. Caratteristiche demografiche dei partecipanti.*

	Sperimentale		Controllo	
	M	DS	M	DS
<b>Età</b>	79.22	3.49	79.17	2.95
<b>Scolarità</b>	5.72	2.52	7.11	3.47
<b>Vocabolario</b>	42.72	9.04	43.79	10.37

*M= media, SD= deviazione standard.*

### *Materiali*

#### *Effetti specifici*

*Categorization Working Memory Span Task* (CWMS, Borella et al., 2008). La prova è simile ad un classico compito di memoria di lavoro con l'unica differenza che, richiedendo l'elaborazione delle parole interne alla lista, limita il ruolo dell'elaborazione semantica che è invece presente in altri test come ad esempio il *Reading Span Task* (Daneman e Carpenter, 1980); ciò permette di studiare più nel dettaglio il ruolo della memoria di lavoro ad esempio durante la comprensione del testo (Carretti, Cornoldi, De Beni e Palladino, 2004). Nello specifico la prova è composta da 20 liste di 5 parole ad alta o media frequenza (complessivamente 100 parole) organizzate in set da 3, 4, 5, 6 liste. Ogni lista può contenere 0, 1 o 2 nomi di animali. Il test è audio-registrato con un tempo di lettura tra una parola e l'altra di 1 sec., tra una lista e l'altra di 2 e tra un set e l'altro di 4. Dopo 1 sec. dalla lettura dell'ultima parola della lista un suono ne indica la fine (vedi Figura 6). Il compito del partecipante era quello di ascoltare le liste, memorizzare la parola finale di ogni lista (seguita dal suono) e, alla fine di ogni set, ricordare le parole in ultima posizione nel corretto ordine di presentazione. Inoltre i partecipanti dovevano battere la mano sul tavolo ogni volta che compariva il nome di un animale (compito secondario). La consegna veniva letta dallo sperimentatore che si assicurava della corretta comprensione della stessa, venivano inoltre

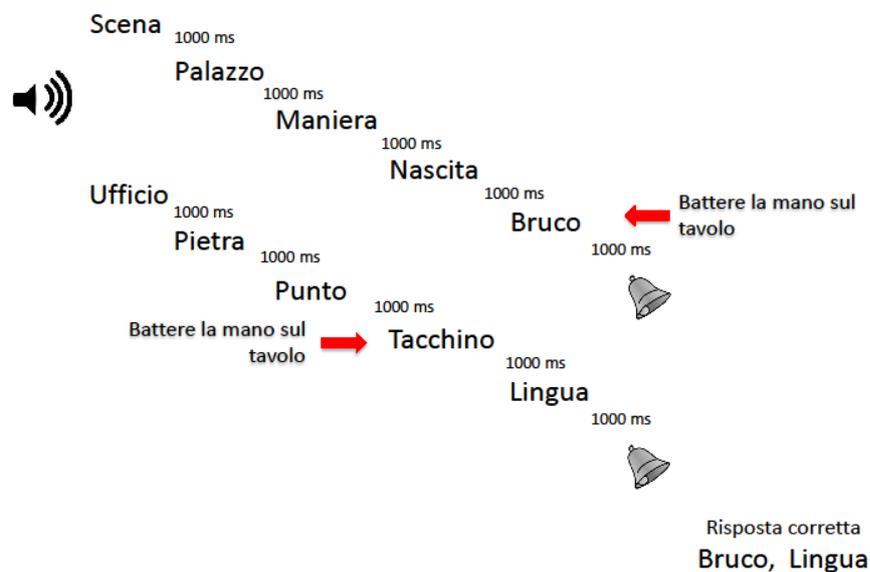
presentati due set da 2 liste come esempio per facilitare la familiarizzazione con il compito. I partecipanti venivano avvertiti della difficoltà crescente della prova e dell'importanza di svolgere entrambi i compiti (ricordare la parola finale di ogni lista e segnalare la presenza del nome di animale). Sono state utilizzate due versioni parallele della prova, la cui presentazione è stata controbilanciata per sessione e tra i partecipanti.

Per l'attribuzione dei punteggi sono stati valutati i seguenti indici:

- ricordo non ordinato di parole in ultima posizione;
- intrusioni di parole presenti nelle liste ma non in ultima posizione;
- invenzioni;
- errori di battuta.

Il numero totale di parole correttamente ricordate rappresentava l'indice della capacità di memoria di lavoro (punteggio massimo 20), mentre il rapporto tra le intrusioni e le parole correttamente ricordate (proporzione di intrusioni nel CWMS) era considerato come indice delle capacità inibitorie (De Beni, Palladino, Pazzaglia e Cornoldi, 1998).

Figura 6. CWMS, esempio di serie da 2 liste di parole



*Effetti di generalizzazione molto vicini*

*Dot Matrix* (adattato da Miyake, Friedman, Rettinger, Shah, e Hegarty, 2001): si tratta di un compito di memoria di lavoro visuo-spaziale, che richiede il mantenimento e la contemporanea elaborazione delle informazioni. La prova è costituita da serie di 3 griglie 3x3 presentate tutte assieme sullo schermo del computer ed organizzate in set da 2, 3, 4 o 5 serie.

All'interno di ogni griglia sono presenti dei segmenti in varie posizioni. Il compito del partecipante era quello di dire se i segmenti presenti nella terza griglia rappresentavano o meno il risultato della somma o della differenza dei segmenti delle due griglie precedenti. Il partecipante aveva 2 sec. per rispondere a ciascuna equazione (14 in tutto), dopo la quale appariva una quarta matrice (5x5) in cui una cella era occupata da un pallino nero. Il compito del partecipante era quindi quello di ricordare la posizione dei pallini presentati alla fine di ogni serie ed indicarli nel corretto ordine di presentazione su una matrice bianca alla fine di ciascun set. La prova era preceduta da due set d'esempio e cominciava solo se lo sperimentatore era certo della corretta comprensione dei compiti richiesti. I partecipanti erano avvisati della difficoltà crescente della prova e dell'importanza di svolgere entrambi i compiti (giudizio vero/falso e rievocazione). Erano presenti due versioni parallele che sono state controbilanciate tra i partecipanti e tra pre-test, post-test e follow-up.

Per lo scoring sono stati considerati i seguenti indici:

- ricordo non ordinato delle posizioni del pallino correttamente rievocate
- errori nel giudizio vero/falso.

Il numero totale di posizioni correttamente ricordate rappresentava l'indice della capacità di memoria di lavoro visuo-spaziale (punteggio massimo 14).

#### *Effetti di generalizzazione molto vicini*

*Span di cifre diretto* (De Beni, Borella, Carretti, Marigo e Nava, 2008): si tratta di una prova di memoria a breve termine passiva che consiste in 14 sequenze numeriche contenenti da un minimo di 3 ad un massimo di 9 cifre (2 sequenze di cifre per ogni livello di difficoltà). Le cifre venivano lette dallo sperimentatore con un intervallo di 1 sec. tra l'una e l'altra. Alla fine di ogni sequenza il partecipante doveva ripetere le cifre nel corretto ordine di presentazione. La prova era auto-terminante, veniva infatti interrotta se il partecipante non ricordava correttamente entrambe le sequenze di uno stesso livello di difficoltà. Per lo scoring si è tenuto conto del numero massimo di sequenze correttamente rievocate dal partecipante (punteggio massimo 14). Sono state utilizzate due forme parallele della prova, la cui presentazione è stata controbilanciata per sessione e tra i partecipanti.

*Span di cifre inverso* (De Beni et al., 2008): si tratta di una prova di memoria a breve termine attiva che consiste in 14 sequenze numeriche contenenti da un minimo di 2 ad un massimo di 8 cifre (2 sequenze di cifre per ogni livello di difficoltà). Le cifre venivano lette dallo sperimentatore con un intervallo di 1 sec. tra l'una e l'altra. Alla fine di ogni sequenza il

partecipante doveva ripetere le cifre nell'ordine inverso rispetto a quello di presentazione (dall'ultima cifra alla prima). Anche in questo caso la prova veniva interrotta se il partecipante non ricordava correttamente entrambe le sequenze di uno stesso livello di difficoltà. Nello scoring è stato assegnato un punto per ogni sequenza correttamente ricordata (punteggio massimo 14). Sono state utilizzate due forme parallele della prova, la cui presentazione è stata controbilanciata per sessione e tra i partecipanti.

#### *Effetti di generalizzazione lontani*

*Pattern comparison* (adattato da Salthouse e Babcock, 1991). Si tratta di una prova di velocità di elaborazione composta da 60 coppie di simboli divisi in due fogli. Il compito dei partecipanti era quello di confrontare il più velocemente possibile i due simboli di ciascuna coppia e scrivere S (Si) se erano uguali o N (No) se erano diversi. Venivano presentate tre coppie di simboli come esempio prima di iniziare la prova. Le variabili dipendenti considerate erano il numero di risposte corrette e la velocità d'esecuzione.

*Test di Stroop* (adattato da Trenergy, Crosson, De Boe e Leber, 1989). Si tratta di una prova di inibizione carta e matita composta da 6 fogli nei quali sono stampati nomi di colori in 3 condizioni: in un colore diverso da quello scritto, es. "GIALLO" scritto in inchiostro blu (condizione incongruente), nello stesso colore (condizione congruente) o delle X colorate (condizione neutra). Sono stati presentati 2 fogli contenenti 20 stimoli ciascuno per ogni condizione. Il compito del partecipante era quello di denominare il più velocemente il colore. Le consegne venivano lette dallo sperimentatore che presentava alcuni item di prova prima di ogni condizione. Le variabili dipendenti erano il numero di errori commessi e il tempo di lettura per ciascuna condizione. È stato calcolato l'indice di interferenza [(velocità condizione incongruente - velocità condizione congruente)/velocità condizione neutra] per tenere in considerazione la velocità di risposta di base e quindi le differenze individuali (Ludwig, Borella, Tettamati e de Ribaupierre, 2010). Un alto punteggio in questo indice implica difficoltà nel controllare le risposte automatiche nella condizione incongruente. Sono state create due versioni parallele di questa prova invertendo l'ordine di presentazione dei due fogli di ogni condizione. Le due versioni sono state quindi controbilanciate tra i partecipanti e per sessione.

*Test di Cattell* (Cattell e Cattell, 1963). Il test di Cattell è una prova classica di *problem solving*. In questo studio è stata utilizzata la scala 3 che consiste in due versioni parallele la cui presentazione è stata controbilanciata per sessione e tra i partecipanti. Entrambe le

versioni contengono 4 sub-test in cui il partecipante era invitato a completare compiti diversi, in un tempo limitato:

- Serie: il partecipante era invitato a completare 13 serie di figure scegliendo tra le 5 proposte la più adeguata (3 minuti).
- Classificazioni: il partecipante doveva indicare quali erano le figure con caratteristiche diverse all'interno della serie (14 item, tempo massimo 4 minuti).
- Matrici: il partecipante era invitato a completare 13 matrici logiche scegliendo tra uno dei simboli proposti (tempo massimo è di 3 minuti).
- Condizioni: il partecipante era invitato ad indicare la condizione che duplicava quella iniziale (tempo massimo 2 minuti e 30 secondi).

La variabile dipendente era la somma del numero di risposte corrette date dal partecipante a ciascun sub-test (punteggio massimo 50).

#### *Procedura*

Tutti i partecipanti hanno preso parte a sei incontri individuali della durata di circa 60 minuti: la prima e la quinta sessione erano rispettivamente il pre-test e il post-test mentre l'ultima, svolta a distanza di otto mesi era il follow-up. L'ordine di presentazione delle prove, durante queste tre sessioni, era lo stesso per tutti i partecipanti: Vocabolario (solo al pre-test), Span di cifre diretto, Span di cifre inverso, Pattern Comparison, CWMS, Test di Stroop, Dot Matrix, Test di Cattell. La versione di ciascuna prova presentata al pre-test veniva ripresentata al follow-up, mentre al post-test veniva presentata la versione parallela della prova stessa.

Per quanto riguarda le restanti tre sessioni, che si svolgevano a distanza di due giorni l'una dall'altra, il gruppo sperimentale prendeva parte al training mentre il gruppo di controllo compilava dei questionari (si veda tabella 4)

#### *Attività specifiche di training*

Il gruppo sperimentale partecipava a tre sessioni durante le quali si esercitava in versioni del CWMS modificate in modo da variare sistematicamente le richieste di elaborazione e mantenimento delle informazioni ed impedire così lo sviluppo di strategie compito-specifiche (si veda Appendice A). Gli incontri erano organizzati come segue:

- Sessione 2. Era la prima sessione di training durante la quale veniva presentata la prova di memoria di lavoro –CWMS– suddivisa in tre parti. Ogni parte era composta da 11 set contenenti da 2 a 5 liste ciascuna. L'ultima parola di ogni lista era seguita da un

suono ed in ogni lista potevano essere presenti dei nomi di animali. Il compito del partecipante era quello di battere la mano sul tavolo quando sentiva il nome di un animale e di ricordare la parola finale di ogni lista (prima e terza parte) oppure la prima (seconda parte). La prova era adattiva, infatti per ciascun livello di difficoltà (dalle 2 alle 5 parole da ricordare) venivano presentati 3 set di liste di parole: se il partecipante ricordava correttamente tutte le parole richieste di 2 dei 3 set, si passava al livello di difficoltà superiore altrimenti la prova si interrompeva e lo sperimentatore proponeva la parte successiva dal livello di difficoltà più basso (set da 2 liste).

- Sessione 3. Venivano presentati 16 set del CWMS che contenevano dalle 2 alle 5 liste (4 per ogni livello di difficoltà). Il compito del partecipante era quello di ricordare le parole seguite dal suono, che potevano essere collocate in qualsiasi posizione all'interno della lista. Veniva inoltre manipolata la frequenza con cui era richiesto di svolgere il compito secondario: per ciascun livello di difficoltà erano presenti due set con liste che contenevano pochi nomi di animali e due nelle quali i nomi di animali erano molto frequenti. A differenza della prima sessione, la prova doveva essere svolta per tutta la sua lunghezza.
- Sessione 4. Anche in questo incontro venivano presentati 16 set di liste di parole (4 set per ogni livello di difficoltà). Ai partecipanti veniva richiesto, in ciascun set, di ricordare alternativamente l'ultima o la prima parola della lista. Anche in questo caso i partecipanti dovevano svolgere il compito secondario e la prova non era auto-terminante.

#### *Attività del gruppo di controllo*

Il gruppo di controllo incontrava lo sperimentatore per lo stesso numero di sessioni del gruppo sperimentale, tuttavia durante gli incontri si limitava alla compilazione di questionari presentati nel seguente ordine:

- Sessione 2. *Agenda Autobiografica* (De Beni et al., 2008). Il questionario richiede di rievocare episodi relativi ad eventi comuni equamente suddivisi in diversi periodi di vita (infanzia, giovinezza, ricordi recenti).
- Sessione 3. *Questionario del Ben-Essere Percepito e della Qualità di Vita nell'Invecchiamento* (De Beni, Marigo, Sommaggio, Chiarini e Borella, 2009). Lo strumento valuta il benessere percepito dalla persona e permette di ottenere sia un valore globale che punteggi specifici, relativi a diverse dimensioni del benessere,

attraverso tre sottoscale (Competenze emotive, Strategie di coping, Soddisfazione personale).

- Sessione 4. Sensibilità alla memoria (De Beni et al., 2008). Lo strumento esplora l'atteggiamento delle persone rispetto al ricordare eventi passati.

Tabella 4. Descrizione delle attività svolte nelle sessioni sperimentali da ciascun gruppo.

Sessione	Sperimentale	Controllo
1 <sup>a</sup>	<b>Pre-test:</b> Intervista sulla salute, MMSE, Vocabolario, Span di cifre diretto, Span di cifre inverso, Pattern Comparison, CWMS, Test di Stroop, Dot Matrix, Cattell.	
2 <sup>a</sup>	CWMS suddiviso in 3 parti (1°-3° ricordo dell'ultima parola di ogni lista; 2° ricordo della prima parola). Segnalare quando compare il nome di un animale. Procedura adattativa	Agenda Autobiografica
3 <sup>a</sup>	Ricordare le parole seguite dal suono. Segnalare quando compare il nome di un animale, la cui frequenza variava.	Questionario sul benessere percepito (Ben-SSC)
4 <sup>a</sup>	Ricordare alternativamente l'ultima o la prima parola di liste di parole. Segnalare quando compare il nome di un animale.	Sensibilità alla memoria
5 <sup>a</sup>	<b>Post-test:</b> Span di cifre diretto, Span di cifre inverso, Pattern Comparison, CWMS, Test di Stroop, Dot Matrix, Cattell.	
6 <sup>a</sup>	<b>Follow-up (6 mesi):</b> Span di cifre diretto, Span di cifre inverso, Pattern Comparison, CWMS, Test di Stroop, Dot Matrix, Cattell.	

### 3.1.3. Risultati

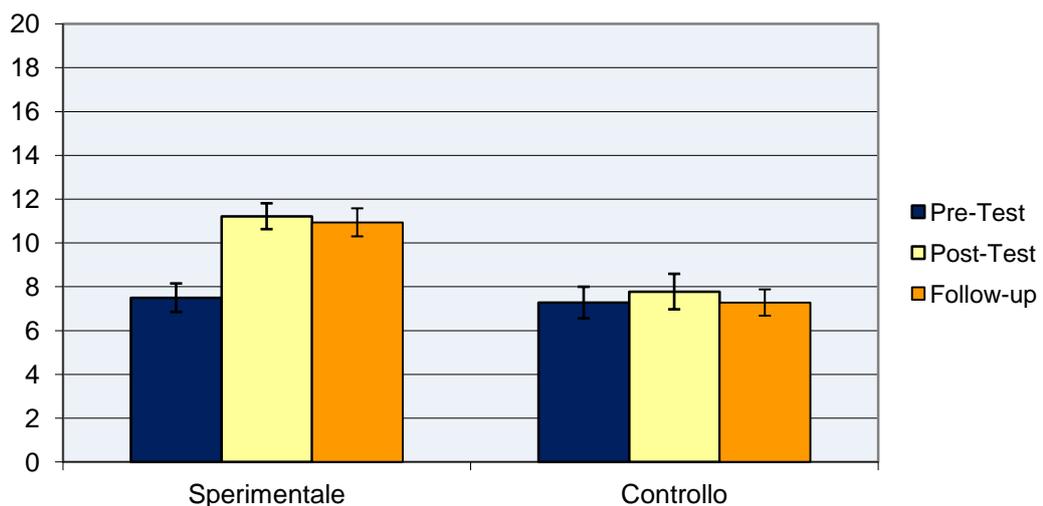
Per quanto riguarda l'elaborazione dei risultati, è stata innanzi tutto condotta un'ANOVA ad una via per ciascuna misura al pre-test, al fine di indagare se fossero presenti differenze tra i due gruppi alla *baseline* che potessero influenzare l'effetto del training. Da queste analisi preliminari non sono emerse differenze significative (CWMS:  $F < 1$ ; Dot Matrix:  $F = 1.08$ ; Span diretto:  $F < 1$ ; Span inverso:  $F = 1.50$ ; Pattern Comparison:  $F < 1$ ; Test di Stroop:  $F < 1$ ; Test di Cattell:  $F < 1$ ), quindi si è proseguito con l'analisi degli effetti del training sulle misure di interesse, attraverso ANOVA a misure ripetute con disegno misto con il Gruppo (sperimentale, controllo) come variabile tra i soggetti e la Sessione (pre-test vs post-test vs follow-up) come variabile entro i soggetti. I confronti a coppie sono stati scomposti con metodo di Bonferroni. Infine, è stato calcolato l'*effect size* ( $d$  di Choen per campioni appaiati)

per avere un indice della dimensione del beneficio sia al post-test che a distanza di 8 mesi dalla fine del training.

### *Effetti specifici*

Nella prova criterio -CWMS- è stato evidenziato un incremento della prestazione da parte del gruppo sperimentale che si è mantenuto nel tempo. Le analisi hanno evidenziato un effetto principale significativo del Gruppo,  $F_{(1,34)}=8.27$ ,  $p<.01$ ,  $\eta_p^2=.20$ , e della Sessione,  $F_{(2,68)}=17.60$ ,  $p<.001$ ,  $\eta_p^2=.34$ , ad indicare un maggior numero di parole ricordate dal gruppo sperimentale rispetto a quello di controllo ( $MDiff.=2.33$ ,  $p<.01$ ) ed un incremento tra la sessione di pre-test e quelle di post-test ( $MDiff.=-2.11$ ,  $p<.001$ ) e follow-up ( $MDiff.=-1.72$ ,  $p<.001$ ). Anche l'interazione Gruppo x Sessione era significativa  $F_{(2,68)}=12.15$ ,  $p<.001$ ,  $\eta_p^2=.26$ , ed i confronti post-hoc con il metodo di Bonferroni hanno permesso di evidenziare come la prestazione del gruppo sperimentale sia migliorata tra pre- e post-test ( $MDiff.=3.72$ ,  $p<.01$ ) e tra pre-test e follow-up ( $MDiff.=-1.72$ ,  $p<.001$ ). Inoltre, in entrambe le sessioni, il gruppo sperimentale ha riportato punteggi significativamente superiori ( $MDiff.=3.44$ ,  $p<.01$  al post-test;  $MDiff.=-3.67$ ,  $p<.001$  al follow-up). La prestazione del gruppo di controllo non è cambiata in modo significativo tra le sessioni (si veda la Figura 7).

Figura 7. CWMS: numero di parole correttamente ricordate in media dal gruppo sperimentale e di controllo nelle sessioni di pre-test, post-test e follow-up. Le barre d'errore rappresentano l'errore standard.



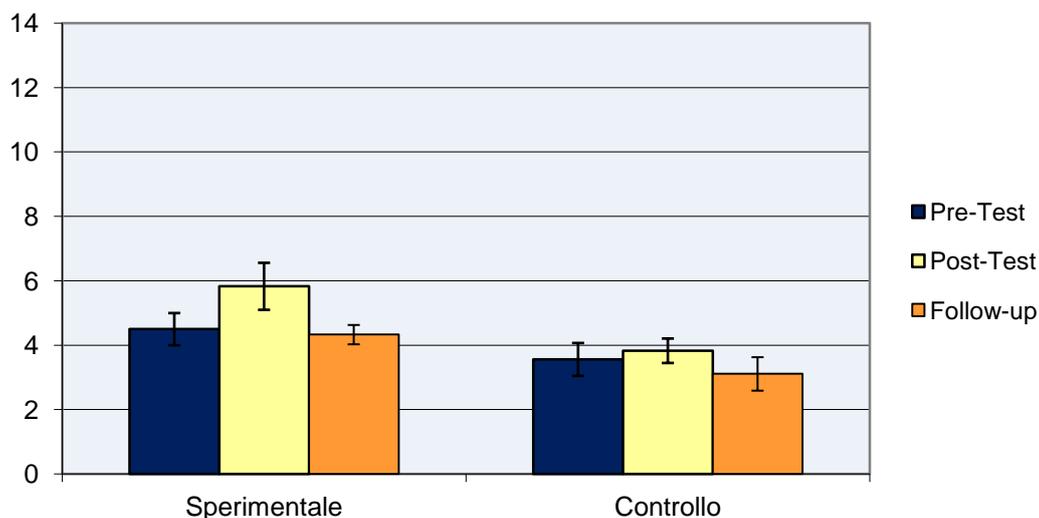
Per quanto riguarda il numero di parole riportate dai partecipanti ma che non erano in ultima posizione, è stata calcolata la proporzione di intrusioni [(invenzioni + intrusioni)/parole correttamente ricordate], che viene interpretato come indice dell'abilità di inibire le

informazioni che erano rilevanti, e sono quindi state elaborate, ma non lo sono più nel proseguo della prova (funzione di soppressione). Facendo riferimento al costrutto dell'inibizione, e non direttamente alla memoria di lavoro (Borella et al., 2011), un effetto in questa misura è interpretabile come effetto di generalizzazione lontano. I risultati hanno evidenziato un decremento delle intrusioni tra pre- e post-test a seguito del training che si è mantenuto a distanza di 8 mesi dalla fine dello stesso. Le analisi hanno mostrato un effetto principale significativo del Gruppo,  $F_{(1,34)}=7.33$ ,  $p<.01$ ,  $\eta_p^2=.18$ , ad indicare che il gruppo sperimentale ha commesso meno errori di intrusione del gruppo di controllo ( $MDiff.=-1.83$ ,  $p<.01$ ). Anche l'effetto della Sessione era significativo,  $F_{(2,68)}=4.04$ ,  $p<.05$ ,  $\eta_p^2=.11$ , ed indicava un decremento tra pre-test e follow-up ( $MDiff.=.97$ ,  $p<.01$ ). L'interazione Gruppo x Sessione era significativa,  $F_{(2,68)}=7.72$ ,  $p<.001$ ,  $\eta_p^2=.18$ , i confronti post-hoc hanno evidenziato un decremento delle intrusioni tra pre-test e follow-up ( $MDiff.=2.17$   $p<.01$ ) e tra post-test e follow-up ( $MDiff.=1.56$ ,  $p<.01$ ) nel gruppo di sperimentale, mentre la prestazione del gruppo di controllo non è cambiata in modo significativo tra le sessioni. Nella sessione di follow-up il gruppo di controllo ha prodotto significativamente più intrusioni del gruppo sperimentale.

#### *Effetti di generalizzazione molto vicini*

Nella prova di memoria di lavoro visuo-spaziale -Dot Matrix- non è stato evidenziato un vantaggio per il gruppo sperimentale a seguito del training (si veda la Figura 8)

*Figura 8. Dot Matrix: numero medio di posizioni correttamente ricordate dal gruppo sperimentale e di controllo nelle tre sessioni (pre-test, post-test e follow-up). Le barre d'errore rappresentano l'errore standard.*

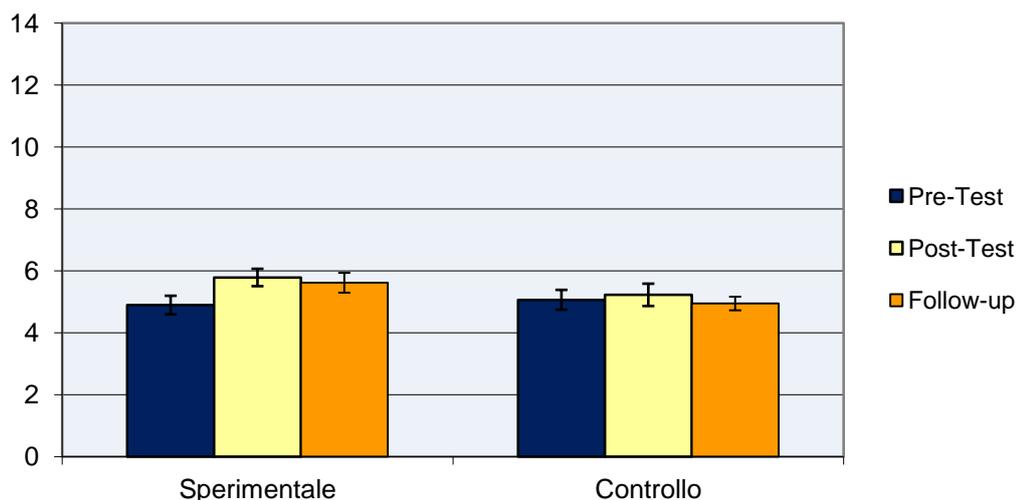


Dai risultati è emerso, infatti, solo l'effetto principale del Gruppo,  $F_{(1,34)}=6.32$ ,  $p<.05$ ,  $\eta_p^2=.16$ , e della Sessione,  $F_{(2,68)}=4.12$ ,  $p<.05$ ,  $\eta_p^2=.11$ , che indicavano rispettivamente che il gruppo sperimentale ricordava un maggior numero di posizioni corrette rispetto al gruppo di controllo ( $MDiff.=1.40$ ,  $p<.05$ ) e che la prestazione dei partecipanti era migliore al post-test rispetto al follow-up ( $MDiff.=1.11$ ,  $p<.05$ ), mentre il numero di posizioni ricordate al pre-test non differiva significativamente da quello osservato nelle altre due sessioni. L'interazione Gruppo x Sessione non era significativa,  $F<1$ .

#### *Effetti di generalizzazione vicini*

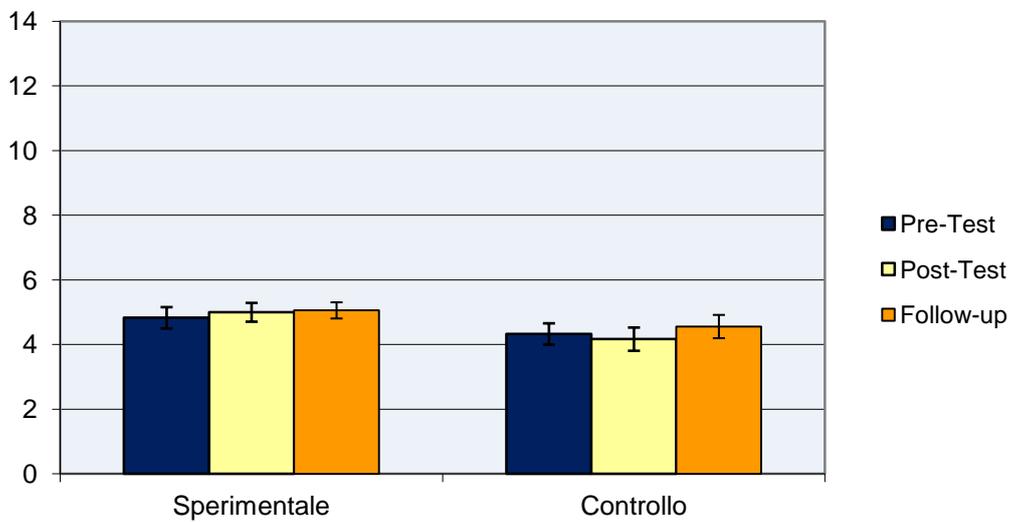
Nello span di cifre diretto, l'effetto principale del Gruppo non era significativo,  $F<1$ . L'effetto della Sessione invece ha evidenziato un incremento significativo,  $F_{(2,68)}=4.61$ ,  $p<.05$ ,  $\eta_p^2=.12$ , del numero di cifre correttamente ricordate al post-test rispetto al pre-test ( $MDiff.=.53$ ,  $p<.001$ ). L'interazione Gruppo x Sessione era significativa,  $F_{(2,68)}=3.36$ ,  $p<.05$ ,  $\eta_p^2=.09$ , ed i confronti post-hoc hanno evidenziato che la prestazione del gruppo sperimentale è incrementata tra pre- e post-test ( $MDiff.=.89$ ,  $p<.001$ ) e tale beneficio si è mantenuto al follow-up (tra pre-test e follow-up,  $MDiff.=.72$ ,  $p<.01$ ). La prestazione del gruppo di controllo invece non è cambiata significativamente tra le sessioni (si veda la Figura 9)

Figura 9. Span in avanti: numero medio sequenze di cifre correttamente rievocate dal gruppo sperimentale e di controllo nelle tre sessioni (pre-test, post-test e follow-up). Le barre d'errore rappresentano l'errore standard.



Per quanto riguarda lo span di cifre inverso, non sono stati evidenziati effetti significativi (si veda la Figura 10): Gruppo,  $F_{(1,34)}=2.72$ ,  $p=.11$ ,  $\eta_p^2=.07$ ; Sessione,  $F<1$ ; Gruppo x Sessione,  $F<1$ .

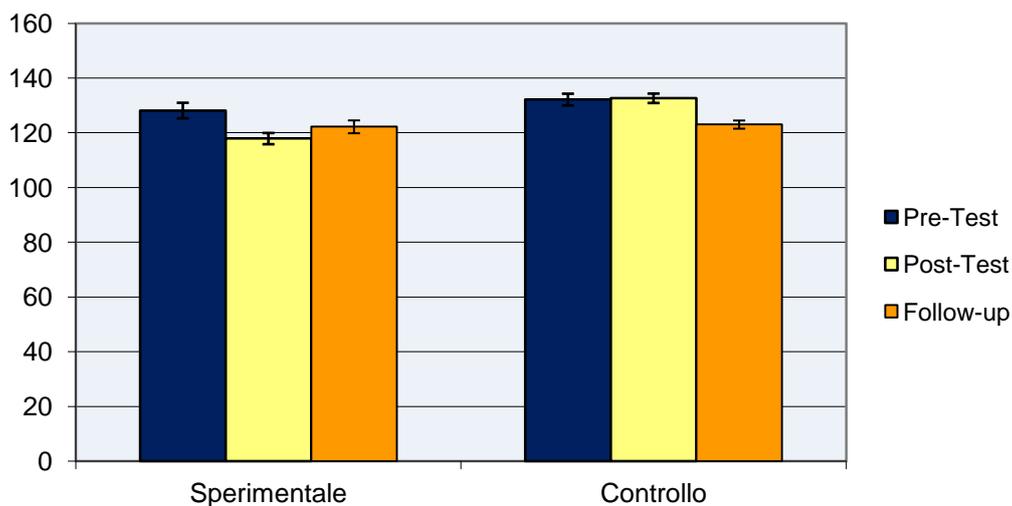
Figura 10. Span in dietro: numero medio di sequenze di cifre correttamente rievocate dal gruppo sperimentale e di controllo nelle tre sessioni (pre-test, post-test e follow-up). Le barre d'errore rappresentano l'errore standard.



#### Effetti di generalizzazione lontani

Non è stato evidenziato alcun effetto significativo nel Pattern Comparison (si veda la Figura 11): Gruppo,  $F < 1$ ; Sessione,  $F < 1$ ; Gruppo x Sessione,  $F < 1$ . La velocità di elaborazione degli stimoli proposti non è, infatti, cambiata significativamente a seguito del training.

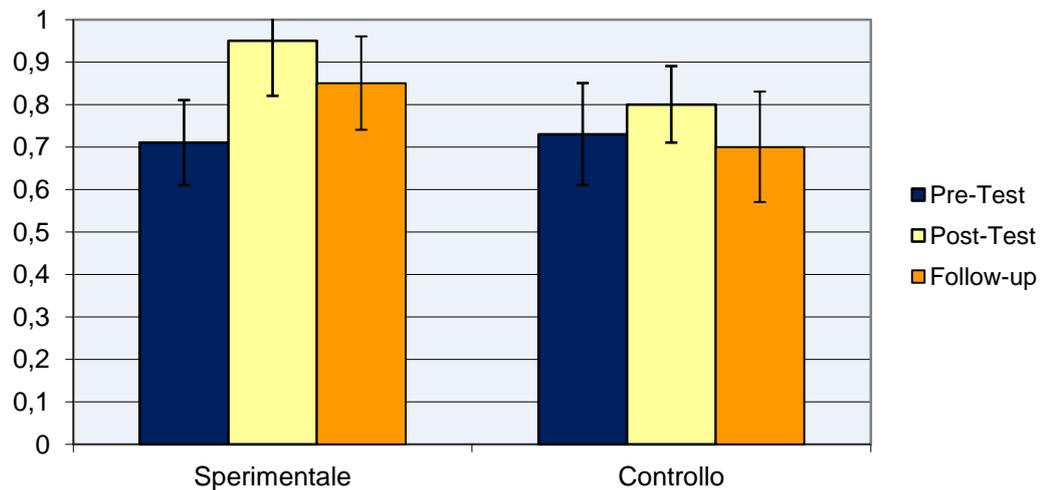
Figura 11. Pattern Comparison: velocità media d'esecuzione della prova (sec.) da parte dal gruppo sperimentale e di controllo nelle tre sessioni (pre-test, post-test e follow-up). Le barre d'errore rappresentano l'errore standard.



Anche per quanto riguarda l'indice di interferenza (velocità condizione incongruente - velocità condizione congruente/velocità condizione neutra) nel Test di Stroop, non è emerso

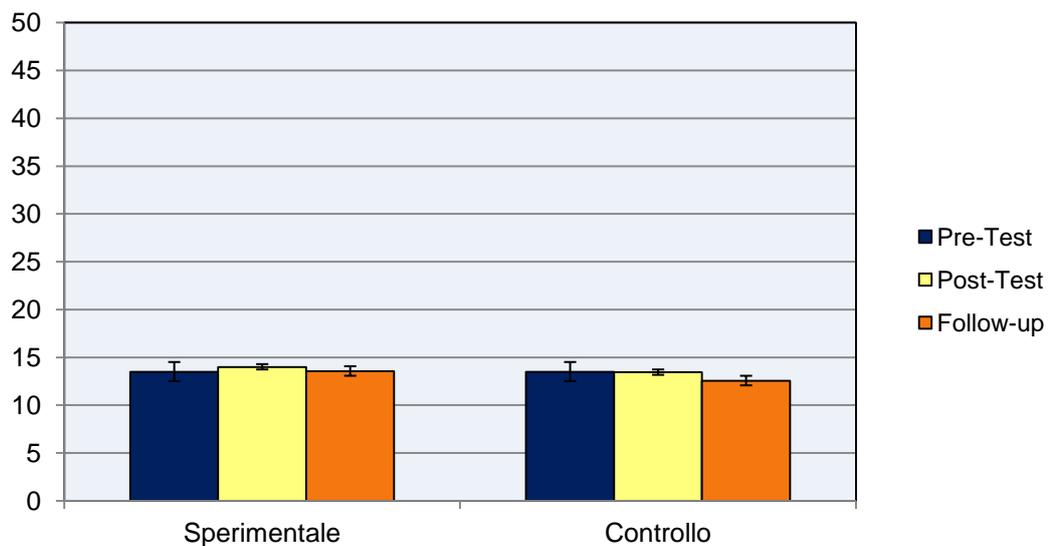
alcun effetto significativo (si veda la Figura 12): Gruppo,  $F < 1$ ; Sessione,  $F_{(2,68)} = 2.13$ ,  $p = .13$ ,  $\eta_p^2 = .06$ ; Gruppo x Sessione,  $F < 1$

Figura 12. Test di Stroop: valore medio dell'indice d'interferenza nello Stroop da parte dal gruppo sperimentale e di controllo nelle tre sessioni (pre-test, post-test e follow-up). Le barre d'errore rappresentano l'errore standard.



Nel test di Cattell non è emersa alcuna nessuna variazione significativa del punteggio ottenuto dai partecipanti (Gruppo,  $F < 1$ ; Sessione,  $F_{(2,68)} = 1.20$ ,  $p = .31$ ,  $\eta_p^2 = .03$ ; Gruppo x Sessione,  $F < 1$ ), in particolare non è emerso alcun beneficio per il gruppo sperimentale a seguito del training (si veda la Figura 13).

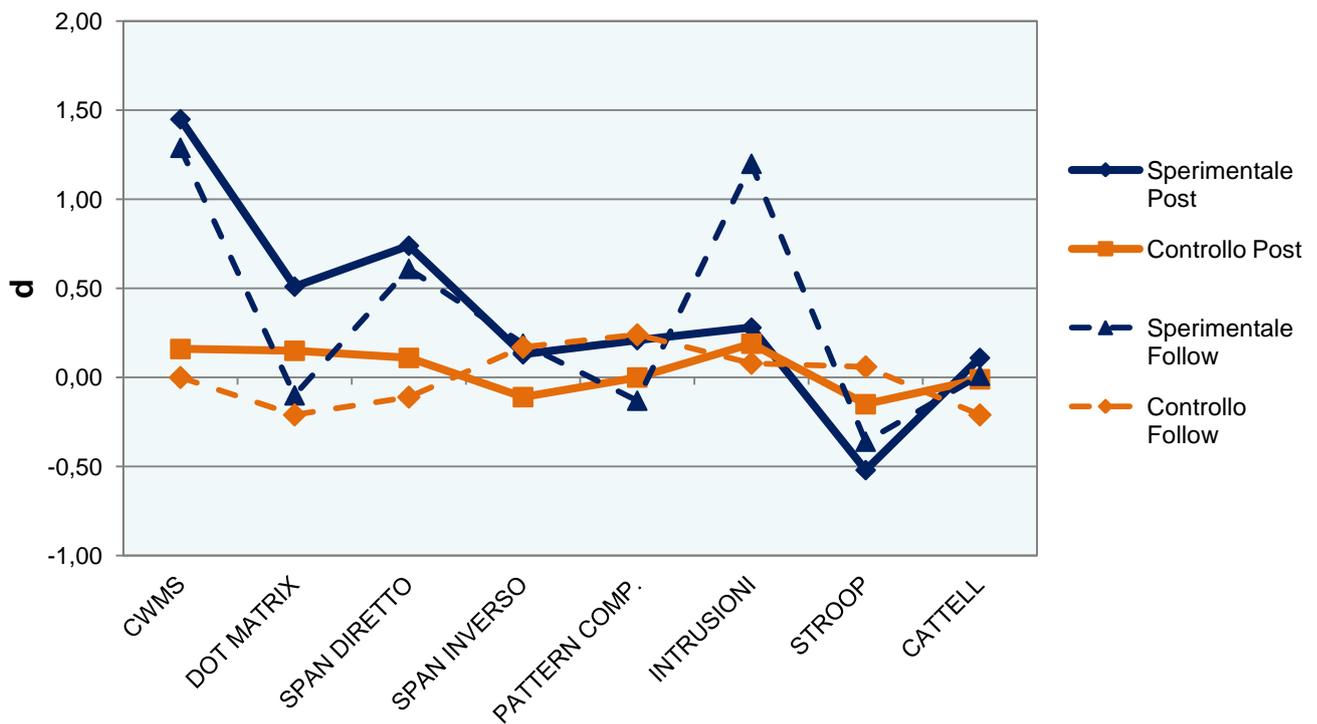
Figura 13. Test di Cattell: punteggio medio ottenuto dal gruppo sperimentale e di controllo nella prova durante le tre sessioni (pre-test, post-test e follow-up). Le barre d'errore rappresentano l'errore standard.



### Analisi del beneficio

Per meglio comprendere la dimensione del beneficio ottenuto a seguito del training (confronto tra le sessioni di pre- e post-test), è stata calcolata la  $d$  di Cohen (1988) per misure ripetute come proposto da Cumming e Finch (2001). I risultati hanno evidenziato come il gruppo sperimentale abbia ottenuto un effetto ampio nella prova criterio (CWMS,  $d=1.45$ ) e nella prova di memoria a breve termine passiva (Span di cifre diretto,  $d=.74$ ). L'effetto era invece medio nel Dot Matrix ( $d=.51$ ). Mentre nelle altre prove il beneficio ottenuto è stato basso come evidenziato dal grafico sottostante (si veda la Figura 14). È stato inoltre valutato il beneficio a lungo termine, comparando con la stessa procedura, le sessioni di pre-test e follow-up. Dopo 8 mesi dalla fine del training il beneficio nel CWMS si è mantenuto ampio ( $d=1.29$ ), è emerso un effetto ampio negli errori di intrusione al CWMS ( $d=1.20$ ), mentre è diventato medio l'effetto nella prova di Span diretto ( $d=.61$ ).

Figura 14. Beneficio ottenuto ( $d$  di Cohen), alla fine del training e dopo 8 mesi, dal gruppo sperimentale e di controllo nelle misure d'interesse.



### 3.1.4. Discussione

Con questo studio si è voluta analizzare l'efficacia del training di memoria di lavoro verbale di Borella et al. (2010) sia in termini di benefici specifici che di generalizzazione e mantenimento degli stessi nei grandi vecchi.

I risultati hanno evidenziato un incremento significativo della prestazione del gruppo sperimentale nella prova direttamente esercitata (CWMS), effetti di generalizzazione vicini ad una prova di memoria a breve termine, e lontani ad un indice dell'abilità d'inibizione (errori di intrusione nel CWMS). Tali benefici si sono mantenuti nel tempo: erano presenti infatti anche a distanza di 8 mesi dalla fine del training.

La presenza di benefici specifici e vicini anche in età avanzata, è in linea con lo studio di Buschkuehl et al. (2008) in cui, tuttavia, sono stati ottenuti a seguito di un training molto lungo (23 sessioni, a fronte delle 3 previste dal presente training) e confrontando la prestazione del gruppo sperimentale con un gruppo di controllo che svolgeva un training aerobico. Questa differenza nella tipologia di attività svolta (fisica vs. cognitiva) potrebbe aver influito sulle aspettative dei partecipanti in misura maggiore rispetto al nostro studio in cui il gruppo di controllo compilava questionari inerenti la memoria. Inoltre, nel precedente studio (Buschkuehl et al., 2008), non è stato evidenziato né il mantenimento dei benefici né la presenza di effetti di generalizzazione lontani.

Confrontando i risultati ottenuti nello stesso tipo di training da giovani anziani (Borella et al., 2010) e grandi vecchi (presente studio), si nota come gli effetti di generalizzazione siano molto meno marcati nella quarta età e limitati alla memoria a breve termine passiva ed all'abilità di sopprimere le informazioni non rilevanti nel CWMS. Sembra, quindi, che il training migliori l'abilità di focalizzare l'attenzione sulle informazioni rilevanti e, più in generale, di elaborare le informazioni associate alla memoria di lavoro verbale. Questo potrebbe spiegare la mancanza di effetti di generalizzazione alla memoria di lavoro visuo-spaziale, alla velocità di elaborazione e al *problem solving* (Noack et al., 2009). D'altra parte sia la memoria a breve termine verbale (Bopp e Verhaeghen, 2005) che l'inibizione (Borella et al. 2008) subiscono un declino accentuato solo in età molto avanzata, di conseguenza questi effetti di generalizzazione potrebbero essere spiegati in virtù della flessibilità cognitiva residua che può essere incrementata attraverso le attività del training.

È possibile concludere che la memoria di lavoro può essere incrementata nei grandi vecchi nonostante il declino marcato dell'efficienza di questo meccanismo cognitivo di base nella quarta età. Il training di memoria di lavoro verbale di Borella et al. (2008), infatti, ha prodotto sia dei benefici specifici che di generalizzazione che si sono mantenuti nel tempo. Gli effetti di generalizzazione emersi, tuttavia, sono limitati se confrontati con quelli ottenuti dai giovani anziani. Al fine di favorirli anche nei grandi vecchi potrebbe essere utile proporre

un maggior numero di sessioni di training ed includere delle sessioni di *booster* (Ball et al., 2002) ad intervalli regolari dalla fine dello stesso.

## **3.2. TRAINING DI MEMORIA DI LAVORO IN ANZIANI CON *MILD COGNITIVE IMPAIRMENT* AMNESICO: EFFETTI SPECIFICI E DI GENERALIZZAZIONE**

### **3.2.1. Obiettivi**

L'obiettivo di questo studio era quello di valutare se fosse possibile potenziare la memoria di lavoro in giovani anziani con *Mild Cognitive Impairment* amnesico (aMCI) e se questo portasse a degli effetti di generalizzazione del beneficio, in particolare a carico della memoria episodica, molto compromessa nel aMCI, e in abilità cognitive complesse, quali il *problem solving*.

Si è scelto di proporre il training di memoria di lavoro verbale, a questa tipologia di popolazione, con finalità preventive. Il *Mild Cognitive Impairment* (MCI), infatti, è uno stato transitorio tra l'invecchiamento normale e la demenza, nel quale le abilità della vita di tutti i giorni sono mantenute, ma si assiste ad importanti deficit di memoria (Petersen et al., 1999). La sua prevalenza nella popolazione anziana si aggira tra il 3% e il 9% ed alcuni studi hanno stimato che una percentuale compresa tra l'11% e il 33% di persone con MCI sviluppa una demenza nei due anni successivi alla diagnosi dello stesso (Gauthier et al., 2006). È quindi prioritario sviluppare delle nuove procedure che, oltre ad offrire un valido aiuto agli individui nella gestione dei loro problemi di memoria, possano attenuare il rischio di conversione dell'MCI in demenza, attraverso la promozione della plasticità cognitiva e cerebrale.

Gli studi in letteratura si sono concentrati principalmente sul potenziamento della memoria episodica, attraverso interventi di varia natura (stimolazione cognitiva, insegnamento di strategie, pratica in prove neuropsicologiche, ecc.), ottenendo generalmente benefici medio-bassi (si vedano le meta-analisi di Li et al., 2011; Zehder et al., 2009). Nessuno di essi si è focalizzato, invece, sulla memoria di lavoro, nonostante nell'MCI amnesico e multi-dominio siano presenti deficit rilevanti in questo meccanismo cognitivo di base (es. Saunders e Summers, 2011) e studi longitudinali abbiano suggerito che la memoria di lavoro sia un *marker* precoce di demenza di Alzheimer (Rosen et al., 2002).

Dati i risultati degli studi condotti con anziani sani, ci aspettiamo che il training di memoria di lavoro verbale di Borella e collaboratori (2010) possa portare ad un miglioramento della prestazione in memoria di lavoro anche in anziani con MCI, andando a supportare i meccanismi compensatori presenti (Bokde et al., 2010).

### 3.2.2. Metodo

#### *Partecipanti*

20 giovani anziani (65-75 anni) con MCI amnesico, afferenti ad una clinica bresciana, hanno preso parte allo studio.

*Tabella 5 . Caratteristiche demografiche dei partecipanti.*

	Sperimentale		Controllo	
	M	DS	M	DS
<b>Età</b>	71.80	2.20	70.60	2.63
<b>Scolarità</b>	6.50	2.83	7.20	3.29
<b>MMSE</b>	27.20	1.68	27.10	1.19
<b>CDR</b>	0.5	0	0.5	0
<b>Ricordo di prosa</b>				
<b>Immediato</b>	2.73	0.86	2.86	0.60
<b>Differito</b>	2.32	0.81	2.53	0.99
<b>TMT A (sec.)</b>	59.5	14.79	53.60	13.07
<b>TMT B (sec.)</b>	146.90	32.41	130.30	35.06
<b>Fluenza semantica</b>	32.10	2.80	33.90	3.07
<b>Fluenza fonemica</b>	27.70	3.23	28.40	2.54
<b>Copia di Rey</b>	34.30	2.14	35.35	2.08
<b>BADL</b>	0	0	0	0
<b>IADL</b>	0.2	0.42	0.1	0.31
<b>GDS (15 item)</b>	2.20	1.81	1.70	1.88

*M= media, DS= deviazione standard.*

La selezione è stata fatta sulla base di un'accurata valutazione clinica e neuropsicologica di modo che fossero incluse solo le persone con aMCI secondo i criteri di Petersen e collaboratori (Petersen et al., 1999; Petersen, 2004): prestazione di almeno 1.5 deviazioni standard al di sotto della media nella memoria episodica, valutata con il ricordo di prosa

(Spinnler e Tognoni, 1987); assenza di deficit nelle funzioni esecutive misurate con il *Trial making test A e B* (Reitan, 1958), nel linguaggio (prova di fluenza semantica e fonemica, Berton e Hemsher, 1983) e nelle abilità visuo-spaziali misurate attraverso la copia della figura di Rey (Osterreth, 1944); punteggio al *Mini-Mental State Examination -MMSE-* (Folstein et al., 1975) più alto di 24/30; punteggio di 0.5 nella *Clinical Dementia Rating -CDR-* (Hughes et al., 1982); assenza di difficoltà evidenti nelle abilità della vita quotidiana misurate con le scale *Basic Activities of Daily Living -BADL-* (Katz et al., 1982) e *Instrumental Activities of Daily Living -IADL-* (Lewton e Brody, 1969); assenza di depressione misurata con la *Depression Geriatric Scale -GDS-* (Sheikh e Yvesavege, 1986); nessuna evidenza di deficit metabolici, endocrini o nutrizionali. Tutti i partecipanti vivevano a casa propria ed hanno preso parte allo studio come volontari. Metà dei partecipanti (6 maschi e 4 femmine) è stata assegnata al gruppo sperimentale, l'altra metà (4 maschi e 6 femmine) è andata a formare il gruppo di controllo. I due gruppi non differivano per età, scolarità e nei punteggi ai test neuropsicologici considerati (si veda la Tabella 5).

### *Materiali*

#### *Effetti specifici*

*Categorization Working memory Span Task* (CWMS, Borella et al., 2008). Questa prova di memoria di lavoro consiste in 20 liste di 5 parole (tra cui dei nomi di animali) organizzate in set contenenti da 3 a 6 liste (totale 100 parole). Il test è stato audio-registrato con un tempo di lettura tra una parola e l'altra di 1 sec. e di 2 sec. tra una lista e l'altra. Il partecipante doveva battere la mano sul tavolo ogni volta che sentiva il nome di un animale (fase di elaborazione) e, alla fine di ogni set, ricordare la parola finale di ogni lista nel corretto ordine di presentazione (fase di mantenimento). Venivano presentati due set da 2 liste come esempio prima dell'inizio della prova. Il numero totale di parole correttamente ricordate è stato considerato come misura della capacità di memoria di lavoro (punteggio massimo 20) mentre la proporzione di intrusioni è stata considerata indice delle capacità inibitorie (De Beni et al., 1998). Sono state utilizzate due versioni parallele della prova la cui presentazione è stata controbilanciata per sessione e tra i partecipanti.

#### *Effetti di generalizzazione molto vicini*

*Dot Matrix* (adattato da Miyake et al., 2001). Questo compito di memoria di lavoro visuo-spaziale è costituito da serie di matrici 3x3 organizzate in set contenenti da un minimo

di 2 ad un massimo di 5 serie di matrici. All'interno di ogni griglia sono presenti dei segmenti in varie posizioni. Il compito del partecipante era quello di verificare se i segmenti presenti nella terza griglia rappresentavano il risultato della somma o della differenza dei segmenti delle due griglie precedenti. Il partecipante aveva 4.5 sec. per rispondere a ciascuna equazione (14 in tutto), dopo la quale appariva una quarta matrice (5x5) contenente un pallino. Il compito del partecipante era quello di ricordare la posizione dei pallini presentati alla fine di ogni serie ed indicarli nel corretto ordine di presentazione su una matrice bianca presentata alla fine di ciascun set. Il numero totale di posizioni correttamente ricordate rappresentava l'indice della capacità di memoria di lavoro visuo-spaziale (punteggio massimo 14). Erano presenti due versioni parallele della prova che sono state controbilanciate tra i partecipanti e tra pre-test, post-test e follow-up.

#### *Effetti di generalizzazione vicini*

*Span di cifre diretto ed inverso* (De Beni et al., 2008). Queste due prove di memoria a breve termine consistono in 14 sequenze numeriche contenenti da 3 a 9 cifre nel caso dello span diretto e da 2 ad 8 nello span inverso (2 sequenze per ogni livello di difficoltà). Le cifre venivano lette dallo sperimentatore con un intervallo di 1 sec. tra l'una e l'altra. Alla fine di ogni sequenza il partecipante doveva ripetere le cifre nel corretto ordine di presentazione (span diretto) o nell'ordine opposto (span inverso). La prova era auto-terminante, veniva infatti interrotta se il partecipante non ricordava correttamente entrambe le sequenze di uno stesso livello di difficoltà. Il numero massimo di sequenze di cifre correttamente ricordate dal partecipante è stato considerato come indice della capacità di memoria a breve termine (punteggio massimo 14 in entrambe le prove). Sono state utilizzate due forme parallele della prova, la cui presentazione è stata controbilanciata per sessione e tra i partecipanti.

*Ricordo di lista* (Carretti et al., 2007). Si tratta di una prova di memoria episodica composta da una lista di 15 parole a medio-alto valore d'immagine e frequenza d'uso. Le parole erano audio-registrate e presentate con un intervallo di 2 sec. tra l'una e l'altra. Il compito del partecipante era quello di ricordarne il maggior numero possibile e ripeterle alla fine della lista indipendentemente dall'ordine di presentazione. Il punteggio finale corrispondeva al numero di parole correttamente ricordate (punteggio massimo 15). Sono state utilizzate due forme parallele della prova, la cui presentazione è stata controbilanciata per sessione e tra i partecipanti.

### *Effetti di generalizzazione lontani*

*Pattern comparison* (adattato da Salthouse e Babcock, 1991). Questa prova di velocità di elaborazione è composta da 60 coppie di simboli divisi in due fogli. Il compito dei partecipanti era quello di confrontare il più velocemente possibile i simboli di ciascuna coppia e scrivere S (Si) se erano uguali e N (No) se erano diversi. Venivano presentate tre coppie di simboli come esempio prima di iniziare la prova. Le variabili dipendenti considerate erano il numero di risposte corrette e la velocità d'esecuzione della prova.

*Test di Cattell* (Cattell e Cattell, 1963). È stata utilizzata la scala 3, che consiste in due versioni parallele la cui presentazione è stata controbilanciata per sessione e tra i partecipanti. Entrambe le versioni contengono 4 sub-test in cui il partecipante era invitato a completare compiti diversi, in un tempo prestabilito:

- Serie: il partecipante era invitato a completare 13 serie di figure scegliendo tra le 5 proposte la più adeguata (3 minuti).
- Classificazioni: il partecipante doveva indicare quali erano le figure con caratteristiche diverse all'interno della serie (14 item, tempo massimo 4 minuti).
- Matrici: il partecipante era invitato a completare 13 matrici logiche scegliendo tra uno dei simboli proposti (tempo massimo è di 3 minuti).
- Condizioni: il partecipante era invitato ad indicare la condizione che duplicava quella iniziale (tempo massimo 2 minuti e 30 secondi).

La variabile dipendente era la somma del numero di risposte corrette date dal partecipante a ciascun sub-test (punteggio massimo 50).

### *Procedura*

Prima di essere selezionati per lo studio i partecipanti hanno preso parte ad una sessione di 1 h e 30 durante la quale sono stati testati con una batteria neuropsicologica (vedi la sessione partecipanti). Successivamente le persone assegnate al gruppo sperimentale e di controllo sono state ricontattate ed hanno preso parte a 5 sessioni individuali. La prima e la quinta sessione, rispettivamente pre- e post-test, duravano circa 90 min. ed erano uguali per tutti i partecipanti. Venivano infatti presentate le seguenti prove: Vocabolario (solo al pre-test), CWMS, Span di cifre diretto, Span di cifre inverso, Dot Matrix, Ricordo di lista, Pattern comparison, Cattell.

Nelle restanti tre sessioni, che si svolgevano a distanza di due giorni l'una dall'altra, il gruppo di controllo prendeva parte ad un programma educativo che aveva lo scopo di

riflettere sul funzionamento della memoria, presentando i diversi sistemi di memoria e focalizzandosi sui fallimenti della memoria nella vita di tutti i giorni (sessione 2), sulle strategie di memoria esterne ed il loro ruolo nel supportare il ricordo (sessione 3) e sull'insegnamento della strategia immaginativa (sessione 4).

Il gruppo sperimentale invece prendeva parte al training di memoria di lavoro (Borella et al., 2010) nel quale, come precedentemente descritto, si esercitava in versioni modificate del CWMS al fine di evitare lo sviluppo di strategie compito-specifiche e facilitare così la generalizzazione. Nello specifico, venivano manipolate le richieste di mantenimento aumentando il numero di parole da ricordare qualora il partecipante svolgesse il compito con successo e diminuendo il carico della memoria ad un minimo di 2 parole da ricordare in caso di insuccesso. Le consegne del compito, inoltre, variavano: ricordo della prima o dell'ultima parola (sessione 2 e 4 ) o della parola seguita dal suono (sessione 3). Infine venivano manipolate anche le richieste di elaborazione (indicare la presenza del nome di un animale) variando la frequenza dei nomi di animali all'interno della lista (sessione 3) (Tabella 6).

*Tabella 6. Descrizione delle attività svolte nelle sessioni sperimentali da ciascun gruppo.*

Sessione	Sperimentale	Controllo
1 <sup>a</sup>	<b>Pre-test:</b> Batteria neuropsicologica, Vocabolario, CWMS, Span di cifre diretto, Span di cifre inverso, Dot Matrix, Ricordo di lista, Pattern Comparison, Cattell.	
2 <sup>a</sup>	CWMS suddiviso in 3 parti (1°-3° ricordo dell'ultima parola di ogni lista, 2° ricordo della prima parola). Segnalare quando compare il nome di un animale. Procedura adattativa	Questionario sui fallimenti di memoria e discussione
3 <sup>a</sup>	Ricordare le parole seguite dal suono. Segnalare quando compare il nome di un animale la cui frequenza variava.	Discussione sul ruolo delle strategie esterne di memoria
4 <sup>a</sup>	Ricordare alternativamente l'ultima o la prima parola di liste di parole. Segnalare quando compare il nome di un animale.	Presentazione della strategie immaginativa
5 <sup>a</sup>	<b>Post-test:</b> Batteria neuropsicologica, CWMS, Span di cifre diretto, Span di cifre inverso, Dot Matrix, Ricordo di lista, Pattern Comparison, Cattell.	

### 3.2.4. Risultati

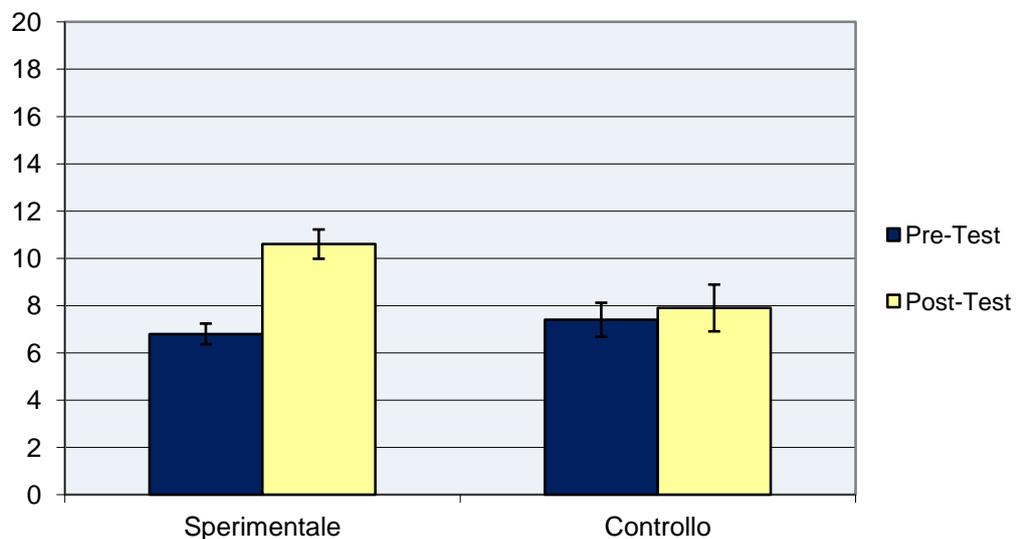
Per quanto riguarda l'elaborazione dei risultati, è stata innanzitutto condotto un T-test per campioni indipendenti su ciascuna misura al pre-test. Da questa analisi non sono emerse differenze significative tra i due gruppi alla *baseline* che potessero influenzare il beneficio

ottenuto dai due gruppi a seguito del training. Data la ridotta ampiezza del campione, sono stati calcolati gli indici di beneficio (prestazione al post-test - prestazione al pre-test) per ciascuna misura d'interesse (vedi ad esempio (Buschkuehl et al., 2008; Zincke, Zaintl, Eschen., Herzog e Kliegel, 2012): si è proseguito quindi con il calcolo dei T-test per campioni indipendenti, al fine di confrontare il guadagno ottenuto dal gruppo sperimentale rispetto al gruppo di controllo. Infine, è stato calcolato l'effect size ( $d$  di Choen per misure ripetute) per meglio comprendere la grandezza dei benefici, sia specifici che di generalizzazione, indotti dal training.

### *Effetti specifici*

Nella prova criterio -CWMS- l'indice di beneficio era significativamente più alto nel gruppo sperimentale rispetto al gruppo di controllo,  $t_{(18)}=3.79$ ,  $p<.001$  ad indicare un più alto incremento nel numero di parole correttamente ricordate dal gruppo sperimentale rispetto al controllo.

Figura 15. CWMS: numero medio di parole correttamente ricordate dal gruppo sperimentale e di controllo nel pre-test e nel post-test. Le barre d'errore rappresentano l'errore standard.

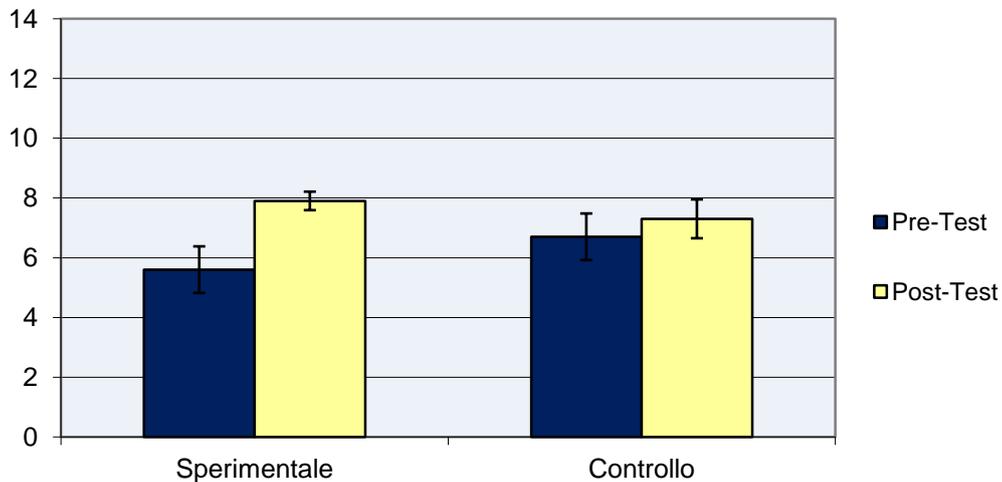


Per quanto riguarda la proporzione di intrusioni nel CWMS, non sono state evidenziate differenze significative tra i due gruppi in termini di beneficio ottenuto a seguito del training.

### *Effetti di generalizzazione molto vicini*

Nel Dot Matrix non sono emerse differenze significative tra i benefici ottenuti dai due gruppi nel numero di posizioni correttamente ricordate.

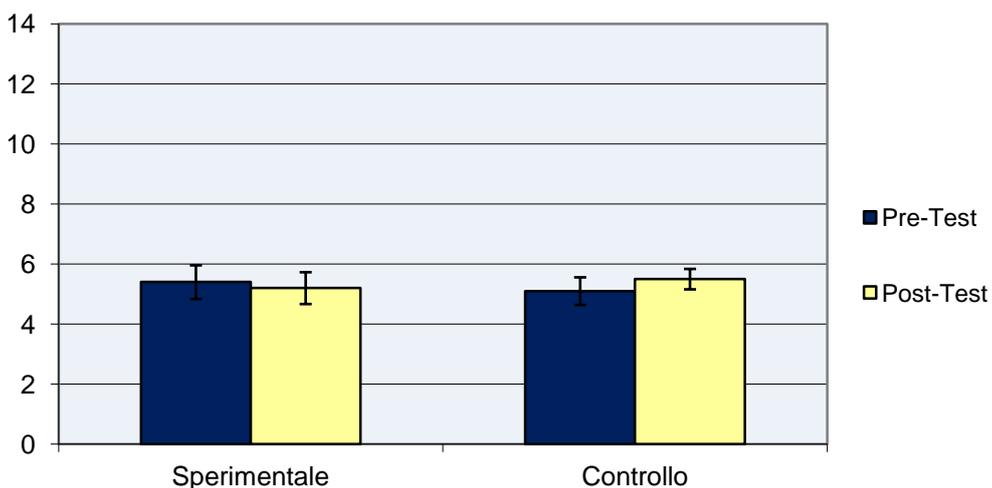
Figura 16. Dot Matrix: numero medio di posizioni correttamente ricordate dal gruppo sperimentale e di controllo nelle sessioni di pre-test e post-test. Le barre d'errore rappresentano l'errore standard.



*Effetti di generalizzazione vicini*

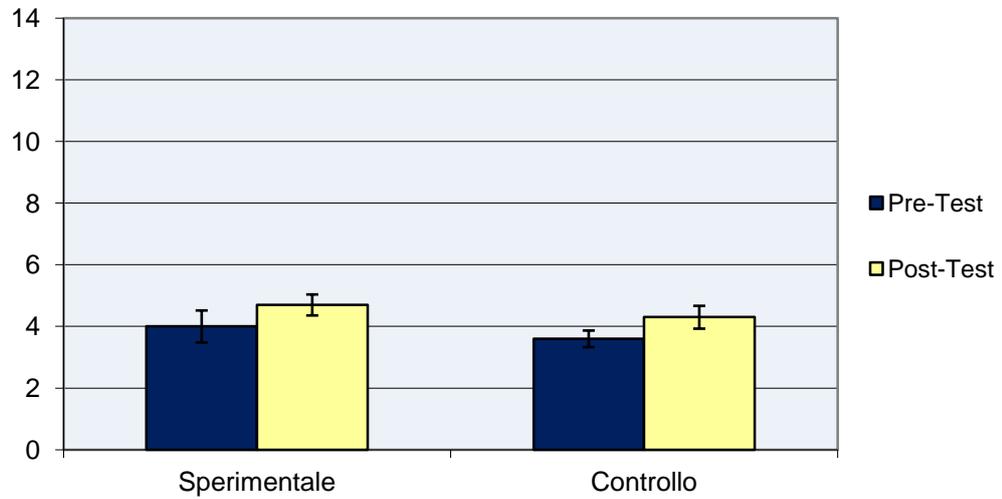
Nella prova di span diretto non sono emerse differenze significative tra i benefici ottenuti dai due gruppi nel numero di cifre correttamente ricordate.

Figura 17. Span diretto: numero medio di sequenze di cifre correttamente ricordate dal gruppo sperimentale e di controllo nelle sessioni di pre-test e post-test. Le barre d'errore rappresentano l'errore standard.



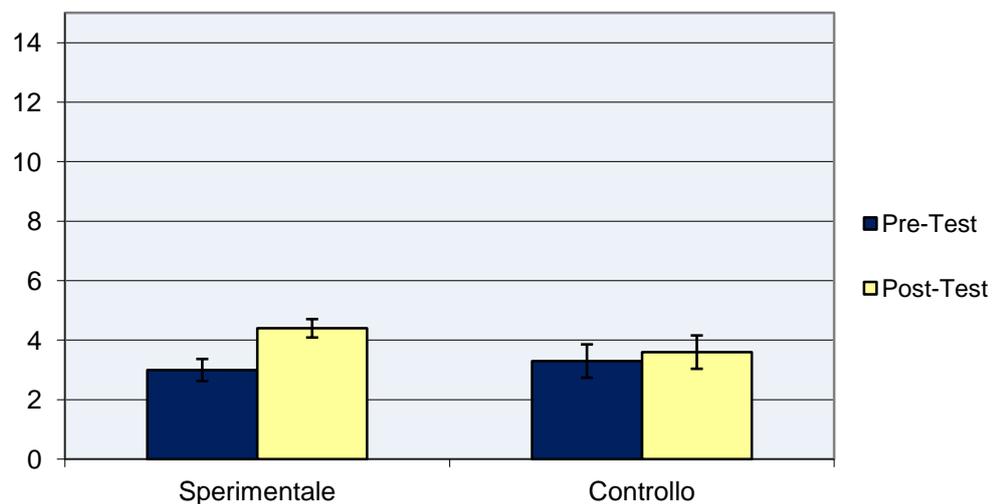
Anche nella prova di span inverso non sono emerse differenze significative tra i benefici ottenuti dai due gruppi.

Figura 18. Span inverso: numero medio di sequenze di cifre correttamente ricordate dal gruppo sperimentale e di controllo nelle sessioni di pre-test e post-test. Le barre d'errore rappresentano l'errore standard.



Nella prova di ricordo di lista di parole, i risultati hanno evidenziato una tendenza del gruppo sperimentale ad un più alto beneficio,  $t_{(18)}=1.89$ ,  $p=.08$ , rispetto al gruppo di controllo per quanto riguarda il numero di parole correttamente ricordate.

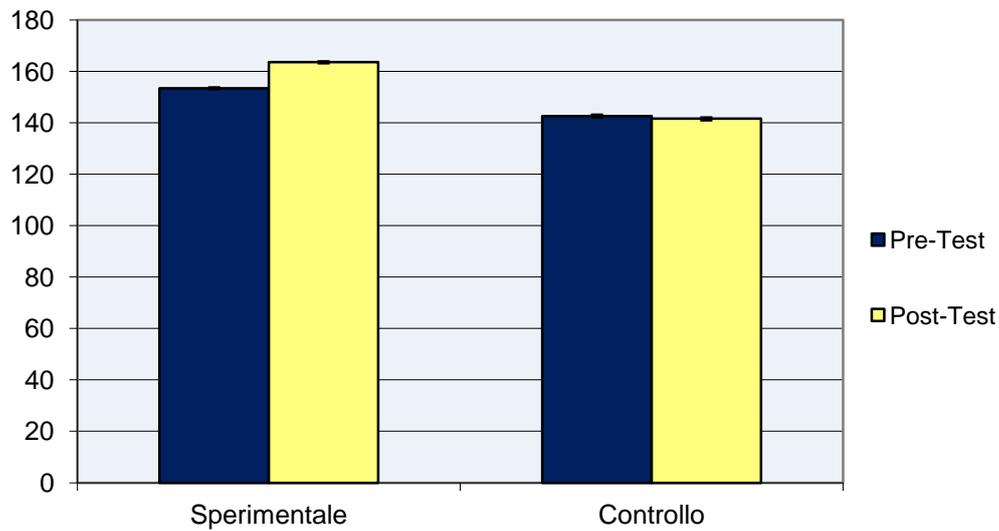
Figura 19. Ricordo di lista: numero medio di parole correttamente ricordate dal gruppo sperimentale e di controllo nelle sessioni di pre-test e post-test. Le barre d'errore rappresentano l'errore standard.



#### *Effetti di generalizzazione lontani*

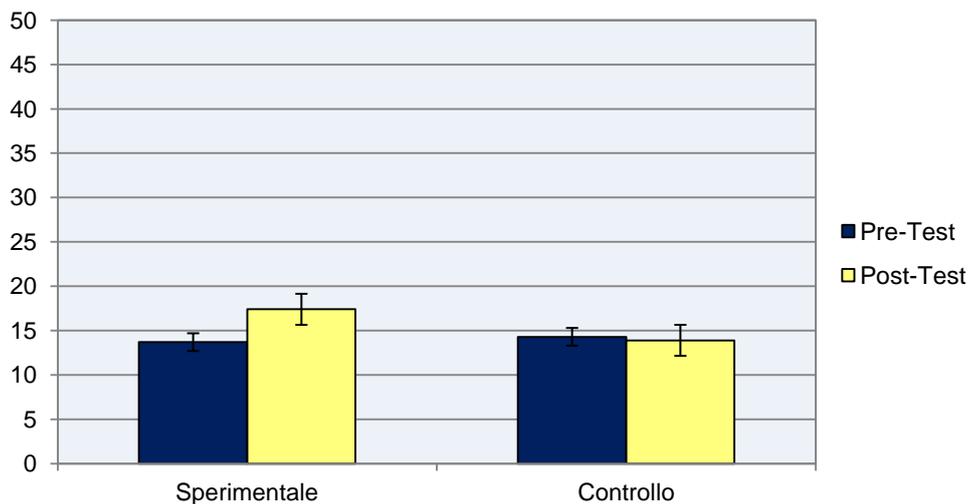
Nella Pattern comparison non sono emerse differenze significative nei benefici inerenti i tempi di completamento della prova.

Figura 20. Pattern comparison: velocità d'esecuzione media della prova (sec.) dell gruppo sperimentale e di controllo nelle sessioni di pre-test e post-test. Le barre d'errore rappresentano l'errore standard.



Nel test di Cattell l'indice di beneficio era significativamente maggiore per il gruppo sperimentale che per il gruppo di controllo,  $t_{(18)}=2.33$ ,  $p<.05$ , ad indicare un incremento dei punteggi alla prova maggiore in chi ha partecipato al training.

Figura 21. Test di Cattell: punteggio medio ottenuto dal gruppo sperimentale e di controllo nelle sessioni di pre-test e post-test. Le barre d'errore rappresentano l'errore standard.

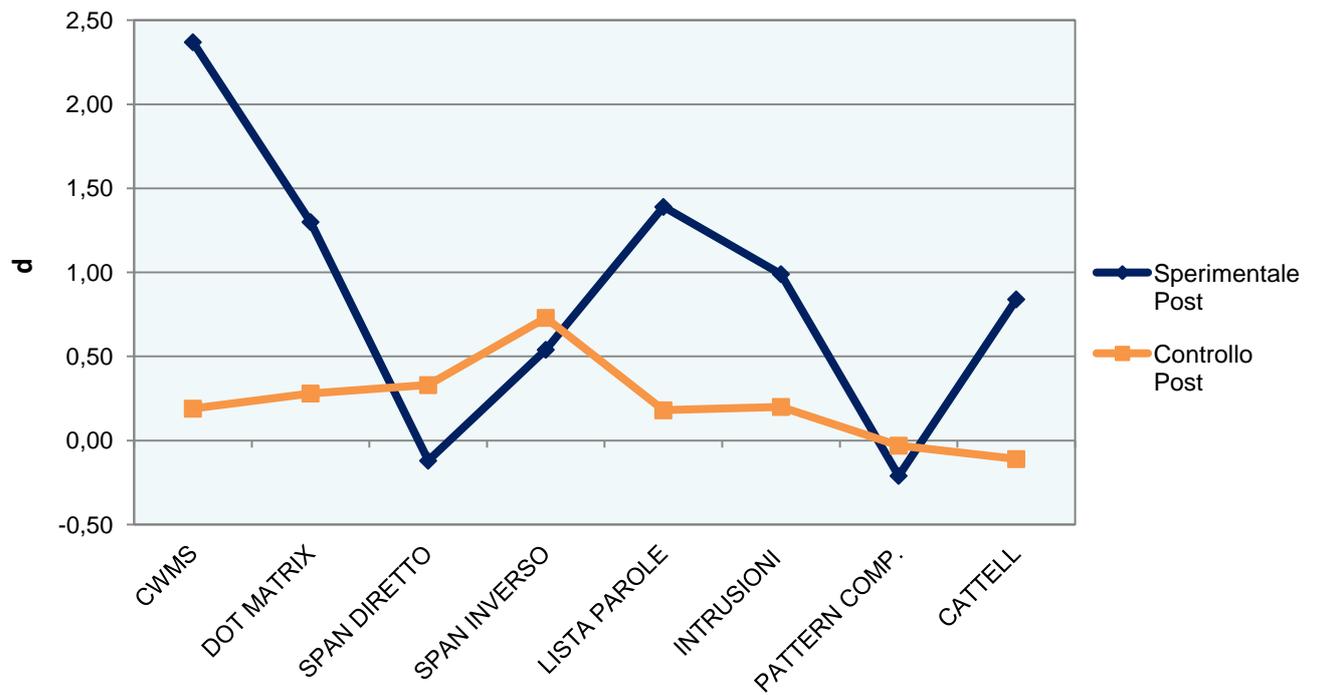


#### Analisi del beneficio

I risultati dell'analisi del beneficio calcolato con la  $d$  di Cohen per campioni appaiati confermano in parte quanto emerso dal calcolo del guadagno, evidenziando un ampio effetto a seguito del training nella prova criterio (CWMS,  $d= 2.37$ ), nella prova di memoria di lavoro

visuo-spaziale (Dot Matrix,  $d = 1.30$ ), nella prova di memoria episodica (Ricordo di lista,  $d = 1.39$ ) nel numero di intrusioni ( $d=.99$ ) e nel *problem solving* (Test di Cattell,  $d = .84$ ). In tutte le altre prove e per il gruppo di controllo il beneficio ottenuto è stato medio-basso o nullo (si veda la Figura 22).

Figura 22. Beneficio ottenuto ( $d$  di Cohen) dal gruppo sperimentale e di controllo nelle misure d'interesse.



### 3.2.4. Discussione

In questo studio abbiamo voluto verificare la possibilità di potenziare la memoria di lavoro in giovani anziani affetti da aMCI. Ciò era importante da un punto di vista teorico, perché era un aspetto non esplorato (vedi revisione di Piras et al., 2011) e risultava cruciale comprendere se il potenziamento di questo meccanismo cognitivo di base potesse influire positivamente sulla prestazione cognitiva di anziani con aMCI. Ma era altrettanto essenziale da un punto di vista pratico, dato che la graduale perdita della memoria di lavoro interferisce con lo svolgimento di attività importanti della vita di tutti i giorni e, quindi, con il mantenimento dell'autonomia.

Nel loro insieme i benefici ottenuti a seguito del training di memoria di lavoro verbale di Borella e collaboratori (2010) dagli anziani affetti da aMCI sono promettenti: evidenziano infatti non solo la possibilità di potenziare la memoria di lavoro ma anche effetti di generalizzazione ad abilità non direttamente esercitate. In particolare i risultati evidenziano

dei miglioramenti sia in prove che sottendono abilità vicine (memoria di lavoro visuo-spaziale) che lontane come l'intelligenza fluida e la memoria episodica, particolarmente compromessa nell'aMCI.

Nonostante gli effetti di generalizzazione siano minori e meno robusti di quelli evidenziati nei giovani anziani sani (Borella et al., 2010), l'aver ottenuto questi benefici dopo un training di sole tre sessioni risulta molto incoraggiante nella pratica clinica, in cui spesso gli operatori devono agire rispettando rigide limitazioni temporali. Inoltre, suggeriscono come questa procedura possa portare gli anziani affetti da aMCI ad una migliore gestione delle loro risorse cognitive stimolando la plasticità residua. Di conseguenza i training di memoria di lavoro potrebbero essere un metodo efficace per contenere la progressione del disturbo e la sua degenerazione in demenza di Alzheimer. Riguardo a ciò i principali limiti di questo studio risiedono nella piccola dimensione del campione, che ne fanno uno studio pilota, e nell'assenza di una o più sessioni di follow-up, necessarie per accertare il mantenimento degli effetti e valutare se la partecipazione al training possa diminuire la probabilità di conversione dell'aMCI in demenza (Carretti, Borella Fostinelli e Zavagnin, accettato per la pubblicazione)

### **3.3. BENEFICI DI UN TRAINING DI MEMORIA DI LAVORO E AGGIORNAMENTO SULLA COMPrensIONE DEL TESTO**

#### **3.3.1 Obiettivi**

In questo studio ci si è proposti di esaminare se era possibile riscontrare effetti di generalizzazione del beneficio a seguito di un training di memoria di lavoro anche a livello di attività vicine a quelle svolte dagli anziani nella vita di tutti i giorni. In particolare, in questo studio è stata modificata la procedura utilizzata nel training di memoria di lavoro verbale di Borella et al. (2010) includendo un compito che richiedeva ai partecipanti di aggiornare delle informazioni durante la lettura di un testo. Si è ritenuto che, data l'importanza dell'aggiornamento per la comprensione (Zwaan e Radvansky, 1998), questo potesse facilitare la generalizzazione alla comprensione del testo e d'ascolto. Si è scelto di utilizzare dei testi espositivi date le maggiori difficoltà degli anziani in questo tipo di brani, rispetto a quelli narrativi (De Beni et al. 2007). Inoltre sono stati indagati anche gli effetti di generalizzazione vicini, ad una prova di aggiornamento, e lontani, ad una prova di *problem solving* (Cattell) nella quale, in continuità con lo studio di Borella et al. (2010) ci aspettavamo si evidenziasse un incremento della prestazione a seguito del training. Infine sono stati valutati gli effetti di mantenimento dei benefici a distanza di 6 mesi dalla fine dell'intervento di potenziamento.

#### **3.3.2. Metodo**

##### *Partecipanti*

Il campione era composto da 40 giovani anziani (12 maschi, 28 femmine) tra i 65 ai 75 anni, residenti in alcuni comuni dell'alto vicentino. Tutti i partecipanti erano di madrelingua italiana e, in maggioranza, attivi all'interno di associazioni culturali rivolte alla terza età. La loro adesione allo studio è stata volontaria e gratuita. Tutti i partecipanti erano in buona salute: sono infatti stati esclusi coloro che presentavano disturbi neurologici o psichiatrici, precedenti traumi cranici o febbre cerebrale, demenza o stati alterati di coscienza, che avevano usato benzodiazepine nei tre mesi precedenti o droghe; che avevano disturbi visivi od

uditivi e qualsiasi altro tipo di patologia che potesse causare difficoltà a livello cognitivo (Crook et al., 1986).

Metà dei partecipanti è stata assegnata casualmente al gruppo sperimentale, mentre i rimanenti sono andati a formare il gruppo di controllo. Tuttavia, tre partecipanti del gruppo sperimentale e uno del gruppo di controllo non hanno partecipato al follow-up. Le caratteristiche del gruppo rimanente non erano, però, differenti da quelle del gruppo iniziale, quindi per l'analisi dei risultati sono state prese in considerazione solo le persone che avevano completato tutte le sessioni.

Il gruppo sperimentale e il gruppo di controllo non differivano significativamente per età, scolarità ( $F < 1$ ), e abilità di vocabolario,  $F_{(1,34)} = 1.29$ ,  $p = .18$ , (WAIS-R, Wechsler, 1981) (si veda la Tabella 7).

*Tabella 7. Caratteristiche demografiche dei partecipanti.*

	<b>Sperimentale</b>		<b>Controllo</b>	
	<b>M</b>	<b>DS</b>	<b>M</b>	<b>DS</b>
<b>Età</b>	69.00	3.44	70.37	3.74
<b>Scolarità</b>	8.12	3.70	9.00	4.93
<b>Vocabolario</b>	45.82	9.01	41.05	11.33

*M= media, DS= deviazione standard.*

### *Materiali*

#### *Effetti specifici*

*Categorization Working memory Span Task* (CWMS, Borella et al., 2008). La prova è composta da 20 liste di 5 parole (complessivamente 100 parole) organizzate in set contenenti da un minimo di 2 ad un massimo di 6 liste. Ogni lista contiene da 0 a 2 nomi di animali. Il test è stato audio-registrato con un tempo di lettura tra una parola e l'altra di 1 sec., tra una lista e l'altra di 2 e tra un set e l'altro di 4. Dopo 1 sec. dalla lettura dell'ultima parola della lista un suono ne indicava la fine. Il partecipante era invitato ad ascoltare le liste, memorizzare la parola finale di ogni lista (seguita dal suono) e, alla fine di ogni set di liste, ricordare le parole in ultima posizione nel corretto ordine di presentazione. Oltre al compito di memoria era richiesto di svolgere un compito secondario: battere un colpo sul tavolo ogni volta che compariva il nome di un animale. La consegna veniva letta dallo sperimentatore, che si assicurava della corretta comprensione della stessa e proponeva, a fini esemplificativi, due set

da 2 liste. Sono state utilizzate due versioni parallele del CWMS la cui presentazione è stata controbilanciata per sessione e tra i partecipanti.

Per l'attribuzione dei punteggi sono stati valutati i seguenti indici:

- ricordo non ordinato di parole in ultima posizione;
- intrusioni di parole presenti nelle liste ma non in ultima posizione;
- invenzioni;
- errori di battuta.

Il numero totale di parole correttamente ricordate rappresentava l'indice della capacità di memoria di lavoro (punteggio massimo 20) mentre la proporzione di intrusioni sulle parole correttamente ricordate era considerato come indice delle capacità inibitorie (De Beni et al., 1998)

#### *Effetti di generalizzazione vicini*

*Working Memory Updating Word Span* (adattata da Carretti, Belacchi e Cornoldi, 2010): la prova contiene 10 liste composte da un numero crescente (da 2 a 12) di nomi di oggetti di diverse dimensioni. Tutte le parole erano ad alta frequenza d'uso e si riferivano ad oggetti facilmente comparabili per dimensione. I partecipanti erano invitati ad ascoltare le liste di parole che venivano lette dallo sperimentatore a distanza di 1 sec. l'una dall'altra. Il compito del partecipante era quello di ricordare un numero crescente di "oggetti più piccoli". La difficoltà della prova infatti prevedeva da un minimo di 1 ad un massimo di 5 oggetti da ricordare; per ciascun livello, ad esclusione dell'ultimo, venivano presentate due liste. La variabile dipendente era il numero di parole correttamente ricordate (punteggio massimo 30), veniva inoltre considerato il numero di intrusioni. Anche per questa prova sono state usate due versioni parallele il cui ordine di presentazione è stato controbilanciato tra le sessioni di pre-test, post-test e follow-up.

#### *Effetti di generalizzazione lontani*

*Prova di comprensione di testi espositivi -Nelson-Denny-* (Borella, Ghisletta e de Ribaupierre, 2011). La prova è composta da 6 testi (di circa 200 parole) tradotti dalla versione francese del Nelson-Denny (Borella et al., 2011) e riguardanti tematiche storiche e geografiche. Ogni testo è seguito da 4 domande di comprensione a scelta multipla. Il partecipante era invitato a leggere 2 brani per sessione (l'ordine di presentazione tra pre-test, post-test e follow-up era controbilanciato) e a rispondere alle domande. Il tempo massimo per

leggere e rispondere a ciascun brano è di 4 min e il numero di risposte corrette rappresentava la variabile dipendente (punteggio massimo 8).

*Comprensione d'ascolto di testi spaziali* (Pazzaglia, De Beni e Meneghetti, 2007). Sono stati utilizzati tre brani, uno per sessione, che descrivevano ambienti esterni in prospettiva *route* (una fattoria, un paese attorno ad un lago, un parco naturalistico). Ogni testo spaziale è formato da 10 frasi (circa 220 parole) nelle quali sono menzionati 10 *landmark*. Lo sperimentatore leggeva due volte il brano al partecipante che doveva prima rispondere a 20 domande vero/falso (punteggio massimo 20), poi disegnare la mappa dell'ambiente. Le mappe così prodotte sono state valutate da due giudici indipendenti ed il punteggio assegnato a ciascuna era dato dalla somma del numero di landmark ricordati, il numero di *landmark* collocati nella corretta posizione e il numero di *landmark* ricordati nel corretto ordine (punteggio massimo 30). La correlazione tra i punteggi attribuiti dai due giudici è stata molto alta sia per quanto riguarda il punteggio complessivo che nelle tre sotto-scale ( $r > .90$ ).

*Test di Cattell* (Cattell e Cattell, 1963). E' stata utilizzata la scala 3 del test di Cattell che consiste in due versioni parallele la cui presentazione è stata controbilanciata per sessione e tra i partecipanti. Entrambe le versioni contengono 4 sub-test in cui il partecipante era invitato a completare compiti diversi, in un tempo limitato:

- Serie: il partecipante era invitato a completare 13 serie di figure scegliendo tra le 5 proposte la più adeguata (3 minuti).
- Classificazioni: il partecipante doveva indicare quali erano le figure con caratteristiche diverse all'interno della serie (14 item, tempo massimo 4 minuti).
- Matrici: il partecipante era invitato a completare 13 matrici logiche scegliendo tra uno dei simboli proposti (tempo massimo è di 3 minuti).
- Condizioni: il partecipante era invitato ad indicare la condizione che duplicava quella iniziale (tempo massimo 2 minuti e 30 secondi).

La variabile dipendente era il numero di risposte corrette (punteggio massimo 50).

### *Procedura*

Tutti i partecipanti erano invitati a prendere parte a sei incontri individuali: la prima e la quinta sessione erano rispettivamente il pre-test e il post-test mentre l'ultima, svolta a distanza di sei mesi era il follow-up. Durante queste sessioni tutti i partecipanti completavano le prove precedentemente descritte, mentre nelle restanti tre sessioni, che si svolgevano a distanza di

due giorni l'una dall'altra, il gruppo sperimentale prendeva parte al training mentre il gruppo di controllo svolgeva attività alternative (si veda la Tabella 8)

*Attività specifiche di training:*

Durante le tre sessioni di training il gruppo sperimentale si esercitava con versioni modificate del CWMS, come nell'esperimento di Borella e al. (2010), e con una serie di brani che richiedevano l'aggiornamento di alcune informazioni durante la lettura. Quest'ultimo compito comprendeva 6 testi, 2 per sessione, che descrivevano una persona in situazioni richiedenti lo svolgimento concomitante di due attività comuni nella vita di tutti i giorni (es. ricevere alcune telefonate dalla famiglia mentre si fa la spesa al supermercato). Ogni testo era composto da 14-15 frasi, presentate una alla volta al computer, che richiedevano un aggiornamento continuo della rappresentazione mentale del testo. In particolare le frasi potevano essere di 4 tipi: i) Riempitive: non aggiungevano alcuna nuova informazione, ii) Additive: aggiungevano un nuovo elemento da ricordare, iii) Soppresive: presentavano degli elementi il cui ricordo doveva essere immediatamente inibito, iv) Sostitutive: presentavano un nuovo elemento che prendeva il posto di uno precedente. Al partecipante era richiesto di ricordare un numero crescente di elementi che andavano da un minimo di 2 ad un massimo di 5 (si veda Appendice B). La prova di memoria di lavoro era sempre presentata nella prima parte della sessione (30-40 min.) mentre la prova di aggiornamento nella seconda parte (20-30 min). Gli incontri erano organizzati come segue:

- Sessione 2. Era la prima sessione di training, durante la quale veniva presentata la prova di memoria di lavoro –CWMS– suddivisa in tre parti. Ogni parte era composta da 11 set contenenti da 2 a 5 liste di cinque parole ciascuna. Come nel compito originale l'ultima parola di ogni lista era seguita da un suono ed in ogni lista potevano essere presenti dei nomi di animali. Il compito del partecipante era quello di battere la mano sul tavolo quando sentiva il nome di un animale e di ricordare la parola finale di ogni lista (prima e terza parte) oppure la prima parola di ogni lista (seconda parte). Per ciascun livello di difficoltà (dalle 2 alle 5 parole da ricordare) venivano presentati 3 set di liste di parole, ad esclusione del livello 5 per il quale venivano presenti solo 2 set. La prova era adattiva: se il partecipante ricordava correttamente tutte le parole richieste di due dei tre set di un determinato livello, la prova aumentava di difficoltà altrimenti la prova si interrompeva e lo sperimentatore proponeva la parte successiva dal livello di difficoltà più basso (set da 2 liste).

Venivano quindi proposti al partecipante 2 brani della prova di aggiornamento durante la lettura, il primo brano richiedeva il ricordo di 2 informazioni e il secondo di 3.

- Sessione 3. Anche in questo incontro i partecipanti si esercitavano nel CWMS. Le liste di parole erano raggruppate in 16 set che contenevano dalle 2 alle 5 liste (4 per ogni livello di difficoltà). Il compito del partecipante era quello di ricordare le parole seguite dal suono, la cui posizione variava all'interno della lista. Per evitare di confondere il partecipante, in questa sessione la fine di ciascuna sequenza era indicata da una pausa di silenzio di 2 sec. I partecipanti dovevano inoltre battere la mano sul tavolo in corrispondenza dei nomi di un animali, la cui frequenza era manipolata all'interno delle liste. Più in particolare, per ciascun livello di difficoltà erano presenti due set in cui il compito secondario doveva essere svolto poco frequentemente e due in cui invece i nomi di animali erano molto frequenti. La prova doveva essere svolta per tutta la sua lunghezza.

Successivamente veniva proposta la lettura di 2 brani, il primo dei quali richiedeva il ricordo di 4 informazioni e il secondo di 5.

- Sessione 4. Anche in questo incontro il partecipante si esercitava con 16 set composti da liste di 5 parole (4 set per ogni livello di difficoltà). Ai partecipanti veniva richiesto, in ciascun set, di ricordare alternativamente l'ultima o la prima parola della lista. Anche in questo caso i partecipanti dovevano svolgere il compito secondario e la prova non era auto-terminante.

Infine, come nell'incontro precedente, i partecipanti venivano invitati a leggere 2 brani che richiedevano rispettivamente il ricordo di 4 e 5 informazioni.

#### *Attività del gruppo di controllo:*

Il gruppo di controllo incontrava lo sperimentatore per lo stesso numero di sessioni del gruppo sperimentale, tuttavia durante gli incontri si limitava alla compilazione di questionari (due per sessione) presentati nel seguente ordine:

- Sessione 2. *Agenda Autobiografica* (De Beni et al., 2008). Il questionario richiede di rievocare episodi relativi ad eventi comuni equamente suddivisi in diversi periodi di vita (infanzia, giovinezza, ricordi recenti).

*Need for Cognition* (Cacioppo et al., 1998): questo questionario valuta la tendenza a ricercare situazioni che richiedono uno sforzo cognitivo.

- Sessione 3. *Questionario del Ben-Essere Percepito e della Qualità di Vita nell'Invecchiamento* (De Beni et al., 2009). Lo strumento valuta il benessere percepito dalla persona e permette di ottenere sia un valore globale che punteggi specifici, relativi a diverse dimensioni del benessere, attraverso tre sottoscale (Strategie, Abilità di coping, Soddisfazione personale).  
*Questionario MW* (Zavagnin, Borella e De Beni, in revisione). Questo nuovo questionario valuta la frequenza di pensieri intrusivi e fallimenti cognitivi, dovuti a disattenzione, nella vita quotidiana.
- Sessione 4. *Sensibilità alla memoria* (De Beni et al., 2008). Lo strumento esplora l'atteggiamento delle persone rispetto al ricordare eventi passati.  
*MMQ-Strategie* (Troyer e Rich, 2001). Il questionario valuta la frequenza d'uso di alcune strategie di memoria interne ed esterne nella vita di tutti i giorni.

Tabella 8. Descrizione delle attività svolte nelle sessioni sperimentali da ciascun gruppo.

Sessione	Sperimentale	Controllo
1 <sup>a</sup>	<b>Pre-test:</b> Intervista sulla salute, Vocabolario, CWMS, Comprensione testi espositivi, Working Memory Updating Word Span, Comprensione testi spaziali, Cattell.	
2 <sup>a</sup>	<b>CWMS:</b> suddiviso in 3 parti (1°-3° ricordo dell'ultima parola di ogni lista, 2° ricordo della prima parola). Segnalare quando compare il nome di un animale. Prova adattativa <b>Brani con aggiornamento:</b> un brano da 2 e un brano da 3 informazioni da ricordare.	Agenda Autobiografica Need for Cognition
3 <sup>a</sup>	<b>CWMS:</b> Ricordare le parole seguite dal suono. Segnalare quando compare il nome di un animale la cui frequenza variava. <b>Brani con aggiornamento:</b> un brano da 4 e un brano da 5 informazioni da ricordare.	Questionario sul benessere percepito (Ben-SSC) Questionario MW
4 <sup>a</sup>	<b>CWMS:</b> Ricordare alternativamente l'ultima o la prima parola di liste di parole. Segnalare quando compare il nome di un animale. <b>Brani con aggiornamento:</b> un brano da 4 e un brano da 5 informazioni da ricordare.	Sensibilità alla memoria MMQ-Strategie
5 <sup>a</sup>	<b>Post-test:</b> CWMS, Comprensione testi espositivi, Working Memory Updating Word Span, Comprensione testi spaziali, Cattell.	
6 <sup>a</sup>	<b>Follow-up (6 mesi):</b> CWMS, Comprensione testi espositivi, Working Memory Updating Word Span, Comprensione testi spaziali, Cattell.	

### 3.3.3. Risultati

L'elaborazione dei risultati, riportata nei paragrafi seguenti, si è svolta in tre fasi: inizialmente sono state ricavate le statistiche descrittive per avere un quadro più chiaro delle caratteristiche del campione. Dato che non sono emerse differenze significative nella prestazione dei due gruppi al pre-test si è proseguito con l'analisi degli effetti del training sulle misure di interesse, attraverso ANOVA a misure ripetute con disegno misto con il Gruppo (sperimentale, controllo) come variabile tra i soggetti e la Sessione (pre-test vs post-test vs follow-up) come variabile entro i soggetti. Infine, è stato calcolato l'*effect size* per avere un indice della dimensione degli effetti sia specifici che di trasferimento.

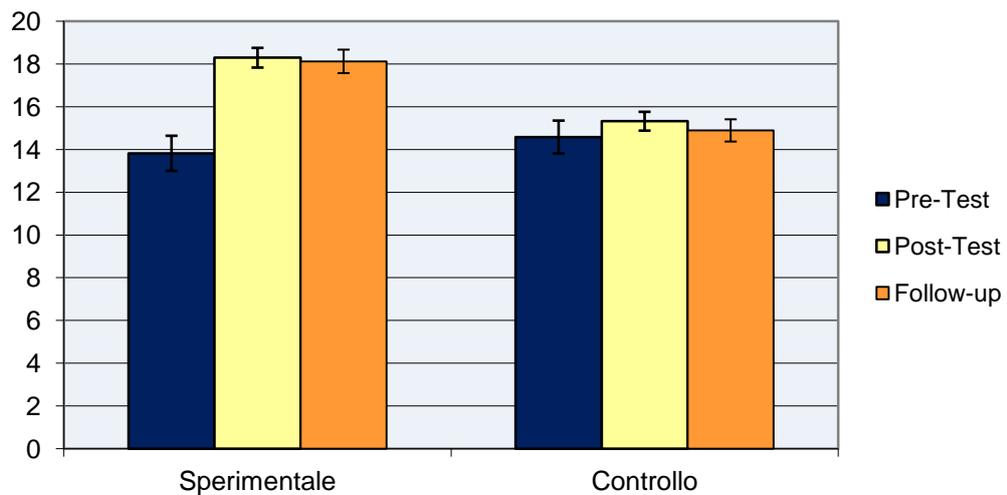
#### *Effetti specifici*

Per quanto riguarda gli effetti specifici del training sulla prova di memoria di lavoro, è stato evidenziato un incremento della prestazione al CWMS da parte del gruppo sperimentale che si è mantenuto nel tempo. Infatti le analisi hanno mostrato un effetto principale significativo del Gruppo,  $F_{(1,34)}=6.94$ ,  $p<.05$ ,  $\eta_p^2=.17$ , e della Sessione,  $F_{(2,68)}=19.85$ ,  $p<.001$ ,  $\eta_p^2=.37$ , ad indicare una migliore prestazione del gruppo sperimentale rispetto a quello di controllo ( $MDiff.=1.81$ ,  $p<.05$ ) ed un incremento tra pre-test e post-test ( $MDiff.=-2.60$ ,  $p<.001$ ) che si mantiene al follow-up ( $MDiff.=-2.30$ ,  $p<.001$ ). Anche l'interazione Gruppo x Sessione è risultata essere significativa,  $F_{(2,68)}=12.15$ ,  $p<.001$ ,  $\eta_p^2=.26$ , ed i confronti post-hoc con il metodo di Bonferroni hanno permesso di evidenziare come il miglioramento della prestazione tra pre- e post-test ( $p<.001$ ) e tra pre-test e follow-up ( $p<.001$ ) fosse presente solo per il gruppo sperimentale, che in queste due sessioni riporta punteggi significativamente superiori del gruppo di controllo ( $p<.001$ , in entrambi i confronti). Al contrario la prestazione del gruppo di controllo non è cambiata in modo significativo (si veda la Figura 23).

Per quanto riguarda la proporzione di intrusioni [(invenzioni + intrusioni)/parole correttamente ricordate] è emerso un miglioramento della prestazione del gruppo sperimentale che si è mantenuta a distanza di 6 mesi dalla fine del training. Le analisi hanno mostrato un effetto principale significativo della Sessione,  $F_{(2,68)}=4.68$ ,  $p<.05$ ,  $\eta_p^2=.12$ , che indica un decremento tra pre-test e follow-up ( $MDiff.=.07$   $p<.05$ ), mentre la proporzione di intrusioni osservata al post-test era intermedia e non si differenziava in modo significativo da quello delle altre due sessioni. L'effetto del Gruppo, invece, non era significativo,  $F<1$ . L'interazione Gruppo x Sessione era significativa,  $F_{(2,68)}=4.36$ ,  $p<.05$ ,  $\eta_p^2=.11$ , i confronti post-hoc con il metodo di Bonferroni hanno evidenziato che il decremento delle intrusioni tra

pre- e post-test ( $p < .05$ ) e tra pre-test e follow-up ( $p < .01$ ) era presente solo per il gruppo sperimentale, il quale in queste due sessioni ha prodotto una quantità significativamente inferiore di intrusioni rispetto al gruppo di controllo ( $p < .001$ , in entrambi i confronti). Al contrario la prestazione del gruppo di controllo non è cambiata in modo significativo tra le sessioni.

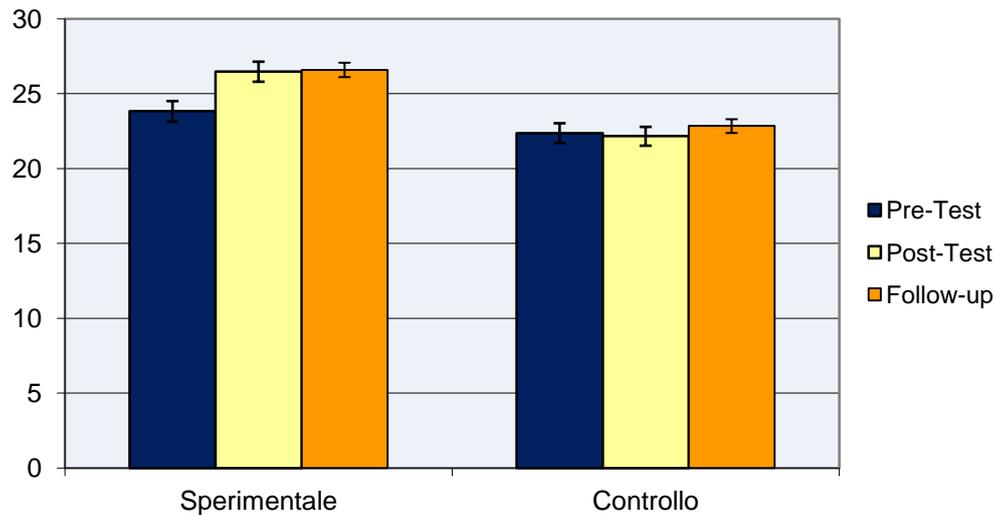
Figura 23. CWMS: numero di parole correttamente ricordate in media dal gruppo sperimentale e di controllo nelle tre sessioni (pre-test, post-test e follow-up). Le barre d'errore rappresentano l'errore standard.



#### Effetti di generalizzazione vicini

Anche nel Working Memory Updating Word Span Task è stato evidenziato un incremento della prestazione da parte del gruppo sperimentale che si è mantenuto a distanza di 6 mesi dalla fine del training. Le analisi hanno mostrato un effetto principale significativo del Gruppo,  $F_{(1,34)}=20.69$ ,  $p < .001$ ,  $\eta_p^2=.38$ , ad indicare una migliore prestazione del gruppo sperimentale rispetto a quello di controllo ( $MDiff.=3.17$ ); ed un effetto significativo della Sessione,  $F_{(2,68)}=7.69$ ,  $p < .01$ ,  $\eta_p^2=.19$ , con un incremento tra pre-test e post-test ( $MDiff.=-1.22$ ,  $p < .05$ ) che si è mantenuto al follow-up ( $MDiff.=-1.62$ ,  $p < .01$ ). L'interazione Gruppo x Sessione era significativa  $F_{(2,68)}=6.19$ ,  $p < .001$ ,  $\eta_p^2=.15$ , ed i confronti post-hoc con il metodo di Bonferroni hanno evidenziato che solo nel gruppo sperimentale era presente un miglioramento della prestazione tra pre- e post-test ( $p < .01$ ) e tra pre-test e follow-up ( $p < .001$ ). In queste due sessioni il gruppo sperimentale ha riportato punteggi significativamente superiori del gruppo di controllo ( $p < .001$ , in entrambi i casi). La prestazione del gruppo di controllo, invece, non è cambiata in modo significativo tra le diverse sessioni (si veda la Figura 24).

Figura 24. Working Memory Updating Word Span Task: numero di parole correttamente ricordate in media dal gruppo sperimentale e di controllo nelle tre sessioni (pre-test, post-test e follow-up). Le barre d'errore rappresentano l'errore standard.



Anche per il Working Memory Updating Word Span Task è stata calcolata la proporzione di intrusioni, come precedentemente riportato per il CWMS, ed è stato rilevato un miglioramento della prestazione indipendentemente dal gruppo considerato assieme ad una generale migliore prestazione del gruppo sperimentale rispetto al controllo. Le analisi hanno evidenziato infatti un effetto principale significativo del Gruppo,  $F_{(1,34)}=9.54$ ,  $p<.01$ ,  $\eta_p^2=.22$ , ad indicare una migliore prestazione del gruppo sperimentale rispetto a quello di controllo ( $MDiff.=.05$ ,  $p<.05$ ) ed un effetto principale significativo della Sessione,  $F_{(2,68)}=11.90$ ,  $p<.001$ ,  $\eta_p^2=.26$ , ad indicare un decremento delle intrusioni tra pre-test e post-test ( $MDiff.=.04$   $p<.05$ ) e tra pre-test e follow-up ( $MDiff.=.08$   $p<.001$ ). Tuttavia l'interazione Gruppo x Sessione non era significativa,  $F_{(2,68)}=1.21$ ,  $p>.05$ ,  $\eta_p^2=.03$ .

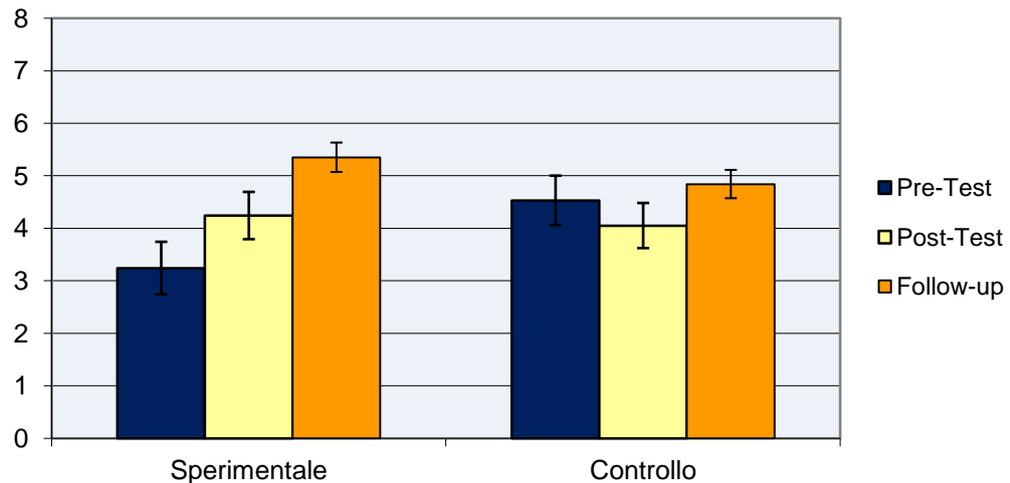
#### *Effetti di generalizzazione lontani*

##### *Prove di comprensione:*

La prestazione nella prova di comprensione di testi espositivi (Nelson-Danny) è aumentata, nel gruppo sperimentale, in modo costante dal pre-test al follow-up. I risultati delle analisi hanno mostrato un effetto principale significativo della Sessione,  $F_{(2,68)}=7.54$ ,  $p<.01$ ,  $\eta_p^2=.18$ , che indica un incremento tra il pre-test e il post-test ( $MDiff.=1.22$   $p<.01$ ) e tra pre-test e follow-up ( $MDiff.=.96$   $p<.05$ ). L'effetto del Gruppo non era significativo,  $F<1$ , mentre l'interazione Gruppo x Sessione è risultata significativa  $F_{(2,68)}=4.24$ ,  $p<.05$ ,  $\eta_p^2=.11$ . I confronti post-hoc con il metodo di Bonferroni hanno permesso di evidenziare come il

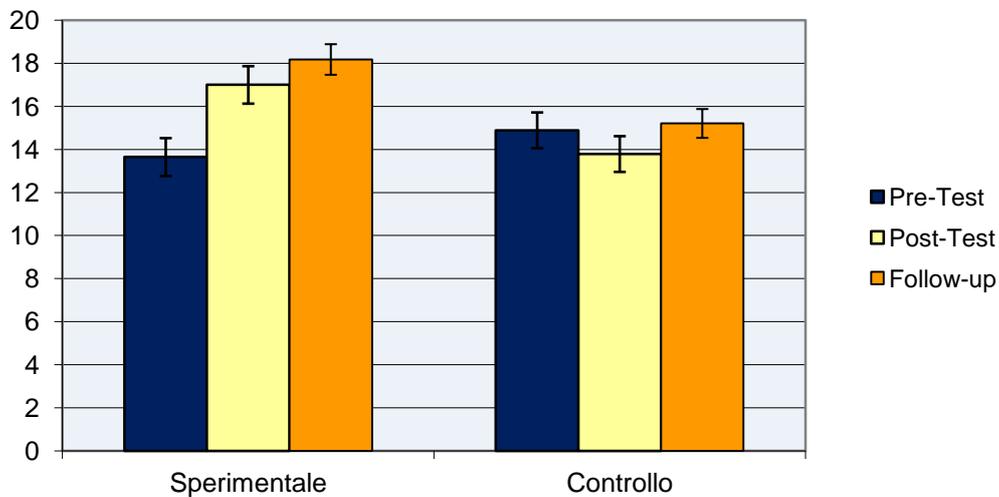
numero di risposte corrette a questa prova fosse maggiore nel gruppo sperimentale, ma non in modo significativo ( $p=.06$ ), tra pre-test e post-test, per poi incrementare ulteriormente al follow-up ( $p<.001$ , tra pre-test e follow-up). Al contrario la prestazione del gruppo di controllo non è cambiata in modo significativo (si veda la Figura 25).

Figura 25. Nelson-Danny: numero medio di risposte corrette del gruppo sperimentale e controllo nelle tre sessioni (pre-test, post-test e follow-up). Le barre d'errore rappresentano l'errore standard.



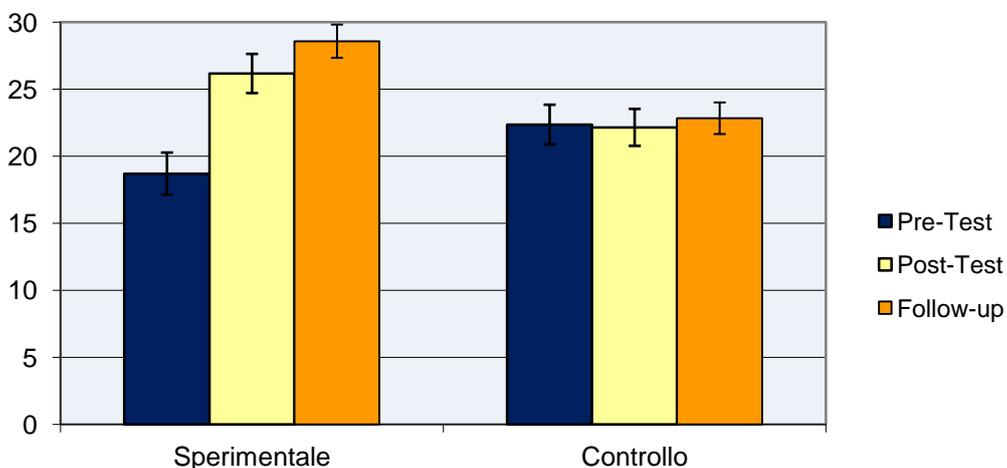
Nella prova di comprensione d'ascolto di testi spaziali le analisi hanno evidenziato, nel gruppo sperimentale, un incremento significativo sia delle risposte vero/falso corrette che nel disegno di mappa tra pre-test e post-test. Tali benefici si sono mantenuti a distanza di sei mesi dalla fine del training. Più in particolare, per quanto riguarda le domande vero/falso era presente l'effetto principale significativo della Sessione,  $F_{(2,68)}=8.57$ ,  $p<.001$ ,  $\eta_p^2=.20$ , ad indicare un incremento tra pre-test e follow-up ( $MDiff.=-2.43$   $p<.01$ ). L'effetto del Gruppo non era significativo,  $F_{(1,34)}=3.25$ ,  $p>.05$ ,  $\eta_p^2=.08$ , mentre è risultata significativa l'interazione Gruppo x Sessione  $F_{(2,68)}=9.16$ ,  $p<.001$ ,  $\eta_p^2=.11$ . I confronti post-hoc con il metodo di Bonferroni hanno permesso di evidenziare come il gruppo sperimentale rispondesse più correttamente, rispetto al pre-test, sia al post-test ( $p<.01$ ) che al follow-up ( $p<.001$ ), e come in entrambe queste sessioni la sua prestazione fosse migliore di quella del gruppo di controllo (rispettivamente  $p<.05$  e  $p<.01$ ) per il quale invece non è stato evidenziato alcun effetto significativo (si veda la Figura 26).

Figura 26. Testi spaziali (vero/falso): numero medio di risposte corrette del gruppo sperimentale e controllo nelle tre sessioni (pre-test, post-test e follow-up). Le barre d'errore rappresentano l'errore standard.



Anche nel disegno di mappa è stato evidenziato l'effetto della Sessione,  $F_{(2,68)}=7.02$ ,  $p<.01$ ,  $\eta_p^2=.17$ , ad indicare un incremento tra pre-test e post-test ( $MDiff.=-3.34$   $p<.05$ ) e tra pre-test e follow-up ( $MDiff.=-4.65$   $p<.01$ ). L'effetto del Gruppo non era, invece, significativo,  $F_{(1,34)}=3.02$ ,  $p>.05$ ,  $\eta_p^2=.08$ . L'interazione Gruppo x Sessione era significativa,  $F_{(2,68)}=9.16$ ,  $p<.001$ ,  $\eta_p^2=.11$  ed i confronti post-hoc con il metodo di Bonferroni hanno evidenziato il miglioramento della prestazione del gruppo sperimentale sia al post-test che al follow-up, rispetto al pre-test ( $p<.01$  per entrambi i confronti). In entrambe queste sessioni la prestazione del gruppo sperimentale era migliore di quella del gruppo di controllo (rispettivamente  $p<.05$  e  $p<.01$ ) la cui prestazione non è variata in modo significativo (di veda la Figura 27).

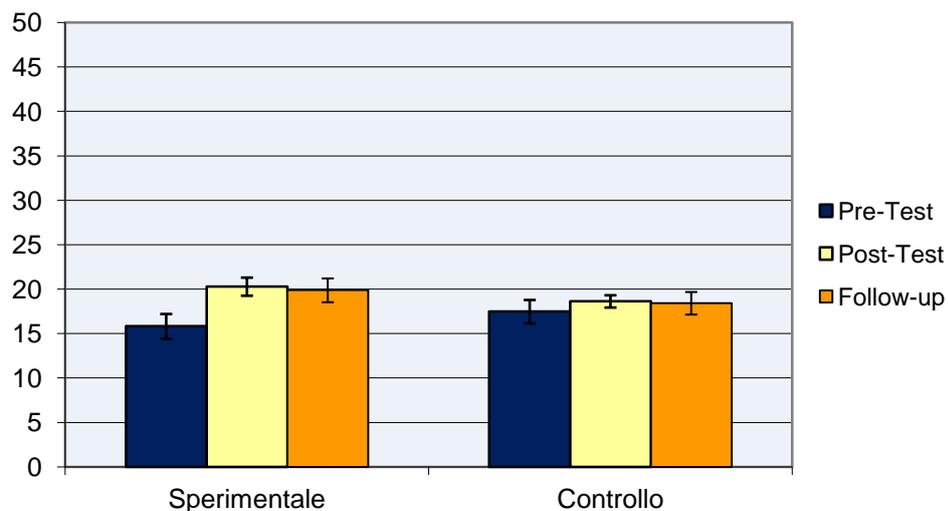
Figura 27. Testi spaziali (mappa): punteggio medio riportato dal gruppo sperimentale e di controllo nelle tre sessioni (pre-test, post-test e follow-up). Le barre d'errore rappresentano l'errore standard.



### *Problem solving*

Nel Test di Cattell la prestazione del gruppo sperimentale è migliorata in modo significativo tra pre-test e post test. I benefici ottenuti a seguito del training, inoltre, si sono mantenuti a distanza di sei mesi dalla fine dello stesso. Le analisi hanno mostrato un effetto principale significativo della Sessione,  $F_{(2,68)}=7.15.$ ,  $p<.01$ ,  $\eta_p^2=.18$ , ad indicare un incremento tra il pre-test e il post-test ( $MDiff.=-2.81$ ,  $p<.05$ ) e tra pre-test e follow-up ( $MDiff.=-2.50$ ,  $p<.001$ ). L'effetto del Gruppo non era significativo,  $F<1$ , così come l'interazione Gruppo x Sessione,  $F_{(2,68)}=2.59$ ,  $p=.08$ ,  $\eta_p^2=.07$ . Tuttavia, i confronti post-hoc con il metodo di Bonferroni indicavano che il numero di risposte corrette del gruppo sperimentale era maggiore, sia al post-test che al follow-up ( $p<.001$  in entrambi i casi) rispetto al pre-test. Al contrario la prestazione del gruppo di controllo non è cambiata in modo significativo (si veda la Figura 28).

Figura 28. Test di Cattell: punteggio medio riportato dal gruppo sperimentale e di controllo nelle tre sessioni (pre-test, post-test e follow-up). Le barre d'errore rappresentano l'errore standard.

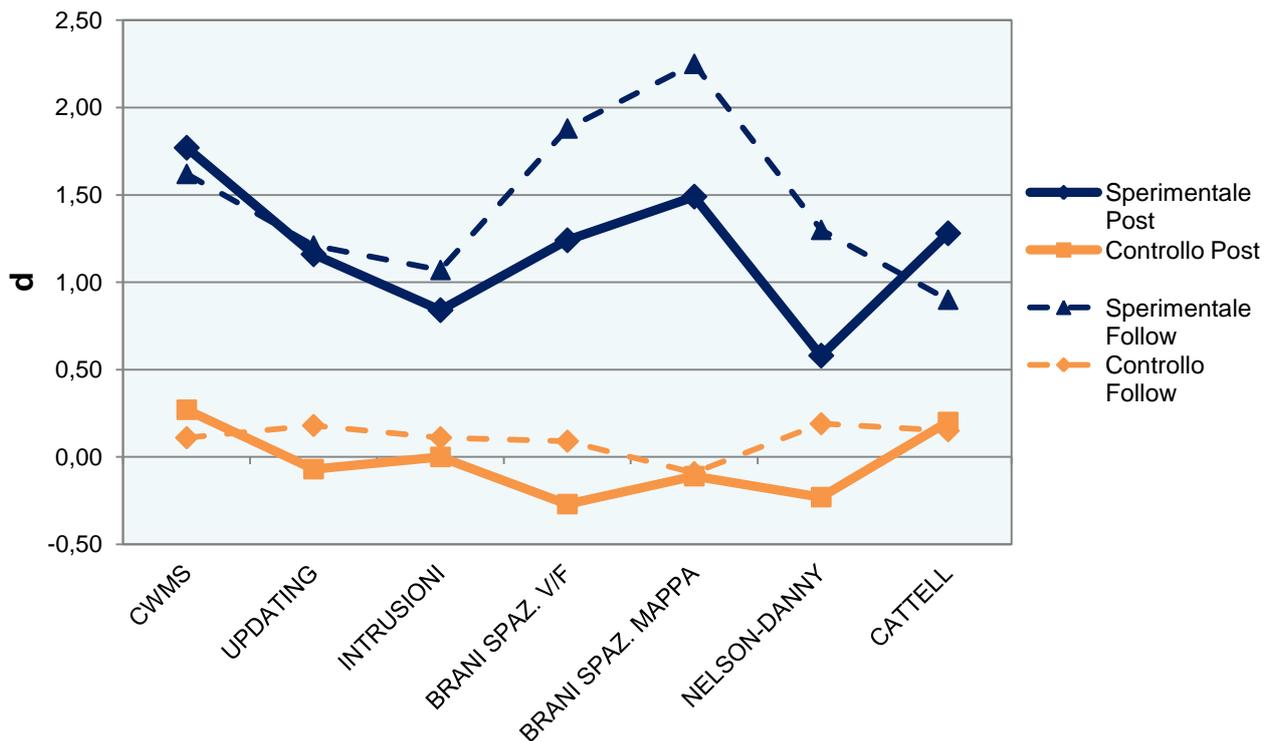


### *Analisi del beneficio*

Dai risultati dell'analisi del beneficio con  $d$  di Cohen per campioni appaiati sono emersi effetti ampi, a favore del gruppo sperimentale, in tutte le prove oggetto d'indagine (CWMS,  $d= 1.77$ ; Working memory updating word span,  $d= 1.16$ ; Proporzione di intrusioni nel CWMS,  $d= .84$ ; Brani spaziali v/f,  $d= 1.24$ ; Brani spaziali mappa,  $d= 1.49$ ; Test di Cattell,  $d= 1.28$ ) ad esclusione della prova di comprensione di testi espositivi in cui la dimensione dell'effetto era media (Nelson-Danny,  $d= .58$ ). A distanza di 6 mesi dalla fine del training il

beneficio ottenuto dal gruppo sperimentale nelle prove di comprensione è ulteriormente aumentato (Nelson-Danny,  $d= 1.30$ ; Brani spaziali v/f, 1.88; Brani spaziali mappa,  $d= 2.25$ ) mentre si è mantenuto nelle rimanenti prove. Il gruppo di controllo, invece, ha riportato benefici bassi o nulli in tutte le prove sia al post-test che a distanza di 6 mesi dallo stesso (si veda la Figura 29).

Figura 29. Beneficio ottenuto ( $d$  di Cohen), dopo il training e a distanza di 6 mesi, dal gruppo sperimentale e di controllo nelle misure d'interesse.



### 3.3.4. Discussione

In questo studio sono stati esaminati gli effetti di generalizzazione di un training di memoria di lavoro e aggiornamento ad abilità vicine alla vita quotidiana. In particolare il training di memoria di lavoro di Borella e al. (2010) è stato arricchito con un compito di aggiornamento durante la lettura, al fine di favorire gli effetti di *transfer* a livello di comprensione di testi espositivi e di creazione di una mappa mentale a partire dalla descrizione orale di ambienti. In linea con gli studi precedenti sono stati inoltre valutati gli effetti di generalizzazione vicini, ad una prova di aggiornamento, e lontani, ad una prova di *problem solving*. Inoltre è stato valutato il mantenimento del beneficio a distanza di sei mesi dalla fine del training.

Come ci aspettavamo, in linea con la letteratura, il training ha portato ad un incremento della prestazione, a breve e a lungo termine, sia nella prova di memoria di lavoro, direttamente esercitata, che nella prova di aggiornamento. Inoltre sono stati evidenziati effetti di generalizzazione all'abilità di comprensione del testo. Probabilmente la procedura utilizzata nelle sessioni di training ha potenziato processi, quali ad esempio la codifica, il mantenimento e l'inibizione delle informazioni irrilevanti, che sono coinvolti anche nella comprensione linguistica, andando così a produrre dei cambiamenti nell'abilità di allocare le risorse attentive durante la lettura o l'ascolto di brani. È interessante notare come questo effetto sia stato più forte ed immediatamente visibile per quanto riguarda i brani spaziali, mentre si sia manifestato pienamente solo a distanza di sei mesi per quanto riguarda i brani espositivi. Ciò potrebbe essere dovuto alla natura delle prove: i brani spaziali potrebbero aver, infatti, coinvolto maggiormente l'abilità d'aggiornamento perché richiedevano di ricordare i *landmark* presentati, aggiornando allo stesso tempo relazioni spaziali tra gli stessi al fine di creare una mappa mentale dell'ambiente. Nei brani espositivi, invece, le conoscenze pregresse dei partecipanti o anche semplicemente la maggiore o minore familiarità con le tematiche storico-geografiche presentate hanno sicuramente avuto un certo peso nel determinare la comprensione e ciò potrebbe aver modulato l'effetto del training. D'altra parte anche in alcuni studi che hanno coinvolto altre fasce d'età (es. Holmes et al., 2009), sono stati trovati benefici a livello di abilità complesse come la comprensione del testo e la matematica solo a distanza di alcuni mesi dalla fine del training. Questo potrebbe indicare che è necessario del tempo perché i cambiamenti in memoria di lavoro si consolidino al punto da portare ad una generalizzazione ad abilità particolarmente complesse e vicine alla vita quotidiana.

In conclusione, questo studio è stato uno dei primi ad evidenziare l'efficacia dei training di memoria di lavoro rivolti alla popolazione anziana, non solo per quanto riguarda il miglioramento della prestazione in prove cognitive sperimentali, ma anche nel potenziamento di abilità utili nella vita di tutti i giorni. La comprensione del linguaggio scritto e parlato, infatti, è cruciale nello svolgimento di gran parte delle abilità della vita quotidiana ed il suo potenziamento può quindi favorire il mantenimento di una più lunga autonomia, con conseguente incremento della qualità di vita percepita. Sarebbe interessante in tal senso valutare le ripercussioni a lungo termine del training a livello di meta-cognizione e benessere percepito dai partecipanti (Carretti, Borella, Zavagnin e De Beni, 2012).

### **3.4. EFFETTI DI UN TRAINING DI MEMORIA DI LAVORO VISUO-SPAZIALE**

#### **3.4.1. Obiettivi**

Visti i risultati contrastanti ottenuti con training che utilizzano materiale di natura diversa (verbale vs visuo-spaziale) per potenziare la memoria di lavoro, nel quarto studio si sono voluti comparare gli effetti del training di Borella collaboratori (2010) con uno strutturalmente simile ma nel quale i partecipanti si esercitavano, invece che in un compito verbale, in uno visuo-spaziale. Ciò con lo scopo di valutare il ruolo della modalità nel determinare l'efficacia dei training di memoria di lavoro.

A questo scopo sono stati esaminati gli effetti specifici del training a livello di memoria di lavoro visuo-spaziale e gli effetti di generalizzazione ad abilità teoricamente correlate alla memoria di lavoro che sono state classificate lungo un continuum dalla più vicina alla più lontana (Noack et al., 2009). Così, come era stato fatto per il training di memoria di lavoro verbale, è stata scelta come prova vicinissima una prova di memoria di lavoro, ma di modalità differente da quella esercitata (-CWMS- memoria di lavoro verbale). Per analizzare gli effetti di generalizzazione vicini è stata utilizzata una prova di memoria a breve termine spaziale, ed infine per gli effetti lontani sono state utilizzate le medesime prove del training di memoria di lavoro verbale (Test di Cattell, Stroop, Pattern Comparison).

Infine è stato valutato il mantenimento del beneficio a distanza di 8 mesi dalla fine del training.

#### **3.4.2. Metodo**

##### *Partecipanti*

Hanno preso parte all'esperimento 40 giovani anziani, tra i 65 ai 75 anni, residenti in alcuni comuni del Veneto, in particolare Padova e Mestre. Tutti erano di madrelingua italiana ed hanno aderito allo studio in modo volontario e gratuito. Nessun partecipante presentava disturbi che potessero influire sulle prestazioni cognitive (Crook et al., 1986).

Metà dei partecipanti è stata assegnata casualmente al gruppo sperimentale, mentre i rimanenti sono andati a formare il gruppo di controllo. I due gruppi non differivano significativamente per età, scolarità ( $F < 1$ ), e abilità di vocabolario ( $F < 1$ ) (WAIS-R, Wechsler, 1981) (si veda la Tabella 9).

*Tabella 9. Caratteristiche demografiche dei partecipanti.*

	Sperimentale		Controllo	
	M	DS	M	DS
<b>Età</b>	69.90	2.79	69.55	2.89
<b>Scolarità</b>	10.65	2.50	10.65	2.96
<b>Vocabolario</b>	49.25	5.82	48.80	4.72

*M= media, DS= deviazione standard.*

### *Materiali*

#### *Effetti specifici*

#### *Matrici Visuo-spaziali* (Cornoldi, Bassani, Berto e Mammarella, 2007)

Si tratta di un compito di memoria di lavoro visuo-spaziale, che richiede il mantenimento e la contemporanea elaborazione delle informazioni. La prova viene presentata al computer e consiste in 60 griglie 4x4 con celle bianche e grigie. Le griglie sono raggruppate in set contenenti da un minimo di 2 ad un massimo di 6 griglie ciascuno (3 set per ogni livello). In ogni griglia compare un pallino che si sposta da una cella all'altra per tre volte. Ogni pallino rimane visibile per 1000 ms per poi sparire; tra uno spostamento e l'altro c'è un intervallo di 500 ms durante i quali la griglia rimane vuota. Dopo l'ultimo spostamento del pallino, appare una schermata grigia che rimane visibile per 500 ms ed indica l'inizio di un nuovo trial. In ogni griglia una riga ed una colonna è composta da celle grigie che rimangono fisse durante lo stesso set ma variano in modo randomizzato tra set diversi (si veda la Figura 30). Il compito del partecipante era quello di osservare le griglie e memorizzare la posizione finale del pallino (la terza) di ognuna di esse. Concluso il set, sullo schermo del computer appariva una griglia bianca dove i soggetti dovevano indicare la posizione finale del pallino in ogni griglia che avevano visto (fase di mantenimento). Oltre al compito di memoria, veniva richiesto di svolgere un compito secondario, ossia premere la barra spaziatrice ogni volta che il pallino nero cadeva in una cella grigia (fase di elaborazione). Le istruzioni venivano lette dallo sperimentatore e 2 serie di griglie venivano presentate come esempi prima di iniziare la

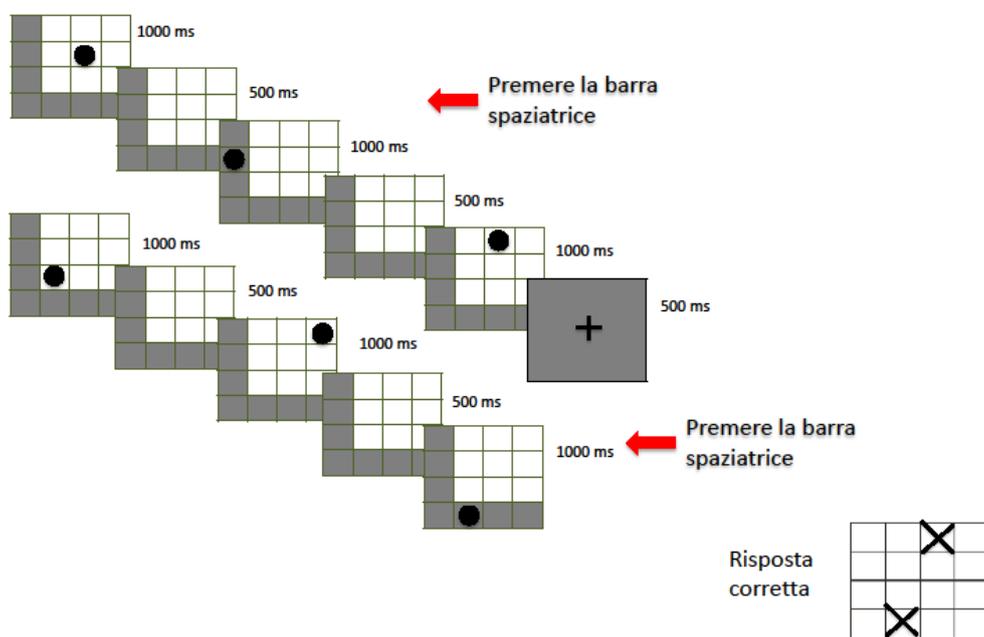
prova. Sono state utilizzate due versioni parallele della prova la cui presentazione era controbilanciata tra i partecipanti e tra le sessioni di pre-test, post-test e follow-up.

Ai fini dello scoring sono stati conteggiati i seguenti indici:

- posizioni finali correttamente ricordate.
- totale di errori di battuta

Il numero totale di posizioni correttamente ricordate rappresentava l'indice della capacità di memoria di lavoro visuo-spaziale (punteggio massimo 60).

*Figura 30. Matrici visuo-spaziali, esempio di set da 2 matrici.*



#### *Effetti di generalizzazione molto vicini*

*Categorization Working memory Span Task* (CWMS, Borella et al., 2008). Si tratta di una prova di memoria di lavoro verbale ed è composta da 20 liste di 5 parole ad alta o media frequenza (complessivamente 100 parole) organizzate in set da 3, 4, 5, 6 liste. Ogni lista può contenere 0, 1 o 2 nomi di animali. Il test è stato audio-registrato con un tempo di lettura tra una parola e l'altra di 1 sec., tra una lista e l'altra di 2 e tra un set e l'altro di 4. Dopo 1 sec. dalla lettura dell'ultima parola della lista un suono ne indica la fine. Al partecipante era richiesto di ascoltare le liste, memorizzare la parola finale di ogni lista (seguita dal suono) e, alla fine di ogni gruppo di liste, ricordare le parole in ultima posizione nel corretto ordine di presentazione. Oltre al compito di memoria era richiesto di battere un colpo sul tavolo ogni volta che compariva il nome di un animale (compito secondario). La consegna veniva letta

dallo sperimentatore che si assicurava della corretta comprensione della stessa; inoltre venivano presentati due set da 2 liste come esempio per facilitare la familiarizzazione con il compito. Sono state utilizzate due versioni parallele del CWMS la cui presentazione è stata controbilanciata per sessione e tra i partecipanti.

Per l'attribuzione dei punteggi sono stati valutati i seguenti indici:

- ricordo non ordinato di parole in ultima posizione;
- intrusioni di parole presenti nelle liste ma non in ultima posizione;
- invenzioni;
- errori di battuta.

Il numero totale di parole correttamente ricordate rappresentava l'indice della capacità di memoria di lavoro verbale (punteggio massimo 20) mentre la proporzione di intrusioni sulle parole correttamente ricordate era considerato come indice delle capacità inibitorie (De Beni et al., 1998).

#### *Effetti di generalizzazione vicini*

*Test di Corsi in avanti* (adattato da Corsi, 1972). Questa prova di memoria a breve termine consiste in 9 cubetti posizionati in una tavoletta. Lo sperimentatore indicava da 3 a 8 cubetti in sequenza e il compito del partecipante era quello di ripetere la sequenza toccando i cubetti nello stesso ordine (dal primo all'ultimo cubetto). È stato attribuito un punto per ogni sequenza corretta (punteggio massimo 12).

*Span di Corsi in dietro* (adattato da Corsi, 1972). La prova consiste in 9 cubetti posizionati in una tavoletta. Lo sperimentatore indicava da un minimo di 2 ad un massimo di 7 cubetti in sequenza e il compito del partecipante era quello di ripetere la sequenza toccando i cubetti nell'ordine inverso (dall'ultimo al primo cubetto). È stato attribuito un punto per ogni sequenza corretta (punteggio massimo 12).

#### *Effetti di generalizzazione lontani*

*Pattern comparison* (adattato da Salthouse e Babcock, 1991). Questa prova di velocità di elaborazione consiste in 60 coppie di simboli divisi in due fogli. I partecipanti dovevano confrontare il più velocemente possibile i due simboli di ciascuna coppia e scrivere S (Si) se erano uguali e N (No) se erano diversi. Venivano presentate tre coppie di simboli come esempio prima di iniziare la prova. Le variabili dipendenti considerate erano il numero di risposte corrette e la velocità d'esecuzione.

*Test di Stroop* (adattato da Trenergy et al., 1989). Si tratta di una prova di inibizione carta e matita composta da 6 fogli nei quali sono stampati nomi di colori in 3 condizioni: in un colore diverso da quello scritto, es. "GIALLO" scritto in inchiostro blu (condizione incongruente), nello stesso colore (condizione congruente) o delle X colorate (condizione neutra). Sono stati presentati 2 fogli contenenti 20 stimoli ciascuno per ogni condizione. Il compito del partecipante era quello di denominare il più velocemente possibile il colore. Le consegne venivano lette dallo sperimentatore che presentava alcuni item di prova prima di ogni condizione. Le variabili dipendenti erano il numero di errori commessi e il tempo di lettura in ciascuna condizione. È stato calcolato l'indice di interferenza (velocità condizione incongruente - velocità condizione congruente/velocità condizione neutra) per tenere in considerazione le differenze individuali (Ludwig et al., 2010).

*Test di Cattell -scala 3-* (Cattell e Cattell, 1963). Si tratta di una prova atta a misurare l'abilità di *problem solving*. La scala 3, in particolare, consiste in due versioni parallele la cui presentazione è stata controbilanciata per sessione e tra i partecipanti. Entrambe le versioni contengono 4 sub-test in cui il partecipante era invitato a completare alcuni compiti, in un tempo limitato:

- Serie: il partecipante era invitato a completare 13 serie di figure scegliendo tra le 5 proposte la più adeguata (3 minuti).
- Classificazioni: il partecipante doveva indicare quali erano le figure con caratteristiche diverse all'interno della serie (14 item, tempo massimo 4 minuti).
- Matrici: il partecipante era invitato a completare 13 matrici logiche scegliendo tra uno dei simboli proposti (tempo massimo di 3 minuti).
- Condizioni: il partecipante era invitato ad indicare la condizione che duplicava quella iniziale (tempo massimo 2 minuti e 30 secondi).

La variabile dipendente era il numero di risposte corrette (punteggio massimo 50).

### *Procedura*

Tutti i partecipanti erano invitati a prendere parte a sei incontri individuali della durata di circa 60 minuti: la prima e la quinta sessione erano rispettivamente il pre-test e il post-test mentre l'ultima, svolta a distanza di otto mesi era il follow-up. Durante queste sessioni tutti i partecipanti completavano le prove precedentemente descritte, mentre nelle restanti tre sessioni, che si svolgevano con un intervallo di due giorni tra l'una e l'altra, il gruppo

sperimentale prendeva parte al training mentre il gruppo di controllo svolgeva attività alternative (si veda la Tabella 10).

#### *Attività specifiche di training*

Durante le tre sessioni di training il gruppo sperimentale si esercitava con versioni modificate delle Matrici visuo-spaziali (si veda Appendice C):

- Sessione 2. Questa prima sessione di training era suddivisa in tre parti, ognuna delle quali era composta da 11 set contenenti da 2 a 5 matrici. Come nel compito originale in ogni matrice era presente un pallino che si spostava per tre volte. Il compito del partecipante era quello di battere la mano sul tavolo quando il pallino cadeva in una cella grigia e di ricordare o la posizione finale del pallino in ogni matrice (prima e terza parte) o quella iniziale (seconda parte). Per ciascun livello di difficoltà (dalle 2 alle 5 posizioni da ricordare) venivano presentati 3 set di matrici, ad esclusione del livello 5 per il quale venivano presenti solo 2 set. La prova era adattiva: se il partecipante ricordava correttamente tutte le posizioni di 2 dei 3 set di un determinato livello, si passava al livello superiore, altrimenti la prova si interrompeva e lo sperimentatore proponeva la parte successiva dal livello di difficoltà più basso (2 posizioni da ricordare).
- Sessione 3. In questo incontro venivano proposti 16 set contenenti da 2 alle 5 matrici ciascuno (4 per ogni livello di difficoltà). Al partecipante veniva richiesto di svolgere il compito classico, ossia ricordare la posizione finale (la terza) di ogni matrice e battere la mano sul tavolo quando il pallino cadeva su una cella grigia. Tuttavia veniva manipolata la frequenza con cui era richiesto di svolgere il compito secondario: per ciascun livello di difficoltà erano presenti 2 set in cui le matrici contenevano molte celle grigie (compito secondario frequente) e 2 set in cui le matrici ne contenevano poche (compito secondario poco frequente). La prova doveva essere svolta per tutta la sua lunghezza.
- Sessione 4. Anche in questa sessione il partecipante si esercitava con 16 set (4 per ogni livello di difficoltà) contenenti da 2 alle 5 matrici ciascuno. Ai partecipanti veniva richiesto di ricordare alternativamente o l'ultima o la prima posizione del pallino all'interno della matrice. Anche in questo caso i partecipanti dovevano segnalare quando il pallino cadeva in una cella grigia. La prova veniva svolta completamente, indipendentemente dalla prestazione del partecipante.

### *Attività del gruppo di controllo*

Il gruppo di controllo compilava gli stessi questionari proposti nel il training verbale:

- Sessione 2. *Agenda Autobiografica* (De Beni et al., 2008).
- Sessione 3. *Questionario del Ben-Essere Percepito e della Qualità di Vita nell'Invecchiamento* (De Beni et al., 2009).
- Sessione 4. *Sensibilità alla memoria* (De Beni et al., 2008).

*Tabella 10. Descrizione delle attività svolte nelle sessioni sperimentali da ciascun gruppo.*

<b>Sessione</b>	<b>Sperimentale</b>	<b>Controllo</b>
<b>1<sup>a</sup></b>	<b>Pre-test:</b> Intervista sulla salute, Vocabolario, Corsi in avanti e in dietro, Pattern comparison, CWMS, Test di Stroop, Matrici visuo-spaziali, Cattell. Compito delle matrici suddiviso in 3 parti (1°-3° ricordo dell'ultima posizione del pallino in ogni matrice, 2° ricordo della prima posizione).	
<b>2<sup>a</sup></b>	Segnalare quando il pallino cade in una cella grigia. La sessione era adattiva.	Agenda Autobiografica
<b>3<sup>a</sup></b>	Ricordare l'ultima posizione del pallino in ogni matrice e battere la mano sul tavolo quando il pallino cade in una cella grigia. Il numero di celle grigie varia (compito secondario poco o molto frequente).	Questionario sul benessere percepito (Ben-SSC)
<b>4<sup>a</sup></b>	Ricordare alternativamente l'ultima o la prima posizione di ogni matrice. Segnalare quando il pallino cade in una cella grigia.	Sensibilità alla memoria
<b>5<sup>a</sup></b>	<b>Post-test:</b> Corsi in avanti e in dietro, Pattern comparison, CWMS, Test di Stroop, Matrici visuo-spaziali, Cattell.	
<b>6<sup>a</sup></b>	<b>Follow-up (8 mesi):</b> Corsi in avanti e in dietro, Pattern comparison, CWMS, Test di Stroop, Matrici visuo-spaziali, Cattell.	

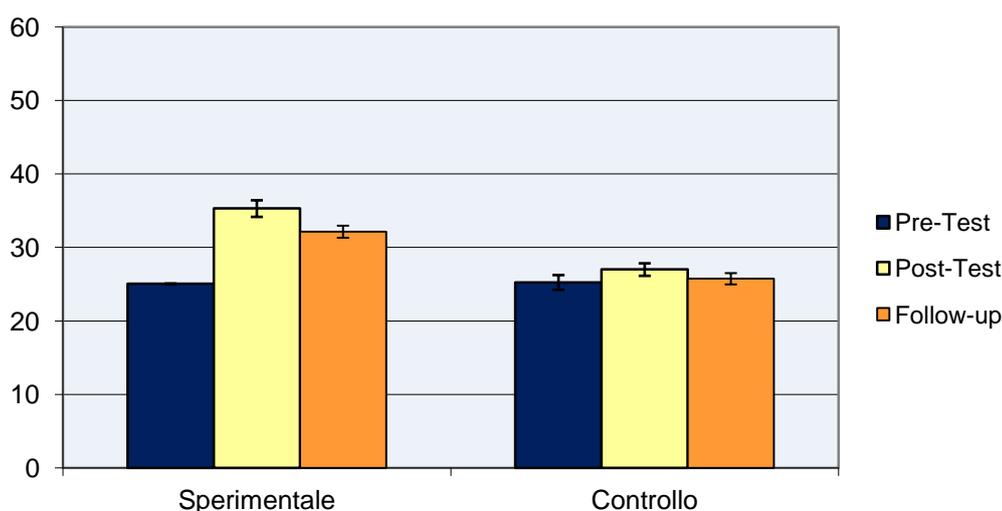
### **3.4.3. Risultati**

Le analisi preliminari non hanno evidenziato differenze significative nella prestazione dei due gruppi al pre-test. È quindi stata condotta un'ANOVA a misure ripetute con disegno misto con il Gruppo (sperimentale, controllo) come variabile tra i soggetti e la Sessione (pre-test vs post-test vs follow-up) come variabile entro i soggetti, al fine di evidenziare eventuali variazioni della prestazione nelle prove oggetto d'indagine. Infine è stato calcolato *l'effect-size* per analizzare la grandezza del beneficio sia specifico che di trasferimento.

### *Effetti specifici*

Per quanto riguarda gli effetti specifici del training sulla prova di memoria di lavoro visuo-spaziale (Matrici), è stato evidenziato un incremento della prestazione da parte del gruppo sperimentale che si è mantenuto nel tempo. Infatti le analisi hanno mostrato un effetto principale significativo del Gruppo,  $F_{(1,38)}=14.42$ ,  $p<.001$ ,  $\eta_p^2=.28$ , e della Sessione,  $F_{(2,76)}=153.73$ ,  $p<.001$ ,  $\eta_p^2=.80$ , ad indicare una migliore prestazione del gruppo sperimentale rispetto a quello di controllo ( $MDiff.=4.83$ ,  $p<.001$ ) ed un incremento tra pre-test e post-test ( $MDiff.=-6.00$ ,  $p<.001$ ) che si mantiene al follow-up ( $MDiff.=-3.80$ ,  $p<.001$ ). Anche l'interazione Gruppo x Sessione era significativa,  $F_{(2,76)}=83.02$ ,  $p<.001$ ,  $\eta_p^2=.69$ , ed i confronti post-hoc con il metodo di Bonferroni hanno permesso di evidenziare che la prestazione del gruppo sperimentale era migliore, rispetto al pre-test, sia al post-test ( $MDiff.=-10.25$ ,  $p<.001$ ) che al follow-up ( $MDiff.=-7.10$ ,  $p<.001$ ). Infatti, nonostante al follow-up il numero di posizioni correttamente ricordate dal gruppo sperimentale fosse minore rispetto al post-test ( $MDiff.=3.15$ ,  $p<.001$ ) la prestazione si è mantenuta significativamente diversa dalla baseline. Anche il gruppo di controllo ha ricordato più parole al post-test che al pre-test ( $MDiff.=-1.75$ ,  $p<.01$ ), tuttavia la prestazione del gruppo sperimentale al post-test ( $MDiff.=8.30$ ,  $p<.001$ ) e al follow-up ( $MDiff.=6.4$ ,  $p<.001$ ) è stata significativamente superiore di quella del gruppo di controllo (si veda la Figura 31).

Figura 31. Matrici visuo-spaziali: numero medio di posizioni correttamente ricordate dal gruppo sperimentale e di controllo nelle tre sessioni (pre-test, post-test e follow-up). Le barre d'errore rappresentano l'errore standard.

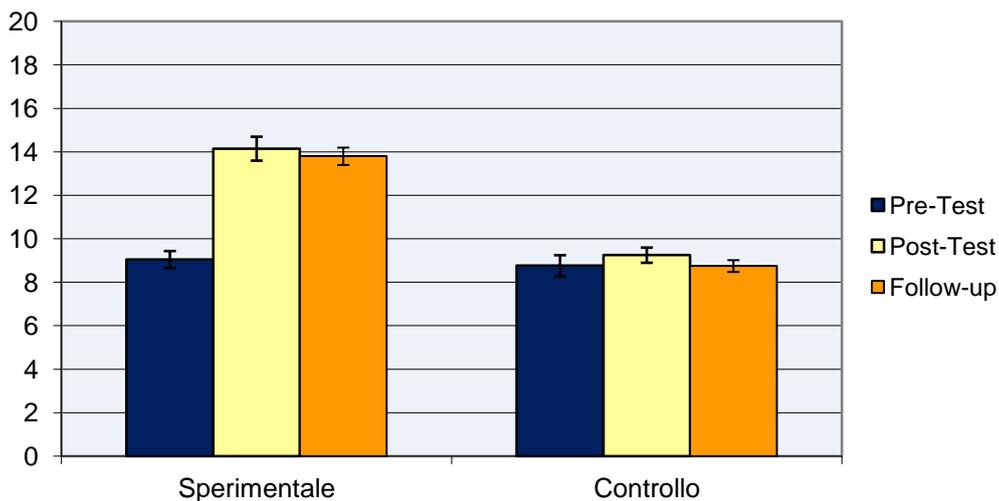


### *Effetti di generalizzazione molto vicini*

Nella prova di memoria di lavoro verbale i risultati hanno evidenziato un incremento della prestazione del gruppo sperimentale che si è mantenuto ad 8 mesi dalla fine del training.

Le analisi hanno mostrato un effetto principale significativo del Gruppo,  $F_{(1,38)}=49.98$ ,  $p<.001$ ,  $\eta_p^2=.55$ , che indicava un maggior numero di parole ricordate dal gruppo sperimentale rispetto al controllo ( $MDiff.=3.38$ ,  $p<.001$ ), e della Sessione,  $F_{(2,76)}=61.42$ ,  $p<.001$ ,  $\eta_p^2=.62$ , con un incremento delle parole ricordate dal pre-test alle sessioni di post-test ( $MDiff.=-2.85$ ,  $p<.001$ ) e follow-up ( $MDiff.=-2.43$ ,  $p<.001$ ). Anche l'interazione Gruppo x Sessione era significativa,  $F_{(2,76)}=49.17$ ,  $p<.001$ ,  $\eta_p^2=.56$ , dai confronti post-hoc è infatti emerso che la prestazione del gruppo era migliore al post-test ( $MDiff.=-5.20$ ,  $p<.001$ ) e al follow-up ( $MDiff.=-4.85$ ,  $p<.001$ ). Inoltre, in queste sessioni, il gruppo sperimentale ha ricordato più parole del controllo (post-test  $MDiff.=4.90$ ,  $p<.05$ ; follow-up  $MDiff.=5.05$ ,  $p<.001$ ) la cui prestazione non è cambiata in modo significativo tra le sessioni (si veda la Figura 32).

Figura 32. CWMS: numero medio di parole correttamente ricordate dal gruppo sperimentale e di controllo nelle tre sessioni (pre-test, post-test e follow-up). Le barre d'errore rappresentano l'errore standard.



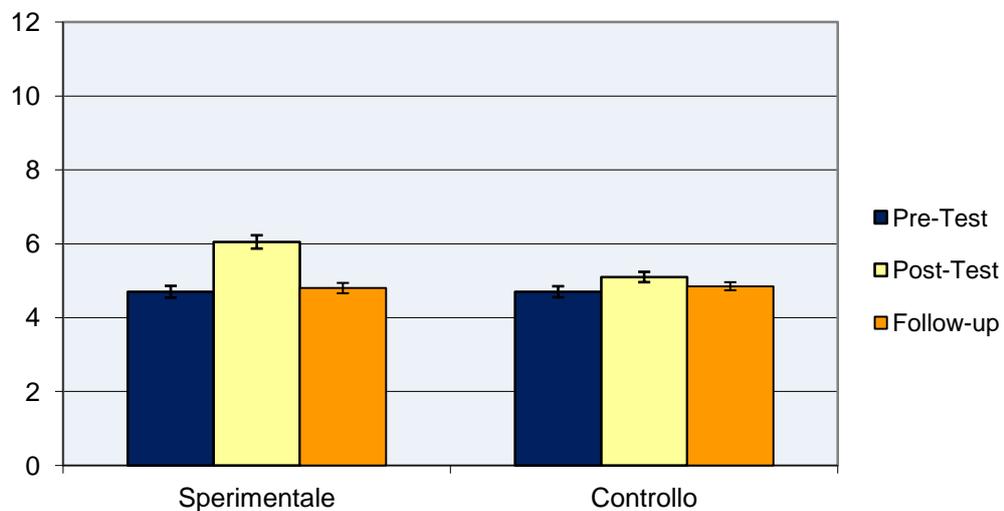
Per quanto riguarda la proporzione di intrusioni nel CWMS [invenzioni + intrusioni)/parole correttamente ricordate], l'effetto del Gruppo e l'interazione Gruppo x Sessione non erano significativi ( $F<1$ ) mentre l'effetto principale della Sessione era significativo,  $F_{(2,68)}=13.02$ ,  $p<.001$ ,  $\eta_p^2=.26$ , ad indicare un decremento delle intrusioni tra pre- e post-test ( $MDiff.=-.08$   $p<.001$ ). I confronti post-hoc hanno inoltre evidenziato che a distanza di 8 mesi dalla fine del training la quantità di intrusioni è tornata a crescere ( $MDiff.=-.06$   $p<.05$ ) pur mantenendosi significativamente diversa dal pre-test ( $MDiff.=-.02$   $p<.05$ ). La prestazione del gruppo di controllo non è cambiata in modo significativo tra le sessioni.

### *Effetti di generalizzazione vicini*

Per quanto riguarda la prova di memoria a breve termine visuo-spaziale passiva, i risultati hanno evidenziato un incremento della prestazione del gruppo sperimentale al post-test. Tale effetto del training tuttavia non si è mantenuto nel tempo.

L'effetto principale del Gruppo non era significativo,  $F_{(1,38)}=3.87$ ,  $p>.05$ ,  $\eta_p^2=.09$ . Sono risultati, invece, significativi l'effetto della Sessione,  $F_{(2,76)}=23.97$ ,  $p<.001$ ,  $\eta_p^2=.39$ , con un incremento delle posizioni ricordate, nel Test di Corsi in avanti, dal pre-test al post-test ( $MDiff=-.87$ ,  $p<.001$ ) e l'interazione Gruppo x Sessione,  $F_{(2,76)}=8.50$ ,  $p<.01$ ,  $\eta_p^2=.18$ . I confronti post-hoc con metodo di Bonferroni hanno evidenziato un aumento significativo del numero delle posizioni ricordate dal gruppo sperimentale al post-test ( $MDiff=-1.35$ ,  $p<.001$ ) rispetto al pre-test, mentre al follow-up la prestazione non differiva da quella iniziale. Al post-test inoltre la prestazione del gruppo sperimentale era migliore del controllo ( $MDiff=1.00$ ,  $p<.001$ ), che non ha mostrato cambiamenti significativi tra le tre sessioni (Figura 33).

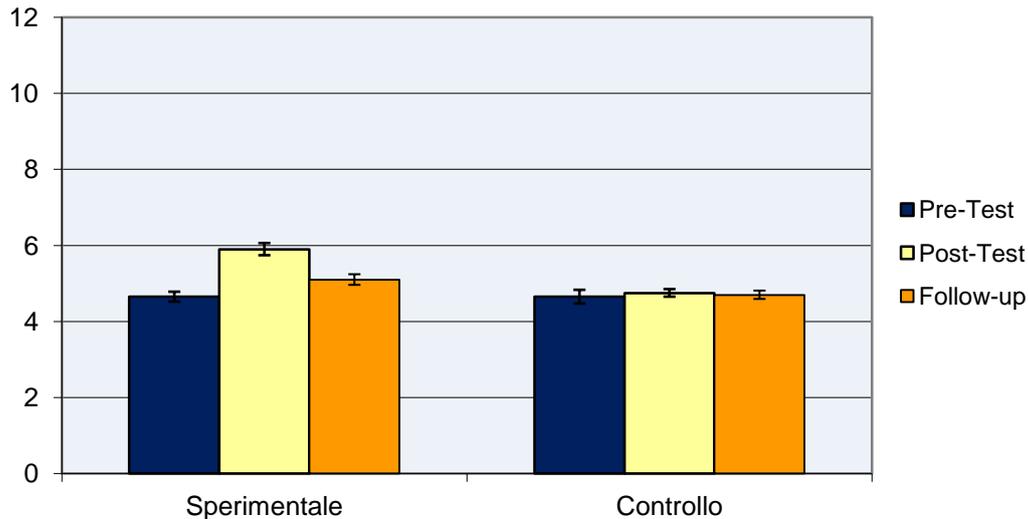
*Figura 33. Corsi in avanti: numero medio di sequenze di posizioni correttamente ricordate dal gruppo sperimentale e di controllo nelle tre sessioni (pre-test, post-test e follow-up). Le barre d'errore rappresentano l'errore standard.*



Risultati simili sono stati riscontrati nel Test di Corsi indietro: le analisi hanno infatti evidenziato gli effetti principali significativi del Gruppo,  $F_{(1,38)}=15.65$ ,  $p>.001$ ,  $\eta_p^2=.29$ , e della Sessione,  $F_{(2,76)}=14.05$ ,  $p<.001$ ,  $\eta_p^2=.28$ , che indicavano rispettivamente una migliore prestazione del gruppo sperimentale rispetto al controllo ( $MDiff=-.52$ ,  $p<.001$ ) ed un incremento della prestazione tra pre-test e post-test ( $MDiff=-.68$ ,  $p<.001$ ). Anche l'interazione Gruppo x Sessione,  $F_{(2,76)}=10.28$ ,  $p<.001$ ,  $\eta_p^2=.22$ , era significativa ed i confronti post-hoc hanno evidenziato un aumento del numero delle posizioni ricordate dal gruppo sperimentale

al post-test ( $MDiff.=-1.25$ ,  $p<.001$ ) rispetto al pre-test, mentre al follow-up la prestazione ritornava ai livelli iniziali. Al post-test ( $MDiff.=1.15$ ,  $p<.001$ ) e al follow-up ( $MDiff.=.40$ ,  $p<.05$ ) inoltre, la prestazione del gruppo sperimentale era migliore del controllo che non ha mostrato cambiamenti significativi tra le tre sessioni (si veda la Figura 34).

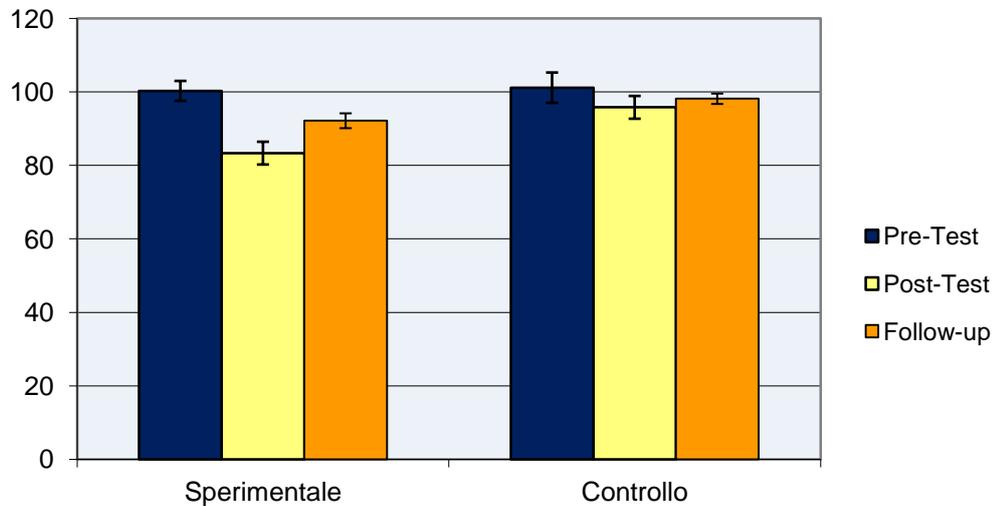
Figura 34. Corsi in dietro: numero medio di posizioni correttamente ricordate dal gruppo sperimentale e di controllo nelle tre sessioni (pre-test, post-test e follow-up). Le barre d'errore rappresentano l'errore standard.



#### Effetti di generalizzazione lontani

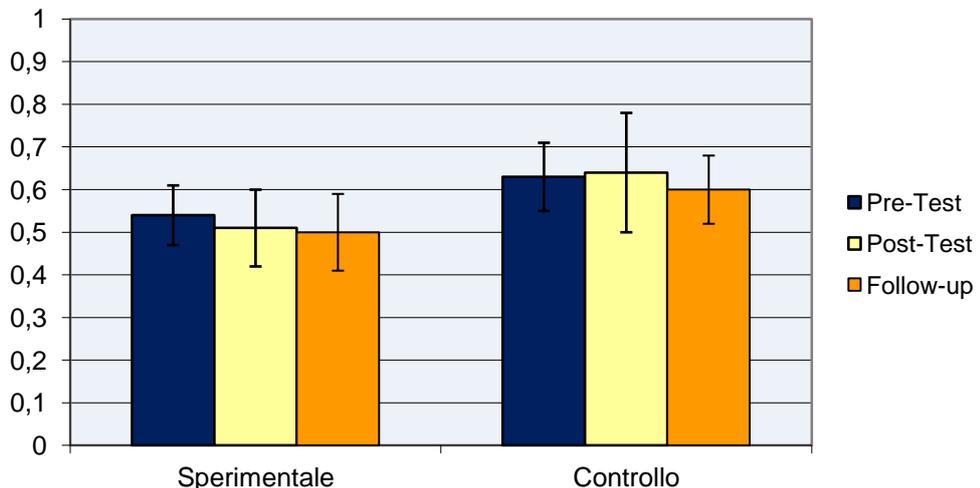
Nella prova di velocità di elaborazione (Pattern comparison) i risultati hanno evidenziato un incremento della prestazione del gruppo sperimentale al post-test; tuttavia, anche in questa prova, tale effetto del training non si è mantenuto a distanza di 8 mesi dalla fine del training. Più nello specifico, dalle analisi è emerso che l'effetto principale del Gruppo,  $F_{(1,38)}=2.88$ ,  $p>.05$ ,  $\eta_p^2=.07$ , non era significativo mentre erano significativi l'effetto principale della Sessione,  $F_{(2,76)}=33.92$ ,  $p<.001$ ,  $\eta_p^2=.47$ , e l'interazione Gruppo x Sessione,  $F_{(2,76)}=9.40$ ,  $p<.001$ ,  $\eta_p^2=.20$ . L'effetto principale indicava che tutti i partecipanti avevano svolto più velocemente la prova al post-test ( $MDiff.=11.28$ ,  $p<.001$ ) e al follow-up ( $MDiff.=5.66$ ,  $p<.001$ ) rispetto al pre-test, mentre i confronti post-hoc hanno permesso di evidenziare un incremento significativo della prestazione tra pre- e post-test nel gruppo sperimentale ( $MDiff.=17.20$ ,  $p<.001$ ). Al follow-up la velocità d'esecuzione della prova era minore, sebbene superiore alla *baseline* ( $MDiff.=8.30$ ,  $p<.01$ ). La prestazione del gruppo di controllo non è cambiata in modo significativo tra le sessioni (si veda la Figura 35).

Figura 35. Pattern comparison: velocità media d'esecuzione della prova (sec.) da parte dal gruppo sperimentale e di controllo nelle tre sessioni (pre-test, post-test e follow-up). Le barre d'errore rappresentano l'errore standard.



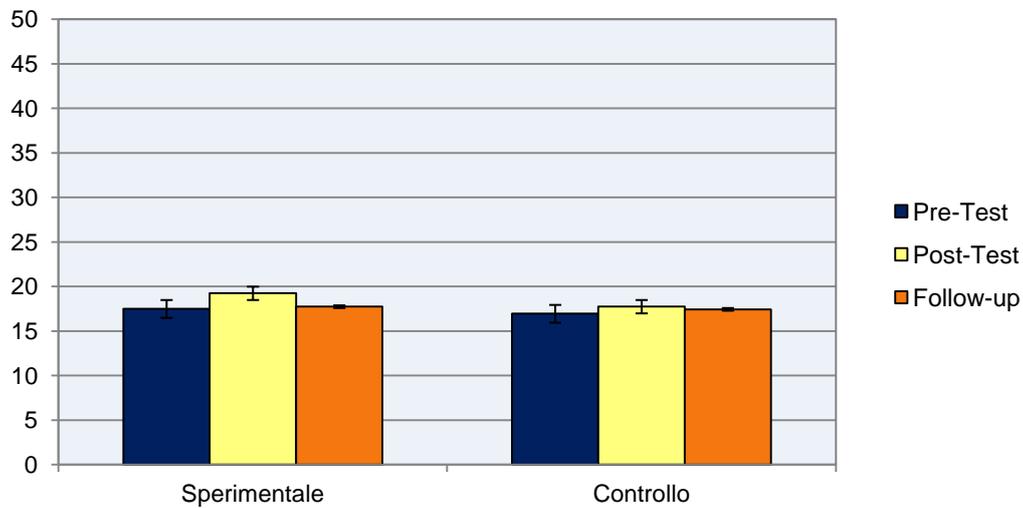
Non sono stati evidenziati effetti del training nella prova di inibizione (Figura 36). I punteggi ottenuti al test di Stroop non differivano in modo significativo né tra i due gruppi né tra le sessioni (Gruppo,  $F_{(1,38)}=1.99$ ,  $p>.05$ ,  $\eta_p^2=.05$ ; Sessione,  $F<1$ ; Gruppo x Sessione,  $F<1$ ).

Figura 36. Test di Stroop: valore medio dell'indice di interferenza nel Test di Stroop e nel gruppo sperimentale e di controllo nelle tre sessioni (pre-test, post-test e follow-up). Le barre d'errore rappresentano l'errore standard.



Nel Test di Cattell, infine, solo l'effetto principale della Sessione era significativo,  $F_{(2,76)}=7.00$ ,  $p<.001$ ,  $\eta_p^2=.16$ : la prestazione di tutti i partecipanti era migliore al post-test rispetto al pre-test ( $MDiff.=-1.08$ ,  $p<.001$ ), tuttavia al follow-up è ritornata ai livelli iniziali. Nessun altro effetto era significativo (Gruppo,  $F<1$ ; Gruppo x Sessione,  $F_{(2,76)}=1.64$ ,  $p>.05$ ,  $\eta_p^2=.04$ ) (si veda la Figura 37).

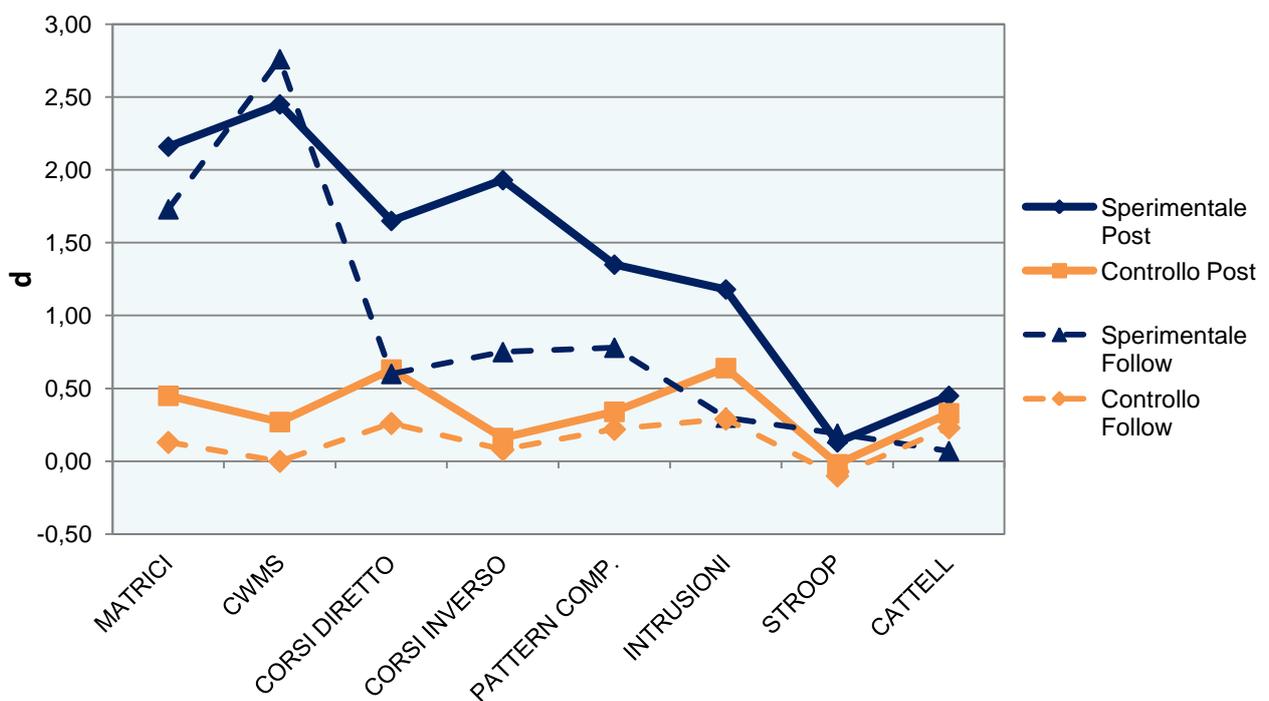
Figura 37. Test di Cattell: punteggio medio ottenuto nella prova dal gruppo sperimentale e di controllo nelle tre sessioni (pre-test, post-test e follow-up). Le barre d'errore rappresentano l'errore standard.



#### Analisi del Beneficio

È stato valutato il beneficio a seguito dell'intervento, comparando la prestazione alle sessioni di pre- e post-test, ed il mantenimento dello stesso a distanza di 8 mesi dalla fine del training (si veda Figura 38)

Figura 38. Beneficio ottenuto alla fine del training e al follow-up sperimentale e di controllo nelle misure d'interesse.



L'analisi ha evidenziato come il training abbia portato ad effetti ampi nella prova criterio (Matrici attentive,  $d=2.16$ ), nella prova di memoria di lavoro verbale (CWMS,  $d=2.45$ ), nelle prove di memoria a breve termine passiva (Corsi in avanti,  $d=1.65$ ) ed attiva (Corsi in dietro,  $d=1.93$ ), nella prova di velocità di elaborazione (Pattern comparison,  $d=1.35$ ) e nella proporzione di intrusioni nel CWMS ( $d=1.18$ ). Nelle restanti due prove (Test di Stroop e Cattell) gli effetti sono stati bassi o nulli. Nel gruppo di controllo è stato evidenziato un effetto moderato nel Corsi diretto ( $d=.63$ ) mentre nelle altre prove il beneficio è stato basso o nullo.

Per quanto riguarda il mantenimento del beneficio a distanza di 8 mesi (confronto tra pre-test e follow-up), i risultati evidenziano come gli effetti passino da ampi a moderati, nel gruppo sperimentale, in tutte le prove.

#### **3.4.4. Discussione**

La maggior parte dei training di memoria di lavoro che sono stati proposti ad anziani ha utilizzato materiale di natura visuo-spaziale (Buschkuhl et al., 2008; Li et al., 2008; Brehmer et al., 2008) ottenendo scarsi effetti di generalizzazione: ciò può essere dovuto dalla modalità esercitata o dalla procedura utilizzata. In questo studio abbiamo voluto indagare se, proponendo un training di memoria di lavoro strutturalmente simile a quello di Borella e collaboratori (2010) ma con stimoli di natura visuo-spaziale, fosse possibile ottenere sia effetti specifici che di generalizzazione che si mantenessero a distanza di 8 mesi dalla fine del training.

I risultati hanno evidenziato un incremento della prestazione nella prova direttamente esercitata ed effetti di generalizzazione vicini che si sono mantenuti a distanza di 8 mesi dalla fine del training. L'entità del beneficio ottenuto nella memoria di lavoro a seguito dell'intervento è comparabile a quella osservata nel training di memoria di lavoro verbale (Borella et al., 2010) tuttavia, a differenza di quest'ultimo, non sono emersi effetti di generalizzazione lontani ad eccezione della prova di velocità di elaborazione. Questo potrebbe indicare che il training visuo-spaziale favorisce la capacità di elaborare le informazioni in memoria di lavoro ma non la flessibilità cognitiva generale. La modalità di presentazione del materiale potrebbe, infatti, aver elicitato processi più specifici del training verbale a causa del declino più marcato della memoria di lavoro visuo-spaziale nell'invecchiamento (Myerson et al., 2003) e quindi delle maggiori richieste di risorse per identificare ed elaborare gli stimoli (Sharps e Gollin, 1987). Se così fosse, potrebbe essere necessario un numero maggiore di

sessioni per ottenere degli effetti di generalizzazione ad abilità più lontane dalla memoria di lavoro.

Tuttavia il risultato potrebbe essere spiegato anche da altri aspetti ad esempio legati a fattori motivazionali. Ai partecipanti è stato, infatti, richiesto di esercitarsi con del materiale estremamente astratto (posizioni di pallini in una matrice), non familiare e che rendeva più difficile il monitoraggio della propria prestazione rispetto al CWMS. Di conseguenza i partecipanti erano, probabilmente, meno consapevoli dei loro miglioramenti e quindi meno motivati e coinvolti. Studi futuri dovranno tenere in considerazione questi aspetti motivazionali e proporre stimoli più simili a quelli che le persone possono trovare nel loro contesto di vita, anche al fine di favorire la generalizzazione alle attività svolte nella quotidianità.

### **3.5. BENEFICI DI UN TRAINING DI MEMORIA DI LAVORO**

#### **VISUO-SPAZIALE IN GRANDI VECCHI**

##### **3.5.1. Obiettivi**

Il primo studio ha evidenziato come sia possibile favorire il potenziamento della memoria di lavoro verbale anche nei grandi vecchi, nonostante la minor flessibilità cognitiva. Di conseguenza in questo studio abbiamo voluto valutare se anche il training di memoria di lavoro visuo-spaziale potesse portare a benefici comparabili, che si mantengano nel tempo.

L'importanza di potenziare la memoria di lavoro visuo-spaziale, anche in età avanzata, è dovuta al fatto che alcuni studi hanno suggerito un declino più marcato della prestazione in prove che richiedono la manipolazione di materiale visuo-spaziale piuttosto che verbale (es. Bopp e Verhaeghen, 2005). Questo potrebbe implicare una sensibile riduzione dell'autonomia dell'anziano nello svolgimento di un'ampia varietà di compiti cognitivi complessi nei quali la memoria di lavoro visuo-spaziale gioca un ruolo fondamentale (es. apprendimento di procedure complesse, orientamento spaziale, calcolo a mente). Inoltre, prestazioni deficitarie in compiti che prevedono la manipolazione di materiale spaziale, sembrano predittive dell'insorgere di demenze (Iachini et al., 2009; Possin, 2010). Questo tipo di patologie sono più frequenti proprio nella quarta età (Chenxuan et al., 2007); sarebbe quindi auspicabile lo sviluppo di adeguate procedure d'intervento. Per quanto riguarda gli effetti di generalizzazione, come nei precedenti training, sono stati valutati gli effetti di generalizzazione molto vicini con una prova di memoria di lavoro con stimoli di natura verbale, vicini, con due prove di memoria a breve termine, e lontani ossia in compiti di velocità di elaborazione, inibizione e *problem-solving*. Visti i risultati degli Studi 1 e 4 e i dati emersi dalla letteratura (es. Buschkuhl et al., 2008) ci aspettavamo un effetto sulla prova criterio e scarsi effetti di generalizzazione.

##### **3.5.2. Metodo**

###### *Partecipanti*

Hanno preso parte allo studio, in modo volontario e gratuito, 40 grandi vecchi (76 ai 86 anni) di madrelingua italiana residenti in alcuni comuni del Veneto. Nessun partecipante

presentava disturbi che potessero influire sulle prestazioni cognitive (Crook et al., 1986). Metà dei partecipanti è stata assegnata casualmente al gruppo sperimentale, mentre i rimanenti sono andati a formare il gruppo di controllo. I due gruppi non differivano significativamente per età, scolarità, e abilità di vocabolario ( $F < 1$ ) (WAIS-R, Wechsler, 1981) (Tabella 11).

*Tabella 11 . Caratteristiche demografiche dei partecipanti.*

	<b>Sperimentale</b>		<b>Controllo</b>	
	<b>M</b>	<b>DS</b>	<b>M</b>	<b>DS</b>
<b>Età</b>	79.60	2.28	79.70	2.30
<b>Scolarità</b>	8.75	1.33	8.90	1.41
<b>Vocabolario</b>	50.15	4.57	49.95	5.37

*M= media, DS= deviazione standard.*

### *Materiali*

Sono stati utilizzare le stesse prove dello studio precedente: le Matrici visuo-spaziali (Cornoldi et al., 2007) erano la prova criterio. Gli effetti di generalizzazione sono stati valutati attraverso la prestazione in prove teoricamente legate alla memoria di lavoro (Noack et al., 2009) categorizzate lungo un continuum dalle più vicine alle più lontane. In particolare, è stato usato il CWMS (Borella et al., 2008), per testare gli effetti molto vicini ad una prova di memoria di lavoro con stimoli di natura diversa da quelli presentati durante il training. Sono state proposte due prove di memoria a breve termine, l'una passiva (Corsi in avanti) e l'altra attiva per valutare gli effetti di generalizzazione vicini, dato che è stata evidenziata una relazione tra la memoria di lavoro e la memoria a breve termine visuo-spaziale (Miyake et al., 2001). Per gli effetti di generalizzazione lontani sono stati proposti il Pattern comparison e il Test di Stroop, dato che gli studi in letteratura (Salthouse, 1990; Haser e Zack, 1988) evidenziano come il declino età-correlato della memoria di lavoro sia spiegato dalla diminuzione della velocità di elaborazione e da difficoltà inibitorie. Infine, per valutare la generalizzazione dei benefici al *problem solving*, è stato utilizzato il test di Cattell.

### *Procedura*

Come nello studio precedente, i partecipanti sono stati invitati a prendere parte a cinque sessioni individuali, che si svolgevano a distanza di due giorni tra l'una e l'altra, più una sesta a distanza di 8 mesi. Durante la prima sessione (pre-test), la quinta (post-test) e la sesta (follow-up) sono state presentate le prove precedentemente descritte nel seguente ordine:

Intervista sulla salute (solo al pre-test), Vocabolario (solo al pre-test), Corsi in avanti e in dietro, Pattern comparison, CWMS, Test di Stroop, Matrici visuo-spaziali, Cattell. Nelle restanti tre sessioni, il gruppo di controllo ha compilato dei questionari sulla memoria, mentre il gruppo sperimentale prendeva parte al training di memoria di lavoro visuo-spaziale. Nello specifico sono state presentate versioni della prova Matrici visuo-spaziali modificate in modo da variare sistematicamente le richieste di mantenimento ed elaborazione. Veniva infatti aumentato il numero di parole da ricordare qualora il partecipante svolgesse il compito con successo e diminuito in caso di insuccesso. Inoltre le consegne del compito nelle varie sessioni cambiavano: ricordo della prima o dell'ultima parola (sessione 2 e 4) o della parola seguita dal suono (sessione 3). Per quanto riguarda la manipolazione delle richieste di elaborazione, è stata modificata la frequenza con cui veniva richiesto di svolgere il compito secondario variando la frequenza dei nomi di animali all'interno della lista (sessione 3) (Tabella 12).

*Tabella 12. Descrizione delle attività svolte nelle sessioni sperimentali da ciascun gruppo.*

<b>Sessione</b>	<b>Sperimentale</b>	<b>Controllo</b>
<b>1<sup>a</sup></b>	<b>Pre-test:</b> Intervista sulla salute, Vocabolario, Corsi in avanti e in dietro, Pattern comparison, CWMS, Test di Stroop, Matrici visuo-spaziali, Cattell.	
<b>2<sup>a</sup></b>	Compito delle matrici suddiviso in 3 parti (1°-3° ricordo dell'ultima posizione del pallino in ogni matrice, 2° ricordo della prima posizione). Segnalare quando il pallino cade in una cella grigia. La sessione era adattiva.	Agenda Autobiografica
<b>3<sup>a</sup></b>	Ricordare l'ultima posizione del pallino in ogni matrice e battere la mano sul tavolo quando il pallino cade in una cella grigia. Il numero di celle grigie varia (compito secondario poco o molto frequente).	Questionario sul benessere percepito (Ben-SSC)
<b>4<sup>a</sup></b>	Ricordare alternativamente l'ultima o la prima posizione di ogni matrice. Segnalare quando il pallino cade in una cella grigia.	Sensibilità alla memoria
<b>5<sup>a</sup></b>	<b>Post-test:</b> Corsi in avanti e in dietro, Pattern comparison, CWMS, Test di Stroop, Matrici visuo-spaziali, Cattell.	
<b>6<sup>a</sup></b>	<b>Follow-up (6 mesi):</b> Corsi in avanti e in dietro, Pattern comparison, CWMS, Test di Stroop, Matrici visuo-spaziali, Cattell.	

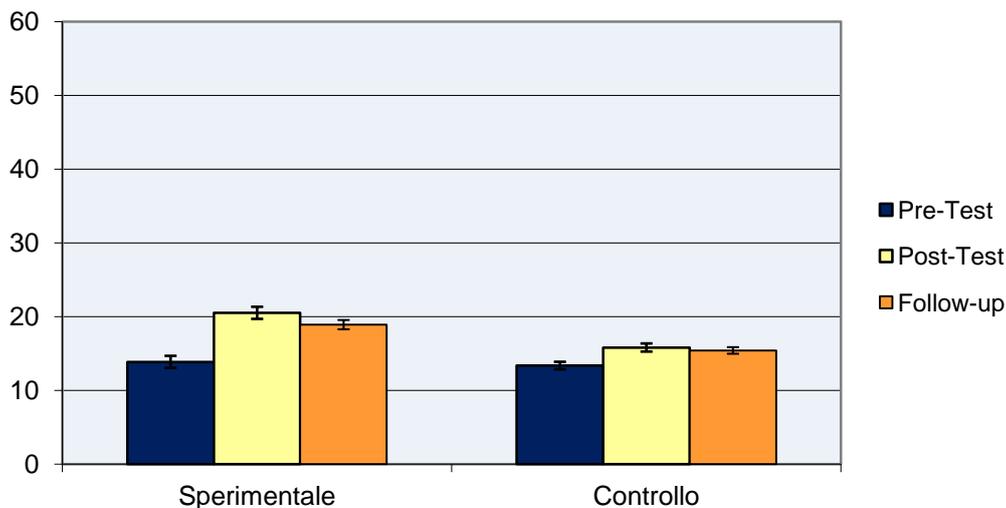
### 3.5.3. Risultati

Dato che le analisi preliminari non hanno evidenziato differenze significative nella prestazione dei due gruppi al pre-test, è stata condotta un'ANOVA a misure ripetute con disegno misto con il Gruppo (sperimentale, controllo) come variabile tra i soggetti e la Sessione (pre-test vs post-test vs follow-up) come variabile entro i soggetti sulle misure oggetto d'indagine. Infine è stato calcolato l'*effect-size* (*d* di Cohen) per analizzare la grandezza del beneficio sia specifico che di trasferimento.

#### *Effetti specifici*

Per quanto riguarda gli effetti specifici del training sulla prova di memoria di lavoro visuo-spaziale, è stato evidenziato un incremento della prestazione nelle Matrici da parte del gruppo sperimentale che si è mantenuto nel tempo (si veda la Figura 39)

Figura 39. Matrici visuo-spaziali: numero medio di posizioni correttamente ricordate dal gruppo sperimentale e di controllo nelle tre sessioni (pre-test, post-test e follow-up). Le barre d'errore rappresentano l'errore standard.



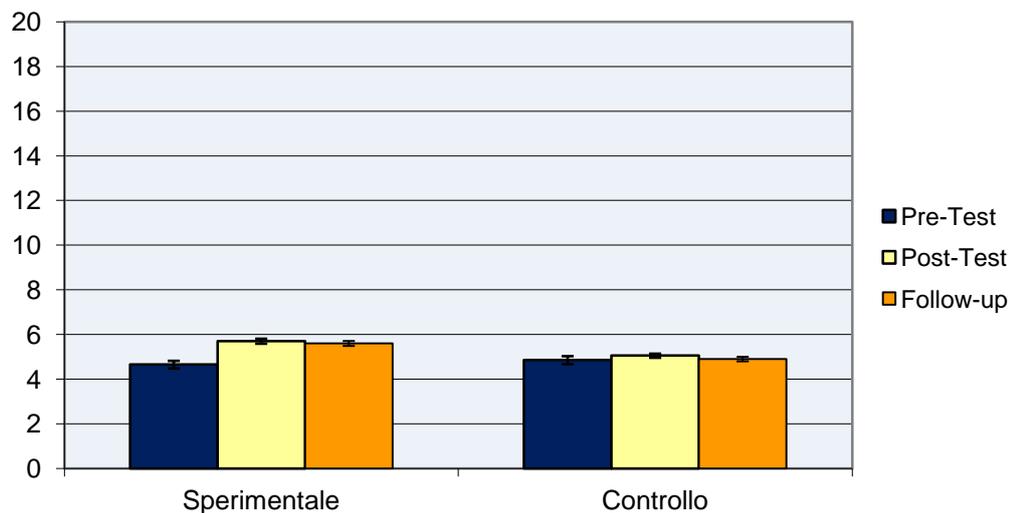
Le analisi hanno mostrato un effetto principale significativo del Gruppo,  $F_{(1,38)}=14.41$ ,  $p<.001$ ,  $\eta_p^2=.28$ , e della Sessione,  $F_{(2,76)}=136.15$ ,  $p<.001$ ,  $\eta_p^2=.78$ , ad indicare una migliore prestazione del gruppo sperimentale rispetto a quello di controllo ( $MDiff.=2.90$ ,  $p<.001$ ) ed un maggior numero di posizioni correttamente ricordate al post-test ( $MDiff.=-4.53$ ,  $p<.001$ ) e al follow-up ( $MDiff.=-3.55$ ,  $p<.001$ ) rispetto al pre-test. Anche l'interazione Gruppo x Sessione era significativa,  $F_{(2,76)}=83.02$ ,  $p<.001$ ,  $\eta_p^2=.69$ , ed i confronti post-hoc con il metodo di Bonferroni hanno permesso di evidenziare che la prestazione del gruppo sperimentale era migliore, rispetto al pre-test, sia al post-test ( $MDiff.=-6.65$ ,  $p<.001$ ) che al follow-up ( $MDiff.=-$

5.05,  $p < .001$ ). Il numero di posizioni ricordate dal gruppo sperimentale al post-test ( $MDiff.=4.70$ ,  $p < .001$ ) e al follow-up ( $MDiff.=3.50$ ,  $p < .001$ ) è stato significativamente superiore a quello del gruppo di controllo, la cui prestazione non è cambiata tra le sessioni.

#### *Effetti di generalizzazione molto vicini*

Nella prova di memoria di lavoro verbale i risultati hanno evidenziato un incremento della prestazione del gruppo sperimentale che si è mantenuto ad 8 mesi dalla fine del training. Le analisi hanno mostrato un effetto principale significativo del Gruppo,  $F_{(1,38)}=8.09$ ,  $p < .01$ ,  $\eta_p^2=.18$ , che indicava un maggior numero di parole ricordate dal gruppo sperimentale rispetto al controllo ( $MDiff.=.38$ ,  $p < .01$ ), e della Sessione,  $F_{(2,76)}=18.34$ ,  $p < .001$ ,  $\eta_p^2=.33$ , con un incremento delle parole ricordate dal pre-test alle sessioni di post-test ( $MDiff.=.63$ ,  $p < .001$ ) e follow-up ( $MDiff.=.50$ ,  $p < .01$ ). Anche l'interazione Gruppo x Sessione era significativa,  $F_{(2,76)}=10.72$ ,  $p < .001$ ,  $\eta_p^2=.22$ , dai confronti post-hoc è infatti emerso che la prestazione del gruppo sperimentale era migliore al post-test ( $MDiff.=1.05$ ,  $p < .001$ ) e al follow-up ( $MDiff.=.95$ ,  $p < .001$ ). La prestazione del gruppo di controllo non ha subito variazioni significative tra le sessioni (si veda la Figura 40)

*Figura 40. CWMS: numero medio di parole correttamente ricordate dal gruppo sperimentale e di controllo nelle tre sessioni (pre-test, post-test e follow-up). Le barre d'errore rappresentano l'errore standard.*



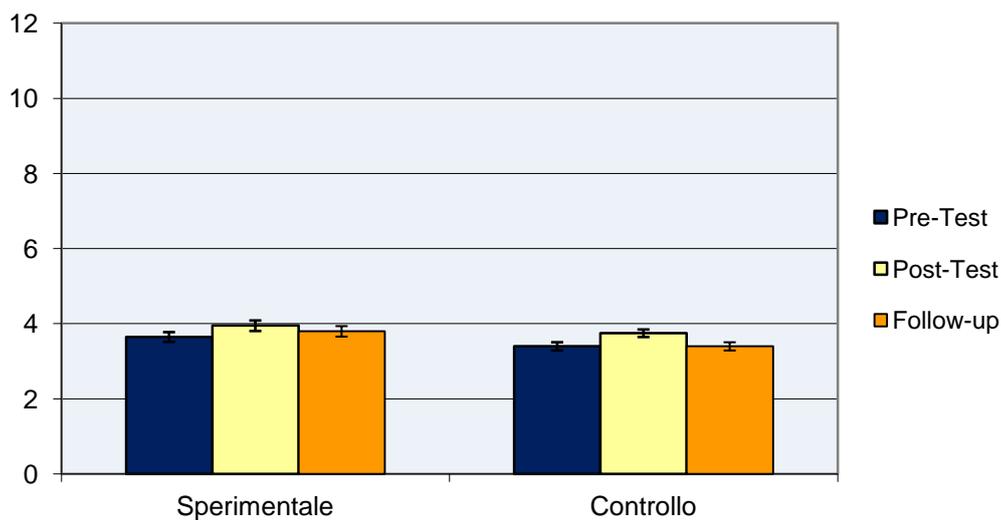
Per quanto riguarda la proporzione di intrusioni nel CWMS l'effetto del Gruppo e l'interazione Gruppo x Sessione non erano significativi ( $F < 1$ ) mentre l'effetto principale della Sessione era significativo,  $F_{(2,68)}=12.99$ ,  $p < .001$ ,  $\eta_p^2=.26$ , ad indicare un decremento delle intrusioni al post-test ( $MDiff.=.20$   $p < .001$ ) e al follow-up ( $MDiff.=.17$   $p < .001$ ) rispetto al

pre-test. I confronti post-hoc hanno inoltre evidenziato che a distanza di 8 mesi dalla fine del training la quantità di intrusioni è tornata a crescere ( $MDiff=.06$   $p<.05$ ), pur mantenendosi significativamente diversa dal pre-test ( $MDiff=-.02$   $p<.05$ ). La prestazione del gruppo di controllo non è cambiata in modo significativo tra le sessioni.

#### *Effetti di generalizzazione vicini*

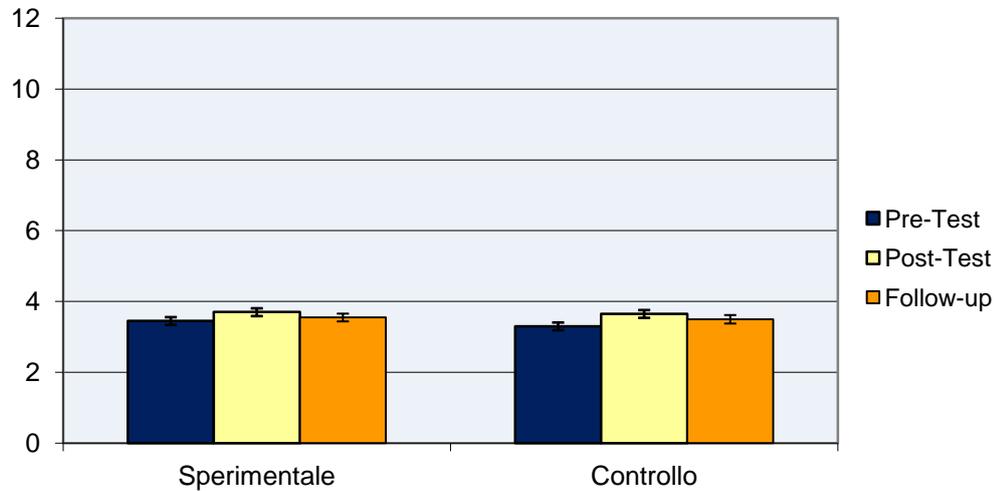
Per quanto riguarda la prova di memoria a breve termine visuo-spaziale passiva, i risultati hanno evidenziato solo l'effetto della Sessione,  $F_{(2,76)}=8.36$ ,  $p<.01$ ,  $\eta_p^2=.18$ , che indicava un incremento del numero di posizioni ricordate al post-test rispetto al pre-test in entrambi i gruppi. L'effetto del Gruppo,  $F_{(1,38)}=3.51$ ,  $p>.05$ ,  $\eta_p^2=.08$  e l'interazione Gruppo x Sessione,  $F_{(2,76)}=1.42$ ,  $p>.05$ ,  $\eta_p^2=.04$ , non erano significativi (si veda la Figura 41).

*Figura 41. Corsi in avanti: numero medio di sequenze di posizioni correttamente ricordate dal gruppo sperimentale e di controllo nelle tre sessioni (pre-test, post-test e follow-up). Le barre d'errore rappresentano l'errore standard.*



I risultati sono simili per il Test di Corsi in dietro; le analisi non hanno evidenziato, infatti, benefici attribuibili al training. In particolare è stato evidenziato l'effetto della Sessione,  $F_{(2,76)}=3.28$ ,  $p<.05$ ,  $\eta_p^2=.08$ , ad indicare un incremento del numero di posizioni ricordate al post-test rispetto al pre-test ( $MDiff=-.30$ ,  $p<.05$ ) indipendentemente dal gruppo d'appartenenza. L'effetto del Gruppo,  $F_{(1,38)}=1.12$ ,  $p>.05$ ,  $\eta_p^2=.03$  e l'interazione Gruppo x Sessione,  $F<1$ , non erano significativi (si veda la Figura 42).

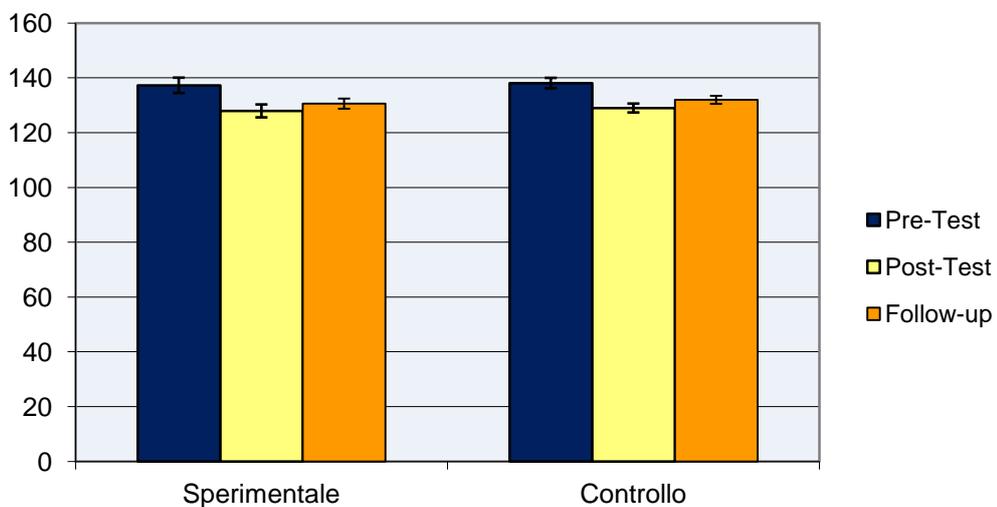
Figura 42. Corsi in dietro: numero medio sequenze di posizioni correttamente ricordate dal gruppo sperimentale e di controllo nelle tre sessioni (pre-test, post-test e follow-up). Le barre d'errore rappresentano l'errore standard.



#### Effetti di generalizzazione lontani

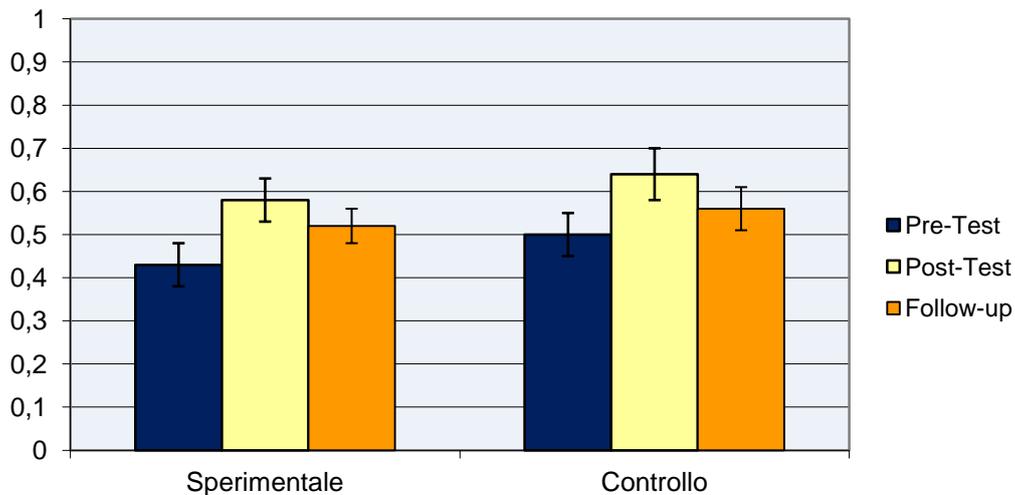
Nel Pattern comparison i risultati hanno evidenziato un incremento della prestazione al post-test che si manteneva al follow-up indipendentemente dal gruppo considerato. Più nello specifico è emerso l'effetto principale significativo della Sessione,  $F_{(2,76)}=167.60$ ,  $p<.001$ ,  $\eta_p^2=.82$ , con un incremento della velocità d'esecuzione della prova al post-test ( $MDiff.=9.24$ ,  $p<.001$ ) e al follow-up ( $MDiff.=6.41$ ,  $p<.001$ ) rispetto al pre-test. L'effetto del Gruppo e l'interazione Gruppo x Sessione non erano significativi ( $F<1$ ) (si veda la Figura 43).

Figura 43. Pattern comparison: velocità media d'esecuzione della prova (sec.) da parte dal gruppo sperimentale e di controllo nelle tre sessioni (pre-test, post-test e follow-up). Le barre d'errore rappresentano l'errore standard.



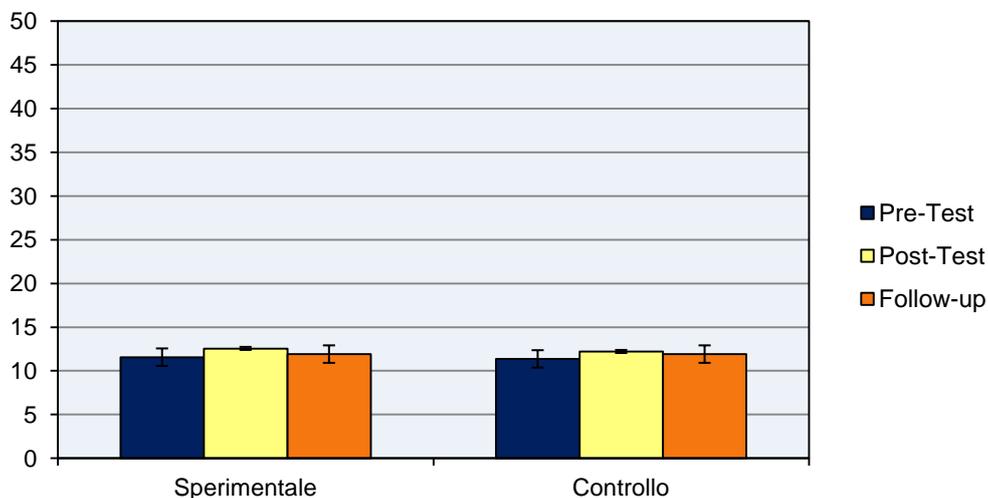
Per quanto riguarda l'indice di interferenza nello Stroop, è emerso dall'effetto significativo della Sessione,  $F_{(2,76)}=64.40$ ,  $p<.001$ ,  $\eta_p^2=.63$ , ad indicare un peggioramento della prestazione nella prova al post-test ( $MDiff.=-.92$ ,  $p<.001$ ) e follow-up rispetto al pre-test ( $MDiff.=-.86$ ,  $p<.001$ ). L'effetto del Gruppo,  $F_{(2,76)}=1.28$ ,  $p>.05$ ,  $\eta_p^2=.03$ , e l'interazione Gruppo x Sessione,  $F<1$ , non erano significativi (si veda Figura 44)

Figura 44. Test di Stroop: valore medio dell'indice di interferenza nel Test di Stroop e nel gruppo sperimentale e di controllo nelle tre sessioni (pre-test, post-test e follow-up). Le barre d'errore rappresentano l'errore standard.



Anche nel Test di Cattell è stato evidenziato solo un miglioramento dovuto alla pratica nella prova e nessun effetto attribuibile al training (si veda la Figura 45).

Figura 45. Test di Cattell: punteggio medio ottenuto nella prova dal gruppo sperimentale e di controllo nelle tre sessioni (pre-test, post-test e follow-up). Le barre d'errore rappresentano l'errore standard.



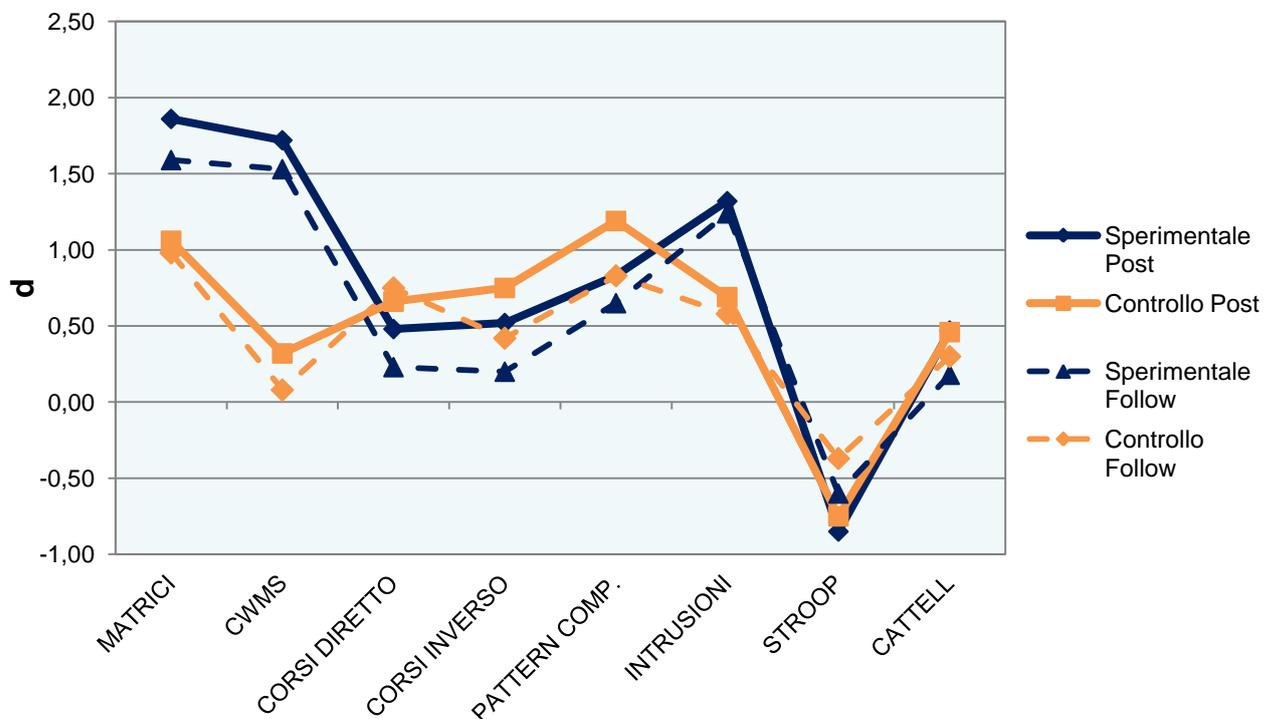
Infatti le analisi hanno evidenziato solo l'effetto principale della Sessione,  $F_{(2,76)}=12.94$ ,  $p<.01$ ,  $\eta_p^2=.25$ , ad indicare che la prestazione di tutti i partecipanti era migliore al post-test rispetto al pre-test ( $MDiff.=-.93$ ,  $p<.01$ ) per poi tornare ai livelli iniziali al follow-up. L'effetto del Gruppo e l'interazione Gruppo x Sessione non erano significativi,  $F<1$ .

### Analisi del Beneficio

Com'è possibile notare dall'osservazione del Grafico (si veda la Figura 46) la dimensione del beneficio ottenuto dal gruppo sperimentale a seguito del training è stata ampia per quanto riguarda la prova criterio (Matrici attentive,  $d=1.86$ ), la prova di memoria di lavoro verbale (CWMS,  $d=1.72$ ) e il numero di intrusioni nel CWMS ( $d=1.32$ ). Anche nel gruppo di controllo è possibile evidenziare un effetto ampio nelle Matrici attentive ( $d=1.06$ ), che è tuttavia significativamente minore di quello ottenuto dal gruppo sperimentale. Nelle restanti prove l'effetto del training è stato medio o basso e non si è discostato significativamente dai valori emersi nel gruppo di controllo.

Dal confronto tra la prestazione del pre-test e del follow-up è emerso come tutti gli effetti evidenziati si siano mantenuti a distanza di 8 mesi dalla fine del training.

Figura 46. Beneficio ottenuto dal gruppo sperimentale e di controllo nelle misure d'interesse alla fine del training e a distanza di 8 mesi.



### 3.5.4. Discussione

In questo studio sono stati valutati gli effetti del training di memoria di lavoro visuo-spaziale in grandi vecchi. I risultati ottenuti sono in linea con quelli dei nostri precedenti studi e le ricerche presenti in letteratura (Buschkuehl et al., 2008; Li et al., 2008; Brehmer et al., 2008) che evidenziano da una parte la possibilità di intervenire anche nella quarta età e dall'altra scarsi effetti di generalizzazione a seguito di training che utilizzano materiale visuo-spaziale. I grandi vecchi che hanno partecipato al training hanno ottenuto, infatti, solo un beneficio specifico nella prova di memoria di lavoro visuo-spaziale che generalizza alla modalità verbale. L'unico effetto di generalizzazione lontano emerso riguarda la proporzione di intrusioni nel CWMS. A differenza dello Studio 4, non è stato trovato alcun effetto sulle prove di memoria a breve termine attiva e passiva, questo potrebbe essere dovuto al fatto che entrambe le prove sono sensibili all'uso delle strategie (Borella et al., 2010) che i grandi vecchi, a differenza dei giovani anziani, tendono a non sviluppare ed utilizzare spontaneamente (Verhaeghen e Marcoen, 1996).

Seppur quantitativamente limitati, gli effetti ottenuti sono ampi e si mantengono a distanza di 8 mesi dalla fine del training. Ciò evidenzia come sia possibile apportare cambiamenti duraturi nonostante il declino cognitivo più marcato delle abilità visuo-spaziali e come anche i grandi vecchi possano incrementare le proprie abilità se direttamente esercitate.

Anche in questo caso la mancanza di effetti di generalizzazione lontani potrebbe essere dovuta al tipo di materiale utilizzato: molto astratto, poco familiare, che rende difficile l'automonitoraggio dei propri progressi e che rende, quindi, il training poco motivante. Questi aspetti potrebbero aver reso lo svolgimento del compito più impegnativo del CWMS e la scarsa percezione di auto-efficacia potrebbe aver influito particolarmente sui grandi vecchi, più sensibili agli stereotipi riguardo al declino della prestazione all'avanzare dell'età.

Studi futuri dovranno tenere in considerazione queste limitazioni proponendo materiale più familiare, inoltre sarebbe interessante valutare gli effetti di generalizzazione a livello di abilità come l'orientamento spaziale ed il ricordo di posizioni di oggetti, nelle quali la memoria di lavoro visuo-spaziale gioca un ruolo preponderante.

### **3.6. TRAINING DI MEMORIA DI LAVORO VERBALE E VISUO- SPAZIALE: EFFETTI DI GENERALIZZAZIONE DEL BENEFICIO**

#### **3.6.1. Obiettivi**

L'obiettivo di questo studio era quello di valutare gli effetti di un training in cui veniva alternato l'allenamento in un compito di memoria di lavoro verbale con quello in una prova visuo-spaziale. In letteratura è stata proposta tale procedura sia a giovani (Chein e Morrison, 2010) che ad anziani (Richmond et al., 2011; Brehmer et al., 2012), al fine di ridurre la possibilità di sviluppo di strategie materiale-specifiche; i risultati hanno evidenziato sia effetti di generalizzazione vicini che ad abilità più lontane, seppure in misura limitata. In particolare si sono volute alternare le prime due sessioni dei training di memoria di lavoro verbale e visuo-spaziale, precedentemente presentati, con il fine ultimo di comprendere se fosse più utile un breve intervento mirato su un solo dominio della memoria di lavoro o l'esercizio di più aspetti contemporaneamente. Si è inoltre scelto di valutare gli effetti di generalizzazione all'abilità di aggiornamento, teoricamente implicata nel buon funzionamento della memoria di lavoro, con un compito verbale ed uno visuo-spaziale. Per quanto riguarda gli effetti di generalizzazione lontani, in questo studio eravamo particolarmente interessati alle tre funzioni dell'inibizione (accesso, soppressione, restrizione), dato che molti autori si sono occupati dell'effetto dei training di memoria di lavoro su questo meccanismo cognitivo di base, limitandosi ad analizzare la funzione di restrizione (es. tramite lo Stroop). Sono stati inoltre proposti una prova di velocità di elaborazione ed una di *problem solving*. Infine, è stato programmato un follow-up a 6 mesi, ancora in corso, per valutare il mantenimento degli effetti nel tempo. I risultati di questo training sono ancora preliminari ma, per completezza, si è deciso di riportarli comunque.

#### **3.6.2. Metodo**

##### *Partecipanti*

Hanno preso parte all'esperimento 70 giovani anziani, tra i 65 ai 75 anni, residenti nelle provincie di Vicenza e Verona. Tutti i partecipanti erano di madrelingua italiana, attivi e in buona salute. E' stato infatti somministrato un questionario sulla salute al fine di escludere

eventuali soggetti non idonei allo svolgimento delle prove proposte secondo i criteri proposti da Crook e al. (1986).

Metà dei partecipanti è stata assegnata casualmente al gruppo sperimentale, mentre i rimanenti sono andati a formare il gruppo di controllo. I due gruppi non differivano significativamente per età, scolarità ( $F < 1$ ), e vocabolario ( $F < 1$ ) (WAIS-R, Wechsler, 1981) (si veda la Tabella 13).

*Tabella 13 . Caratteristiche demografiche dei partecipanti.*

	Sperimentale		Controllo	
	M	DS	M	DS
<b>Età</b>	68.49	3.48	68.11	3.34
<b>Scolarità</b>	9.94	2.65	9.80	2.26
<b>Vocabolario</b>	47.51	12.84	45.51	11.42

*M= media, SD= deviazione standard.*

### *Materiali*

#### *Effetti Specifici*

*Categorization Working memory Span Task* (CWMS, Borella et al., 2008). Si tratta di una prova di memoria di lavoro verbale ed è composta da 20 liste di 5 parole (complessivamente 100 parole) organizzate in set contenenti da 3 a 6 liste. Ogni lista può contenere da 0 a 2 nomi di animali. Il test è stato audio-registrato con un tempo di lettura tra una parola e l'altra di 1 sec. e tra una lista e l'altra di 2. Dopo 1 sec. dalla lettura dell'ultima parola della lista un suono ne indica la fine. Al partecipante era richiesto di ascoltare le liste, memorizzare la parola finale di ciascuna e, alla fine di ogni set, ricordare le parole in ultima posizione nel corretto ordine di presentazione. Oltre al compito di memoria era richiesto di svolgere un compito secondario ossia battere la mano sul tavolo ogni volta che compariva il nome di un animale. La consegna veniva letta dallo sperimentatore che si assicurava della corretta comprensione della stessa, venivano inoltre presentati due set da 2 liste come esempio per facilitare la familiarizzazione con il compito. Il numero totale di parole correttamente ricordate rappresentava l'indice della capacità di memoria di lavoro verbale (punteggio massimo 20) mentre la proporzione di intrusioni sulle parole correttamente ricordate era considerato come indice delle capacità inibitorie (De Beni et al., 1998). Sono state utilizzate due versioni parallele del CWMS la cui presentazione è stata controbilanciata per sessione e tra i partecipanti.

### *Matrici Visuo-spaziali (Cornoldi et al., 2007)*

Si trattava di un compito di memoria di lavoro visuo-spaziale, che richiede il mantenimento e la contemporanea elaborazione delle informazioni. La prova viene presentata al computer e consiste in 60 griglie 4x4 con celle bianche e grigie che vengono presentate a distanza di 2 secondi l'una dall'altra. Le griglie sono raggruppate in set contenenti da un minimo di 2 ad un massimo di 6 griglie ciascuno (3 set per ogni livello). In ogni griglia compare un pallino nero che si sposta per tre volte all'interno delle celle, al ritmo di uno spostamento al secondo. Il compito del partecipante era quello di osservare le di griglie e memorizzare la posizione finale del pallino (la terza) di ognuna di esse. Concluso il set, sullo schermo del computer appariva una griglia bianca dove i soggetti dovevano indicare la posizione finale del pallino in ogni griglia che avevano visto (fase di mantenimento). Oltre al compito di memoria, veniva richiesto di svolgere un compito secondario, ossia premere la barra spaziatrice ogni volta che il pallino nero cadeva in una cella grigia (fase di elaborazione). Le istruzioni venivano lette dallo sperimentatore e 2 serie di griglie venivano proposte come esempio prima di iniziare la prova. Il numero totale di posizioni correttamente ricordate rappresentava l'indice della capacità di memoria di lavoro visuo-spaziale (punteggio massimo 60). Sono state utilizzate due versioni parallele la cui presentazione è stata controbilanciata per sessione e tra i partecipanti.

### *Effetti di generalizzazione vicini*

*Working Memory Updating Word Span* (adattata da Carretti et al., 2010). Questa prova verbale di aggiornamento consiste in 10 liste composte da un numero crescente (da 2 a 12) di nomi di oggetti di diverse dimensioni. I partecipanti erano invitati ad ascoltare le liste di nomi che venivano letti dallo sperimentatore a distanza di 1 sec. l'uno dall'altro. Il compito del partecipante era quello di ricordare un numero crescente di "oggetti più piccoli" (da 1 a 5). Venivano presentate due liste per ciascun livello di difficoltà. La variabile dipendente era il numero di parole correttamente ricordate (punteggio massimo 30), veniva inoltre considerato il numero di intrusioni. Anche per questa prova sono state usate due versioni parallele il cui ordine di presentazione è stato controbilanciato tra le sessioni di pre-test, post-test e follow-up e tra i partecipanti.

*Keep-track* (adattata da Fiore, 2010). Questa prova di aggiornamento visuo-spaziale, presentata al computer, consiste in griglie 5x5 su cui compaiono una alla volta e in posizioni diverse delle figure geometriche. Il compito del partecipante era quello di ricordare la

posizione finale delle figure geometriche target (da 2 a 5). I tipi di figura a cui il partecipante doveva prestare attenzione venivano indicati sotto la griglia e ivi rimanevano per tutto il tempo della prova. Ai fini dello scoring è stato conteggiato il numero di posizioni correttamente ricordate (punteggio massimo 14). Erano presenti due versioni parallele di questa prova che sono state controbilanciate per sessione e tra i partecipanti.

#### *Effetti di generalizzazione lontani*

*Brani con distrattori* (Connelly, Hasher e Zacks, 1991). Questa prova di inibizione è stata utilizzata per misurare la funzione d'accesso e consiste in 5 brani, di circa 156 parole, scritti in italico. Tre dei 5 brani contengono dei distrattori, ossia parole scritte in stampatello che devono essere ignorate durante la lettura. Il compito del partecipante era quello di leggere ciascun brano e rispondere a quattro domande a scelta multipla circa il contenuto dello stesso. La consegna veniva letta dallo sperimentatore che si accertava della corretta comprensione della stessa.

Le variabili dipendenti considerate ai fini dello scoring erano:

- tempo di lettura di ciascun brano
- numero di risposte corrette (punteggio massimo 16)
- indice di interferenza [(Brani con distrattori - Brani senza distrattori)/ Brani senza distrattori] sia per il tempo di lettura che per le risposte corrette.

Erano presenti due versioni parallele di questa prova che sono state controbilanciate per sessione e tra i partecipanti.

*Test di Stroop* (adattato da Trenergy et al., 1989). Questa prova d'inibizione è stata utilizzata per misurare la funzione di restrizione. È composta da 6 fogli nei quali sono stampati nomi di colori in 3 condizioni: in un colore diverso da quello scritto, es. "GIALLO" scritto con inchiostro blu (condizione incongruente), nello stesso colore (condizione congruente) o delle X colorate (condizione neutra). Il compito del partecipante era quello di denominare il più velocemente possibile il colore. Le consegne venivano lette dallo sperimentatore che presentava alcuni item di prova prima di ogni condizione. Le variabili dipendenti erano il numero di errori commessi e il tempo di lettura in ciascuna condizione. È stato calcolato l'indice di interferenza (velocità condizione incongruente - velocità condizione congruente/velocità condizione neutra) per tenere in considerazione le differenze individuali (Ludwig et al., 2010).

*Prova di interferenza proattiva- IP-* (adattato da Kane e Engle, 2000). Questa prova è stata proposta al fine di misurare la funzione di soppressione dell'inibizione e consiste in 4 liste contenenti 8 parole, lette dallo sperimentatore al ritmo di una al secondo. Le parole all'interno delle prime tre liste appartengono ad una stessa categoria (es. frutta), mentre le parole della quarta lista appartengono ad una categoria diversa (es. parti del corpo). Lo sperimentatore leggeva le parole della lista al ritmo di una al secondo e il compito del partecipante era quello di cercare di memorizzarne il maggior numero possibile. Terminata la lettura della lista, il partecipante veniva invitato a svolgere un compito distraente, ossia contare in avanti partendo da una coppia lettera-numero (es. D-20); dopo 16 sec. veniva interrotto e gli veniva chiesto di ricordare il maggior numero di parole possibile. Il tempo concesso per la rievocazione era di 20 secondi, poi si passava alla lista successiva.

Ai fini dello scoring sono stati conteggiati i seguenti indici:

- numero totale di parole correttamente ricordate (punteggio massimo 64)
- indici di suscettibilità all'interferenza:  $IP_{12} = (Lista1 - Lista2) / Lista1$  ed  $IP_{22} = (Lista1 - Lista3) / Lista1$
- numero di combinazioni lettera-numero corrette

Erano presenti due versioni parallele di questa prova che sono state controbilanciate per sessione e tra i partecipanti.

*Patter comparison* (adattato da Salthouse e Babcock, 1991). Questa prova di velocità di elaborazione consiste in 60 coppie di simboli divisi in due fogli, I partecipanti dovevano confrontare il più velocemente possibile i due simboli di ciascuna coppia e scrivere S (Si) se erano uguali e N (No) se erano diversi. Venivano presentate tre coppie di simboli come esempio prima di iniziare la prova. Le variabili dipendenti considerate erano il numero di risposte corrette e la velocità d'esecuzione.

*Test di Cattell -scala 3-* (Cattell e Cattell, 1963). Si tratta di una prova atta a misurare l'abilità di problem solving. La scala 3, in particolare, consiste in due versioni parallele la cui presentazione è stata controbilanciata per sessione e tra i partecipanti. Entrambe le versioni contengono 4 sub-test in cui il partecipante era invitato a completare alcuni compiti, in un tempo limitato:

- Serie: il partecipante era invitato a completare 13 serie di figure scegliendo tra le 5 proposte la più adeguata (3 minuti).
- Classificazioni: il partecipante doveva indicare quali erano le figure con caratteristiche diverse all'interno della serie (14 item, tempo massimo 4 minuti).

- Matrici: il partecipante era invitato a completare 13 matrici logiche scegliendo tra uno dei simboli proposti (tempo massimo è di 3 minuti).
- Condizioni: il partecipante era invitato ad indicare la condizione che duplicava quella iniziale (tempo massimo 2 minuti e 30 secondi).

La variabile dipendente era il numero di risposte corrette (punteggio massimo 50).

### *Procedura*

Tutti i partecipanti erano invitati a prendere parte a 7 incontri individuali. La prima, la sesta e la settima sessione (svolta a distanza di 6 mesi) duravano circa 1 h e 30 min. ed erano rispettivamente il pre-test, il post-test e il follow-up. Durante queste sessioni tutti i partecipanti completavano le prove precedentemente descritte che venivano presentate nel seguente ordine: Intervista sulla salute (solo al pre-test), Vocabolario (solo al pre-test), CWMS, Test di Stroop, Matrici visuo-spaziali, Brani con distrattori, Pattern comparison, Updating word span task, Prova di Interferenza proattiva, Keep-track, Test di Cattell.

Nelle quattro sessioni centrali, che si svolgevano con un intervallo di due giorni tra l'una e l'altra, il gruppo sperimentale prendeva parte al training mentre il gruppo di controllo svolgeva attività alternative (si veda la Tabella 14).

### *Attività specifiche di training*

Durante le quattro sessioni di training il gruppo sperimentale si esercitava alternativamente con versioni modificate del CWMS (sessioni 2 e 4) e delle Matrici visuo-spaziali (sessioni 3 e 5):

- Sessione 2. Era la prima sessione di training durante la quale veniva presentata la prova di memoria di lavoro verbale –CWMS- suddivisa in tre parti. Ogni parte era composta da 11 set contenenti da 2 a 5 liste di parole ciascuna. Il compito del partecipante era quello di battere la mano sul tavolo ogni ogniquale volta compariva il nome di un animale e di ricordare la parola finale di ogni lista (prima e terza parte) oppure la prima parola di ogni lista (seconda parte). Per ciascun livello di difficoltà (dalle 2 alle 5 parole da ricordare) venivano presentati 3 set di liste di parole, ad esclusione del livello 5 per il quale venivano presenti solo 2 set. La prova era adattiva: se il partecipante ricordava correttamente tutte le parole richieste di due dei tre set di un determinato livello, la prova aumentava di difficoltà altrimenti si interrompeva e lo sperimentatore proponeva la parte successiva a partire dal livello di difficoltà più basso (set da 2 liste).

- Sessione 3. Veniva presentata la prova di memoria di lavoro visuo-spaziale -Matrici visuo-spaziali-. Questa sessione era suddivisa in tre parti, ognuna delle quali era composta da 11 set contenenti da 2 a 5 matrici. Il compito del partecipante era quello di battere la mano sul tavolo quando il pallino cadeva in una cella grigia e di ricordare o la posizione finale del pallino in ogni matrice (prima e terza parte) o quella iniziale (seconda parte). Per ciascun livello di difficoltà (dalle 2 alle 5 posizioni da ricordare) venivano presentati 3 set di matrici, ad esclusione del livello 5 per il quale venivano presenti solo 2 set. Come nel caso precedente la prova era adattiva: se il partecipante svolgeva correttamente il compito ad un dato livello la difficoltà aumentava, altrimenti la prova si interrompeva e lo sperimentatore proponeva la parte successiva dal livello di difficoltà più basso.
- Sessione 4. Durante questo incontro i partecipanti si esercitavano nel CWMS. Le liste di parole erano raggruppate in 16 set che contenevano dalle 2 alle 5 liste (4 per ogni livello di difficoltà). Il compito del partecipante era quello di ricordare le parole seguite dal suono, la cui posizione varia all'interno della lista. Per evitare di confondere il partecipante, in questa sessione la fine di ciascuna sequenza era indicato da una pausa di silenzio di 2 sec. I partecipanti dovevano inoltre battere la mano sul tavolo in corrispondenza dei nomi di un animali, la cui frequenza era manipolata all'interno delle liste. Più in particolare, per ciascun livello di difficoltà erano presenti due set in cui il compito secondario doveva essere svolto poco frequentemente e due in cui invece in cui i nomi di animali erano molto frequenti. La prova doveva essere svolta per tutta la sua lunghezza.
- Sessione 5. In questa sessione venivano nuovamente presentate le matrici visuo-spaziali organizzate in 16 set contenenti da 2 alle 5 matrici ciascuno. Il compito del partecipante era quello di svolgere il compito classico, ossia ricordare la posizione finale (la terza) di ogni matrice e battere la mano sul tavolo quando il pallino cadeva su una cella grigia. Tuttavia veniva manipolata la frequenza con cui era richiesto di svolgere il compito secondario: per ciascun livello di difficoltà erano presenti 2 set in cui le matrici contenevano molte celle grigie (compito secondario frequente) e 2 set in cui le matrici ne contenevano poche (compito secondario poco frequente). La prova doveva essere svolta per tutta la sua lunghezza.

### Attività del gruppo di controllo

Il gruppo di controllo compilava gli stessi questionari proposti nel il training verbale:

- Sessione 2. *Agenda Autobiografica* (De Beni et al., 2008).
- *Questionario MW* (Zavagnin et al., in revisione).
- Sessione 3. *Questionario del Ben-Essere Percepito e della Qualità di Vita nell'Invecchiamento* (De Beni et al., 2009).
- Sessione 4. *Sensibilità alla memoria* (De Beni et al., 2008).

Tabella 14. Descrizione delle attività svolte nelle sessioni sperimentali da ciascun gruppo.

Sessione	Sperimentale	Controllo
1 <sup>a</sup>	<b>Pre-test:</b> Intervista sulla salute, Vocabolario, CWMS, Test di Stroop, Matrici visuo-spaziali, Brani con distrattori, Pattern comparison, Updaring word span, Prova di Interferenza proattiva, Keep-track, Cattell.	
2 <sup>a</sup>	<b>CWMS:</b> suddiviso in 3 parti (1 <sup>a</sup> -3 <sup>a</sup> ricordo dell'ultima parola di ogni lista, 2 <sup>a</sup> ricordo della prima parola). Segnalare quando compare il nome di un animale	Agenda autobiografica
3 <sup>a</sup>	<b>Matrici visuo-spaziali:</b> suddiviso in 3 parti (1 <sup>a</sup> - 3 <sup>a</sup> ricordo dell'ultima posizione del pallino in ogni matrice, 2 <sup>a</sup> ricordo della prima posizione). Segnalare quando il pallino cade in una cella grigia. La sessione era adattiva.	Questionario MW
4 <sup>a</sup>	<b>CWMS:</b> ricordare alternativamente l'ultima o la prima parola della lista e battere la mano sul tavolo quando compare il nome di un animale (compito secondario poco o molto frequente). <b>Matrici visuo-spaziali:</b> Ricordare l'ultima posizione del pallino in ogni matrice e battere la	Questionario sul benessere percepito (Ben-SSC)
5 <sup>a</sup>	mano sul tavolo quando il pallino cade in una cella grigia. Il numero di celle grigie varia (compito secondario poco o molto frequente).	Sensibilità alla memoria
5 <sup>a</sup>	<b>Post-test:</b> CWMS, Test di Stroop, Matrici visuo-spaziali, Brani con distrattori, Pattern comparison, Updaring word span, Prova di Interferenza proattiva, Keep-track, Cattell.	
6 <sup>a</sup>	<b>Follow-up (6 mesi):</b> CWMS, Test di Stroop, Matrici visuo-spaziali, Brani con distrattori, Pattern comparison, Updaring word span, Prova di Interferenza proattiva, Keep-track, Cattell.	

### 3.6.3. Risultati

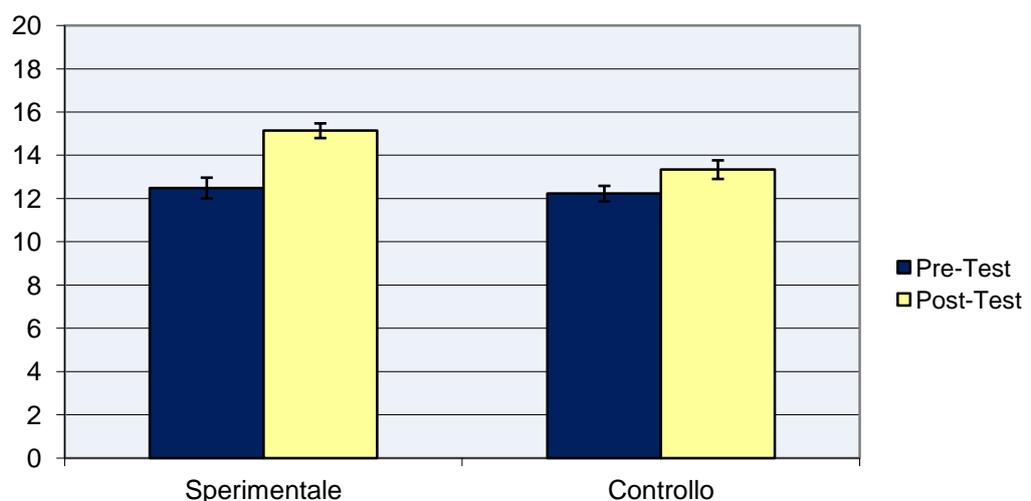
Le analisi preliminari hanno evidenziato delle differenze significative al pre-test nel valore dell'indice di interferenza relativo alle risposte corrette nei brani con distrattori,  $F_{(1,68)}=5,16$ ,  $p<.05$ ,  $\eta_p^2=.07$ , e nel punteggio ottenuto al Test di Cattell,  $F_{(1,68)}=9.08$ ,  $p<.01$ ,

$\eta_p^2=.11$ . Nessuna differenza significativa è stata evidenziata nelle restanti prove. È stata condotta un'ANOVA a misure ripetute con disegno misto con il Gruppo (sperimentale, controllo) come variabile tra i soggetti e la Sessione (pre-test vs post-test) come variabile entro i soggetti al fine di evidenziare eventuali variazioni della prestazione nelle prove oggetto d'indagine. Infine, è stato calcolato l'*effect-size* per analizzare la grandezza del beneficio sia specifico che di generalizzazione.

### *Effetti specifici*

Nella prova di memoria di lavoro verbale i risultati hanno evidenziato un incremento della prestazione a seguito del training. Dalle analisi è emerso l'effetto significativo del Gruppo,  $F_{(1,68)}=4.14$ ,  $p=.05$ ,  $\eta_p^2=.06$ , che indicava un maggior numero di parole ricordate dal gruppo sperimentale rispetto al controllo ( $MDiff.=1.03$ ,  $p<.05$ ), e della Sessione,  $F_{(1,68)}=50.46$ ,  $p<.001$ ,  $\eta_p^2=.43$ , con un incremento delle parole ricordate dal pre-test alle sessioni di post-test ( $MDiff.=-1.89$ ,  $p<.001$ ). Anche l'interazione Gruppo x Sessione era significativa,  $F_{(1,68)}= 8.45$ ,  $p<.01$ ,  $\eta_p^2=.11$ , e dai confronti post-hoc è emerso che sia la prestazione del gruppo di controllo ( $MDiff.=-2.26$ ,  $p<.001$ ) che del gruppo sperimentale ( $MDiff.=-1.11$ ,  $p<.001$ ) migliorava al post-test. Tuttavia al post-test il gruppo sperimentale ricordava significativamente più parole del controllo ( $MDiff.=1.80$ ,  $p<.01$ ) (si veda la Figura 47).

Figura 47. CWMS: numero medio di parole correttamente ricordate dal gruppo sperimentale e di controllo nelle sessioni di pre- e post-test. Le barre d'errore rappresentano l'errore standard.

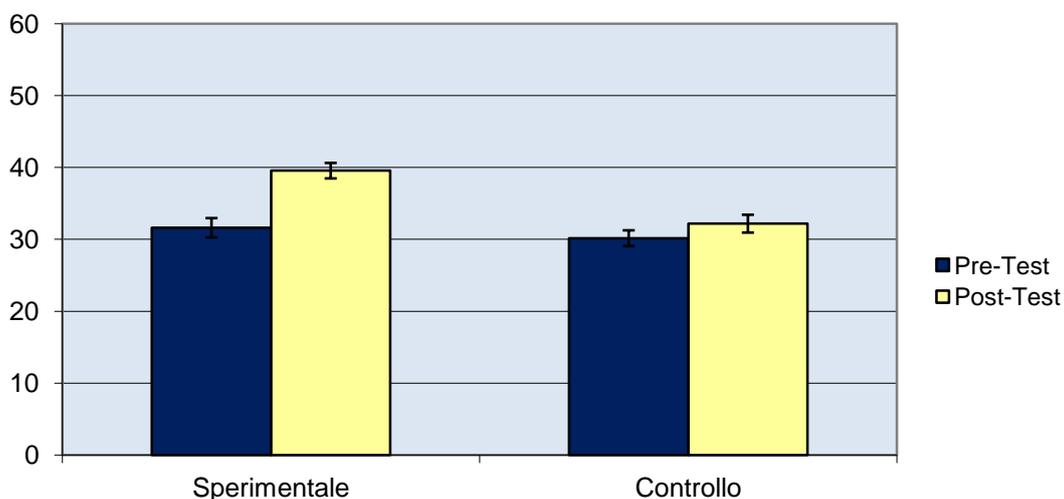


Per quanto riguarda la proporzione di intrusioni nel CWMS [invenzioni + intrusioni)/parole correttamente ricordate], le analisi non hanno evidenziato alcun effetto

significativo (Gruppo,  $F_{(1,68)}=3.38$ ,  $p>.05$ ,  $\eta_p^2=.05$ ; Sessione,  $F_{(1,68)}=21.42$ ,  $p>.05$ ,  $\eta_p^2=.02$ ; Gruppo x Sessione,  $F<1$ ).

I risultati hanno evidenziato un effetto specifico del training sulla prova di memoria di lavoro visuo-spaziale. Infatti le analisi hanno mostrato un effetto principale significativo del Gruppo,  $F_{(1,68)}=9.32$ ,  $p<.01$ ,  $\eta_p^2=.12$ , e della Sessione,  $F_{(1,68)}=32.34$ ,  $p<.001$ ,  $\eta_p^2=.32$ , ad indicare un maggior numero di posizioni correttamente ricordate nelle Matrici visuo-spaziali da parte del gruppo sperimentale rispetto a quello di controllo ( $MDiff.=4.41$ ,  $p<.01$ ) ed un incremento tra pre-test e post-test ( $MDiff.=-4.99$ ,  $p<.001$ ). Anche l'interazione Gruppo x Sessione era significativa,  $F_{(1,68)}=11.38$ ,  $p<.01$ ,  $\eta_p^2=.14$ , ed i confronti post-hoc con il metodo di Bonferroni hanno permesso di evidenziare che la prestazione del gruppo sperimentale era migliore al post-test rispetto al pre-test ( $MDiff.=-7.94$ ,  $p<.001$ ). Inoltre, dopo il training, il gruppo sperimentale ricordava significativamente più posizioni del gruppo di controllo ( $MDiff.=7.94$ ,  $p<.001$ ) (si veda Figura 48).

Figura 48. Matrici visuo-spaziali: numero medio di posizioni correttamente ricordate dal gruppo sperimentale e di controllo nelle sessioni di pre- e post-test. Le barre d'errore rappresentano l'errore standard.

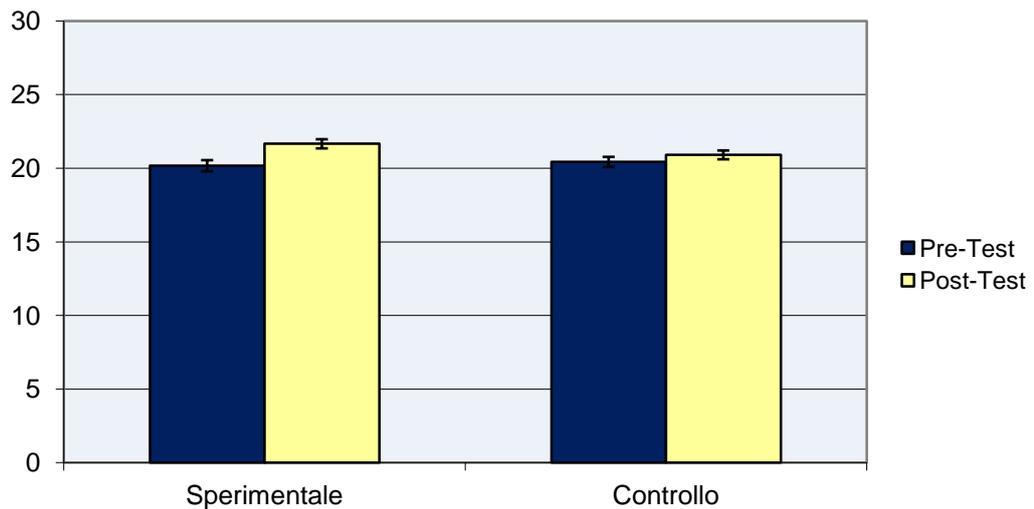


#### Effetti di generalizzazione vicini

Per quanto riguarda la prova di aggiornamento verbale, i risultati hanno evidenziato un incremento della prestazione del gruppo sperimentale al post-test. L'effetto principale del Gruppo non era significativo,  $F<1$ . Sono risultati, invece, significativi l'effetto della Sessione,  $F_{(1,68)}= 15.34$ ,  $p<.001$ ,  $\eta_p^2=.18$ , con un incremento del numero di parole correttamente ricordate al Working memory updating word span nel post test ( $MDiff.=-.99$ ,  $p<.001$ ) e l'interazione Gruppo x Sessione,  $F_{(1,68)}= 3.95$ ,  $p=.05$ ,  $\eta_p^2=.06$ . I confronti post-hoc con

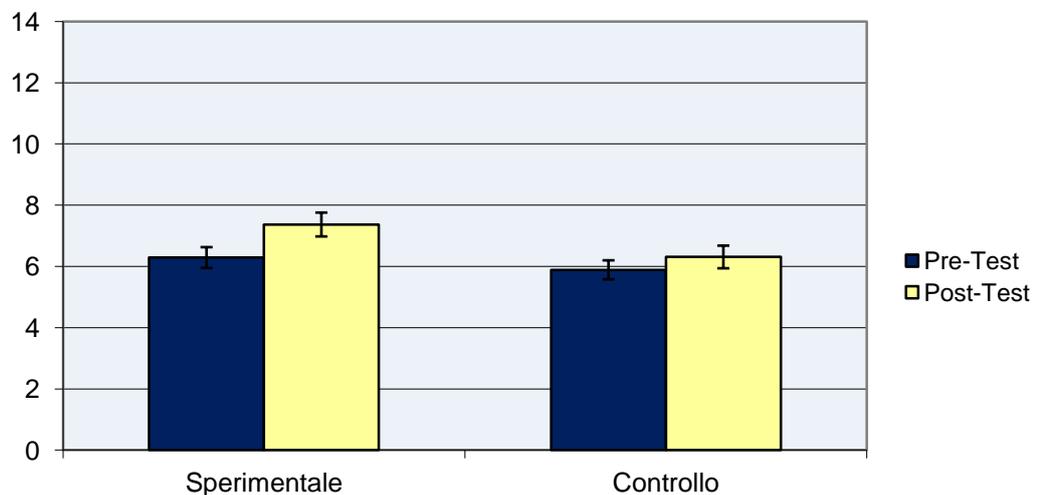
metodo di Bonferroni hanno evidenziato un aumento significativo delle parole ricordate dal gruppo sperimentale al post-test rispetto al pre-test ( $MDiff.=-1.49, p<.001$ ). La prestazione del gruppo di controllo non variava in modo significativo tra pre- e post-test (Figura 49).

Figura 49. Working memory updating word span: numero medio di parole correttamente ricordate dal gruppo sperimentale e di controllo nel post-test rispetto al pre-test. Le barre d'errore rappresentano l'errore standard.



Nel Keep-track, le analisi hanno infatti evidenziato solo l'effetto principale significativo della Sessione,  $F_{(2,76)}=6.33, p<.05, \eta_p^2=.09$ , che indicava un incremento della prestazione tra pre-test e post-test ( $MDiff.=-.76, p<.05$ ). L'effetto del Gruppo,  $F_{(1,38)}=3.34, p>.05, \eta_p^2=.05$ , e l'interazione Gruppo x Sessione,  $F_{(2,76)}= 1.19, p>.05, \eta_p^2=.02$ , non erano, invece, significativi (si veda la Figura 50)

Figura 50. Keep-track: numero medio di posizioni correttamente ricordate dal gruppo sperimentale e di controllo nelle sessioni di pre- e post-test. Le barre d'errore rappresentano l'errore standard.

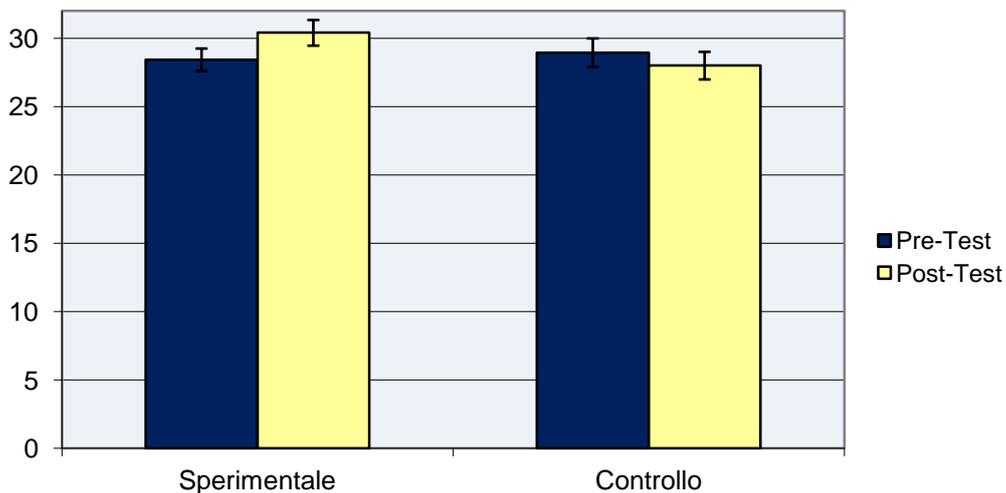


### *Effetti di generalizzazione lontani*

Nella prova di interferenza proattiva è stato evidenziato un effetto del training sul numero totale di parole correttamente ricordare ma nessun effetto sugli indici di suscettibilità all'interferenza. In particolare, per quanto concerne il numero totale di parole correttamente ricordate i risultati hanno evidenziato che l'effetto del Gruppo e della Sessione non erano significativi ( $F < 1$ ). L'interazione Gruppo x Sessione era invece significativa,  $F_{(1,68)} = 7.72$ ,  $p < .01$ ,  $\eta_p^2 = .10$ , ed i confronti post-hoc hanno permesso di evidenziare come il gruppo sperimentale ricordasse significativamente più parole al post-test che al pre-test ( $MDiff. = 1.08$ ,  $p < .001$ ) (si veda la Figura 51).

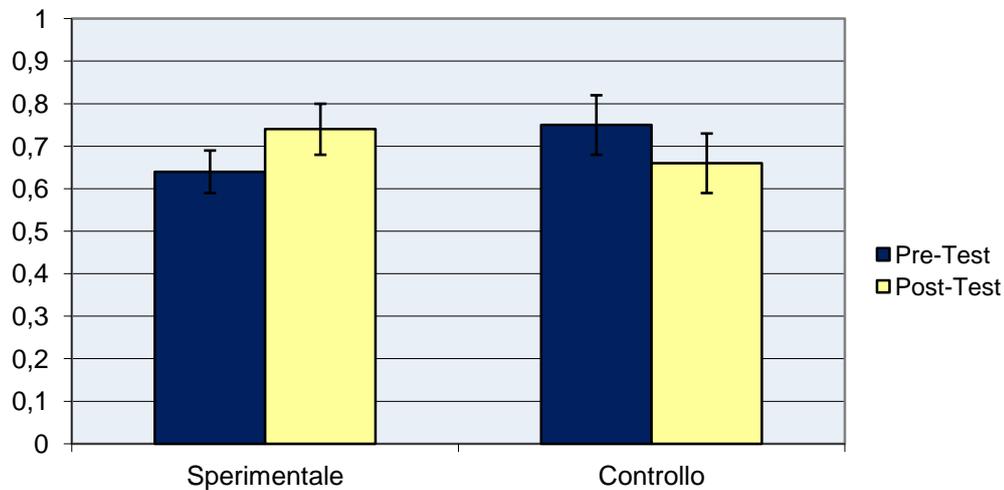
Considerando, invece, nello specifico l'indice di suscettibilità all'interferenza IP12 [(Lista2-Lista1)/Lista1], i risultati hanno evidenziato come l'effetto del Gruppo e della Sessione non siano significativi. È invece emersa un'interazione significativa Gruppo x Sessione,  $F_{(1,68)} = 5.26$ ,  $p < .05$ ,  $\eta_p^2 = .06$ , tuttavia i confronti a coppie con metodo di Bonferroni non hanno evidenziato differenze significative. Neanche per quanto riguarda l'indice IP 22 [(Lista3-Lista1)/Lista1] sono emerse differenze significative (Gruppo,  $F_{(1,68)} = 3.43$ ,  $p > .05$ ,  $\eta_p^2 = .06$ ; Sessione,  $F < 1$ ; Gruppo x Sessione,  $F < 1$ )

*Figura 51. Interferenza proattiva: numero medio di parole correttamente ricordate dal gruppo sperimentale e di controllo nelle sessioni di pre-test e post-test. Le barre d'errore rappresentano l'errore standard.*



Non sono stati evidenziati effetti del training nel Test di Stroop (si veda la Figura 52). I punteggi ottenuti nell'indice di interferenza non differivano in modo significativo né tra i due gruppi né tra le sessioni (Gruppo,  $F < 1$ ; Sessione,  $F < 1$ ; Gruppo x Sessione,  $F_{(1,38)} = 2.93$ ,  $p > .05$ ,  $\eta_p^2 = .04$ ).

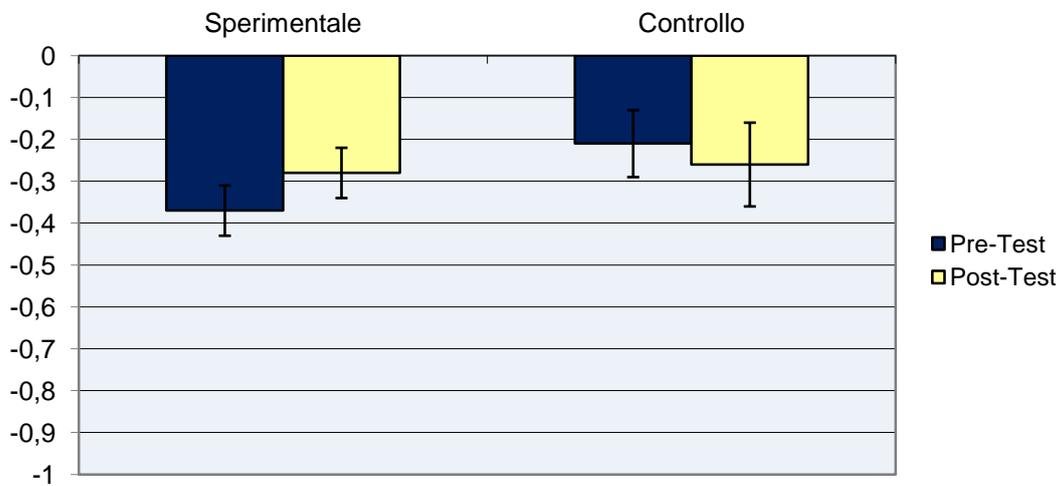
Figura 52. Test di Stroop: valore medio dell'indice di interferenza nel Test di Stroop e nel gruppo sperimentale e di controllo nelle sessioni di pre- e post-test. Le barre d'errore rappresentano l'errore standard.



Nei brani con distrattori è stato evidenziato un effetto significativo del training per quanto riguarda il numero di risposte corrette. Considerando i tempi di lettura [velocità media di lettura dei brani con distrattori - velocità media di lettura dei brani senza distrattori]/velocità media di lettura dei brani senza distrattori], infatti, l'effetto della Sessione non era significativo,  $F < 1$ . Al contrario sono stati evidenziati gli effetti significativi del Gruppo,  $F_{(1,68)} = 6.52$ ,  $p < .01$ ,  $\eta_p^2 = .09$ , che indicava un valore minore nell'indice di interferenza nel gruppo sperimentale rispetto al controllo ( $MDiff. = -.26$ ,  $p < .05$ ), e dell'interazione Gruppo x Sessione,  $F_{(1,68)} = 3.94$ ,  $p < .05$ ,  $\eta_p^2 = .06$ , che evidenziava come questa differenza significativa tra i due gruppi fosse presente solo al post-test ( $MDiff. = -.34$ ,  $p < .01$ ).

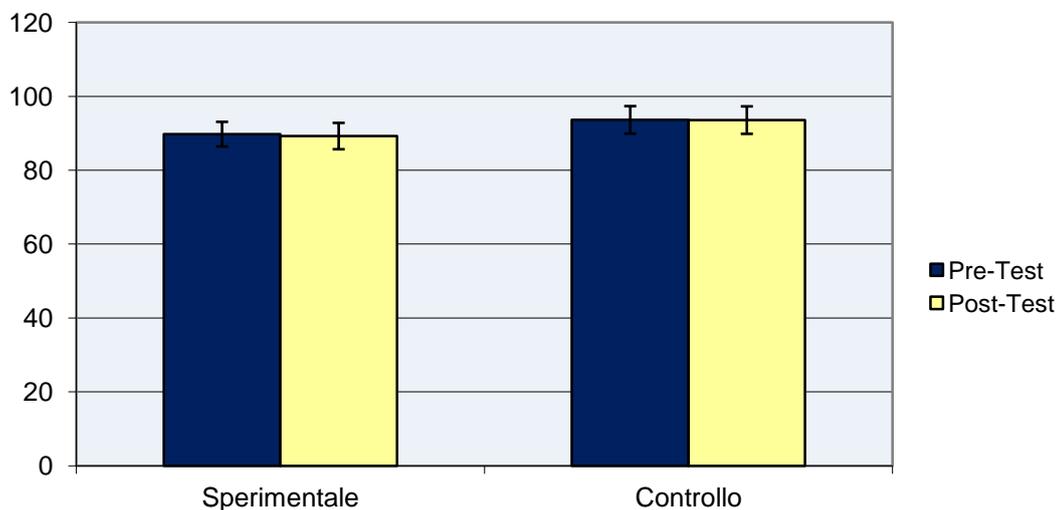
Per quanto riguarda la comprensione dei brani [(numero medio di risposte corrette nei brani con distrattori - numero medio di risposte corrette nei brani senza distrattori)/ numero medio di risposte corrette nei brani senza distrattori] l'effetto della Gruppo non era significativo,  $F < 1$ . Era invece significativo l'effetto della Sessione,  $F_{(1,68)} = 8.28$ ,  $p < .01$ ,  $\eta_p^2 = .11$ , che indicava una diminuzione dell'effetto di interferenza tra pre-test e post-test ( $MDiff. = -.09$ ,  $p < .001$ ). Anche l'interazione Gruppo x Sessione era significativa,  $F_{(1,68)} = 5.82$ ,  $p < .05$ ,  $\eta_p^2 = .08$ , ed i confronti post-hoc con Bonferroni hanno evidenziato una diminuzione dell'effetto di interferenza nel gruppo sperimentale tra pre- e post-test ( $MDiff. = -.16$ ,  $p < .001$ ). La prestazione del gruppo di controllo invece si è mantenuta costante (si veda la Figura 53).

Figura 53. Brani con i distrattori: valore medio dell'indice d'interferenza sul numero di risposte corrette da parte dal gruppo sperimentale e di controllo nelle sessioni di pre- e post-test. Le barre d'errore rappresentano l'errore standard.



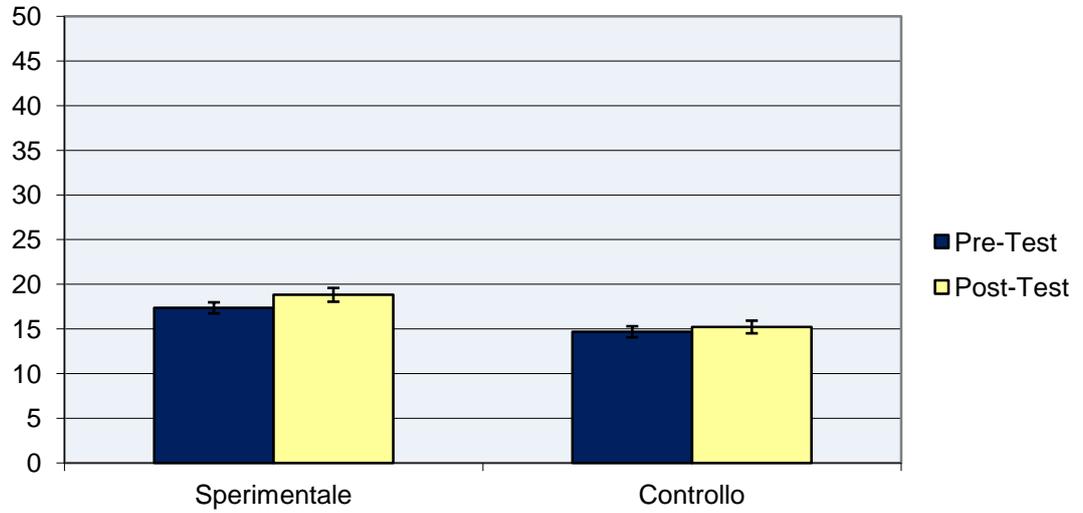
Per quanto riguarda il Pattern comparison, la velocità d'esecuzione della prova non differiva in modo significativo né tra i due gruppi né tra le sessioni,  $F < 1$  (Figura 54).

Figura 54. Pattern comparison: velocità media d'esecuzione della prova (sec.) da parte dal gruppo sperimentale e di controllo nelle sessioni di pre- e post-test. Le barre d'errore rappresentano l'errore standard.



Nel Test di Cattell, infine, gli effetti principali del Gruppo,  $F_{(1,68)}=13.75$ ,  $p < .001$ ,  $\eta_p^2=.17$ , e della Sessione,  $F_{(1,68)}=4.61$ ,  $p < .05$ ,  $\eta_p^2=.17$ , erano significativi ad indicare una migliore prestazione del gruppo sperimentale rispetto al controllo ( $MDiff.=3.13$ ,  $p < .001$ ) ed un incremento della prestazione dei due gruppi al post-test ( $MDiff.=-1.01$ ,  $p < .05$ ). L'interazione Gruppo x Sessione non era significativa,  $F < 1$  (si veda la Figura 55).

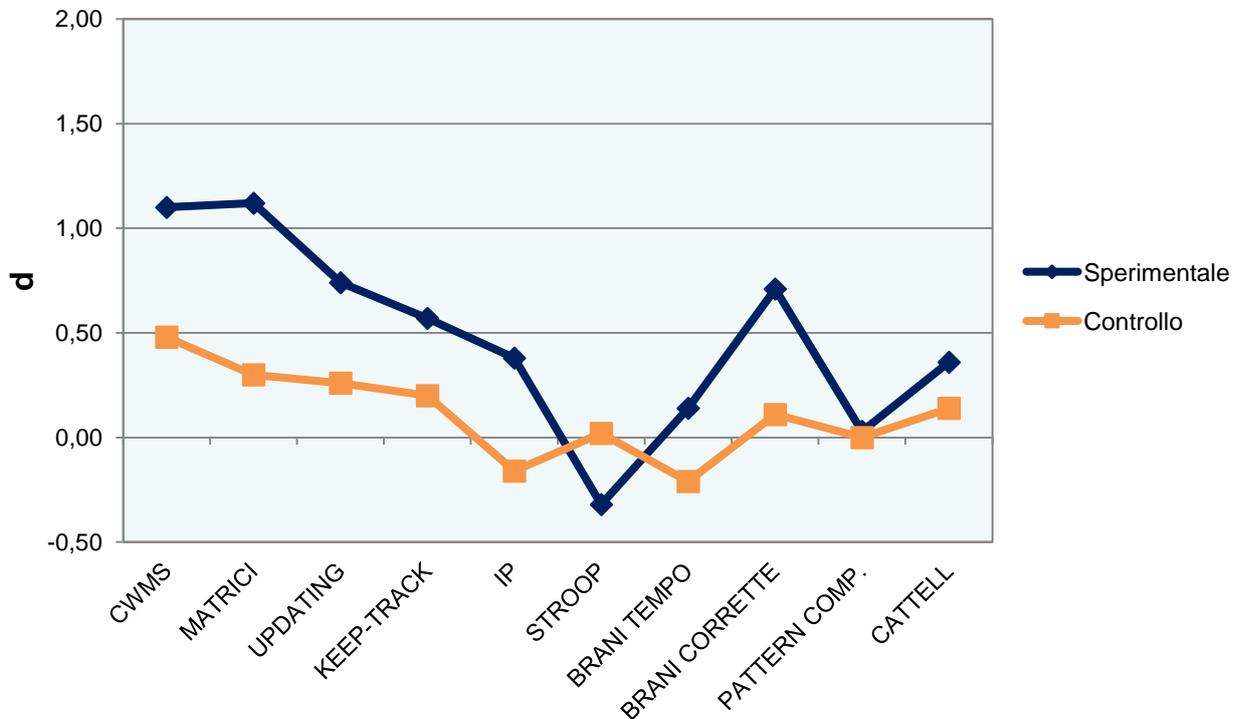
Figura 55. Test di Cattell: punteggio medio ottenuto nella prova dal gruppo sperimentale e di controllo nelle tre sessioni (pre-test, post-test e follow-up). Le barre d'errore rappresentano l'errore standard.



#### Analisi del Beneficio

È stato valutato il beneficio a seguito dell'intervento comparando la prestazione prima e dopo il training nelle misure d'interesse (si veda la Figura 56).

Grafico 56. Beneficio ottenuto dal gruppo sperimentale e di controllo nelle misure d'interesse.



L'analisi ha evidenziato, per il gruppo sperimentale, effetti ampi nei due compiti di memoria di lavoro verbale (CWMS,  $d=1.10$ ) e visuo-spaziale (Matrici attentive,  $d=1.12$ )

direttamente esercitati. Nelle due prove di aggiornamento verbale (Working memory updating word task,  $d=.74$ ) e visuo-spaziale (Keep-Track,  $d=.57$ ) sono emersi, invece, effetti moderati. Per quanto concerne gli effetti di generalizzazione lontani l'analisi ha evidenziato effetti moderati nei brani con distrattori solo relativamente all'indice di interferenza sul numero di risposte corrette ( $d=.71$ ). Tutti gli altri effetti, sia del gruppo sperimentale che di controllo erano bassi o nulli.

### 3.6.4. Discussione

In letteratura molti training di memoria di lavoro hanno proposto interventi in cui viene alternata la presentazione di materiale verbale e visuo-spaziale (es. nei giovani Chein e Morrison, 2010; negli anziani Richmond et al., 20011). In questo sesto studio ci siamo chiesti se questa procedura amplifichi i benefici rispetto a quelli ottenibili allenando una sola modalità. Abbiamo proposto un training "doppio", di quattro sessioni, in cui venivano presentate alternativamente le prime due sessioni del training di memoria di lavoro verbale (Borella et al. 2010) e le prime due del training visuo-spaziale. Per quanto riguarda gli effetti di generalizzazione ci siamo concentrati in particolare sull'abilità di aggiornamento verbale e visuo-spaziale e sulle tre funzioni dell'inibizione.

I risultati hanno evidenziato un incremento significativo della prestazione nei due compiti criterio (CWMS e Matrici visuo-spaziali) e nella prova di aggiornamento verbale (Working memory updating word span). È emerso inoltre un effetto di generalizzazione significativo per quanto riguarda il numero di parole ricordate nella prova di Interferenza proattiva che, tuttavia, non ha trovato riscontro negli indici di suscettibilità all'interferenza. Di conseguenza non può essere interpretato come un beneficio a seguito del training a livello della funzione di soppressione dell'inibizione (come confermato dal mancato effetto sulla proporzione di intrusioni nel CWMS) può essere piuttosto considerato come beneficio a livello di memoria episodica. Anche nei brani con distrattori è stato evidenziato un effetto significativo limitatamente alle risposte corrette. Tuttavia, al pre-test il gruppo sperimentale aveva un punteggio maggiore proprio in questo indice di interferenza e ciò potrebbe aver influenzato il risultato ottenuti. Questo aspetto assieme al mancato effetto sui tempi di lettura, rende difficile interpretare i benefici emersi sulla funzione d'accesso.

Confrontando i risultati ottenuti dal gruppo sperimentale con quelli evidenziati nel training di memoria di lavoro verbale (Borella et al., 2010) e visuo-spaziale (Studio 4), è possibile notare come i benefici siano minori e gli effetti meno ampi, anche per quanto

riguarda le prove direttamente esercitate. Inoltre, l'analisi preliminare delle prestazioni al follow-up (ancora in corso) evidenzia il ritorno alla *baseline* a distanza di 6 mesi dalla fine del training.

È possibile concludere che sembrerebbe più utile un intervento breve ma mirato piuttosto che un training rivolto a più componenti della memoria di lavoro che potrebbe richiedere più sessioni per portare a benefici apprezzabili. Tuttavia, se sono corrette le supposizioni circa la maggiore difficoltà nel monitoraggio della propria prestazione durante il training visuo-spaziale, in questo training tale aspetto può aver influito in misura ancora maggiore a causa dell'alternanza tra due tipi di compiti e la conseguente difficoltà nel monitorare l'incremento della prestazione da una sessione all'altra.



## *CAPITOLO IV*

### *DISCUSSIONE GENERALE E CONCLUSIONI*

#### **4.1. DISCUSSIONE**

La memoria di lavoro è uno dei meccanismi cognitivi che subisce un declino lineare all'avanzare dell'età (Salthouse e Babcock, 1991) Dato il suo ruolo nel determinare la prestazione in compiti cognitivi complessi (Kane et al., 2004), lo sviluppo di interventi atti a potenziarla e la valutazione della generalizzazione dei benefici alle abilità ad essa correlate, riveste un particolare interesse, sia in dal punto di vista teorico che applicativo. Infatti, da una parte permette di comprendere meglio quali siano i fattori che influenzano l'efficacia di un training e di conseguenza può suggerire i meccanismi che regolano i processi d'espressione della riserva cognitiva; d'altra parte permette di sviluppare interventi in grado di aumentare le competenze individuali nello svolgimento dei compiti cognitivi di ordine superiore, ad esempio legati alla comprensione del testo (Daneman e Merikle, 1996) ed al ragionamento (Kane et al., 2004), che gli anziani si trovano ad affrontare nella propria quotidianità, comportando un miglioramento della qualità di vita ed una maggiore autonomia.

Gli studi presenti in letteratura (Li et al. 2008; Buschkuehl et al., 2008; Borella et al., 2010; Schimedeck et al., 2010; Richmond et al., 2011) hanno evidenziato la possibilità di potenziare la memoria di lavoro verbale e visuo-spaziale anche negli anziani, ottenendo, in alcuni casi (es. Li et al. 2008; Schimedeck et al., 2010), effetti di generalizzazione del beneficio ad abilità vicine a quella direttamente esercitata. Tuttavia i risultati non sono univoci e non permettono di determinare con certezza quale sia il margine di intervento in popolazioni specifiche e quali le procedure più idonee per favorire il mantenimento dei benefici e la loro generalizzazione ad abilità sia vicine che lontane da quella direttamente esercitata. Di conseguenza sono stati proposti 6 studi attraverso i quali chiarire:: i) se sia possibile intervenire con successo anche in età molto avanzata (>75 anni) nonostante il declino cognitivo più accelerato che caratterizza questa fase della vita (Studi 1 e 5); ii) se anche anziani con patologia possano trarre beneficio dai training di memoria di lavoro, nonostante le minori risorse cognitive (Studio 2); iii) se e come sia possibile favorire la

generalizzazione ad abilità cognitive vicine a quelle necessarie nella vita di tutti i giorni (Studio 3); vi) se anche la modalità (verbale vs. visuo-spaziale) del materiale utilizzato durante il training giochi un ruolo importante nel facilitare la generalizzazione e il mantenimento dei benefici (Studi 4, 5 e 6).

Dati gli ampi effetti, sia specifici che di generalizzazione, ottenuti a seguito del training di memoria di lavoro verbale di Borella et al. (2010), nei primi due studi è stato proposto il medesimo intervento a grandi vecchi e giovani anziani con aMCI. Nel terzo studio l'esercizio nella prova di memoria di lavoro è stato affiancato ad un compito che richiedeva l'aggiornamento continuo delle informazioni in un contesto di comprensione del testo, al fine di favorire la generalizzazione all'abilità di comprensione di brani espositivi e testi spaziali, essenziale nella vita di tutti i giorni. Negli Studi 4 e 5 è stato proposto, a giovani anziani e a grandi vecchi, un training strutturalmente simile a quello di Borella et al. (2010) ma in cui venivano presentati degli stimoli visuo-spaziali. Infine nello Studio 6 è stata adottata una procedura in cui veniva alternato l'esercizio in una prova di memoria di lavoro verbale con quello in una visuo-spaziale. In tutti i training proposti, la procedura utilizzata è stata di tipo adattivo, con una variazione sistematica delle richieste di elaborazione e mantenimento delle informazioni, per impedire lo sviluppo di strategie compito-specifiche e favorire così la generalizzazione. Le sessioni sono state programmate ad intervalli regolari per dare ai partecipanti abbastanza tempo per consolidare le abilità acquisite, ma non troppo da rischiare la perdita degli effetti del training. La scelta dei compiti più idonei per valutare la generalizzazione dei benefici è stata fatta sulla base delle abilità teoricamente legate alla memoria di lavoro (Noack et al., 2009), categorizzate lungo un continuum dalle più vicine alle più lontane. Al fine di evitare che un eventuale incremento della prestazione a seguito del training fosse dovuto a fattori aspecifici (Shipstead et al., 2010), la prestazione del gruppo sperimentale è stata confrontata con quella di un gruppo di controllo attivo, che incontrava lo sperimentatore per lo stesso numero di sessioni ma senza fare pratica in compiti di memoria di lavoro.

In tutti gli studi sono emersi benefici specifici nella prova criterio, in linea con quanto riportato dalla letteratura, sia nei giovani anziani che in grandi vecchi e in anziani con aMCI. Dato che questo pattern di risultati non è stato evidenziato nel gruppo di controllo, è ragionevole assumere che l'incremento della prestazione in memoria di lavoro sia attribuibile all'effetto del training. È inoltre importante notare come la dimensione degli effetti specifici sia ampia e comparabile ( $d > 1.50$  in quasi tutti gli studi), ad esclusione del training verbale e

visuo-spaziale (Studio 6). Questi risultati confermano come sia possibile intervenire anche in età avanzata ed in presenza di patologia per incrementare la prestazione della memoria di lavoro.

Per quanto riguarda la generalizzazione del beneficio, nei giovani anziani sono stati evidenziati ampi effetti, in particolare a seguito del training di memoria di lavoro verbale, non solo in prove sperimentali, ma anche in compiti più vicini alla vita di tutti i giorni come la comprensione del testo. Il beneficio in queste abilità è incrementato, inoltre, dopo alcuni mesi dalla fine del training, probabilmente per effetto del consolidamento dei cambiamenti occorsi a livello di elaborazione delle informazioni in memoria di lavoro (vedi anche Brehmer et al., 2008). Nei grandi vecchi, invece, gli effetti di generalizzazione sono stati perlopiù limitati ad abilità vicine alla memoria di lavoro (compiti di memoria a breve termine e inibizione), che declinano solo in età molto avanzata (Bobb e Verhaegen, 2005). Questa similarità tra il tipo di prove in cui sono stati trovati i benefici e le abilità che si mantengono più a lungo nell'invecchiamento, sembrerebbe suggerire che le attività svolte dai grandi vecchi durante il training siano in grado di stimolare la flessibilità cognitiva residua e le risorse cognitive che permangono anche in età avanzata. Tuttavia, dato che il sistema cognitivo dei grandi vecchi è meno malleabile di quello dei giovani anziani (Schmiedek et al., 2010) e la plasticità cognitiva declina all'aumentare dell'età (Lövdén et al., 2010), potrebbe essere utile, al fine di favorire la generalizzazione del beneficio, incrementare il numero di sessioni del training ed includere sessioni di *booster* (Ball et al., 2002). Ciò nondimeno nei futuri studi sarà necessario pianificare con attenzione questa manipolazione del training, dato che gli studi presenti in letteratura (Buschkuhl et al., 2008; Li et al., 2008) in cui è stato proposto un elevato numero di sessioni, non hanno trovato gli effetti auspicati ed il numero minimo di sessioni necessario per garantire i maggiori benefici possibili a seguito di un training di memoria di lavoro resta un tema dibattuto in quest'ambito di ricerca.

Per quanto concerne il tipo di materiale manipolato durante il training (verbale vs. visuo-spaziale), i risultati suggeriscono che la modalità influenzi l'efficacia del training in termini di generalizzazione e mantenimento dei benefici. Infatti, nonostante nel training di memoria di lavoro visuo-spaziale giovani anziani e grandi vecchi abbiano ottenuto benefici comparabili nella prova criterio, non sono emersi effetti di generalizzazione lontani, ad eccezione della prova di velocità di elaborazione. Questo potrebbe indicare che l'esercizio in questa modalità elicitava processi specifici, favorendo la capacità di elaborare le informazioni in memoria di lavoro ma non la flessibilità cognitiva generale negli anziani. Ciò potrebbe essere

dovuto da diversi fattori, sia di ordine cognitivo che motivazionale. Infatti, nonostante i due compiti (CWMS e Matrici visuo-spaziali) e la procedura dei training siano strutturalmente simili, il declino più marcato della memoria di lavoro visuo-spaziale nell'invecchiamento rispetto a quella verbale (Myerson et al., 2003) e la scarsa familiarità con il tipo di materiale utilizzato potrebbero aver richiesto maggiori risorse cognitive favorendo lo sviluppo di strategie specifiche per affrontare il compito criterio. Il training verbale, invece, agisce probabilmente a livello di meccanismi più generali, favorendo ad esempio l'abilità di allocare le risorse attentive e di inibire le informazioni irrilevanti (Borella et al., 2010). A livello motivazionale, inoltre, l'uso di parole potrebbe aver facilitato la consapevolezza circa la correttezza o meno della propria prestazione andando ad agire da feedback e sostenendo la motivazione, al contrario di materiale astratto come posizioni spaziali. Tutti questi limiti vengono amplificati nel training "doppio" in cui l'alternanza di compiti verbali e visuo-spaziali non ha probabilmente permesso né il consolidamento dei cambiamenti indotti dall'esercizio nel singolo compito, né il monitoraggio dell'incremento della prestazione tra una sessione e la successiva.

Nell'interpretazione dei risultati esposti è, tuttavia, importante evidenziare che questi studi presentano alcune limitazioni che riguardano in particolare l'uso di una sola prova per esaminare gli effetti di generalizzazione alle abilità cognitive d'interesse (es. il Cattell nel caso dell'abilità di *problem solving*), la ridotta ampiezza del campione e l'attività svolta dal gruppo di controllo. Per quanto riguarda il primo punto, sarebbe maggiormente appropriato l'uso di più misure per ogni meccanismo d'interesse; una sola prova, infatti, non permette di escludere che i risultati ottenuti siano dovuti ad aspetti peculiari della prova stessa e non ad un cambiamento del meccanismo sottostante a seguito del training (Schmiedek et al., 2010). La ridotta ampiezza del campione (in particolare nello Studio 2), invece, seppur in linea con gli studi presenti in letteratura, non permette l'uso di analisi statistiche sofisticate che tengano in considerazione le differenze individuali e la loro influenza sugli effetti del training. Infine, per quanto concerne l'attività alternativa svolta dal gruppo di controllo, potrebbe essere più appropriato proporre lo stesso tipo di materiale presentato nel training ad esempio al livello di difficoltà più basso e senza manipolazioni sperimentali dato che la compilazione di semplici questionari non esclude delle differenze nelle aspettative dei due gruppi rispetto l'intervento.

## 4.2. CONCLUSIONI

È possibile concludere, pur con la cautela dettata dai limiti della procedura precedentemente esposti, che i training di memoria di lavoro descritti sembrano produrre un incremento della prestazione nelle prove di memoria di lavoro ed in abilità vicine a quella direttamente esercitata sia nei giovani anziani che, in misura minore, in grandi vecchi e anziani affetti da aMCI. Questo suggerisce come sia possibile intervenire in molteplici popolazioni e che i training possono essere una buona soluzione per supportare i meccanismi cognitivi che declinano all'avanzare dell'età.

Negli studi in cui è stato utilizzato il training verbale sono stati evidenziati anche effetti di generalizzazione lontani sia in prove sperimentali che in compiti più vicini alla vita quotidiana. Inoltre, questi effetti si sono mantenuti nel tempo lasciando supporre che sia possibile apportare cambiamenti duraturi che si riflettano sulla qualità di vita degli anziani.

Il vantaggio dell'uso di compiti verbali rispetto a quelli visuo-spaziali o verbali e visuo-spaziali potrebbe essere dovuto al declino differenziale della memoria di lavoro che è, tuttavia, ancora una questione dibattuta. Una spiegazione alternativa o concomitante potrebbe essere ricercata nelle caratteristiche specifiche del compito scelto in questi training e nelle loro ricadute a livello motivazionale. In studi futuri sarebbe interessante valutare gli effetti di un training visuo-spaziale in un compito con stimoli meno astratti e misurando la generalizzazione a prove visuo-spaziali ecologiche.

Sarebbe inoltre utile confrontare i benefici ottenibili, a breve e lungo termine, dai training di memoria di lavoro rispetto a brevi training strategici per cui siano stati evidenziati effetti sulla memoria di lavoro (es. Carretti et al., 2007). Infine sarebbe importante valutare se il miglioramento della prestazione cognitiva a seguito dei training di memoria di lavoro si rifletta in una riorganizzazione cerebrale, in particolare se questo tipo di procedura favorisca lo sviluppo di nuovi circuiti neurali in grado di compensare il declino correlato all'età (Park e Router-Lorenz, 2009; Greenwood e Parasuraman, 2010). Studi futuri potrebbero combinare l'analisi degli effetti del training a livello cognitivo con i dati di neuroimmagine al fine di determinare quali sono i meccanismi neurale alla base dei benefici evidenziati negli anziani a seguito dei training. Questo potrebbe portare alla pianificazione di interventi più efficaci.



## BIBLIOGRAFIA

- Albinet, C.T., Boucard, G., Bouquet, C.A., e Audiffren, M. (2012). Processing speed and executive functions in cognitive aging: How to disentangle their mutual relationship? *Brain and Cognition*, 79, 1-11.
- Alloway, T. (2012). Can interactive working memory training improve learning? *Journal of interactive Learning Research*, 23, 197-207.
- Baddeley, A. D. (1986). *Working Memory*. New York: Oxford University Press.
- Baddeley, A. D. (1995). *La mente umana*. Bologna, Il Mulino.
- Baddeley, A. D. (2000). The episodic buffer: A new component of working memory? *Trends in Cognitive Sciences*, 4, 417-423.
- Bäckman, L., Small, B. J., e Wahlin, A.(2001). Aging and memory: Cognitive and biological perspectives. In J. E. Birren e K. W. Schaie (eds.) *Handbook of the psychology of aging*. San Diego: Academic Press, pp. 349–377.
- Ball et al. (2002). Advanced cognitive training for independent and vital elderly study group, effects of cognitive training inventions with older adults. A randomized controlled trial. *Journal of American Medical Association*, 288, 2271-2281.
- Baltes, M. M., e Baltes, P. B. (ed.). (1986). *The psychology of control and aging*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Baltes, P. B., e Baltes, M. M. (1990). *Successful aging: prospective from the behavioral sciences*, New York, Cambridge, University Press.
- Baltes, M. M., e Silverberger, S. B (1994). *The dynamic between dependency and autonomy: illustration across the life span*. In D. L. Featherman, R. M. Lerner, M. Perlmutter (ed.) *Life-Span Development and Behavior*, Erlbaum, Hillsdale.
- Baltes, P. B., e Lindenberger, U. (1997). Emergence of a powerful connection between sensory and cognitive functions across the adult life span: a new window to the study of cognitive aging? *Psychology and Aging*, 12, 12–21.
- Baltes, P. B. (2000). Autobiographical reflections: From developmental methodology and lifespan psychology to gerontology. In J. E. Birren e J. J. F. Schroots (ed.) *A history of gerontopsychology in autobiography*. Washington, D. C., American psychology association, 7-26.

- Bandura, A. (1997). *Self-efficacy: The exercise of control*. New York, Freeman & Company.
- Beck, S. J., Hanson, C. A., Puffenberger, S. S., Benninger, K. L., e Benniger, W. B. (2010). A controlled trial of working memory training for children and adolescents with ADHD. *Journal of Clinical and Adolescent Psychology*, 39, 825-836.
- Belacchi, C., Carretti, B., e Cornoldi, C. (2010). The role of working memory and updating in Coloured Raven Matrices performance in typically developing children. *European Journal of Cognitive Psychology*, 22, 1010-1020.
- Belbin, R. M. (1953). Difficulties of older people in industry, *Occupational Psychology*, 27, 177-190.
- Benton, A. L. e Hamsher, K. (1983). *Multilingual Aphasia Examination*, AJA Associate, Iowa.
- Birren, J. E., e Schroots, J. F. (1996). History, concepts and theory in psychology of aging. In Birren, J. E., *Handbook of the psychology of aging*, San Diego, Academic Press, 3-23.
- Barnett, S. M., e Ceci, S. J. (2002). When and where do we apply what we learn? A taxonomy for far transfer. *Psychological Bulletin*, 128, 612–637.
- Bokde, A. L. et al. (2010). Altered brain activation during a verbal working memory task in subjects with amnesic mild cognitive impairment. *Journal of Alzheimer's Disease*, 21, 103-118.
- Bopp, K. L., e Verhaeghen, P. (2005). Aging and verbal memory span: A meta-analysis. *Journal of Gerontology: Series B*, 60, 223-233.
- Bopp, K. L., e Verhaeghen, P. (2007). Age-related differences in control processes in verbal and visuospatial working memory: Storage, transformation, supervision, and coordination. *The Journals of Gerontology. Series B, Psychological Sciences and Social Sciences*, 62, 239–246.
- Borella, E., Carretti, B., e De Beni, R. (2008). Working memory and inhibition across the adult life-span. *Acta Psychologica*, 128, 33–44.
- Borella, E., Delaloye, C., Lercef T., Renaud, O., e De Ribaupierre A. (2009). Do age differences between young and older adults in inhibitory tasks depend on the degree of activation of information? *European Journal of Cognitive Psychology*, 21, 445-472.

- Borella, E., Carretti, B., Riboldi, F., e De Beni R. (2010). Working memory training in older adults: Evidence of transfer and maintenance effects. *Psychology and Aging, 25*, 767-778.
- Borella, E., Ghisletta, P., e de Ribaupierre, A. (2011). Age differences in text processing: The role of working memory, inhibition and processing speed. *Journal of Gerontology: Psychological Sciences, 66*, 311-320.
- Bottiroli, S., Cavallini, E., e Vecchi, T. (2008). Long-term effects of memory training in the elderly: a longitudinal study. *Archives of Gerontology and Geriatrics, 47*, 277-289.
- Braver, T. S., Barch, D. M. (2002) A theory of cognitive control, aging cognition, and neuromodulation. *Neuroscience Biobehavior Review, 26*, 809–17.
- Braver, T. S., e West, R. (2008). Working memory, executive control and aging. In F. I. M. Craik e T. A. Salthouse (eds.), *The Handbook of Aging and Cognition*. New York: Psychology Press.
- Brébion, G., Smith, M. J., e Ehrlich, M. F. (1997). Working memory and aging: Deficit or strategy differences. *Aging, Neuropsychology, and Cognition, 4*, 58–73.
- Brehmer, Y., Riekman, A., Bellander, M., Westerberg, H., Fischer, H., e Bäckman, L. (2011). Neural correlates of training-related working-memory gains in old age. *Neuroimage, 58*, 1110-1120.
- Brehmer, Y., Westerberg, H., e Bäckman, L. (2012). Working-memory training in younger and older adults: Training gains, transfer, and maintenance. *Frontiers in Human Neuroscience, 6*, 1-7.
- Bull, R., e Scerif, G. (2001). Executive functioning as a predictor of children’s mathematics ability: Inhibition, switching, and working memory. *Developmental Neuropsychology, 19*, 273-293.
- Buschkuehl, M. et al. (2008). Impact of working memory training on memory performance in old-old adults. *Psychology and Aging, 23*, 743-753.
- Cabeza, R. (2002). Hemispheric asymmetry reduction in older adults: The HAROLD model. *Psychology and Aging, 17*, 85–100.
- Cacioppo, J. T., Petty, R. E., Feinstein, J. A., Jarvis, B. G. (1996). Dispositional differences in cognitive motivation: The life and times of individuals varying in need for cognition. *Psychological Bulletin, 119*, 197–253.

- Carroll, J.B. (1993). *Human cognitive abilities: A survey of factor-analytical studies*. New York: Cambridge University Press.
- Carretti, C., Cornoldi, C., De Beni, R., e Palladino, P. (2004) What happens to information to be suppressed in working-memory tasks? *Quarterly Journal of Experimental Psychology Section A-Human Experimental*, 57A, 1059-1084.
- Carretti, B., Borella, E. e De Beni, R. (2007). Does strategic memory training improve the working memory performance of younger and older adults? *Experimental Psychology*, 54, 311-320.
- Carretti, B., Borella, E., Cornoldi, C., e De Beni, R. (2009). Role of working memory in explaining the performance of individuals with specific reading comprehension difficulties: A meta-analysis. *Learning and Individual Differences*, 19, 246–251.
- Carretti, B., Borella, E., Zavagnin, M., e De Beni, R. (2011). Impact of metacognition and motivation on the efficacy of strategic memory training in older adults: analysis of specific, transfer and maintenance effects. *Archives of Gerontology and Geriatrics*, 52, 192-197.
- Carretti, B., Borella, E., Zavagnin, M., e De Beni, R. (2012). Gains in language comprehension relating to working memory training in healthy older adults. *International Journal of Geriatric Psychiatry*. doi:10.1002/gps.3859
- Carretti, B., Borella, E., Fostinelli, S., e Zavagnin, M. (accettato per la pubblicazione). Working memory training gains in amnesic mild cognitive impairment: specific and transfer effects.
- Cavallini, E., Pagnin, A., e Vecchi, T. (2003). Aging and everyday memory: the beneficial effect of memory training. *Archives of Gerontology and Geriatric*, 37, 241-257.
- Cattell, R. B. e Cattell, H. E. P. (1963). *Measuring intelligence with the Culture Fair Tests*. Institute for Personality and Ability Testing, Champaign, IL.
- Cattell R. B. (1966) *Handbook of multivariate experimental psychology (2nd ed.)*. Rand McNally, Chicago.
- Chalfonte, B. L., e Johnson, M. K. (1996). Feature memory and binding in young and older adults. *Memory and Cognition*, 24, 403–16.
- Chen, T., e Li, D. (2006). The roles of working memory updating and processing speed in mediating age-related differences in fluid intelligence. *Aging, Neuropsychology, and Cognition*, 14, 631-646.

- Chein, J. M., e Morrison, A. B. (2010). Expanding the mind workspace: training and transfer effect with a complex working memory span task. *Psychonomic Bulletin & Review*, 17, 193-199.
- Chenxuan, Q., De Ronchi, D., e Fratiglioni, L. (2007). The epidemiology of dementias: An update. *International Journal of Geriatric Psychiatry*, 20, 380-385.
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences*. Second Edition. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, Publishers.
- Chooi, W. T., e Tompson, L. A. (2012). Working memory training does not improve intelligence in healthy young adults. *Intelligence*, 40, 531-542.
- Cornoldi, C., e Vecchi, T. E. (2003). *Visual-spatial working memory and individual differences*. Hove, Psychology Press.
- Cornoldi, C. (2007). *L'intelligenza*. Bologna: Il Mulino.
- Cornoldi, C., Bassani, C., Berto, R., e Mammarella, N. (2007). Aging and the Intrusion Superiority Effect in Visuo-Spatial Working Memory. *Aging, Neuropsychology, and Cognition*, 14, 1-21
- Cornoldi, C., De Beni, R., e Helstrup, T. (2007). Sensibilità alla memoria in autobiographical memory. S, Magnussen, T., Helstrup. *Everyday memory*. New York, NY, US: Psychology Press, US, 183-199.
- Cornoldi, C. (2011). Le basi cognitive dell'intelligenza. *Giornale Italiano di Psicologia*, 2, 267-290.
- Corsi, P. M. (1972). *Human memory and the medial temporal region of the brain*. McGill University
- Connelly, S. L., Hasher, L., e Zacks, R. T. (1991). Age and reading: The impact of distraction. *Psychology and Aging*, 6, 533-541.
- Cowan, N., Elliott, E., Saultsa, J. S., Moreya, C. C., Mattox, S., Hismjatullinaa, A., e Conway A.R.A. (2005). On the capacity of attention: Its estimation and its role in working memory and cognitive aptitudes. *Cognitive Psychology*, 51, 42-100.
- Crook, T., Bartus, R. T., Ferris, S. H., Whitehouse, P., Cohen, G. D., e Gershon, S. (1986). Age-associated memory impairment: Proposed diagnostic criteria and measures of clinical change: Report of a national institute of mental health work group. *Developmental Neuropsychology*, 2, 261-276.
- Craik, F. I. M., e Bialystok, E. (2006) Cognition through the lifespan: Mechanisms of change. *Trends in Cognitive Science*, 10, 131-138.

- Craik, F. I. M., e Salthouse, T. A. (2008). *Handbook of Aging and Cognition* (3th ed.). Hillsdale, N. J.: Lawrence Erlbaum Associates.
- Cumming, G., e Finch, S. (2001). A primer on the understanding, use, and calculation of confidence intervals that are based on central and noncentral distributions. *Educational and Psychological Measurement*, *61*, 530–572.
- Dahlin, E., Nyberg, L., Backman, L., e Stigsdotter Neely, A. (2008a). Plasticity of executive functioning in young and older adults: immediate training gains, transfer, and long-term maintenance. *Psychology and Aging*, *23*, 720-730.
- Dahlin, E., Stigsdotter Neely, A., Larsson, A., Backman, L., e Nyberg, L. (2008b). Transfer of learning after updating training mediated by the striatum. *Science*, *320*, 1510-1512.
- Dahlin, K. I. E. (2010). Effects of working memory training on reading in children with special needs. *Reading and Writing*, *24*, 479-491.
- Daigneault, S., e Braun, C. M. J. (1993). Working memory and self-ordered pointing task: Further evidence of early pre-frontal decline in normal aging. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, *15*, 881-895.
- Daneman, M., e Carpenter, P. A. (1980). Individual difference in working memory and reading. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, *19*, 450-466.
- Daneman, M., e Merikle, P. M. (1996). Working memory and language comprehension: a meta-analysis. *Psychonomic Bulletin and Review*, *3*, 422-433.
- Davis, S. W., Dennis, N. A., Daselaar, S. M., Fleck, M. S., e Cabeza, R. (2007). *Que PASA? The posterior anterior shift in aging. Cerebral Cortex*, *18*, 1201-1209.
- De Beni, R., Palladino, P., Pazzaglia, F., e Cornoldi, C. (1998). Increases in intrusion errors and working memory deficits of poor comprehenders. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, *51*, 305-320.
- De Beni, R., Palladino, P., Borella, E., e Lo Presti, S. (2003). Reading comprehension and aging: Does an age-related difference necessary mean impairment? *Aging Clinical and Experimental Research*, *15*, 67–76.
- De Beni, R., e Palladino, P. (2004). Decline in working memory updating through aging: Intrusion error analyses. *Memory*, *12*, 75-89.
- De Beni, R., Borella, E., e Carretti, B. (2007). Reading comprehension in aging: The role of working memory and metacomprehension. *Aging Neuropsychology and Cognition*, *14*, 189–212.

- De Beni, R., Borella, E., Carretti, B., Marigo C., e Nava, L.A. (2008). *BAC. Portfolio per la valutazione del benessere e delle abilità cognitive nell'età adulta e avanzata*. Firenze, Giunti OS.
- De Beni, R., Marigo, C., Sommaggio, S., Chiarini, R., e Borella, E. (2009). *Lab-I Empowerment emotivo-motivazionale. Ben-essere dal costrutto teorico alle applicazioni*. Firenze: Giunti O.S. Organizzazioni Speciali.
- DeDe, G., Caplan, D., Kemtes, K., e Waters, G. S. (2004). The relationship between age, verbal working memory, and language comprehension. *Psychology and Aging, 19*, 601–616.
- Daigneault, S., e Braun, C. M. (1993). Working memory and self-ordered pointing task: Further evidence of early prefrontal decline in normal aging. *Journal of Clinical Experimental Neuropsychology, 15*, 881-895.
- Engle, R. W., Tuholski, S. W., Laughlin, J. E., e Conway, A. R. A. (1999). Working memory, short-term memory and general fluid intelligence: A latent variable approach. *Journal of Experimental Psychology: General, 128*, 309-331.
- Engle, R. W., e Kane, M. J. (2004). Executive attention, working memory capacity, and a two-factor theory of cognitive control. In B. H. Ross (Ed.), *The psychology of learning and motivation*. New York, NY, US: Elsevier.
- Eppinger, B., Kray, J., Mecklinger, A., e John, O. (2007). Age differences in task switching and response monitoring: Evidence from ERPs. *Biological Psychology, 75*, 52-67.
- Ericsson, K. A., e Kintsch, W. (1995). Long-term working memory. *Psychological Review, 102*, 211-245.
- Evrard, M. (2002). Ageing and lexical access to common and proper names in picture naming. *Brain and Language, 81*, 174-179.
- Fastenau, P. S., Denburg, N. L., e Abeles, N. (1996). Age differences in retrieval: Further support for the resource-reduction hypothesis. *Psychology and Aging, 11*, 140–146.
- Fiore, F. (2010). *Invecchiamento cognitivo e memoria di lavoro: il ruolo dell'executive control*. Tesi di dottorato, Università degli Studi di Padova.
- Fisk, A. D., e Sharp, C. A. (2004). Age-related impairment in executive functioning: Updating, inhibition, shifting , and access. *Journal of Clinical and experimental Neuropsychology, 26*, 874-890.

- Folstein, M. F., Folstein, S. E., e McHugh, P. R. (1975). “Mini-Mental State”: A practical method for grading the cognitive state of patients for the clinician. *Journal of Psychiatric Research*, *12*, 189–198.
- Friedman, N. P., e Miyake, A. (2004). The reading span test and its predictive power for reading comprehension ability. *Journal of Memory and Language*, *51*, 136–158.
- Fronholt, P., Mortensen, D. B., Torpdahl, P., Bender, L., Larsen, P., e Rubin, D. C. (2003). Life narrative and word-cue autobiographical memories in centenarians: Comparison with 80-years-old control, depressed, and dementia groups. *Memory*, *11*, 81-88.
- Gathercole, S. E., e Pickering, S. J. (2000). Assessment of working memory in six- and seven-years-old children. *Journal of Educational Psychology*, *92*, 377-390.
- Gauthier, S. et al. (2006). Mild cognitive impairment. *Lancet*, *367*, 1262–1270.
- Gernsbacher, M. A. (1990). *Language comprehension as structure building*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Grady, C. L., Springer, M. V., Hongwanishkul, D., McIntosh, A. R., e Winocur, G. (2006). Age-related changes in brain activity across the adult lifespan. *Journal of Cognitive Neuroscience*. *18*, 227–41.
- Greenwood, P. M., e Parasuraman, R. (2010). Neuronal and cognitive plasticity: A neurocognitive framework for ameliorating cognitive aging. *Frontiers in Aging Neuroscience*, *2*, 10.3389/fnagi.2010.00150.
- Gross, C. G. (2000). Neurogenesis in the adult brain, death of a dogma. *Nature Reviews Neuroscience*, *1*, 67-73.
- Gutchess, A. H., Welsh, R. C., Hedden, T., Bangert, A., Minear, M., Liu, L. L., e Park, D. C. (2005) Aging and the neural correlates of successful picture encoding: Frontal activations compensate for decreased medial-temporal activity. *Journal of Cognitive Neuroscience* *17*, 84-96.
- Harnishfeger, K. K. (1995). The development of cognitive inhibition: Theories, definitions, and research evidence. In F. N. Dempster e C. J. Brainerd (Eds.), *Interference and inhibition in cognition*. San Diego, CA: Academic Press, 175–204.
- Hartley, J. T., Stojack, C. C., Mushaney, T. J., Annon, T. A. K., e Lee, D. W. (1994). Reading speed and prose memory in older and younger adults. *Psychology and Aging*, *9*, 216–223.

- Hartman, M., Dumas, J., e Nielsen, C. (2001). Age differences in updating working memory: Evidence from the delayed matching to sample test. *Aging Neuropsychology and Cognition*, 8, 14-35.
- Hasher, L., e Zacks, R. T. (1988). Working memory, comprehension, and aging: A review and a new view. In Bower, G.H. (ed.). *The psychology of learning and motivation*. New York: Accademic Press, 193-225.
- Hasher, L., Lustig, C., e Zacks, R. T. (2007). Inhibitory mechanisms and the control of attention. In A. A. Conway, C. Jarrold, M. J. Kane, A. Miyake e J. N. Towse (ed.), *Variation in working memory*. Oxford, U.K.: Oxford University Press, 227-249.
- Head et al. (2004). Differential vulnerability of anterior white matter in nondemented aging with minimal acceleration in dementia of the Alzheimer type: Evidence from diffusion tensor imaging. *Cerebral Cortex*, 14, 410–23.
- Habib, R., Nyberg, L., e Nilsson, L. G. (2007). Cognitive and non-cognitive factors contributing to longitudinal identification of successful older adults in the betula study. *Aging Neuropsychology and Cognition*, 14, 257-273.
- Holmes, J., Gathercole, S. E., e Dunning, D. L. (2009). Adaptive training leads to sustained enhancement of poor working memory in children. *Developmental Science*, 12, 9-15.
- Holmes, J., Gathercole, S. E., Place, M., Dunning, D. L., Hilton, K. A., e Elliott, J. G. (2010). Working memory deficits can be overcome: Impacts of training and medication on working memory in children with ADHD. *Applied Cognitive Psychology*, 24, 827-836.
- Horn, J. L., e Cattell, R. B. (1967). Age difference in fluid and crystallized intelligence. *Acta Psychologica*, 22, 193-225.
- Horowitz-Kraus, e Breznitz (2009). Can the error detection mechanism benefit from training the working memory? A comparison between dyslexics and control - an ERP study. *PLoS ONE*, 4, e7141.
- Hughes, C. P., Berg, L., Danziger, W. L., Coben, L. A. e Martin, R. L. (1982). A new clinical scale for the staging of dementia. *The British Journal of Psychiatry: The Journal of Mental Science*, 140, 566-572.
- Hulme, C., e Snowling, M. (2009) *Developmental Disorders of Language, Learning and Cognition*. Chichester: Wiley-Blackwell.
- Iachini, T., Iavarone, A., Senese, V. P., Ruotolo, F., e Ruggiero, G. (2009). Visuospatial memory in healthy elderly, AD and MCI: A review. *Current Aging Science*, 2, 43-59.

- Jaeggi, S. M., Buschkuhl, M., Jonides, J., e Perrig, W. J. (2008). Improving fluid intelligence with training on working memory. *Proceedings of the National Accademy of Science*, *105*, 6829-6833.
- Jaeggi, S. M., Buschkuhl, M., Jonides, J., e Shah, P. (2011). Short-and long-term benefits of cognitive training. *PNAS*, *108*, 10081-10086.
- James, L.E. (2006). Specific effects of aging on proper name retrieval: Now you see them, now you don't. *Journal of Gerontology B: Psychol Sciences and Social Sciences*, *61*, 180-183.
- Jenkins, L., Myerson, J., Joerding, J. A., e Hale, S. (2000). Converging evidence that visuospatial cognition is more age-sensitive than verbal cognition. *Psychology and Aging*, *15*, 157-175.
- Jennings, J. M., e Jacoby, L. L. (1993). Automatic versus intentional uses of memory: Aging, attention, and control. *Psychology and Aging*, *8*, 283-293.
- Jones, E. A., English, A., Kinsey, S. E., Straszynski, L., Emery, P., Ponchel, F., McGonagle, D., (2006). Optimization of a flow cytometry-based protocol for detection and phenotypic characterization of multipotent mesenchymal stromal cells from human bone marrow. *Cytometry B Clinal Cytometry*, *70*, 391–399.
- Just, M. A., e Carpenter, P. A. (1992). A capacity theory of comprehension: Individual differences in working memory. *Psychological Review*, *99*, 122-149.
- Kane, M. J., e Engle, R. W. (2000). Working memory capacity, proactive interference, and divided attention: Limits on long-term memory retrieval. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, *26*, 333–358.
- Kane, M. J., Hambrick, D. Z., Tuholski, S. W., Wilhelm, O., Payne, T. W., e Engle, R. W. (2004). The generality of working memory capacity: A latent-variable approach to verbal and visuospatial memory span and reasoning. *Journal of Experimental Psychology: General*, *133*, 189–217.
- Kane, M. J., Brown, L. E., Little, J. C., Silvia, P. J., Myin-Germeys, I., e Kwapil, T. R. (2007). For whom the mind wanders, and when: An experience-sampling study of working memory and executive control in daily life. *Psychological Science*, *18*, 614–621.
- Katz, S., Downs, T. D., Cash, H. R. e Grotz, R. C. (1970). Progress in development of the index of ADL. *Gerontologist*, *10*, 20-30.

- Kemper, S., e Mitzner, T. L. (2001). Production and comprehension. In J. E. Birren e K. W. Schaie (ed.), *Handbook of the psychology of aging* (5th ed.). San Diego, CA: Academic Press, 378-398.
- Kemtes, K. A., e Kemper, S. (1999). Aging and resolution of quantifier scope effects. *Journals of Gerontology. Series B, Psychological Sciences and Social Sciences*, 54, 350–360.
- Kemps, E., e Newson, R. (2006). Comparison of adult age differences in verbal and visuo-spatial memory: The importance of "pure" parallel and validated measures. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 28, 341–356.
- Kenworthy, L., Yerys, B. E., Anthony, L. G., e Wallace, G. L. (2008) Understanding executive control in autism spectrum disorders in the lab and in the real world. *Neuropsychological Review*, 18, 320-38
- Kintsch, W. (1998). *Comprehension: A paradigm for cognition*. New York, NY: Cambridge University Press.
- Kleider, H. M., Parrott, D. J., e King, T. Z. (2010). Shooting behaviour: How working memory and negative emotionality influence police officer hoot decisions. *Applied Cognitive Psychology*, 24, 707–711.
- Klingberg, T., Forssberg, H., e Westerberg, H. (2002). Training of working memory in children with ADHD. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 24, 781-791.
- Klingberg, T. et al. (2005). Computerized training of working memory in children with ADHD – A randomized, controlled, trial. *Journal of the American Academy of Child and Adolescent Psychiatry*, 44, 177-186.
- Klingberg, T. (2010). Training and plasticity of working memory. *Trends in Cognitive Sciences*, 14, 317-324.
- Kintsch, W. (1998). *Comprehension: A paradigm for cognition*. New York: Cambridge University Press.
- Kray, J., e Lindenberger, U. (2000). Adult age differences in task switching. *Psychology and Aging*, 15, 126-147.
- Kray, J., e Eppinger, B. (2006). Effects of associative learning on age differences in task-set switching. *Acta Psychologica*, 123, 187-203.

- Kray, J., Eber, J., e Karbach, J. (2008). Verbal self-instructions in task switching: a compensatory tool for action-control deficits in childhood and old age? *Developmental Science, 11*, 223-236.
- Kramer, A. F, e Kray, J. (2006). Aging and Attention. In E. Bialystok, F.I.M. Craik (ed.), *Lifespan cognition: mechanism of change*. Oxford: University Press, pp. 57-69.
- Kramer, A. F., Humphrey, D. G., Larish, J. F., Logan, G. D., e Strayer, D. L. (1994). Aging and inhibition: Beyond a unitary view of inhibitory processing in attention. *Psychology and Aging, 9*, 491–512.
- Kwong-See, S. T., e Ryan, E. (1995). Cognitive mediation of adult age differences in language performance. *Psychology and Aging, 10*, 458–468.
- Lawton, M. P. e Brody, E. M. (1969). Assessment of older people: self-maintaining and instrumental activities of daily living. *Gerontologist, 9*, 179-186.
- Li, S. C., Lindenberger, U., e Sikstrom, S. (2001). Aging cognition: From neuromodulation to representation. *Trends in Cognitive Science, 5*, 479-486.
- Li, S. C., Schmiedek, F., Huxhold, O., Rocke, C., Smith, J. e Lindenberger, U. (2008). Working memory plasticity in old age: Transfer and maintenance. *Psychology and Aging, 23*, 731-742.
- Li, H., Li, J., Li, N., Li, B., Wang, P. e Zhou, T. (2011) Cognitive intervention for persons with mild cognitive impairment: a meta-analysis. *Ageing Research Reviews, 10*, 285–296.
- Logie, R. H., Gilhooly, K. J., e Wynn, V. (1994). Counting on working memory in arithmetic problem solving. *Memory and Cognition, 22*, 395-410.
- Lövdén, M. (2003). The episodic memory and inhibition accounts of age-related increases in false memories: A consistency check. *Journal of Memory & Language, 49*, 268-283.
- Ludwig, C., Borella, E., Tettamanti, M., e de Ribaupierre, A. (2010). Adult age differences in the Stroop-Color Test: a comparison between an item-by-item and a blocked version. *Archives of Gerontology and Geriatrics, 51*, 135-142.
- MacKay, D. G. (1987). *The organization of perception and action. A theory for language and other cognitive skills*. Nueva York: Springer-Verlag.
- Madden, D. J. (1988). Adult age differences in the effects of sentence context and stimulus degradation during visual word recognition. *Psychology and Aging, 3*, 167-172.

- Masliah, E., Mallory, M., Hansen, L. De Teresa, R., e Terry, R. D. (1993). Quantitative synaptic alterations in the human neocortex during normal aging. *Neurology*, *43*, 192-197.
- Mccabe, J., e Hartman, M. (2003). Examining the locus of age effects on complex span tasks. *Psychology and Aging*, *18*, 562-572.
- McNamara, D. S., e Scott, J. L. (2001). Working memory capacity and strategy use. *Memory & Cognition*, *29*, 10-17
- Melby-Lervåg, M., e Hulme, C. (2012). Is working memory training effective? A meta-analytic review. *Developmental Psychology*. doi:10.1037/a0028228.
- Mezzacappa, E., e Buckner, J. C. (2010). Working memory training for children with attention problems or hyperactivity: A school-based pilot study. *School Mental Health*, *2*, 202-208.
- Miller, E. K., e Cohen, J. D. (2001). An integrative theory of prefrontal cortex function. *Annual Review of Neuroscience*, *24*, 167–202.
- Miyake, A., Friedman, N. P., Emerson, M. J., Witzki, A. H., Howerter, A., e Wager, A. (2000). The unity and diversity of executive functions and their contributions to complex “frontal lobe” tasks: a latent variable analysis. *Cognitive Psychology*, *41*, 49-100.
- Miyake, A., Friedman, N. P., Rettinger, D. A., Shah, P. e Hegarty, M. (2001). How are visuospatial working memory, executive functioning, and spatial abilities related? A latent variable analysis. *Journal of Experimental Psychology: General*, *130*, 621-640.
- Mitchell, K. J., Raye, C. L., Ebner, N. C., Tubridy, S. M., Frankel, H., e Johnson, M. K. (2009). Age-group differences in medial cortex activity associated with thinking about self-relevant agendas. *Psychology and Aging*, *24*, 438-449.
- Myerson, J., Emery, L., White, D. A., e Hale, S. (2003). Effects of age, domain, and processing demands on memory span: Evidence for differential decline. *Aging, Neuropsychology and Cognition*, *10*, 20-27.
- Morris, S. B. e DeShon, R. P. (2002). Combining effect size estimates in meta-analysis with repeated measures and independent-groups designs. *Psychological Methods*, *7*, 105-125.
- Morrison, A. B., e Chein, J. M. (2011). Does working memory training work? The promise and challenges of enhancing cognition by training working memory. *Psychonomic Bulletin & Review*, *18*, 46-60.

- Nyberg et al. (2003). Neural correlates of training-related memory improvement in adulthood and aging. *Proceedings of the National Academy of Sciences, USA*, *100*, 13728–13733.
- Noack, H., Lövdén, M., Schmiedek, F., e Lindenberger, U. (2009). Cognitive plasticity in adulthood and old age: gauging the generality of cognitive intervention effects. *Restorative Neurology and Neuroscience*, *27*, 435–453.
- Nutley, S. B., Söderqvist, S., Bryde, S., Thorell, L. B., Humphreys, K., e Klingberg, T. (2011). Gains in fluid intelligence after training non-verbal reasoning in 4-year-old children: A controlled, randomized study. *Developmental Science*, *14*, 591-601.
- Olson, I. R., e Jiang, Y. (2002). Is visual short-term memory object based? Rejection of the “strong object” hypothesis. *Perception & Psychophysics*, *64*, 1055-1067.
- Osterrieth, P. A. (1944). Le test de copie d’un figure complexe. *Archives of Psychologie*, *30*, 206-356.
- Park et al. (1996). Mediators of long-term memory performance across the life span. *Psychology and Aging*, *11*, 621–37.
- Park, D. C. (2000). The basic mechanisms accounting for age-related decline in cognitive function. In D. C. Park e N., Schwarz (ed.), *Cognitive Aging: A primer*. Philadelphia: Psychology Press, pp. 3-22.
- Park, D. C., Lautenschlager, G., Hedden, T., Davidson, N. S., Smith, A. D., e Smith, P. K. (2002). Models of visuospatial and verbal memory across the adult life span. *Psychology and Aging*, *17*, 299–320.
- Park, D. C. e Reuter-Lorenz, P. A. (2009). The adaptive brain: Aging and neurocognitive scaffolding. *Annual Review of Psychology*, *60*, 21-24.
- Pazzaglia, F., De Beni, R. e Meneghetti, C. (2007). The effects of verbal and spatial interference in the encoding and retrieval of spatial and nonspatial texts. *Psychological Research/Psychologische Forschung*, *71*, 484-494.
- Petersen, R. C. (2004). Mild cognitive impairment as a diagnostic entity. *Journal of Internal Medicine*, *60*, 21-24.
- Petersen, R. C., Smith, G. E., Waring, S. C., Ivnik, R. J., Tangalos, E. G. e Kokmen, E. (1999). Mild Cognitive impairment: clinical characterisation and outcome. *Archives of Neurology*, *56*, 303-308.
- Petersen, R. C. (2004). Mild cognitive impairment as a diagnostic entity. *Journal of Internal Medicine*, *256*, 183–194.

- Persson, J., Lustig, C., Nelson, J. K., e Reuter-Lorenz, P. A. (2007). Age differences in deactivation: A link to cognitive control? *Journal of Cognitive Neuroscience*, *19*, 1021-1032.
- Persson, J., e Reuter-Lorenz, P. A. (2008). Gaining control: Training executive function and far transfer of the ability to resolve interference. *Psychological Science*, *19*, 881-888.
- Piras, F., Borella, E.; Incoccia, C., e Carlesimo G. A. (2011). Evidence-based practice recommendations for memory rehabilitations. *European Journal of Physical and Rehabilitations Medicine*, *47*, 149-175.
- Possin, K. L.(2010). Visual spatial cognition in neurodegenerative disease. *Neurocase: The Neural Basis of Cognition*, *16*, 466-487.
- Radvansky, G. A., e Dijkstra, K. (2007). Aging and situation model processing. *Psychonomic Bulletin and Review*, *14*, 1027–1042.
- Raz, N., Gunning, F. M., Head, D., Dupuis, J., Briggs, S.D., e Loken, W. J. (1997). Selective aging of the human cerebral cortex observed in vivo: differential vulnerability of prefrontal gray matter. *Cerebral Cortex*, *7*, 268-282.
- Reimers, S., e Maylor, E. A. (2005). Task switching across the lifespan: Effects of age on general and specific switch costs. *Developmental Psychology*, *52*, 453-470.
- Reitan, M. R. (1958).Validity of the Trail Making Test as an indicator of organic brain damage. *Perceptual Motor Skills*, *8*, 271-276.
- Reuter-Lorenz, P. A. et al. (2000). Age differences in the frontal lateralization of verbal and spatial working memory revealed by PET. *Journal of Cognitive Neuroscience*, *12*, 174–187.
- Reuter-Lorenz, P. A. (2002). New visions of the aging mind and brain. *Trends in Cognitive Science*, *6*, 394–400.
- Richmond, L. L., Morrison, A. B., Chein, J. M., e Olson, I. R. (2011). Working memory training and transfer in older adults. *Psychology and Aging*. doi: 10.1037/a0023631.
- Ryan, E. B., See, S. K., Meneer, W. B., e Trovato, D. (1994). Age-based perceptions of conversational skills among younger and older adults. In M. L. Hummert, J. M. Wiemann, e J. N. Nussbaum (ed.), *Interpersonal communication in older adulthood*. Thousand Oaks, CA: Sage, pp.15-39.
- Rosen, V. M., Bergeson, J. L., Putnam, K., Harwell, A., e Sunderland, T. (2002). Working memory and apolipoprotein E: What’s the connection? *Neuropsychologia*, *40*, 2226–2233.

- Salat, D. H., Kaye, J. A., e Janowsky, J. S. (2002) Greater orbital prefrontal volume selectively predicts worse working memory performance in older adults. *Cerebral Cortex*, 12, 494–505.
- Salthouse, T. A. (1990). Working memory as a processing resource in cognitive aging. *Developmental Review*, 10, 101-124.
- Salthouse, T. A. (1991). *Theoretical perspectives on cognitive aging*. Hillsdale, N.J.: Lawrence Erlbaum Associates.
- Salthouse, T. A., e Babcock, R. L. (1991). Decomposing adult age differences in working memory. *Developmental Psychology*, 27, 763-776.
- Salthouse, T. A. (1992). Influence of processing speed on adult age differences in working memory. *Acta psychologica*, 79, 155-170.
- Salthouse, T. A. (1994). How many causes are there of aging-related decrements in cognitive functioning? *Developmental Review*, 14, 413-437.
- Salthouse, T. A. (2000). Aging and measures of processing speed. *Biological Psychology*, 54, 35-54.
- Salthouse, T. A., Berish, D. E., e Miele, J. D. (2002). The role of cognitive simulation on the relations between age and cognitive functioning. *Psychology and Aging*, 17, 548-557.
- Salthouse, T. A. (1996). The processing-speed theory of adult age differences in cognition. *Psychological Review*, 103, 403–428.
- Saunders, N. L. J. e Summers, M. J. (2011). Longitudinal Deficits to Attention, Executive, and Working Memory in Subtypes of Mild Cognitive Impairment. *Neuropsychology*, 25, 237–248.
- Schaie, K. W. (2006). What can learn from longitudinal studies of adult development? *Research Human Development*, 2, 133-158.
- Schmiedek, F., Lövdén, M., e Lindenberger, U. (2010). Hundred days of cognitive training enhance broad abilities in adulthood: findings from the COGITO study. *Frontiers in Aging Neuroscience*, 2, 1–10.
- Schooler, C., Mulatu, M. S., e Oates, G. (1999). The continuing effects of substantively complex work on the intellectual functioning of older workers. *Psychology and Aging*, 14, 483–406.
- Scoring, F., e Bienas, J. L. (1988). A three-year follow-up of older adult participants in memory-skills training program. *Psychology of Aging*, 3, 334-337.

- Shah, P., e Miyake, A. (1999). Toward unified theories of working memory: Emerging general consensus, unresolved theoretical issues, and future research directions. In A. Miyake, P. Shah (eds.), *Models of working memory: mechanisms of active maintenance and executive control*. New York: Cambridge University Press, pp. 442-48.
- Sheikh, J. L. e Yesavage, J. A. (1986). *Geriatric Depression Scale (GDS): recent evidence and development of a shorter version*. *Clinical Gerontology: a guide to assessment and intervention*, New York, The Haworth Press, pp. 165-173.
- Sharps, M. J., e Gollin, E. S. (1987). Memory for object location in young and elderly adults. *Journal of Gerontology*, 42, 336-341.
- Shipstead, Z., Redick, T. S., e Engle, R. W. (2010). Does working memory training generalize? *Psychologica Belgica*, 50, 245-276.
- Singer, T, Lindenberger, U., e Baltes, P. B. (2003). Plasticity of memory for new learning in very old age: A story of major loss? *Psychology and Aging*, 18, 306-317.
- Slagter, H. A. (2012). Conventional working memory training may not improve intelligence. *Trends in Cognitive Science*, 16, 582-583.
- Souchay, C., Moulin, C. J. A., Clarys, D., Tacconat, L., e Isingrini, M. (2007). Diminished episodic memory awareness in older adults: evidence from feeling-of-knowing and recollection. *Consciousness and Cognition*, 16, 769-784.
- Span, M. M., Ridderinkhof, K. R., e Molen, M. W. (2004). Age-related changes in efficiency of cognitive processing across the life span. *Acta Psychologica*, 117, 155-183.
- Spinnler, H. e Tognoni, G. (1987). Standardizzazione e taratura italiana di test neuropsicologici. *The Italian Journal of Neurological Sciences*, 8, 47-50.
- Sternberg, R. J. (1988). *The triarchic mind: A new theory of human intelligence*. New York: Viking.
- Sterns, H. L., e Dorsett, J. G. (1994). Career development: A life span issue. *Experimental Aging Research*, 20, 257-264.
- Sweeney, J. A., Rosano, C., Berman, R. A., e Luna, B. (2001) Inhibitory control of attention declines more than working memory during normal aging", *Neurobiological A.*, 22, 39-47
- Thorell, L. B., Lindqvist, S., Bergman, S., Bohlin, G., e Klingberg, T. (2009). Training and transfer effects of executive functions in preschool children. *Developmental Science*, 11, 969-976.

- Trenerry, M. R., Crosson, B., De Boe, J., e Lever, W. R. (1989). *Stroop Neuropsychological Screening Test*. Lutz, FL: Psychological Assessment Resources.
- Troyer, A. K., e Rich, J. B. (2002). Psychometric properties of a new metamemory questionnaire for older adults. *Journal of Gerontology*, *57*, 19-27.
- Turley-Ames, K, e Whitfield, M. M. (2003). Strategy training and working memory task performance. *Journal of Memory and Language*, *49*, 446-468.
- Turner, M. L., e Engle, R. W. (1989). Is working memory capacity task dependent? *Journal of Memory and Language*, *28*, 127-154.
- Unsworth, N., e Engle, R. W. (2007). On the division of short-term and working memory capacity: An examination of simple and complex span and their relation to higher order ability. *Psychological Bulletin*, *133*, 1038-1066.
- Uttl, B. (2008). Transparent Meta-Analysis of Prospective Memory and Aging. *PLoS ONE*, *3*, 1568.
- Van Der Linden, M., Brédart, S., e Beerten, A. (1994). Age-related differences in updating working memory. *British Journal of Psychology*, *85*, 145–152.
- Vecchi, T., e Cornoldi, C. (1999). Passive storage and active manipulation in visuospatial working memory: Further evidence from the study of age differences. *European Journal of Cognitive Psychology*, *11*, 391-406.
- Vecchi, T., Richardson, J. T. E., e Cavallini, E. (2005). Passive storage versus active processing in working memory: Evidence from age-related variations in performance. *European Journal of Cognitive Psychology*, *17*, 521-539.
- Verhaeghen, P., Marcoen, A. e Goossens, L. (1992). Improving memory performance in the aged through mnemonic training: a meta-analytic study. *Psychology and Aging*, *7*, 242–251.
- Verhaeghen, P. e De Meersman, L. (1998). Aging and the Stroop effect: a meta-analysis. *Psychology and Aging*, *13*, 120-126.
- Verhaeghen, P., e Ceralla, J. (2002). Aging, executive control, and attention: A review of meta-analyses. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, *26*, 849-857.
- Verhaeghen, P. (2003). Aging and vocabulary scores: A meta-analysis. *Psychology and Aging*, *19*, 332-339.
- von Bastian, C. C., Langer, N., Jäncke, L., e Oberauer, K. (2012). Effects of working memory training in young and old adults. *Memory and Cognition* doi: 10.3758/s13421-012-0280-7.

- Wechsler, D. (1981). Wechsler Adult Intelligence Scale- Revised Manual. New York, The Psychological Corporation.
- Westerberg, H., Jacobaeus, H., Hirvikoski, T., Clevberger, P., Östensson, M. L., Bartfai, A., e Klingberg, T. (2007). Computerized working memory training after stroke – A pilot study. *Brain Injury*, 21, 21-29.
- Willcutt, E. G., Doyle, A. E., Nigg, J. T., Faraone, S. V., e Pennington, B. F. (2005). Validity of executive function theory of attention-deficit/hyperactivity disorder: A meta-analytic review. *Biological Psychiatry*, 57, 1336-1346
- Wingfield, A., e Stine-Morrow, E. A. L. (2000). Language and speech. In F. I. M. Craik e T. A. Salthouse (Eds.), *Handbook of cognitive aging* (2nd edn., pp. 359–416). Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Zalazo, P. D., e Muller, U. (2002). Executive function in typical and atypical developmental. In U. Goswami (ed.), *Handbook of childhood cognitive developmental*. Oxford, England: Blackwell.
- Zavagnin, M., e Riboldi, F. (2012). Training di potenziamento della memoria di lavoro e delle funzioni esecutive nella popolazione anziana: una rassegna. *Giornale Italiano di Psicologia*.
- Zavagnin, M., Borella, E., e De Beni, R. (in revisione). When the mind wanders: Age-related differences between young and older adults.
- Zavagnin, M., De Beni, R., Borella, E., e Carretti, B. (in revisione). Episodic Future Thinking: The effect of structured cue on age-related differences.
- Zehdner, F., Martina, M., Altgassen, M. e Clarec, L. (2009). Memory training effects in old age as markers of plasticity: A meta-analysis. *Restorative Neurology and Neuroscience*, 27, 507–520. doi 10.3233/RNN-2009-0491.
- Zincke, K., Zaintl, M. Eschen, A., Herzog, C. e Kliegel, M. (2012). Potentials and limits of plasticity induced by memory training in old-old age. *Gerontology*, 58, 79-87.
- Zwaan, R. A., e Radvansky, G. A. (1998). Situation models in language comprehension and memory. *Psychological Bulletin*, 123, 162-185.



## APPENDICE

### A. TRAINING DI MEMORIA DI LAVORO VERBALE

(Studi 1, 2, 3 nello studio 6 sono stati presentati solo il primo e secondo incontro)

#### Primo incontro

*Consegne per il partecipante:* “Questo primo incontro si divide in tre parti durante le quali si eserciterà con delle liste di parole. Di volta in volta le specificherò quale sarà il suo compito.”

#### PRIMA PARTE

Il compito del partecipante è quello di ricordare **l’ultima parola di ogni lista** (in grassetto) e battere la mano sul tavolo quando sente il *nome di un animale* (in italico). Il partecipante viene avvisato che il numero di parole da ricordare durante la prova aumenterà progressivamente (il partecipante è avvertito del numero di parole che dovrà ricordare).

Lo sperimentatore deve presentare i set annotando le parole ricordate dal partecipante ed eventuali errori nel compito secondario (errori di battuta). Se il partecipante ricorda correttamente il primo set di un determinato livello di difficoltà (es. due parole da ricordare) verrà presentato il secondo set e in caso di ricordo corretto si passerà al primo set di livello superiore (es. 3 parole da ricordare), se invece il partecipante non ricorderà correttamente il primo o il secondo set verrà presentato anche il terzo.

*Consegne per il partecipante:* “Ora le farò ascoltare delle liste di parole: il suo compito sarà quello di ricordare l’ultima parola di ogni lista. La fine della lista sarà segnalata da un suono. Di volta in volta le indicherò il numero di parole da ricordare. Inoltre ogni volta che sentirà il nome di un animale dovrà battere la mano sul tavolo.

*Riassumendo lei dovrà ricordare l’ultima parola della lista (quella seguita dal suono) e battere la mano ogni volta che sentirà il nome di un animale.”*

#### SET DA 2

CANE	FRATE	LIBRO	FOTO	<b>FOGNA</b>
MUFFA	STRADA	BANANA	MARITO	<b>CAVALLO</b>

NATURA	<i>LEONE</i>	SPIGOLO	<i>RAGNO</i>	<b>CERA</b>
CORO	LUNA	<i>BALENA</i>	NUCA	<b>SONNO</b>

UVA	<i>ANATRA</i>	CAFFE'	PELLE	<b>ASILO</b>
<i>TIGRE</i>	LAMPADA	PANCA	<i>RICCIO</i>	<b>BUE</b>

### SET DA 3

<i>LUPO</i>	CENERE	DIVANO	ONDA	<b>TARGA</b>
GERANIO	PACCO	<i>CONIGLIO</i>	SEDIA	<b>CILIEGIA</b>
CASA	DIGA	<i>MUCCA</i>	CUBO	<b>GIACCA</b>

SABBIA	CAROTA	CRESTA	SPIEDO	<b>VAPORE</b>
POLLICE	<i>TROTA</i>	SETA	VASCA	<b>MELA</b>
SENO	<i>GALLO</i>	NEVE	ACQUA	<b>PRATO</b>

SFERA	<i>VERME</i>	NUBE	CITTA'	<b>BIRRA</b>
PERA	ROCCIA	VIALE	MANO	<b>DAINO</b>
CACCIA	GRANO	<i>VITELLO</i>	NANO	<b>ANGELO</b>

### SET DA 4

<i>BRUCO</i>	UOVO	MATITA	PIANTA	<b>TORTA</b>
MAMMA	GIGLIO	CAPRA	CUOIO	<b>SCIMMIA</b>
VENTO	NAVE	CRANIO	TRENO	<b>PADELLA</b>
<i>SERPENTE</i>	MOGLIE	TOSSE	NOCE	<b>SCUDO</b>

CANDELA	<i>FALCO</i>	AIUTO	ESTATE	<b>CHIESA</b>
PETTINE	FESTA	CIELO	ORMA	<b>GABBIANO</b>
ABETE	VASO	TIMONE	PUGNO	<b>TORRE</b>
<i>CANGURO</i>	PATATA	MUMMIA	LACCIO	<b>FUOCO</b>

PIATTO	CASSA	<i>APE</i>	TENDA	<b>STUFA</b>
MUSCHIO	QUADRO	SELLA	DONNA	<b>TASCA</b>
COLLO	DISCO	GUANTO	SACCO	<b>GRILLO</b>
MENTO	<i>CIGNO</i>	AGLIO	PUNTA	<b>COPPA</b>

### SET DA 5

NIDO	PALO	<i>RANA</i>	PADRE	<b>GABBIA</b>
CERVELLO	BOMBA	FIBBIA	<i>SQUALO</i>	<b>VETRO</b>
PIETRA	TAVOLO	<i>TORO</i>	PIPA	<b>TALPA</b>
BASTONE	PIANETA	SPECCHIO	ORZO	<b>TANA</b>
CUSCINO	TRAVE	<i>GIRAFFA</i>	LUCE	<b>GARZA</b>

SIEPE	ONDA	COCCO	<i>CAMMELLO</i>	<b>POLSO</b>
<i>MOSCA</i>	MONDO	PISCINA	OVATTA	<b>PALCO</b>
<i>ANGUILLA</i>	GUERRA	STALLA	RUGGINE	<b>FIGLIO</b>
ZINGARO	NODO	UFFICIO	TETTO	<b>BISCIA</b>
PALUDE	CINEMA	BEFANA	<i>MAIALE</i>	<b>FUNE</b>

## SECONDA PARTE

Il compito del partecipante è quello di ricordare la **prima parola di ogni lista** (in grassetto) e battere la mano sul tavolo quando sente il *nome di un animale* (in italico). Il partecipante viene avvisato che il numero di parole da ricordare durante la prova aumenterà man a mano. Le consegne dello sperimentatore sono le stesse della parte precedente.

**Consegne per il partecipante:** “Ora le farò ascoltare delle liste di parole: questa volta il suo compito sarà quello di ricordare la prima di ogni lista. La fine della lista sarà segnalata da un suono. Di volta in volta le indicherò il numero di parole da ricordare. Inoltre ogni volta che sentirà il nome di un animale dovrà battere la mano sul tavolo.

Riassumendo lei dovrà ricordare la prima parola della lista e battere la mano ogni volta che sente il nome di un animale.”

### SET DA 2

<b>ERBA</b>	<i>PINGUINO</i>	<i>MERLUZZO</i>	GINOCCHIO	ALUNNO
<b>LINEA</b>	CASTELLO	DENARO	SIGARO	<i>LUMACA</i>

<i>SCORPIONE</i>	PALAZZO	TOVAGLIA	VALIGIA	DOCCIA
<b>GOBBA</b>	PANNO	LIMONE	AULA	LATTE

<i>DELFINO</i>	SCARPA	CRISTALLO	RUOTA	PESCA
<b>PALATO</b>	<i>MANZO</i>	STELLA	<i>SALMONE</i>	FOGLIA

### SET DA 3

<b>CORALLO</b>	BRODO	FIAMMA	<i>AQUILA</i>	FIENO
<b>PENTOLA</b>	<i>TOPO</i>	SCIARPA	FIUME	ZANZARA
<b>FOLLA</b>	MANO	PAGINA	<i>COBRA</i>	LAGO

<i>DRAGO</i>	FARINA	VAGONE	FUCILE	EDERA
<b>SAPONE</b>	ALTARE	<i>INSETTO</i>	SORELLA	<i>ORSO</i>
<b>VELLUTO</b>	BURRO	GENTE	MINESTRA	STAMPA

<b>SETE</b>	<i>TACCHINO</i>	GIORNO	ORTICA	<i>ALCE</i>
<b>FETTA</b>	GIARDINO	TELA	ANELLO	PORTA
<b>PIEDE</b>	CARTA	<i>CINGHIALE</i>	IMBUTO	ALBERO

### SET DA 4

<b>TAPPETO</b>	VETTA	<i>MULO</i>	PRIGIONE	SCHIUMA
<b>ANTENNA</b>	GONNA	PALMA	ZAMPA	<i>VIPERA</i>
<b>VINO</b>	SCUOLA	ZUPPA	BIBITA	NASO
<b>PEPE</b>	TAVERNA	<i>ZEBRA</i>	TESTA	ELICA

<b>TROMBA</b>	PARETE	NEBBIA	<i>PECORA</i>	BUCCIA
<i>VERME</i>	UOMO	CACAO	PERLA	SERA
<b>PIUMA</b>	MIELE	NOTTE	PISTOLA	<i>CERVO</i>
<b>BARBA</b>	FANALE	ALLUCE	VELA	<i>PANTERA</i>

<i>PICCHIO</i>	GELATO	MOTORE	UNGHIA	TANA
<b>CELLA</b>	TERRA	<i>POLPO</i>	TASTO	CHIODO
<b>DESERTO</b>	<i>RENNA</i>	LANCIA	PEDALE	MENTA
<b>PIOPPO</b>	ZAINO	CERCHIO	FORNO	<i>PANDA</i>

#### SET DA 5

<b>CRANIO</b>	<i>CICALA</i>	VOCE	GRUPPO	<i>FOCA</i>
<b>PALA</b>	<i>LEPRE</i>	MULINO	GHIACCIO	LANA
<i>PAVONE</i>	FANGO	SCHIAFFO	FARO	ORTO
<b>TUTA</b>	CUORE	RIVA	<i>VOLPE</i>	SUGO
<b>PONTE</b>	<i>CORVO</i>	GOLA	SPADA	CIRCO

<i>ANATRA</i>	SUORA	CESTO	NUVOLA	TRONO
<b>PRUGNA</b>	NONNO	<i>GUFO</i>	PIOGGIA	<i>GRANCHIO</i>
<b>MADRE</b>	PANE	MARE	<i>GATTO</i>	BOCCA
<b>LAPIDE</b>	COMETA	AEREO	ATLETA	CHIAVE
<i>OCA</i>	SPIGA	PENNA	SPILLO	GOCCIA

#### TERZA PARTE

Il compito del partecipante è quello di ricordare l'**ultima parola di ogni lista** (in grassetto) e battere la mano sul tavolo quando sente il *nome di un animale* (in italico). Il partecipante viene avvisato che il numero di parole da ricordare durante la prova aumenterà man a mano. Le consegne dello sperimentatore sono le stesse della parte precedente.

**Consegne per il partecipante:** “Ora le farò nuovamente ascoltare delle liste di parole: il suo compito sarà quello di ricordare l'ultima parola di ogni lista come ha fatto precedentemente. La fine della lista sarà segnalata da un suono. Di volta in volta le indicherò il numero di parole da ricordare. Inoltre ogni volta che sentirà il nome di un animale dovrà battere la mano sul tavolo.

Riassumendo lei dovrà ricordare l'ultima parola della lista (quella seguita dal suono) e battere la mano ogni volta che sente il nome di un animale.”

#### SET DA 2

GUANCIA	<i>ASINO</i>	<b>COCCO</b>	CODA	<i>PULCE</i>
<i>PAPERA</i>	FRECCIA	<i>PICCIONE</i>	GOMITO	<b>SCALA</b>

ACETO	CIPRIA	SANGUE	STATUA	<b>SPUGNA</b>
<i>FARFALLA</i>	SCHIENA	MONETA	VASSOIO	<b>AGO</b>

RADIO	ARANCIA	PORTO	<i>ROSPO</i>	<b>CALZA</b>
<i>PULEDRO</i>	SOLE	DITO	BANCA	<b>MONTE</b>

### SET DA 3

PRUGNA	NONNO	<i>GUFO</i>	PIOGGIA	<b>GRANCHIO</b>
ORZO	PANE	MARE	<i>GATTO</i>	<b>COMETA</b>
LAPIDE	BOCCA	AEREO	ATLETA	<b>CHIAVE</b>

MAIALE	FUNE	PALUDE	CINEMA	<b>BEFANA</b>
<i>OCA</i>	SPIGA	PENNA	SPILLO	<b>GOCCIA</b>
ZINGARO	NODO	MONDO	TETTO	<b>BISCIA</b>

SPIAGGIA	BORSA	FRAGOLA	CAMINO	<b>CRICETO</b>
<i>CIMICE</i>	ROSA	PASTA	BARCA	<b>MAPPA</b>
MANICA	OCCHIO	<i>AGNELLO</i>	FIORE	<b>TOSSE</b>

### SET DA 4

RUGGINE	GOBBA	STUFA	<i>CAMMELLO</i>	<b>UFFICIO</b>
PISCINA	OVATTA	SIEPE	ORO	<b>MOSCA</b>
<i>ANGUILLA</i>	GUERRA	STALLA	POLSO	<b>NIDO</b>
PADRE	TAVOLO	<i>TORO</i>	OLIO	<b>PALO</b>

MADRE	BASTONE	<i>RANA</i>	SPECCHIO	<b>SEME</b>
CERVELLO	TIGLIO	FIBBIA	<i>SQUALO</i>	<b>BOMBA</b>
PIETRA	BARBA	TRAVE	PIPA	<b>TALPA</b>
CUSCINO	PIANETA	<i>GIRAFFA</i>	LUCE	<b>GARZA</b>

BUCA	<i>MERLO</i>	LEGNO	CATENA	<b>CONO</b>
LABBRO	COLTELLO	CORDA	CASSETTO	<b>GOMMA</b>
<i>SEPIA</i>	PINO	MENTE	GIORNALE	<b>TARGA</b>
ASTA	CASCO	TROFEO	<i>CICOGNA</i>	<b>RETE</b>

### SET DA 5

FUCILE	<i>CICALA</i>	VOCE	GRUPPO	<b>FOCA</b>
RIVA	GOLA	TIMONE	TORRE	<b>PUGNO</b>
FANGO	CENERE	MUMMIA	<i>VOLPE</i>	<b>TUTA</b>
<i>LEPRE</i>	GHIACCIO	MULINO	CUBO	<b>SUGO</b>
PONTE	<i>CORVO</i>	CIRCO	SPADA	<b>LACCIO</b>

CILIEGIA	DIGA	SEDIA	ORTO	<b>AULA</b>
PALA	GERANIO	<i>CONIGLIO</i>	<i>MUCCA</i>	<b>LANA</b>
<i>PAVONE</i>	PANNO	SCHIAFFO	CASA	<b>FARO</b>
<i>LUPO</i>	CUORE	DIVANO	ORO	<b>CRANIO</b>
FIGLIO	LIMONE	GIACCA	PACCO	<b>AQUILA</b>

## Secondo incontro

Il compito del partecipante è quello di ricordare la **parola seguita dal suono** (in grassetto), che può trovarsi in qualsiasi posizione all'interno della lista, e battere la mano sul tavolo quando sente il *nome di un animale* (in italico). Il partecipante viene avvisato che il numero di parole da ricordare andrà da 2 a 5 e che lo sperimentatore gli dirà quando il numero di parole da ricordare aumenterà.

Lo sperimentatore deve presentare i set annotando le parole ricordate dal partecipante ed eventuali errori di battuta.

**Consegne per il partecipante:** *“Ora le farò ascoltare delle liste di parole: il suo compito sarà quello di ricordare la parola seguita dal suono che potrà essere in qualsiasi posizione all'interno della lista. Per non creare confusione questa volta non ci sarà il suono ad indicare la fine della lista ma una pausa di silenzio di qualche secondo. Il numero delle liste varierà da un minimo di 2 ad massimo di 5 e di volta in volta le indicherò il numero di parole da ricordare. Come sempre dovrà battere la mano sul tavolo ogni volta che sentirà il nome di un animale.*

*Riassumendo lei dovrà ricordare la parola seguita dal suono e battere la mano ogni volta che sente il nome di un animale.”*

### SET DA 2 - COMPITO SECONDARIO POCO FREQUENTE

PAGINA	TUTA	<b>PIUMA</b>	TRAVE	PANE
<i>ORSO</i>	PIETRA	FARINA	<b>NODO</b>	MONDO

<i>VIPERA</i>	NOTTE	<b>ELICA</b>	PADRE	CRESTA
SIEPE	MARE	<b>ZUPPA</b>	BOMBA	NIDO

### SET DA 2 - COMPITO SECONDARIO MOLTO FREQUENTE

<i>GUFO</i>	<b>PERLA</b>	SIGARO	MIELE	<i>LUMACA</i>
GUERRA	<i>MOSCA</i>	PIOGGIA	<i>TORO</i>	<b>MANO</b>

NONNO	<i>BRUCO</i>	<b>CUORE</b>	<i>LEPRE</i>	GHIACCIO
<i>CERVO</i>	ONDA	<i>TALPA</i>	<b>SPADA</b>	ORTO

### SET DA 3 - COMPITO SECONDARIO POCO FREQUENTE

SABBIA	<b>CAROTA</b>	VOCE	SPIEDO	VAPORE
POLLICE	<i>TROTA</i>	DENARO	<b>NEBBIA</b>	MELA
SENO	BUCCIA	<b>UOVO</b>	<i>CORVO</i>	PRATO

CUOIO	<i>SCIMMIA</i>	PETTINE	<b>GRUPPO</b>	MAMMA
PALMA	<b>FESTA</b>	TOSSE	CIELO	<i>FOCA</i>

<b>PANNO</b>	STRADA	GENTE	MINESTRA	STANZA
--------------	--------	-------	----------	--------

**SET DA 3 - COMPITO SECONDARIO MOLTO FREQUENTE**

SAPONE	<b>ALTARE</b>	RAGNO	DIVANO	ORO
CONIGLIO	PACCO	SEDIA	<b>VETTA</b>	CAVALLO
NUCA	BURRO	GALLO	BANANA	<b>MARITO</b>

CANE	FRATE	LUNA	BALENA	FOGNA
MUFFA	LEONE	<b>UOMO</b>	SEME	<b>CENERE</b>
NATURA	SPIGOLO	VERME	<b>SONNO</b>	CERA

**SET DA 4 - COMPITO SECONDARIO POCO FREQUENTE**

AQUILA	<b>VETRO</b>	PALAZZO	ANTENNA	CRANIO
SETA	VASCA	<b>FOTO</b>	LINEA	FUCILE
DIGA	LUPO	TOVAGLIA	NAVE	<b>LUCE</b>
GERANIO	<b>CILIEGIA</b>	GONNA	ERBA	FALCO

CASA	DRAGO	NEVE	<b>CUBO</b>	GIACCA
CORO	<b>AULA</b>	PECORA	ACQUA	GIGLIO
TOPO	PALCO	<b>FOLLA</b>	BRODO	FIENO
BIBITA	TARGA	LACCIO	<b>VASO</b>	SCUDO

**SET DA 4 - COMPITO SECONDARIO MOLTO FREQUENTE**

PALO	INSETTO	<b>MATITA</b>	CAMINO	TORTA
TRENO	<b>FIBBIA</b>	CAPRA	ESTATE	GABBIANO
VENTO	SCUOLA	<b>FUOCO</b>	PINGUINO	PADELLA
SERPENTE	MOGLIE	MUCCA	<b>NOCE</b>	CORALLO

CANDELA	ZEBRA	<b>AUTO</b>	MULO	CHIESA
GARZA	MERLUZZO	<b>VINO</b>	ORMA	COBRA
ABETE	<b>PEPE</b>	PIPA	TORRE	<b>GABBIA</b>
CANGURO	PATATA	MUMMIA	RANA	NASO

**SET DA 5 - COMPITO SECONDARIO POCO FREQUENTE**

CERVELLO	<b>TAVOLO</b>	STALLA	GRANCHIO	BARBA
BASTONE	PIANETA	<b>SPECCHIO</b>	BOCCA	FIGLIO
TAPPETO	<b>UFFICIO</b>	GIRAFFA	GOBBA	TANA
ANGUILLA	CINEMA	STUFA	<b>TETTO</b>	POLSO
ZINGARO	CASTELLO	<b>MADRE</b>	PISCINA	GUFO

PALUDE	CUSCINO	<b>BEFANA</b>	SPILO	BISCIA
SCORPIONE	TAVERNA	LIMONE	CAMMELLO	<b>LIBRO</b>
VAGONE	PARETE	<b>FIAMMA</b>	OVATTA	ALUNNO
VELLUTO	FANALE	CICALA	RUGGINE	<b>DOCCIA</b>
PENTOLA	ALLUCE	DONNA	<b>PUGNO</b>	LATTE

**SET DA 5 - COMPITO SECONDARIO MOLTO FREQUENTE**

CRANIO	<i>ORSO</i>	MULINO	ZANZARA	<b>LAGO</b>
PALA	<b>CESTO</b>	PISTOLA	VALIGIA	<i>ANATRA</i>
ZAMPA	EDERA	<i>CANE</i>	<b>RIVA</b>	SERA
PONTE	<i>TALPA</i>	<b>GOLA</b>	VELA	<i>ROSPO</i>
<i>PAVONE</i>	TROMBA	<b>FANGO</b>	<i>SQUALO</i>	LANA

PRUGNA	<i>RAGNO</i>	TESTA	<b>SUORA</b>	FARO
ORZO	<i>LUMACA</i>	AEREO	<b>FUNE</b>	<i>LEONE</i>
LAPIDE	<b>SPIGA</b>	TIMONE	<i>VOLPE</i>	CIRCO
<i>OCA</i>	<i>MAIALE</i>	PENNA	<b>NUVOLA</b>	TRONO
GOCCIA	<i>GATTO</i>	ATLETA	<b>CERVO</b>	<i>LUPO</i>

**Terzo incontro**

Il compito del partecipante è quello di ricordare la alternativamente **l'ultima o la prima parola di ogni lista** (in grassetto) e battere la mano sul tavolo quando sente *il nome di un animale* (in italico). Il partecipante viene avvisato che il numero di parole da ricordare andrà da 2 a 5 e che lo sperimentatore gli dirà quando il numero di parole da ricordare aumenterà e se deve ricordare le prime o le ultime parole delle liste.

Lo sperimentatore deve presentare i set annotando le parole ricordate dal partecipante ed eventuali errori di battuta.

**Consegne per il partecipante:** *“Le farò ascoltare le liste di parole: il suo compito sarà quello di ricordare alternativamente l'ultima o la prima parola di ogni lista. La fine della lista sarà segnalata da un suono. Di volta in volta le indicherò la posizione della parola da ricordare. Il numero di liste varierà da un minimo di 2 ad un massimo di 5. Come sempre ogni volta che sentirà il nome di un animale dovrà battere la mano sul tavolo.*

*Riassumendo lei dovrà ricordare la prima o l'ultima parola di ogni lista e battere la mano ogni volta che sente il nome di un animale.*

*Ora le farò ascoltare due liste delle quali lei dovrà ricordare l'ultima parola di ogni lista.*

**SET DA 2 - RICORDA ULTIMA**

VELLUTO	<i>GUFO</i>	PALO	CUBO	<b>PRATO</b>
SABBIA	DIGA	CRESTA	SEDIA	<b>GOCCIA</b>

**SET DA 2 - RICORDA PRIMA**

<b>SERPENTE</b>	NAVE	AUTO	ESTATE	<i>SCIMMIA</i>
<b>CANDELA</b>	MOGLIE	VETTA	<i>BRUCO</i>	SCUDO

**SET DA 2 - RICORDA ULTIMA**

CORO	<i>GRANCHIO</i>	CRANIO	FIENO	<b>CERA</b>
DIVANO	ORO	SPILLO	VASCA	<b>SONNO</b>

**SET DA 2 - RICORDA PRIMA**

<b>CICALA</b>	STRADA	MUFFA	NUCA	FOGNA
<b>SENO</b>	<i>LEONE</i>	FOTO	NATURA	<i>CAVALLO</i>

**SET DA 3 - RICORDA ULTIMA**

CINEMA	VASO	ALLUCE	LACCIO	<b>GABBIANO</b>
BUCCIA	<i>CORVO</i>	MULINO	PIOGGIA	<b>TRONO</b>
<i>CANE</i>	PARETE	MELA	PIUMA	<b>CUOIO</b>

**SET DA 3 - RICORDA PRIMA**

<b>MULO</b>	<i>TROTA</i>	MATITA	PRIGIONE	PIETRA
<b>TRENO</b>	UOVO	<i>CAPRA</i>	OVATTA	PALMA
<b>BRODO</b>	TORTA	RIVA	<i>AQUILA</i>	GIACCA

**SET DA 3 - RICORDA ULTIMA**

CUSCINO	BOMBA	PERLA	LUCE	<b>ROSPO</b>
SIEPE	TAVOLO	<i>TORO</i>	BANANA	<b>PIPA</b>
<i>MOSCA</i>	PIANETA	SPECCHIO	GRUPPO	<b>FIGLIO</b>

**SET DA 3 - RICORDA PRIMA**

<b>SPIGOLO</b>	GALLO	SETA	NOCE	CERVELLO
<b>CASA</b>	FIAMMA	<i>MUCCA</i>	FUOCO	CRANIO
<b>BALENA</b>	CIELO	POLLICE	FIBBIA	CAROTA

**SET DA 4 - RICORDA ULTIMA**

ZUPPA	FUNE	DONNA	<i>RAGNO</i>	<b>RUGGINE</b>
ORZO	PISTOLA	MARE	SUORA	<b>NOTTE</b>
<i>ANGUILLA</i>	ONDA	PISCINA	SIGARO	<i>ANATRA</i>
GOBBA	MANO	GABBIA	TAPPETO	<b>LAGO</b>

**SET DA 4 - RICORDA PRIMA**

<b>VINO</b>	ANTENNA	<i>ZEBRA</i>	<i>GATTO</i>	SERA
<b>NASO</b>	MIELE	NEBBIA	ORTO	<i>CERVO</i>
<b>PEPE</b>	FANALE	SEME	<i>VOLPE</i>	FARO
<b>TROMBA</b>	<i>LEPRE</i>	BURRO	SPADA	SUGO

**SET DA 4 RICORDA ULTIMA**

PADELLA	COMETA	LIBRO	<i>PECORA</i>	<b>ELICA</b>
<i>PAVONE</i>	TAVERNA	LUNA	MINESTRA	<b>FOCA</b>
PONTE	SPIGA	UOMO	<i>TOPO</i>	<b>PATATA</b>
LAPIDE	MUMMIA	PENNA	<i>CONIGLIO</i>	<b>STUFA</b>

**SET DA 4 - RICORDA PRIMA**

<b>TALPA</b>	CORALLO	UFFICIO	ZINGARO	<i>MAIALE</i>
<b>STALLA</b>	PRUGNA	VETRO	<i>CANGURO</i>	PENTOLA
<b>CESTO</b>	ACQUA	<i>LUPO</i>	NONNO	LATTE
<b>CAMMELLO</b>	CUORE	ATLETA	VOCE	PACCO

**SET DA 5 - RICORDA ULTIMA**

<i>DRAGO</i>	FRATE	<i>INSETTO</i>	ZAMPA	<b>SCHIUMA</b>
SAPONE	GONNA	GENTE	TESTA	<b>VIPERA</b>
GUERRA	VAPORE	MONDO	TUTA	<b>PALCO</b>
BARBA	BIBITA	SCHIAFFO	<i>COBRA</i>	<b>LIMONE</b>
<i>SCORPIONE</i>	PANNO	PIUME	CIRCO	<b>BOCCA</b>

**SET DA 5 - RICORDA PRIMA**

<b>VERME</b>	FANGO	<i>PINGUINO</i>	NUVOLA	POLSO
<b>ABETE</b>	<i>FALCO</i>	TOSSE	VELA	CHIESA
<b>PALA</b>	DENARO	PANE	GINOCCHIO	STANZA
<b>ORMA</b>	GHIACCIO	<i>OCA</i>	CHIAVE	AEREO
<b>GERANIO</b>	<i>RANA</i>	GOLA	FESTA	SCUOLA

**SET DA 5 - RICORDA ULTIMA**

VENTO	GIGLIO	NEVE	TORRE	<b>SPIEDO</b>
NIDO	CAMINO	TIMONE	<i>SQUALO</i>	<b>PUGNO</b>
BASTONE	LANA	CENERE	MARITO	<b>PAGINA</b>
PALUDE	TRAVE	<i>GIRAFFA</i>	TETTO	<b>MAMMA</b>
GARZA	TOVAGLIA	BEFANA	PETTINE	<b>LUMACA</b>

**SET DA 5 - RICORDA PRIMA**

<b>PADRE</b>	CILIEGIA	NODO	TANA	<i>BISCIA</i>
<b>ERBA</b>	CASTELLO	<i>MERLUZZO</i>	VALIGIA	ALUNNO
<b>LINEA</b>	PALAZZO	MADRE	VAGONE	DOCCIA
<b>ORSO</b>	FARINA	TARGA	FUCILE	EDERA
<b>FOLLA</b>	ZANZARA	AULA	SORELLA	ALTARE

## B. BRANI DI AGGIORNAMENTO IN CONTESTO DI COMPRESIONE DEL TESTO

(Studio 3)

### Primo incontro

Al partecipante vengono presentati due brani che richiedono l'aggiornamento di alcune informazioni target durante la lettura. Ogni brano descrive una situazione richiedente lo svolgimento concomitante di due attività (l'una evidenziata in blu l'altra in rosso). Le frasi presentate possono essere riempitive (R), Additive (A), Soppressive (S) o Sostitutive (So).

Lo sperimentatore deve presentare le frasi una alla volta lasciando al partecipante tutto il tempo necessario per leggerle, alla fine del brano deve annotare le risposte.

*Consegne per il partecipante: “Adesso le presenterò un brano, lei dovrà leggerlo e ricordare che cosa ha indossato Anna e che cosa ha mangiato”*

Vestiaro/ Colazione		Informazioni da ricordare: 1+1
	R	Anna si svegliò in ritardo pensando a cosa indossare per il convegno
	R	Doveva fare un'abbondante colazione perché la giornata sarebbe stata lunghissima
	A	Si tolse velocemente il pigiama e prese dall'armadio una <b>maglietta</b> marrone
1	A	Scese a fare colazione e iniziò a preparare alcune fette di <b>pane</b> con la marmellata
2	S	Nel frattempo pensò che avrebbe potuto indossare la <b>camicia bianca</b> ma era da stirare
1	S	Poi, aprì il frigorifero per prendere del <b>latte</b> ma era finito
2	A	Vide la confezione del <b>succo d'arancia</b> la prese
2	A	Intanto si ricordò che aveva da poco comperato una <b>canotta rosa</b> : era l'ideale
1	So	Guardò l'orologio e si accorse che era tardi, lasciò il succo, ed entrò velocemente in bagno
2	A	Mentre entrava in doccia pensò di poter abbinare la canotta rosa alla <b>gonna nera</b>
1	So	Uscì dalla doccia, tornò in camera e vide il <b>pantalone nero</b> : era meglio della gonna
2	So	La canotta era sporca e decise di indossare <b>l'abito verde</b>
2	So	Era davvero tardi e non era riuscita a fare colazione, prese una <b>mela</b> ed uscì
	R	Entrò in macchina e mise in moto sperando di non aver dimenticato nulla

**Consegne per il partecipante:** “Adesso le presenterò un brano, lei dovrà leggerlo e ricordare che città visiterà Antonio e a chi lascerà il gatto”

Reportage/ gatto		Informazioni da ricordare 2+1
	R	Antonio scrive per una rivista di viaggi e deve organizzare la visita in una famosa città
	R	Durante la sua assenza però dovrà trovare qualcuno che badi al suo gatto
	A	<b>Decide di chiamare la pensione per gatti. Apre l'agenda e compone il numero</b>
	A	<b>Sfoggia intanto la guida turistica: potrebbe iniziare visitando il famoso museo</b>
1	So	<b>Al telefono non risponde nessuno, decide di affidare il gatto a suo padre</b>
1	So	Si concentra sulla visita della città, è meglio partire dai dintorni visitando le cascate invece del museo
1	A	In questo modo potrebbe anche visitare il lago adiacente alle cascate
1	So	<b>Telefona a suo padre che gli dice che è troppo impegnato e gli suggerisce di chiedere a suo fratello</b>
	R	Accende la radio per sentire le previsioni del tempo
2	So	<b>è previsto maltempo, decide di iniziare la visita dal castello e non dalle cascate</b>
2	So	<b>Invece del lago quindi visiterà l'orto botanico</b>
2	So	Guarda la mappa della città, l'orto botanico è in periferia, preferisce quindi la <b>cattedrale</b>
2	So	<b>Chiama suo fratello ma neanche lui è disponibile, decide di portarlo alla sua fidanzata</b>
2	R	é il momento di preparare la valigia per il viaggio

## Secondo incontro

La procedura è la stessa del precedente incontro, l'unica differenza consiste nel maggior numero di informazioni da ricordare.

*Consegne per il partecipante: “Adesso le presenterò un brano, lei dovrà leggerlo e ricordare cosa compra Lidia e chi andrà a prendere i bambini”*

Spesa/Fam.		To be recalled: 3+1
	R	Tornando dal lavoro Linda si fermò al supermercato per la spesa
	R	Dopo aver parcheggiato l'auto, prese il telefono dalla borsa
1	A	Telefonò a sua sorella per chiederle di prendere i bambini a scuola: accettò
2	A	Entrò nel supermercato e andò subito verso il reparto frutta per prendere l'uva
2	So	Prese invece un'ultima confezione di <b>banane</b> , perché in offerta
1	So	Squillò il telefono, sua <b>suocera la</b> avvertiva che sarebbe andata a prendere i bambini
2	S	Nel frattempo le venne voglia di <b>fragole</b> ma vedendo il prezzo, non le comprò
	R	Dopo qualche minuto squillò di nuovo il telefono, era sua suocera
1	So	La suocera si era ricordata di avere un appuntamento, sarebbe andata sua <b>zia</b>
2	A	Continuò la spesa: nel banco frigo c'era il <b>prosciutto crudo</b> in offerta
2	So	Ma pensò che i suoi figli preferivano il <b>salame e lo prese</b>
1	So	Poco dopo la chiamò suo <b>padre</b> dicendo che sarebbe andato a prender i bimbi
2	A	Andando verso la cassa si ricordò di dover prendere dello stracchino
2	So	Mentre metteva lo stracchino nel carrello pensò che era meglio la <b>ricotta</b>
	R	Lidia si mise in macchina pensando che la giornata non era ancora finita

**Consegne per il partecipante:** “Adesso le presenterò un brano, lei dovrà leggerlo e ricordare cosa mette in valigia Giovanna e che dolci porterà alla sua amica”

Valigia/ dolce		Informazioni da ricordare 3+2
	R	Giovanna sta preparando la valigia perché deve passare un fine settimana dalla sua amica Giulia
	R	Vorrebbe portarle dei dolci: Giulia è infatti molto golosa
2	A	Va in cucina e sfoglia il ricettario: decide di fare una <b>crostata</b>
1	A	Và camera, apre l’armadio e prende un <b>maglione viola</b>
1	A	Prende anche un <b>paio di jeans</b> appeso alla gruccia
2	So	Torna quindi in cucina, si accorge di non avere marmellata. Si organizza quindi per una torta alla crema
	A	Da accompagnare con dei pasticcini fatti da lei
1	So	Ritorna in camera vede sulla sedia la <b>camicia gialla</b> e decide di sostituirla al <b>maglione viola</b>
2	So	Ha poche uova, deve quindi sostituire la torta alla crema con una di mele
1	A	Si reca nel ripostiglio per prendere gli stivali neri
2	So	Guarda l’orologio, ormai è tardi per preparare i pasticcini, potrebbe riuscire a preparare dei <b>cioccolatini</b>
	R	Deve però sbrigarsi a preparare la valigia
1	S	Prende la felpa blu ma poi cambia idea e la lascia; chiude finalmente la valigia
2	So	Torna in cucina per preparare i cioccolatini ma alla fine decide di fare dei biscotti
	R	Dopo aver finito, accende la tv e guarda le previsioni del tempo per la settimana

### Terzo incontro

La procedura è la stessa degli incontri precedenti, così come il numero di informazioni da ricordare che è lo stesso dello studio 2.

*Consegne per il partecipante: “Adesso le presenterò un brano, lei dovrà leggerlo e ricordare che attrezzi porta con se Luigi e che mezzo di trasporto userà”*

Utensili/ trasporti		Informazioni da ricordare 3+2
S		<b>Italiano</b>
	R	Luigi ama tantissimo i mobili in legno e ha imparato a restaurarli per hobby
	R	Nel pomeriggio deve andare a sistemarne uno a casa di un suo amico
	S	Per andare a casa dell'amico potrebbe prendere la moto, ma ha lasciato il casco da Maria
1	A	L'unica soluzione, quindi, è usare l'automobile
2	A	Intanto inizia a preparare la cassetta degli attrezzi: va in cantina e prende il <b>martello</b>
1	So	Vicino casa del suo amico non ci sono parcheggi, forse potrebbe prendere un taxi
2	A	Sul tavolo da lavoro vede la <b>sega</b> , gli potrebbe servire
2	So	La sega ha però il manico rotto, la lascia e prende la <b>lima</b>
1	S	Decide che il miglior mezzo è l' <b>autobus</b> , ma è sabato e ce ne sono pochi
2	So	Fruga nuovamente tra gli attrezzi da lavoro, trova il <b>trapano</b> e lascia il martello
1	S	Andrebbe anche a <b>piedi</b> dall'amico, ma la cassetta degli attrezzi pesa
1	A	Inoltre farebbe tardi, decide che è meglio prendere la bicicletta
2	A	Intanto pensa che potrebbero essergli utili anche delle viti
2	So	Lascia la lima e prende una <b>pinza</b>
1	R	Chiude la cassetta degli attrezzi, si mette la giacca scendendo in garage ed esce di casa

*Consegne per il partecipante: “Adesso le presenterò un brano, lei dovrà leggerlo e ricordare che regali compra Mario per i suoi nipoti e cosa pensa di portare con se durante il viaggio”*

Regali/ libri		Informazioni da ricordare 3+2
	R	Per Natale Mauro aveva deciso di raggiungere la sua famiglia nonostante il viaggio fosse lungo
	R	Doveva però acquistare dei regali per i suoi nipoti
	A	Entrò nel negozio e prese una confezione di <b>macchinine</b>
1	A	Intanto rifletteva su cosa portare per il viaggio in treno: pensò ad un libro di poesie
2	So	Girando per il negozio vide un <b>monopattino</b> , lasciò quindi le macchinine
1	So	Il viaggio sarebbe stato lungo lasciò il libro di poesie decise di prendere un romanzo
2	A	Il negozio di giocattoli era ben fornito, trovò infatti dei <b>soldatini</b> di piombo, li prese
2	A	Aggiunse al carrello anche una <b>bambola</b> per sua nipote
2	So	Accanto allo scaffale delle bambole vide un <b>puzzle</b> , lasciò quindi i soldatini
1	A	Pensò di mettere nello zaino anche l'ultima <b>rivista</b> di automobili
	R	Andò a sbattere contro un altro acquirente: non riusciva a fare due cose contemporaneamente. Si concentrò sui regali.
2	So	Si ricordò che suo nipote amava colorare, prese dei <b>pastelli</b> e lasciò il monopattino
1	So	Il pensiero andò di nuovo al viaggio: alla rivista sostituì mentalmente il <b>saggio</b> che stava leggendo per il suo lavoro
2	So	Dirigendosi verso le casse vide un <b>pallone</b> che prese al posto del puzzle
	R	Dopo aver pagato, lasciò il negozio correndo perché iniziava a piovare

## C. TRAINING DI MEMORIA DI LAVORO VISUO-SPAZIALE

(Studi 4 e 5, nello studio 6 sono stati presentati solo il primo e secondo incontro)

### Primo incontro

*Consegne per il partecipante:* “Questo primo incontro si divide in tre parti durante le quali si eserciterà con delle matrici. Di volta in volta le specificherò quale sarà il suo compito.”

#### PRIMA PARTE

Il compito del partecipante è quello di ricordare **l'ultima posizione del pallino in ogni matrice** (che corrisponde alla terza posizione ed è indicata con un pallino) e battere la mano sul tavolo quando il pallino cade in una cella grigia. Il partecipante viene avvisato che il numero di posizioni da ricordare durante la prova aumenterà progressivamente.

Lo sperimentatore deve presentare i set annotando le posizioni ricordate dal partecipante ed eventuali errori nel compito secondario (errori di battuta). Se il partecipante ricorda correttamente il primo set di un determinato livello di difficoltà (es. due posizioni da ricordare) verrà presentato il secondo set ed in caso di ricordo corretto si passerà al primo set di livello superiore (es. 3 posizioni da ricordare), se invece il partecipante non ricorderà correttamente il primo o il secondo set verrà presentato anche il terzo.

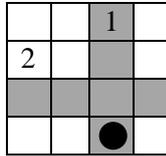
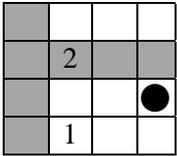
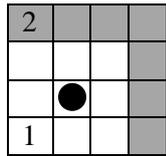
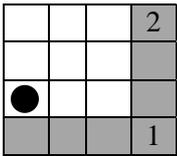
*Consegne per il partecipante:* “Ora le farò vedere al computer una serie di matrici all'interno delle quali ci sarà un pallino nero che si sposterà per 3 volte: il suo compito sarà quello di ricordare la posizione finale del pallino all'interno di ogni matrice. Alcune celle della matrice saranno di colore grigio: se il pallino cade all'interno di una di queste celle lei dovrà battere la mano sul tavolo. Il passaggio tra una matrice e la successiva sarà segnalato da una schermata grigia. Alla fine della presentazione apparirà sullo schermo una matrice bianca nella quale lei dovrà indicare l'ultima posizione del pallino in ogni matrice. Di volta in volta le indicherò il numero di posizioni da ricordare.

*Riassumendo lei dovrà ricordare l'ultima posizione del pallino per ogni matrice e battere la mano ogni volta che il pallino cadrà all'interno di una cella grigia.”*

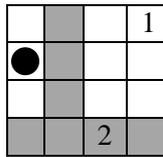
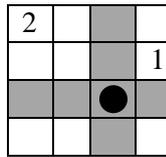
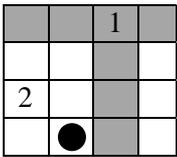
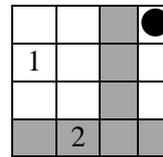
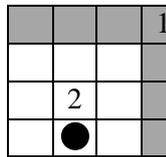
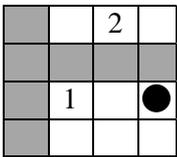
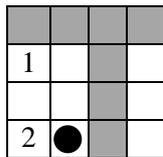
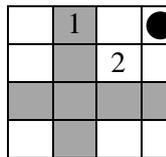
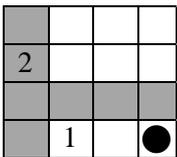
#### SET DA 2

2			
		1	
		●	

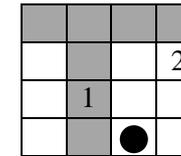
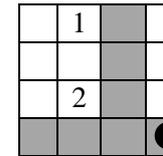
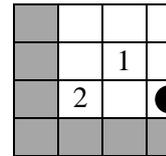
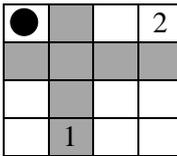
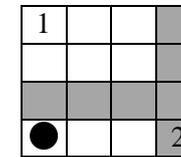
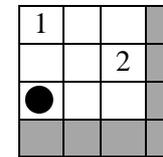
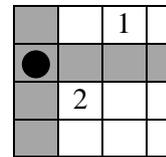
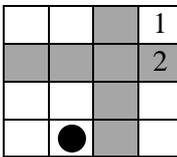
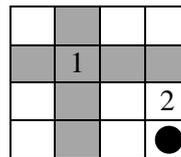
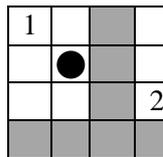
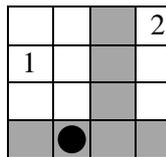
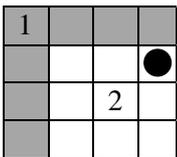
			1
2			
			●



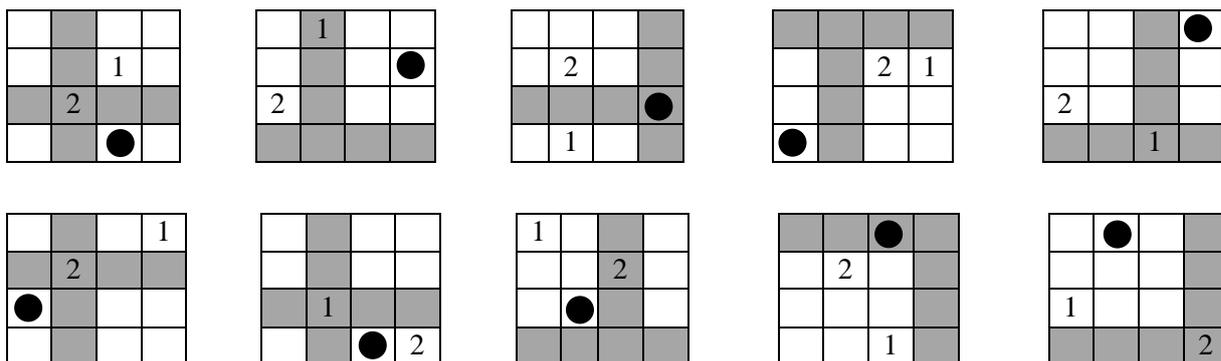
**SET DA 3**



**SET DA 4**



### SET DA 5



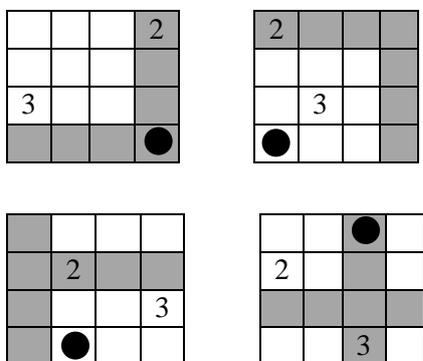
### SECONDA PARTE

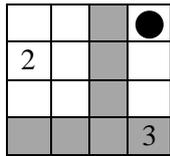
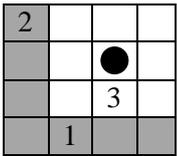
Il compito del partecipante è quello di ricordare la **prima posizione di ogni matrice** (indicata con un pallino) e battere la mano sul tavolo quando il pallino cade su una cella grigia. Il partecipante viene avvisato che il numero di posizioni da ricordare durante la prova aumenterà man a mano.

Le consegne per lo sperimentatore sono le stesse della parte precedente.

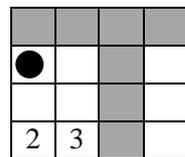
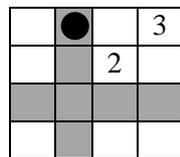
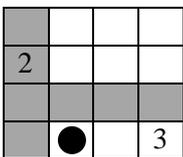
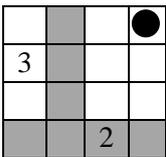
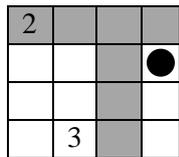
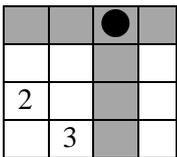
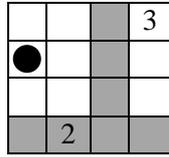
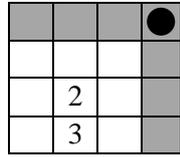
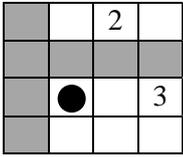
*Consegne per il partecipante: “Le farò nuovamente vedere una serie di matrici all’interno delle quali ci sarà un pallino nero: questa volta il suo compito sarà quello di ricordare la prima posizione del pallino all’interno matrice. Alcune celle della matrice saranno di colore grigio: se il pallino cadrà all’interno di una di queste celle dovrà battere la mano sul tavolo. La fine di ogni serie sarà segnalata da una schermata grigia. Alla fine della presentazione apparirà sullo schermo una matrice bianca nella quale lei dovrà indicare la prima posizione del pallino in ogni matrice. Di volta in volta le indicherò il numero di posizioni da ricordare. Riassumendo lei dovrà ricordare la prima posizione del pallino in ogni matrice e battere la mano sul tavolo ogni volta che il pallino cadrà all’interno di una cella grigia.”*

### SET DA 2

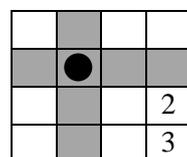
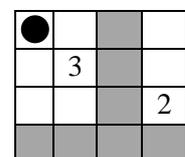
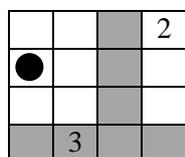
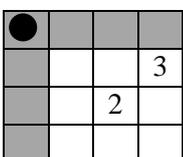
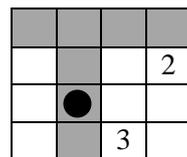
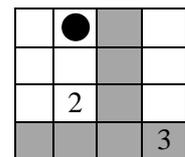
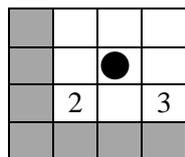
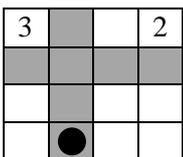
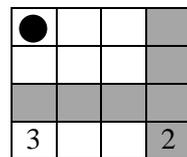
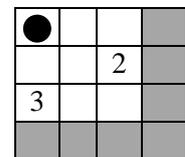
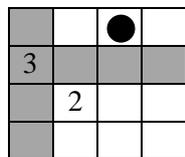
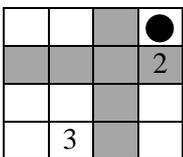




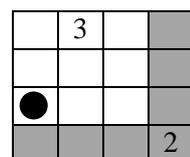
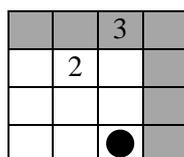
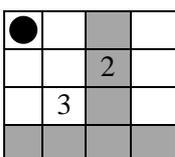
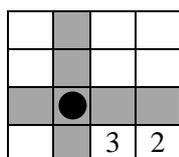
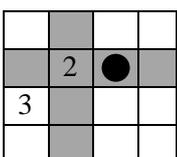
**SET DA 3**

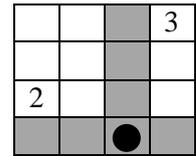
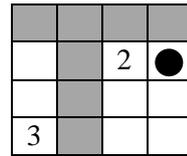
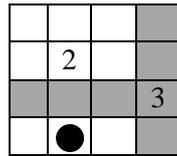
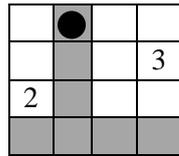
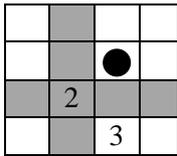


**SET DA 4**



**SET DA 5**





**TERZA PARTE**

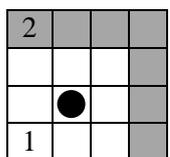
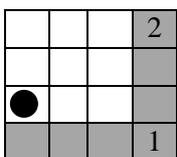
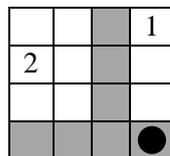
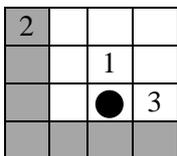
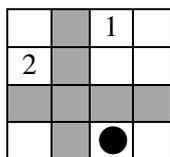
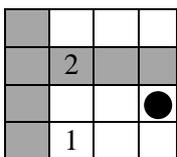
Il compito del partecipante è quello di ricordare **l'ultima posizione del pallino in ogni matrice** (che corrisponde alla terza posizione ed è indicata con un pallino) e battere la mano sul tavolo quando il pallino cade in una cella grigia. Il partecipante viene avvisato che il numero di posizioni da ricordare durante la prova aumenterà progressivamente.

Le consegne per lo sperimentatore sono le stesse della parte precedente.

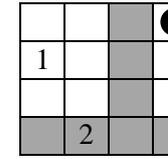
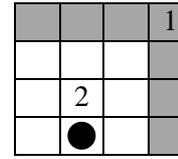
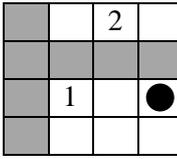
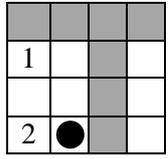
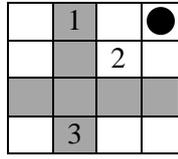
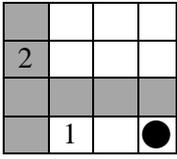
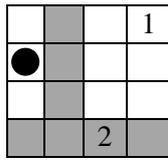
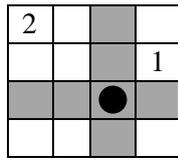
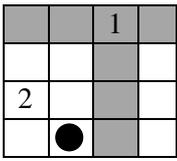
*Consegne per il partecipante: "Ora vedrà una serie di matrici all'interno delle quali ci sarà un pallino nero che si sposterà per 3 volte: il suo compito sarà quello di ricordare la posizione finale del pallino all'interno di ogni matrice. Alcune celle della matrice saranno di colore grigio: se il pallino cade all'interno di una di queste celle lei dovrà battere la mano sul tavolo. Il passaggio tra una matrice e la successiva sarà segnalato da una schermata grigia. Alla fine della presentazione apparirà sullo schermo una matrice bianca nella quale lei dovrà indicare l'ultima posizione del pallino in ogni matrice. Di volta in volta le indicherò il numero di posizioni da ricordare.*

*Riassumendo lei dovrà ricordare l'ultima posizione del pallino per ogni matrice e battere la mano ogni volta che il pallino cadrà all'interno di una cella grigia."*

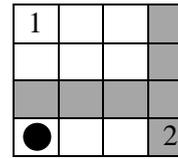
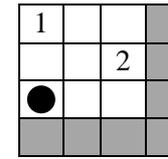
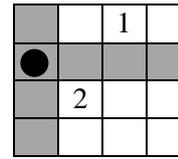
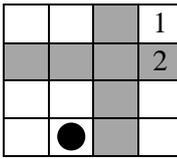
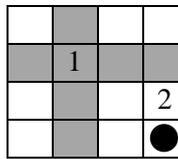
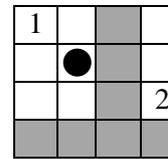
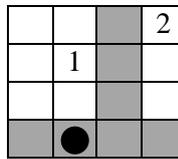
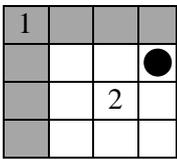
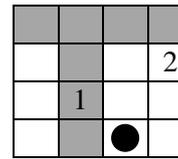
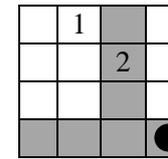
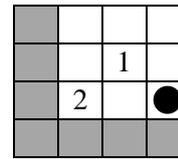
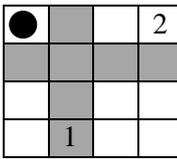
**SET DA 2**



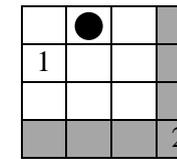
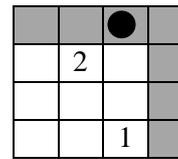
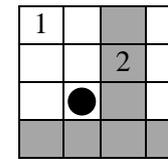
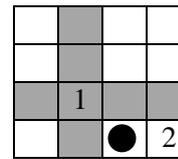
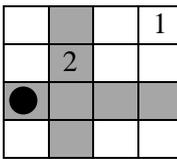
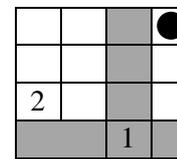
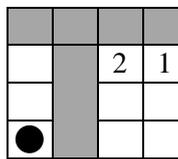
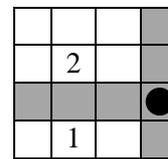
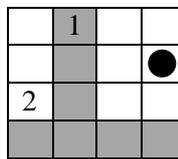
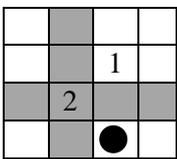
**SET DA 3**



**SET DA 4**



**SET DA 5**



## Secondo incontro

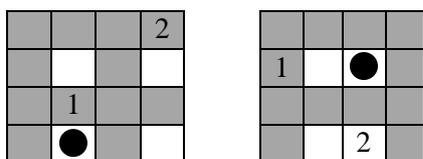
Il compito del partecipante è quello di ricordare l'ultima posizione del pallino in ogni matrice (che corrisponde alla terza posizione ed è indicata con un pallino) e battere la mano sul tavolo quando il pallino cade in una cella grigia. Il partecipante viene avvisato che il numero di posizioni da ricordare andrà da 2 a 5 e che lo sperimentatore gli dirà quando il numero di parole aumenterà.

Lo sperimentatore deve presentare i set annotando le posizioni ricordate dal partecipante ed eventuali errori di battuta.

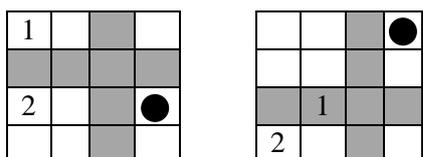
**Consegne per il partecipante:** “Ora vedrà una serie di matrici all'interno delle quali ci sarà un pallino nero che si sposterà per 3 volte: il suo compito sarà quello di ricordare l'ultima posizione del pallino all'interno di ogni matrice. Tuttavia a differenza della volta scorsa, in alcune matrici potrà esserci un maggior numero di celle grigie. In ogni caso il suo compito sarà quello di battere la mano sul tavolo ogni volta che vedrà il pallino all'interno di una cella grigia. Il passaggio da una matrice all'altra sarà segnalato da una schermata grigia. Il numero di posizioni da ricordare varierà da un minimo di due ad un massimo di 5, di volta in volta le indicherò il numero di posizioni da ricordare.

Alla fine della presentazione apparirà sullo schermo una matrice bianca nella quale lei dovrà indicare l'ultima posizione del pallino all'interno di ogni matrice. Riassumendo lei dovrà ricordare l'ultima posizione del pallino in ogni matrice e battere la mano ogni volta che il pallino sarà presentato all'interno di una cella grigia.”

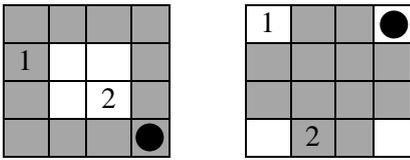
### SET DA 2 - COMPITO SECONDARIO MOLTO FREQUENTE



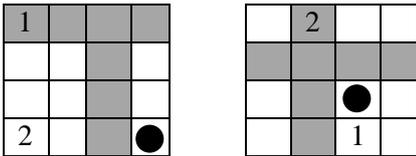
### SET DA 2 - COMPITO SECONDARIO POCO FREQUENTE



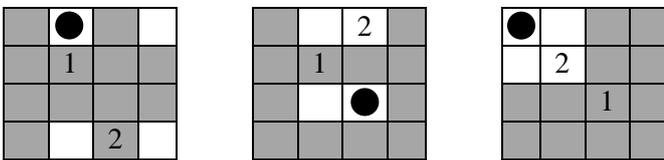
**SET DA 2 - COMPITO SECONDARIO MOLTO FREQUENTE**



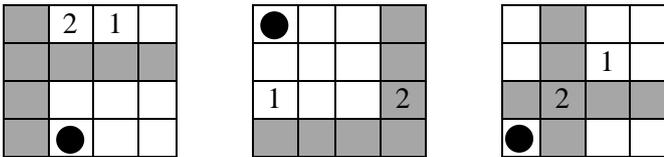
**SET DA 2 - COMPITO SECONDARIO POCO FREQUENTE**



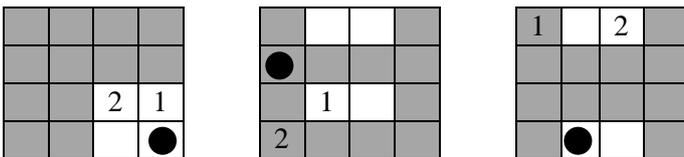
**SET DA 3 - COMPITO SECONDARIO MOLTO FREQUENTE**



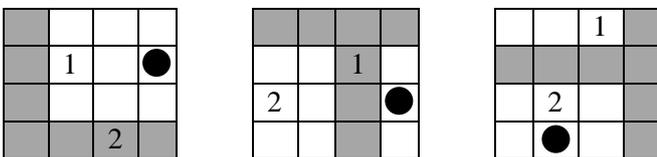
**SET DA 3 - COMPITO SECONDARIO POCO FREQUENTE**



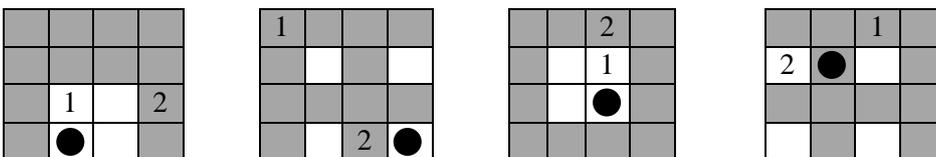
**SET DA 3 - COMPITO SECONDARIO MOLTO FREQUENTE**



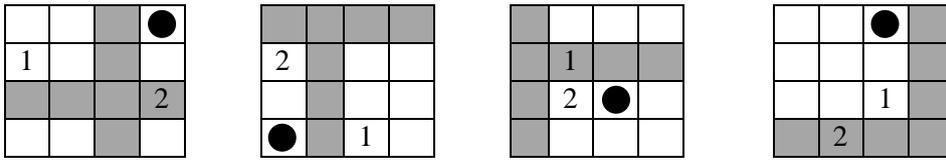
**SET DA 3 - COMPITO SECONDARIO POCO FREQUENTE**



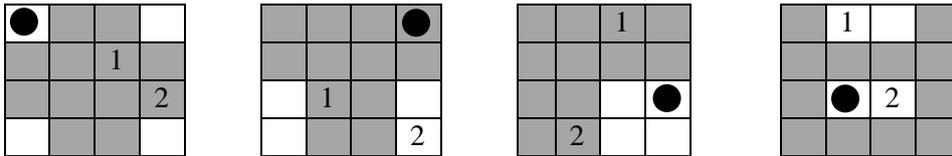
**SET DA 4 - COMPITO SECONDARIO MOLTO FREQUENTE**



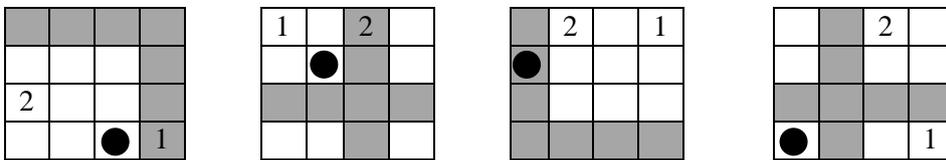
**SET DA 4 - COMPITO SECONDARIO POCO FREQUENTE**



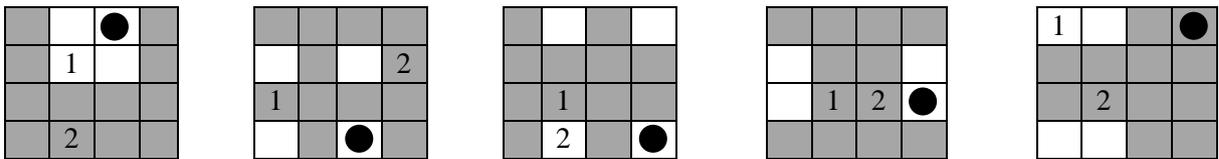
**SET DA 4 - COMPITO SECONDARIO MOLTO FREQUENTE**



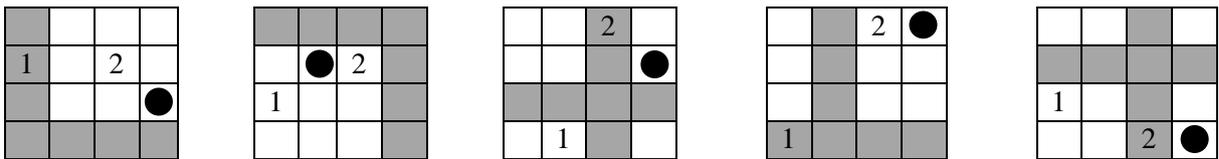
**SET DA 4 - COMPITO SECONDARIO POCO FREQUENTE**



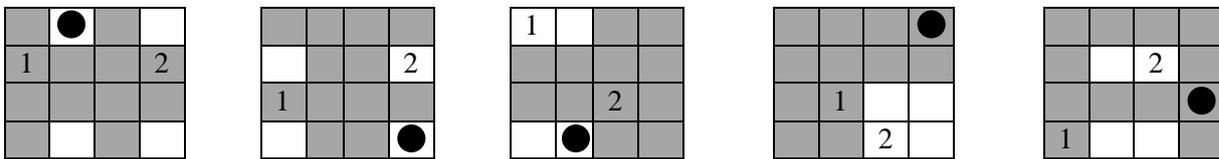
**SET DA 5 - COMPITO SECONDARIO MOLTO FREQUENTE**



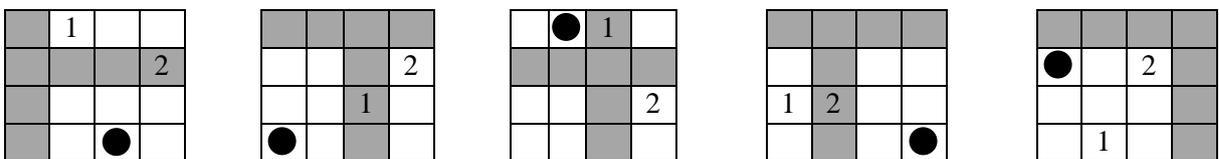
**SET DA 5 - COMPITO SECONDARIO POCO FREQUENTE**



**SET DA 5 - COMPITO SECONDARIO MOLTO FREQUENTE**



**SET DA 5 - COMPITO SECONDARIO POCO FREQUENTE**



### Terzo incontro

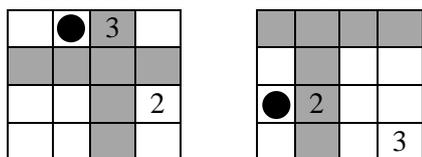
Il compito del partecipante è quello di ricordare la **alternativamente l'ultima o la prima posizione del pallino all'interno di ciascuna matrice** (la prima o la terza posizione) e battere la mano sul tavolo quando il pallino cade su una cella grigia. Il partecipante viene avvisato che il numero di posizioni da ricordare andrà da 2 a 5 e che lo sperimentatore gli dirà quando il numero di posizioni da ricordare aumenterà e se deve ricordare le prime o le ultime posizioni di ciascuna matrice.

Lo sperimentatore deve presentare i set annotando le posizioni ricordate dal partecipante ed eventuali errori di battuta.

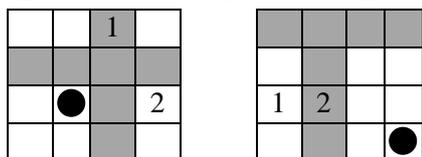
**Consegne per il partecipante:** “Anche questa volta vedrà una serie di matrici all'interno delle quali ci sarà un pallino nero che si sposterà per 3 volte: il suo compito sarà quello di ricordare **alternativamente la prima o l'ultima posizione del pallino**. Le indicherò di volta in volta quale posizione dovrà tenere a mente. Il passaggio da una matrice all'altra sarà segnalato da una schermata grigia. Il numero di posizioni da ricordare varierà da un minimo di due ad un massimo di 5, di volta in volta le indicherò il numero di posizioni da ricordare. Alcune celle della matrice saranno di colore grigio: se il pallino è all'interno di una di queste celle lei dovrà battere la mano sul tavolo. Alla fine della presentazione apparirà sullo schermo una matrice bianca nella quale lei dovrà indicare la prima o l'ultima posizione del pallino di ciascuna matrice.

Riassumendo lei dovrà ricordare o la prima o l'ultima posizione del pallino in ogni matrice e battere la mano ogni volta che il pallino sarà presentato all'interno di una cella grigia.”

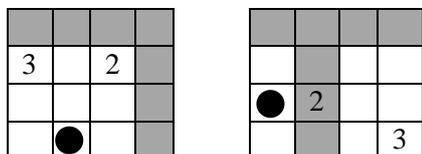
#### SET DA 2 - RICORDA PRIMA



#### SET DA 2 - RICORDA L'ULTIMA



#### SET DA 2 - RICORDA PRIMA



**SET DA 2 - RICORDA L'ULTIMA**

			2
		1	
●			

●		2	
	1		

**SET DA 3 - RICORDA PRIMA**

		3	
		●	
	2		

			3
●			
			2

	●		
	2	3	

**SET DA 3 - RICORDA L'ULTIMA**

		●	
	2		
		1	

	1		
		●	2

			1
	2		
●			

**SET DA 3 - RICORDA PRIMA**

		2	
		●	
3			

2	●		
	3		

		3	
	2	●	

**SET DA 3 - RICORDA L'ULTIMA**

		1	
●			
	2		

1			
●			2

			1
			2
	●		

**SET DA 4 - RICORDA PRIMA**

		2	●
3			

	●		
			3
2			

		●	
	2		
		3	

	2		
			3
	●		

**SET DA 4 - RICORDA L'ULTIMA**

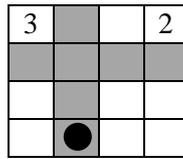
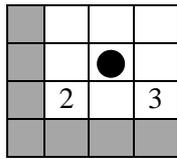
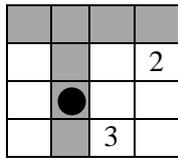
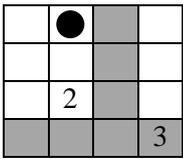
		2	1
●			

	1		
			●
2			

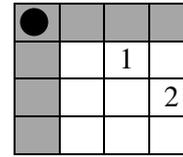
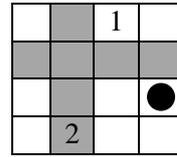
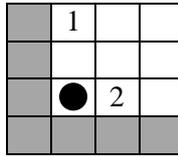
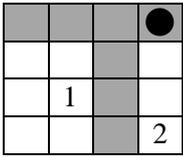
			●
2			
		1	

	2		
			●
	1		

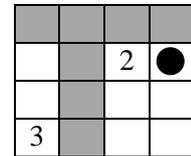
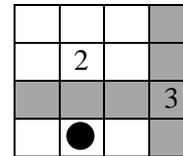
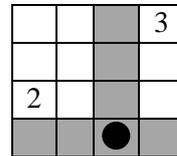
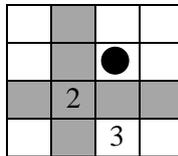
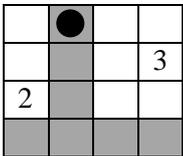
**SET DA 4 - RICORDA PRIMA**



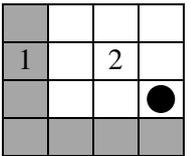
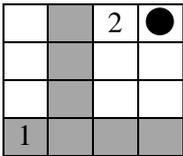
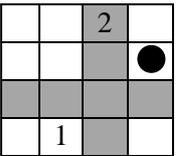
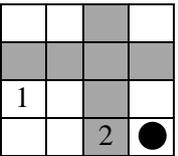
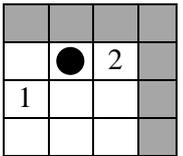
**SET DA 4 - RICORDA L'ULTIMA**



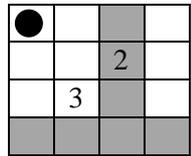
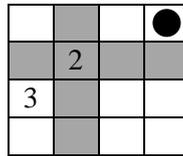
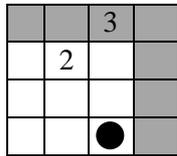
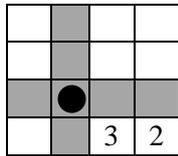
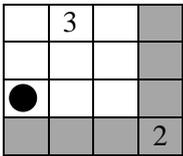
**SET DA 5 - RICORDA PRIMA**



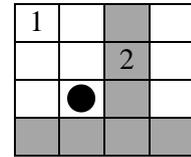
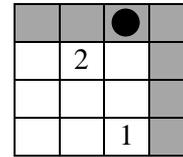
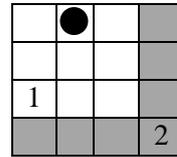
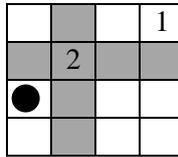
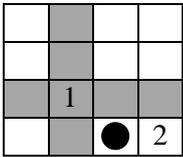
**SET DA 5 - RICORDA L'ULTIMA**



**SET DA 5 - RICORDA PRIMA**



**SET DA 5 - RICORDA L'ULTIMA**



## RIASSUNTO

Un numero crescente di studi si sta interessando alla possibilità di ritardare il declino cognitivo attraverso training di memoria di lavoro. Tuttavia, gli studi presenti in letteratura sono molto eterogenei e non permettono di determinare con certezza quali sono i fattori che favoriscono la generalizzazione e il mantenimento dei benefici a seguito di un training. Di conseguenza sono stati condotti 6 studi per determinare il ruolo dell'età dei partecipanti (studi 1 e 3) della modalità (verbale vs visuo-spaziale) allenata (studi 4, 5 e 6) e per comprendere se questi training possano essere utili per incrementare le abilità cognitive in persone affette da Mild Cognitive Impairment (studio 2) e se possono produrre effetti anche in abilità necessarie per la vita di tutti i giorni. I risultati hanno evidenziato che i training di memoria di lavoro proposti hanno prodotto un incremento della prestazione nelle prove di memoria di lavoro ed in abilità vicine a quella direttamente esercitata. Negli studi in cui è stato utilizzato il training verbale, inoltre, sono stati ottenuti anche effetti di generalizzazione lontani sia in prove sperimentali che in compiti più vicini alla vita quotidiana e questi effetti si sono mantenuti nel tempo. Il vantaggio dell'uso di compiti verbali rispetto a quelli visuo-spaziali, tuttavia, potrebbe essere dovuto non solo alla modalità esercitata ma anche alla maggiore familiarità degli anziani con gli stimoli utilizzati che rendono, inoltre, più facile l'auto-monitoraggio della prestazione. Studi futuri dovranno tenere in considerazione questi aspetti. E' stato inoltre dimostrato che anche i grandi vecchi e giovani anziani affetti da mild cognitive impairment beneficiano della partecipazione al training anche se gli effetti di generalizzazione sono limitati. In questi casi potrebbe essere utile modificare il training per rispondere alle particolari esigenze di questi tipi di popolazione.

## ABSTRACT

A growing number of studies is focusing on working memory training procedures to delay age-related decline. However, these studies are very heterogeneous and can not be able to determine which factors contribute to the maintenance of training's benefits and to transfer effects. Six studies were conducted for better understand the role of participants' age (studies 1-3), the role of the modality (verbal vs visual-spatial) exercised (4-5-6). Moreover, it was explored if these trainings are useful for improving cognitive ability in Mild Cognitive Impairment (studies 2) and if they can lead transfer effects also in ability of everyday life.

The results showed that these working memory trainings induced an increase of working memory's performance and benefits on ability strictly related with trained abilities. In verbal working memory trainings were also obtained far transfer effects in experimental tasks and in tasks that measure ability related to everyday life; these effects were also maintained over time. The benefit obtained with verbal training's procedure, instead with visual-spatial procedure, might be due not only to the procedures applied but also to the greater familiarity that they present with these stimuli. Future researches should take care about these aspects. It was also demonstrated that the old-old (>75 years old) and young old adults with mild cognitive impairment improved after this training, although transfer effects were limited. In these cases it might be useful to modify the training procedure following the specific requests of this target of people.