



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA

Dipartimento di Psicologia Generale

**Corso di laurea Triennale in Scienze Psicologiche Cognitive e
Psicobiologiche**

Elaborato finale

**INVECCHIAMENTO E MEMORIA:
TRAINING COGNITIVO IN ANZIANI SANI**

Aging and memory: cognitive training in healthy older adults

Relatrice:

Prof.ssa Franca Stablum

Laureanda: Letizia Martinelli

Matricola: 1220681

Anno Accademico 2021/2022

INDICE

ABSTRACT	3
CAPITOLO 1: INTRODUZIONE	4
1.1. Cambiamenti cerebrali	5
1.2. La memoria nell'invecchiamento	7
1.3. Training cognitivo.....	9
CAPITOLO 2: LA RICERCA.....	14
2.1. Scopo dello studio.....	14
2.2. Metodo	14
2.2.1. Partecipanti.....	14
2.2.2. Procedura.....	15
2.2.3. Materiali per la valutazione.....	16
2.2.4. Programma di training.....	23
2.3. Analisi dei dati	27
2.4. Risultati.....	27
2.4.1. Analisi del campione.....	27
2.4.2. Analisi della varianza	28
2.4.3. Analisi qualitativa	30
2.5. Conclusione e discussione	32
RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI	35
APPENDICE A	39

ABSTRACT

La memoria è uno dei domini cognitivi che declinano con l'età. Il presente studio ha avuto lo scopo di indagare l'efficacia di un programma di training per il potenziamento della memoria nell'invecchiamento sano. Allo studio hanno partecipato venti anziani sani di età compresa tra 64 e 77 anni. Il training ha avuto la durata di quattro settimane, due incontri a settimana ciascuno dalla durata di 40 minuti circa. La valutazione della prestazione cognitiva è stata effettuata prima dell'intervento (pre) e subito dopo il completamento del training (post). Il principale risultato è stato ottenuto attraverso l'analisi della varianza e consiste in un'interazione tempo*gruppo statisticamente significativa, $p < 0.001$, rappresentativa di una migliore prestazione del gruppo sperimentale rispetto il gruppo di controllo nel Listening Span Test (memoria di lavoro verbale) della valutazione post.

CAPITOLO 1: INTRODUZIONE

L'invecchiamento non patologico negli ultimi decenni è divenuto un argomento di particolare interesse in risposta all'aumento della popolazione anziana. Difatti, la mortalità si è posticipata ad età più elevate grazie ai continui progressi nel miglioramento delle condizioni di vita: prosperità e medicina sembrano essere i due principali fattori che permettono di rallentare il processo di invecchiamento (Vaupel, 2010).

“L'invecchiamento può essere definito come processo o insieme di processi che hanno luogo in un organismo vivente e che, con il passare del tempo, ne diminuiscono le probabilità di sopravvivenza” (De Beni & Borella, 2015). Medici e biologi considerano l'invecchiamento il processo che si verifica nella fase della vita dopo l'età della maturità e che si caratterizza per una diminuzione delle funzioni corporee (Dziechciaż & Filip, 2014). Tra i fattori che costituiscono la base eziologica del meccanismo di invecchiamento, un ruolo importante è certamente ricoperto da fattori quali inattività fisica, alimentazione scorretta, condizioni mediche e psicosociali acute e croniche (Dziechciaż & Filip, 2014).

Il limite inferiore che generalmente viene assunto come inizio della vecchiaia è di 65 anni (De Beni & Borella, 2015) e molte persone giungono a questa età in condizioni sane, sia a livello fisico che cognitivo, godendo ancora di un buon grado di autonomia e indipendenza. Da ciò nasce, dunque, l'interesse di indagare scientificamente anche il normale invecchiamento cognitivo, oltre quello patologico. Ciò che è certo è che il normale invecchiamento è un processo complesso che implica, inevitabilmente, cambiamenti biologici, cognitivi e psicosociali che possono differire da individuo a individuo. In uno studio longitudinale che coinvolgeva partecipanti di età pari o superiore a 65 anni, Wilson et al. (2002) hanno osservato un'ampia eterogeneità nel cambiamento

delle capacità cognitive (abilità visuospatiali, velocità percettiva, memoria episodica, semantica e di lavoro): in alcune persone esse declinano drasticamente, in altre gradualmente, e in molte altre rimangono invariate.

Generalmente il declino colpisce la velocità con cui i processi cognitivi possono essere eseguiti, in particolare quelli legati alla corteccia prefrontale (Drag & Bieliauskas, 2010). L'ipotesi dell'invecchiamento delle regioni frontali prevede proprio una vulnerabilità delle regioni anteriori ai cambiamenti strutturali e fisiologici legati all'età, per cui le funzioni mediate da queste strutture subiscono un declino maggiore rispetto alle funzioni di cui sono responsabili altre regioni cerebrali (Greenwood, 2000). Alcune delle funzioni che dipendono dalle aree frontali e che, dunque, si deteriorano a seguito di un danno prefrontale, sono attenzione, pianificazione, frammentazione di sequenze d'azione complesse e memoria (Calso et al., 2019). Infatti, i lobi frontali contribuiscono agli aspetti organizzativi della memoria durante la codifica e il recupero (Moscovitch & Winocur, 2002).

Esistono anche altre teorie che propongono il possibile meccanismo alla base dell'invecchiamento cognitivo: la teoria della dopamina, secondo cui il normale invecchiamento è accompagnato da una deregolazione della dopamina in molteplici aree, inclusa la corteccia frontale; e la teoria del controllo inibitorio, la quale propone che sia la diminuzione dell'efficienza dei processi inibitori a spiegare i cambiamenti in alcune abilità cognitive come la memoria di lavoro (Drag & Bieliauskas, 2010).

1.1. Cambiamenti cerebrali

Il normale invecchiamento è accompagnato da molti cambiamenti strutturali e funzionali nel cervello. A livello strutturale, il volume del cervello diminuisce, soprattutto nella

corteccia frontale; difatti, nelle regioni anteriori si verifica un maggiore declino nell'integrità della materia bianca e della materia grigia, e ciò ha un importante impatto sui processi cognitivi mediati da queste regioni (Drag & Bieliauskas, 2010). Altri segni chiaramente visibili nel cervello a causa dell'età avanzata sono l'iperintensità della sostanza bianca, l'ingrossamento dei ventricoli e l'espansione dei solchi (Raz, 2005). Inoltre, con l'invecchiamento si verifica un assottigliamento della corteccia e questo fenomeno è correlato con il declino cognitivo e i disturbi della memoria (Blinkouskaya et al., 2021).

Anche la struttura del talamo mostra una riduzione del volume in età anziana e questo cambiamento è legato a diversi processi cognitivi che sono solitamente coinvolti nel declino che accompagna l'invecchiamento; questo accade poiché i nuclei del talamo sono connessi all'ippocampo, alla corteccia prefrontale e al lobo parietale, perciò, i cambiamenti nel talamo possono avere conseguenze sui processi di codifica e di ricordo, di recupero e di familiarità, di attenzione e di consapevolezza (Fama & Sullivan, 2015). Un'altra area particolarmente colpita dai cambiamenti legati all'età è l'ippocampo. Quest'ultimo è una struttura a mezzaluna che risiede nel lobo temporale ed è una delle strutture del cervello filogeneticamente più antiche (Giap et al., 2000). L'invecchiamento produce nell'ippocampo una serie di cambiamenti strutturali e funzionali: diminuzione del volume, dovuta alla riduzione nel numero di neuroni e a una concomitante riduzione della neurogenesi, minore plasticità sinaptica, cambiamenti neurovascolari e infiammatori (Bettio et al., 2017). Siccome l'ippocampo ha un ruolo importante nella memoria di lavoro e spaziale ed è coinvolto nella formazione di nuove memorie e nell'integrazione per l'apprendimento recente (Giap et al., 2000), un danno a questa

struttura causa dei disordini nella memoria che sembrano maggiori per la memoria a breve termine (Moscovitch & Winocur, 2002).

1.2. La memoria nell'invecchiamento

L'invecchiamento cognitivo è un processo eterogeneo che può colpire diversi domini, tra questi certamente la memoria. Vi sono diversi tipi di memoria, una prima distinzione che può essere fatta è tra sistemi temporanei e sistemi permanenti. I sistemi temporanei includono la memoria a breve termine, che si riferisce “all’immagazzinamento temporaneo di piccole quantità di informazioni per brevi intervalli di tempo” (Baddeley et al., 2011), e la memoria di lavoro. I sistemi permanenti, invece, si riferiscono alla memoria a lungo termine, la quale si distingue in memoria dichiarativa, o esplicita, e memoria non dichiarativa, o implicita. La memoria dichiarativa comprende i ricordi consapevoli di fatti (memoria semantica) ed eventi (memoria episodica) ed è quel tipo di memoria che può essere testata con compiti di rievocazione e riconoscimento; invece, la memoria non dichiarativa rappresenta la capacità di memoria inconscia e comprende un gruppo eterogeneo di apprendimenti di abilità (memoria procedurale) che non hanno le caratteristiche dei ricordi dichiarativi (Squire, 1992).

La memoria, dunque, non è un costrutto unitario e, infatti, l'invecchiamento non conduce a un suo declino globale, ma conduce ad effetti differenziali su specifici aspetti della memoria (Drag & Bieliauskas, 2010). La memoria sensoriale, quella procedurale e quella semantica rimangono relativamente inalterate dall'invecchiamento (Craig & Rose, 2012). Anzi, sembra che la memoria semantica aumenti con l'età (Drag & Bieliauskas, 2010). Mentre la memoria di lavoro e quella episodica si mostrano molto sensibili all'invecchiamento (Bherer, 2015).

Memoria di lavoro. Secondo il modello multicomponenziale di Baddeley (2000), la memoria di lavoro è un sistema di memoria a capacità limitata che permette di mantenere temporaneamente e manipolare le informazioni necessarie per compiti complessi come l'apprendimento e il ragionamento. Questo modello prevede che la memoria di lavoro consista di quattro componenti, di cui l'esecutivo centrale, cioè un sistema di controllo attenzionale, aiutato da due sottosistemi: il loop fonologico, che contiene informazioni verbali e acustiche, e il taccuino visuo-spaziale per le informazioni visive e spaziali. Un'ulteriore componente è il buffer episodico, ossia un sistema di archiviazione temporanea a capacità limitata in grado di integrare informazioni da varie fonti, che costituisce un'interfaccia temporanea tra i due sottosistemi e che si presume essere controllato dall'esecutivo centrale (Baddeley, 2000). In uno studio che indagava la struttura e gli effetti dell'età della memoria visuospatiale negli adulti, Mammarella et al. (2013) hanno osservato che l'invecchiamento ha un'influenza diretta sulla memoria di lavoro visuospatiale, sia in semplici compiti di archiviazione, indipendentemente dal formato di presentazione (visivo, spaziale/visivo, spaziale-sequenziale, spaziale-simultaneo), sia in compiti visuospatiali complessi. In un altro studio legato agli effetti dell'età sulla memoria di lavoro verbale e visuospatiale, è stato osservato un peggioramento delle prestazioni con l'avanzare dell'età e, in particolare, un sostanziale calo dopo i 66 anni (D'Antuono et al., 2022).

Memoria episodica. La memoria episodica riguarda informazioni relative a uno specifico luogo e tempo, improntata su "cosa", "dove" e "quando", e che permette, quindi, di rivivere consapevolmente le proprie esperienze passate (Tulving, 2002). Anche la memoria episodica risente sostanziosamente degli effetti dell'invecchiamento, i quali sono visibili sia in compiti di rievocazione sia in compiti di riconoscimento di materiali

visivi e verbali, tuttavia l'entità del declino dipende dal tipo di compito e dal metodo usato per testare la ritenzione (Baddeley et al., 2011).

1.3. Training cognitivo

Un tentativo di contrastare il declino cognitivo che accompagna il normale invecchiamento è rappresentato dagli interventi di allenamento delle abilità cognitive. A tale scopo sono stati ideati diversi training comprendenti esercizi e attività per mantenere e rafforzare le abilità cognitive. De Beni e Borella (2015) definiscono il training cognitivo caratterizzato da un “approccio specifico che implica o l'insegnamento di strategie o la pratica ripetuta con prove che misurano abilità target [...], e sono quindi volti a potenziare funzioni cognitive specifiche”. A tale scopo negli ultimi anni sono stati sviluppati vari programmi al computer e vi sono diverse ragioni che supportano l'uso di training cognitivi computerizzati: molti di questi hanno un'interfaccia relativamente semplice, sono poveri di elementi che potrebbero essere causa di distrazione e, inoltre, alcuni offrono agli utenti la possibilità di accedervi da casa (Haesner et al., 2015).

Gli effetti positivi che si possono trarre dai training cognitivi sono dovuti alla capacità del cervello di cambiare e di adattarsi fisicamente e funzionalmente nel corso della vita, ovvero alla sua plasticità (Bherer, 2015). Questa capacità del cervello permette agli anziani di compensare reclutando ulteriori circuiti neurali affinché possano ottenere dei processi adeguati, al pari di un cervello più giovane (Craig & Rose, 2012). Svolgere attività mentali, tra cui leggere, giocare a scacchi o seguire corsi di formazione, può rallentare il naturale declino cognitivo (Haesner et al., 2015) e, in generale, anche alcune attività della vita quotidiana possono favorire la plasticità del cervello, come la musica e le attività associate ad essa, quale la danza (Bherer, 2015).

Esistono in letteratura diversi studi che hanno dimostrato gli effetti benefici dei training cognitivi mirati specificamente al potenziamento della memoria. Sono stati identificati ventitré studi attraverso la ricerca di “memory AND training AND aging” in PsycInfo (si veda [Figura 1](#)). I risultati sono stati filtrati limitando l’anno di pubblicazione (2000-2022), il tipo di fonte (Academic Journals), l’età (65 & older) e la metodologia (studi empirici, quantitativi). Sono stati presi in esame in particolare sei studi (si veda [Appendice A](#)) in quanto sono randomizzati e controllati e hanno valutato l’efficacia dei training cognitivi sulla memoria in anziani sani e indipendenti: buono stato funzionale e cognitivo, esenti da condizioni mediche gravi e disturbi psichiatrici. Basak et al. (2008) hanno dimostrato che un training basato su un video game di strategia in tempo reale può migliorare negli anziani la capacità di controllo esecutivo, con effetti di trasferimento sulla memoria di lavoro e a breve termine. In questo intervento quaranta anziani sani, con età media di 70 anni circa, sono stati assegnati in modo casuale a due condizioni: gruppo di training e gruppo di controllo. Il training ha previsto quindici sessioni da novanta minuti ciascuna in cui i partecipanti giocavano al video game “Rise of Nations”, ossia un gioco di strategia in tempo reale che combina velocità e complessità e richiede di costruire nuove città, migliorare le infrastrutture cittadine ed espandere i territori; un punto importante di questo gioco è che ci sono diversi modi per vincere. Lo studio di Borella et al. (2010) ha valutato l’efficacia dei training di memoria di lavoro verbale in termini di guadagno nella performance di memoria di lavoro verbale e di effetti di trasferimento su memoria di lavoro visuospatiale, memoria a breve termine, inibizione, velocità di elaborazione, intelligenza fluida. Il training ha coinvolto quaranta anziani sani di età compresa tra 65 e 75 anni e consisteva di tre sessioni basate su diverse varianti del compito “Categorization Working Memory Span”, il quale richiede di ascoltare elenchi di parole e battere la mano

sul tavolo ogni volta che si sente un nome di animale. Al termine della serie, i partecipanti devono richiamare l'ultima parola di ciascuna stringa in ordine seriale. I risultati mostrano un'immediata migliore prestazione nella memoria di lavoro verbale e questo effetto viene mantenuto anche a otto mesi di distanza. Inoltre, sono stati osservati degli effetti di trasferimento immediati che, però, si sono mantenuti a otto mesi di distanza solo per l'intelligenza fluida e la velocità di elaborazione. Chambon et al. (2014) hanno valutato gli effetti di un training di memoria e attenzione su un gruppo di quarantacinque anziani in buono stato cognitivo. Sono state effettuate ventiquattro sessioni nell'arco di dodici settimane in cui i partecipanti erano sottoposti a diversi compiti di riconoscimento visivo e visuospatiale, di memoria narrativa e di attenzione focalizzata visiva e visuospatiale. I dati mostrano un miglioramento nel riconoscimento (componente allenata), un vicino trasferimento al richiamo semantico libero e un lontano trasferimento alla memoria della vita quotidiana; nessun miglioramento per il richiamo spaziale. A sei mesi di distanza, però, si nota il mantenimento dei benefici solo per il richiamo semantico libero. Un altro studio che ha indagato gli effetti di un training cognitivo sulla memoria e sulla attenzione è quello di Smith et al. (2009). L'intervento è stato testato su 487 anziani sani di età maggiore a 65 anni. I dati hanno dimostrato che grazie all'uso di un training cognitivo computerizzato basato sulla plasticità cerebrale si può ottenere la generalizzazione del miglioramento della prestazione nei compiti allenati a misure standardizzate di memoria e attenzione. Invece, McDaniel et al. (2014) hanno indagato gli effetti benefici di un protocollo di training cognitivo, da solo o accompagnato da un programma di esercizio aerobico, sulla prestazione di anziani sani in attività di vita quotidiana. Per fare ciò la valutazione pre- e post- training è stata basata sulla simulazione computerizzata di compiti quotidiani: Cooking Breakfast, Virtual Week (gioco da tavola in cui si incontrano

compiti di memoria prospettica) e Memory for Health Information (capacità di ricordare fatti sulla salute e riconoscere la fonte di tali fatti). Sulla base di queste misure, i dati mostrano che il training cognitivo ha avuto effetti benefici nelle attività di memoria prospettica incorporate nella Virtual Week, ma che l'esercizio aerobico non ha prodotto nessun ulteriore miglioramento. In conclusione, Stamenova et al. (2014) hanno condotto uno studio per indagare l'efficacia di un training di memoria in termine di trasferimento a misure non addestrate della memoria a lungo termine e di lavoro. Essi hanno sottoposto cinquantuno anziani a un programma di formazione della memoria basato principalmente su un compito in cui venivano presentate liste di parole e veniva richiesto di leggerle e cercare di memorizzarle. Ogni lista studiata è stata seguita da un test di riconoscimento, che includeva elementi studiati più 30 elementi nuovi. I risultati supportano un miglioramento nella capacità di formazione del ricordo nell'attività addestrata che si dimostra attraverso una maggiore accuratezza nel riconoscimento, ma, purtroppo, le prestazioni sui test di trasferimento vicino, intermedio e lontano sono state influenzate poco dal training del ricordo.

Nel complesso, i risultati forniscono supporto all'efficacia dei training cognitivi mirati al potenziamento della memoria in anziani sani, anche se non in tutti i casi si osservano effetti di trasferimento a compiti non addestrati oppure, se presenti, non sempre vengono mantenuti a lungo nel tempo.

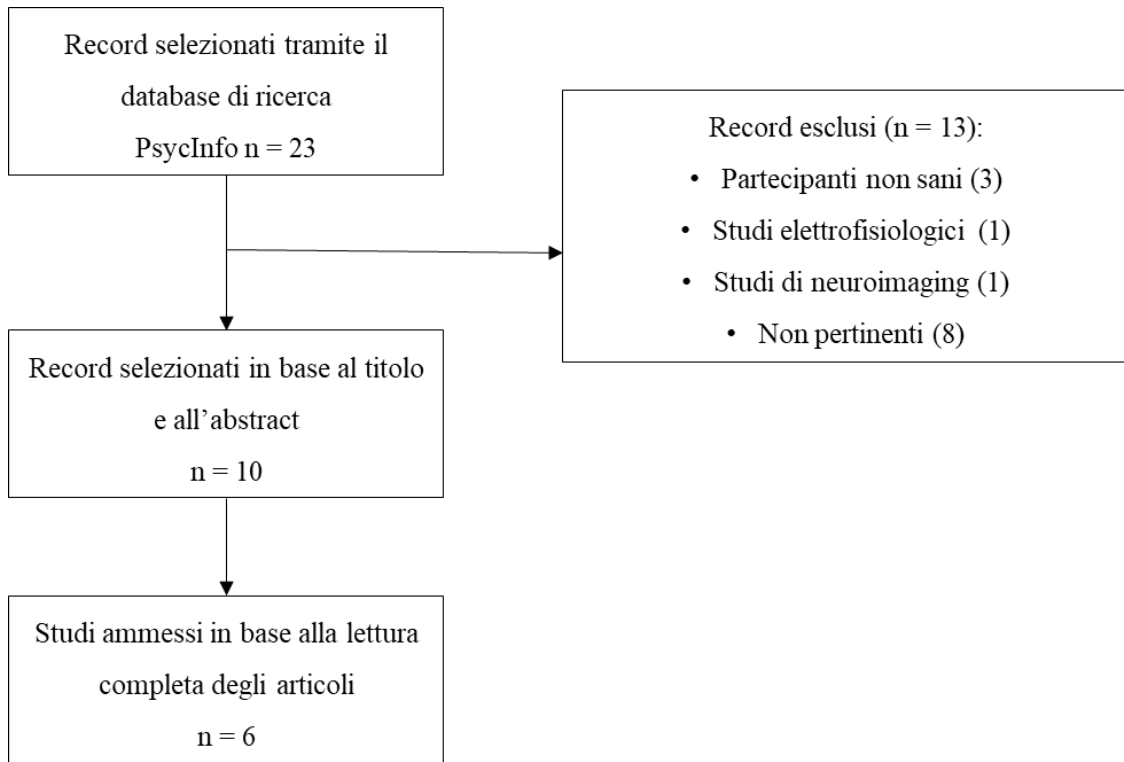


Figura 1. Selezione degli studi

CAPITOLO 2: LA RICERCA

2.1. Scopo dello studio

Il progetto di ricerca “Prendiamoci cura della nostra memoria” ha avuto lo scopo di indagare l’efficacia di programmi di training per il potenziamento cognitivo nell’anziano, con particolare riguardo ai fattori che promuovono buone capacità di memoria. Tale progetto è stato condotto con un gruppo di tirocinanti e laureandi coordinato dalla Prof.ssa Franca Stablum e dal Dott. Dario Signorello. Lo studio è stato svolto presso il Dipartimento di Psicologia Generale dell’Università di Padova.

2.2. Metodo

2.2.1. Partecipanti

Alla ricerca hanno partecipato dieci persone di età compresa tra 64 e 76 anni (età media 68.9, DS = 3.54), di cui 8 femmine e 2 maschi, per il gruppo sperimentale, e dieci persone di età compresa tra 65 e 77 anni (età media 69.0, DS = 3.80), di cui 5 femmine e 5 maschi, per il gruppo di controllo passivo. Essi sono stati reclutati attraverso una nota informativa pubblicata sulla newsletter del Comune di Padova nella sezione “Attività Creative Terza Età”. I partecipanti sono anziani che vivono in modo indipendente e con un buono stato cognitivo. Per essere inclusi nello studio, i partecipanti dovevano avere più di 60 anni e non dovevano presentare disturbi neurologici, psichiatrici e condizioni mediche gravi. Tutti i partecipanti, dopo essere stati informati sullo scopo e sulla procedura dello studio, hanno firmato il consenso informato.

2.2.2. Procedura

L'intervento completo ha avuto la durata di circa cinque settimane (si veda [Tabella 1](#)). È stata condotta una valutazione cognitiva prima dell'inizio del training svolta in uno o due incontri individuali (si veda [Materiali per la valutazione](#)). Questa valutazione è stata riproposta, con forme parallele per alcuni test, in un incontro individuale nella settimana in cui è stato terminato il training o in quella subito successiva. La prima valutazione (pre-training) ha incluso i seguenti test: Cognitive Reserve Index questionnaire (CRI-q), Addenbrooke's Cognitive Examination (ACE-III), Beck Depression Inventory (BDI-II), Cognitive Failures Questionnaire (CFQ), Digit Span forward and backward, Selective Reminding Test (SRT), Symbol Digit Modalities Test (SDMT), Reynolds Interference Task (RIT), puzzle immaginativo, SRT delayed recall e listening span test. La seconda valutazione (post-training) ha incluso gli stessi test ma, a differenza della prima, non ha compreso il Cognitive Reserve Index questionnaire (CRI-q) e l'Addenbrooke's Cognitive Examination (ACE-III). I test proposti sia nella prima che nella seconda valutazione hanno permesso di verificare se il training ha avuto un effetto di miglioramento sulle funzioni cognitive allenate.

Il training computerizzato ha avuto la durata di quattro settimane circa. Sono state previste otto sessioni, due a settimana, con almeno un giorno di pausa tra esse, dalla durata ciascuna di 40 minuti circa. Il training è stato condotto in gruppi composti da 2, 3 o 4 persone e si è basato su un programma computerizzato in cui è richiesto di svolgere alcuni esercizi (si veda [Programma di training](#)). Ogni sessione è stata supervisionata da almeno uno sperimentatore.

Tabella 1. Suddivisione dei tempi dello studio

T0 Inizio dello studio	Prima valutazione (pre)
Training	2 sessioni a settimana per 4 settimane
T1 Fine del training	Seconda valutazione (post)

2.2.3. Materiali per la valutazione

Cognitive Reserve Index questionnaire (CRI-q). Si tratta di un'intervista semi-strutturata che stima la riserva cognitiva di un individuo attraverso la raccolta di informazioni relative all'istruzione, al lavoro e al tempo libero. La riserva cognitiva (CR) postula che le differenze individuali nei processi cognitivi o nelle reti neurali sottostanti all'elaborazione di compiti consentono ad alcune persone di affrontare meglio di altre i danni cerebrali e le conseguenze dell'invecchiamento; essa include la riserva neurale, che si riferisce alla variabilità interindividuale nelle reti cerebrali alla base delle prestazioni dei compiti nel cervello sano, e la compensazione neurale, che fa riferimento alla variabilità interindividuale nella capacità di compensare la mancanza delle reti di elaborazione standard a causa di un danno utilizzando strutture o reti cerebrali normalmente non utilizzate (Stern, 2009). Il CRI-q è una nuova procedura introdotta da Massimo Nucci et al. (2012) che restituisce un unico indice, il "Cognitive Reserve Index" (CRI), derivante dalla media dei tre sotto punteggi:

- CRI-scuola: prevede l’assegnazione di un punto per ogni anno frequentato di scuola, 0.5 punti per ogni anno ripetuto e 0.5 punti per ogni sei mesi di corsi di formazione;
- CRI-lavoro: si assegna un punto ad ogni anno lavorativo approssimando per eccesso di cinque anni in cinque anni e prevede cinque livelli in base al grado di impegno cognitivo e di responsabilità personale richiesti;
- CRI-tempo libero: include item relativi ad attività con frequenza settimanale, mensile e annuale. Le possibili risposte sono due: “mai/di rado” e “spesso/sempr”. Se l’attività ha una frequenza “spesso/sempr” allora viene riportato il numero di anni per i quali tale attività è stata svolta. Il Cri-tempo libero rappresenta il numero totale di anni delle attività che hanno frequenza “spesso/sempr”.

Il punteggio totale è standardizzato e convertito in una scala con $M = 100$ e $SD = 15$ e potrebbe essere classificato in cinque livelli: basso (meno di 70), medio-basso (70-84), medio (85-114), medio-alto (115-130) e alto (più di 130).

Addenbrooke’s Cognitive Examination (ACE-III). L’ACE è uno strumento di screening cognitivo che nella sua versione originale includeva anche il Mini-Mental State Examination (MMSE), non più presente nell’ACE-III. In quest’ultima versione si ottiene un punteggio totale su 100 derivante dalla somma dei punteggi nei cinque domini cognitivi: attenzione e orientamento (18 punti), memoria (26 punti), fluenza (14 punti), linguaggio (26 punti) e abilità visuospatiali (16 punti). Questi domini cognitivi dell’ACE-III sono correlati in modo significativo con i test neuropsicologici standardizzati utilizzati

nella valutazione di attenzione, linguaggio, memoria verbale e funzione visuospatiale (Noone, 2015).

Beck Depression Inventory (BDI-II). Il BDI-II è un questionario di ventuno gruppi di affermazioni di autovalutazione per la valutazione della gravità della depressione nella popolazione normale e in quella psichiatrica. Le affermazioni indagano i sintomi affettivi, cognitivi, somatici e vegetativi della depressione maggiore, secondo il DSM-IV. Le risposte variano da un punteggio di 0 (sintomo assente) a un punteggio di 3 (sintomo grave) e il punteggio totale si ottiene sommando i punteggi di tutte le affermazioni. Il punteggio totale varia da un minimo di 0 a un massimo di 63. Nelle popolazioni non cliniche, punteggi superiori a 20 indicano depressione; mentre, in quelli con diagnosi di depressione, i punteggi tra 0 e 13 indicano depressione minima, tra 14 e 19 depressione lieve, tra 20 e 28 depressione moderata e tra 29 e 63 depressione grave (Jackson-Koku, 2016).

Cognitive Failures Questionnaire (CFQ). Broadbent et al. (1982) sono stati i primi a descrivere il CFQ in qualità di misura dei fallimenti autoriferiti nella percezione, nella memoria e nella funzione motoria. Si tratta di un questionario composto da venticinque affermazioni riguardo errori che possono occorrere nella vita quotidiana. Per ogni affermazione viene chiesto di indicare la frequenza con cui si sono verificati gli errori nelle ultime due settimane. La scala di risposta è a cinque punti: da “mai” (punteggio= 0) a “molto spesso” (punteggio= 4). Il punteggio totale è dato dalla somma del singolo punteggio di ogni affermazione. Nel complesso il questionario sembra correlato con le

misure di deficit di memoria autoriferiti, di distrazioni e di errori d'azione (Broadbent et al., 1982).

Digit Span forward and backward. Il digit span è una misura della memoria a breve termine verbale che può essere testato in due forme: in avanti e indietro. Il test consiste nella lettura di una serie di numeri da parte del somministratore che successivamente il partecipante deve ripetere in ordine (forward) o dall'ultimo al primo (backward). I numeri da ripetere aumentano di volta in volta finché il partecipante compie un errore. Per il digit span forward la prima serie è composta da tre numeri e l'ultima da nove; il punteggio totale può, dunque, variare da tre a nove. Per il digit span backward la prima serie è composta da due numeri e l'ultima da otto; il punteggio totale può, dunque, variare da due a otto.

Selective Reminding Test (SRT). Questo test consiste nella lettura da parte del somministratore di una lista di dodici parole non correlate di cui il partecipante deve cercare di ricordarne immediatamente quante più possibile. Ad eccezione della prima prova, le successive prevedono la presentazione selettiva delle parole che non sono state richiamate nella prova subito precedente. Si procede in questo modo finché non vengono ricordate tutte le parole per tre prove consecutive oppure fino all'esecuzione di sei prove totali. In questo modo è possibile valutare il recupero dalla conservazione a lungo termine (LTS; long-term storage) e il richiamo dalla conservazione a breve termine (STR; short-term storage) (Buschke, 1973). Il punteggio LTS è definito come il numero di parole ricordate su due prove consecutive, indipendentemente dall'oblio nelle prove successive;

mentre, il punteggio STR rappresenta le parole che sono entrate in LTS, sono state richiamate in tutte le prove successive e che hanno avuto almeno due ricordi consecutivi.

Symbol Digit Modalities Test (SDMT). Al partecipante viene mostrata una legenda su cui basarsi per l'esecuzione del test: una tabella che riporta nella riga superiore dei simboli e nella riga inferiore dei numeri. Ciascun simbolo è abbinato a un numero. Segue sotto alla legenda il compito: nel riquadro superiore una serie di simboli, mentre il riquadro inferiore è vuoto (si veda [Figura 2](#)). Il compito consiste nell'abbinare correttamente ogni simbolo al numero corrispondente, basandosi sulla legenda. Il compito è stato eseguito verbalmente. Il limite di tempo previsto per l'esecuzione è stato di 90 secondi. Il punteggio totale corrisponde al numero di associazioni corrette. Il punteggio può variare tra 0 e 110. Le prestazioni sul SDMT sono sostenute da attenzione, velocità percettiva, velocità motoria e scansione visiva. Perciò, sebbene non sia in grado di distinguere tra disturbi specifici, è sensibile a diverse condizioni neurologiche (Kiely et al., 2014).

Γ	V	∩	—	/	⊃	×	7	Λ
1	2	3	4	5	6	7	8	9

Γ	/	V	Γ	∩	⊃	V	—	Γ	⊃	V	Γ	⊃	Γ	V

Figura 2. Symbol Digit Modalities Test

Reynolds Interference Task (RIT). Il RIT è un test di velocità di elaborazione complessa che implica l'inibizione e lo shift attentivo. La somministrazione avviene individualmente ed è rivolto a soggetti di età compresa fra 6 e 94 anni. Il RIT include due subtest: Interferenza Oggetto (IO) e Interferenza Colore (IC). Nel primo subtest al soggetto viene mostrata una serie di figure di animali (uccello, cavallo, pesce e maiale),

sopra ciascuna immagine è scritta una parola di animale che non corrisponde alla figura di animale sottostante (si veda [Figura 3](#)). Il compito richiede di denominare la figura, ignorando la parola. È previsto un limite di tempo di 30 secondi.



Figura 3. RIT Interferenza Oggetto

Il secondo subtest consiste nella presentazione di una serie di parole che denominano un colore (rosso, verde, blu e nero) che, però, differisce dal colore dell'inchiostro con cui è stampata la parola (si veda [Figura 4](#)). Il compito richiede di nominare il colore dell'inchiostro con cui è stampata la parola, ignorando il colore denominato dalla parola stessa. È previsto un limite di tempo di 60 secondi.

blu rosso verde nero

Figura 4. RIT Interferenza Colore

In entrambi i test il calcolo del punteggio avviene sommando il numero di risposte corrette date entro il tempo indicato. Il punteggio grezzo massimo è di 54 punti nel IO e di 120 punti nel IC. (Reynolds & Kamphaus, 2021).

Puzzle immaginativo. Il puzzle immaginativo consiste nella presentazione di figure di oggetti di uso comune scomposte in più frammenti numerati (si veda [Figura 5](#)). Ogni figura viene presentata interamente per 2 secondi dopodiché viene presentata in frammenti. Il compito richiede di ricomporre la figura. Il limite di tempo è di 90 secondi.

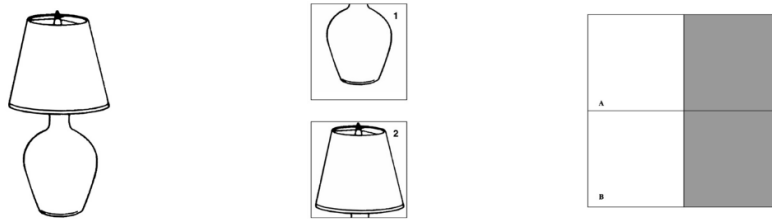


Figura 5. Puzzle immaginativo

La difficoltà è data dall'impossibilità di muovere realmente i frammenti, è possibile solo indicarne la posizione sulla griglia di risposta. Difatti, si tratta di uno strumento sensibile e affidabile per indagare la memoria di lavoro visuospatiale poiché valuta gli effetti del carico di elaborazione, la complessità visiva e la rotazione mentale (Richardson & Vecchi, 2002). La prova consiste di nove livelli di difficoltà (dal due al dieci) e per ogni livello ci sono tre prove (A, B, C). Il numero del livello indica il numero di frammenti in cui è scomposta la figura; per esempio, il secondo livello prevede che la figura da ricomporre sia scomposta in due frammenti. Per procedere al livello di difficoltà successivo è necessario completare due prove su tre (A e B, A e C, o B e C). Se il partecipante sbaglia sia la prova A che la B, allora si presenta la prova C. Se quest'ultima viene eseguita correttamente il test si conclude, altrimenti viene presentata la prova C del livello precedente; dopo di che il test si conclude indipendentemente dall'esito. Il punteggio totale grezzo è dato dalla somma delle ultime tre prove completate correttamente. Il punteggio delle singole prove (A, B o C) corrisponde al numero del livello (da due a dieci) a cui appartengono. Il massimo che si possa raggiungere è di 29 (De Beni et al., 2007). Il punteggio grezzo è poi convertito secondo la seguente formula: si sottrae dal punteggio grezzo il punteggio predetto (secondo l'età, livello di scolarità e genere) e, infine, si divide per l'errore standard di misura (= 4.90). Il punteggio è da ritenersi nella norma se superiore a - 1.65.

Listening span test. Il listening span test valuta la memoria di lavoro verbale. Questo strumento consiste nella lettura di serie di frasi non correlate da parte del somministratore e chiede al partecipante di svolgere due compiti contemporaneamente: il primo è quello di ascoltare la frase e dire, subito dopo essere stata letta, se è vera o falsa; il secondo è di ricordare l'ultima parola di ogni frase per poi riportarle alla fine della serie. La prima serie è composta da due frasi (livello 2) e poi il numero aumenta di una frase per ogni livello fino ad arrivare a un set di sei frasi (livello 6). Questo avviene per due volte, per un totale di 10 serie di frasi. Il punteggio si calcola attraverso la somma delle parole ricordate correttamente, il numero di errori di giudizio (vero/falso) e la somma delle intrusioni, cioè le parole riportate erroneamente poiché appartenevano alla serie di frasi precedente o non erano presenti nella prova. Dal totale del numero di parole ricordate correttamente si sottrae il punteggio predetto (in base alla fascia d'età), il risultato viene diviso per l'errore standard di misura pari a 5.43. Il punteggio è da ritenersi nella norma se superiore a – 1.65.

2.2.4. Programma di training

MS-rehab è un software specifico progettato da un team di informatici e neuropsicologi dell'Università di Bologna. È nato come programma computerizzato per la riabilitazione cognitiva di pazienti con sclerosi multipla in quanto è una patologia accompagnata dalla compromissione di diverse funzioni cognitive. Perciò, il programma offre esercizi mirati ai seguenti domini cognitivi: memoria, attenzione e funzioni esecutive (Gaspari et al., 2020).

Nel presente studio MS-rehab è stato utilizzato come training di potenziamento cognitivo in anziani sani applicando esclusivamente gli esercizi mirati alla memoria. Nonostante

ciò, è inevitabile che gli esercizi proposti possano coinvolgere anche altre funzioni cognitive, come, ad esempio, l'attenzione. Gli esercizi sono finalizzati all'allenamento di diverse componenti della memoria: memoria di lavoro, memoria di lavoro visuospaziale, memoria di riconoscimento e di associazione. Gli esercizi proposti sono stati:

- “Quali erano?”: compito di memoria per riconoscimento che richiede di memorizzare gli stimoli che appaiono sullo schermo. È previsto un limite di tempo. Allo scadere del tempo compare un insieme di stimoli. È richiesto di cliccare solo sugli stimoli che sono stati memorizzati nella fase precedente.
- “Nel posto giusto”: compito di memoria visuospaziale che richiede di memorizzare la posizione delle parole che appaiono sullo schermo. È previsto un limite di tempo. Allo scadere del tempo compaiono dei punti interrogativi in diverse posizioni. È richiesto di cliccare sul punto interrogativo la cui posizione corrisponde alla posizione della parola memorizzata in precedenza. Anziché la parola, memorizzata in precedenza e di cui bisogna indicare la posizione, appare l'immagine di ciò che è indicato dalla parola. Per esempio, se la parola da memorizzare è “kiwi”, nel momento in cui è richiesto di indicare la posizione apparirà l'immagine di un kiwi.
- “Un occhio alle spalle”: è un compito N-back con un massimo di 3 livelli (1-, 2-, 3-Back) che implica la memoria di lavoro. Richiede al partecipante di osservare gli stimoli che scorrono sullo schermo da destra a sinistra e di cliccare un tasto verde (presente sullo schermo) ogni qualvolta la figura corrente sia uguale a quella vista 1, 2 o 3 figure precedenti.
- “Chi sarà?”: compito di memoria per associazione che richiede di memorizzare i nomi e/o i cognomi delle persone i cui volti sono rappresentati al di sopra del

nome/cognome. Non c'è limite di tempo, è il partecipante a cliccare sul tasto "Continua" quando ritiene di aver memorizzato tutti i nomi/cognomi. Dopo aver cliccato "Continua", i nomi/cognomi scompaiono e appaiono i volti. È richiesto di scrivere sotto ciascun volto il nome e/o cognome corrispondente.

Nel presente progetto di training, in ogni sessione veniva richiesto al partecipante di svolgere ognuno di questi esercizi per dieci minuti, per un totale di quaranta minuti a sessione.

Ogni esercizio offre la possibilità di essere svolto con diversi stimoli, i quali differiscono per il livello di difficoltà. Gli stimoli, dal più semplice al più difficile, sono: figure (frutta, verdura, animali, scacchi), volti e orientamento (frece e punti cardinali). Il livello di difficoltà aumenta dopo lo svolgimento di due prove consecutive corrette, cioè con una prestazione uguale o superiore all'80%. L'aumento del livello di difficoltà del compito è dovuto all'aumento del numero di stimoli presenti sullo schermo, all'aumento del numero di stimoli target, alla perdita graduale di colore degli stimoli fino alla tonalità in bianco e nero, alla diminuzione del tempo di presentazione degli stimoli e alla diminuzione dell'intervallo di tempo fra gli stimoli.

I partecipanti accedevano al programma attraverso delle credenziali personali. Ad ogni partecipante corrispondeva così un profilo personale.

Prima di iniziare l'esercizio, il programma offre la possibilità di svolgere un esercizio di prova per familiarizzare con il compito cliccando sull'apposito tasto "Prova esercizio". Inoltre, durante lo svolgimento dell'esercizio è possibile in qualsiasi momento interrompere la prova attraverso l'apposita funzione "Interrompi esercizio"; in tal caso l'esercizio riprenderà dal livello che era stato raggiunto in precedenza. Alla fine di ogni prova il software mostra un pop-up che restituisce un feedback della prestazione (si veda

[Figura 6](#)): tempo impiegato, numero di risposte corrette, numero di risposte errate, numero di omissioni, percentuale della prestazione con conseguente messaggio di superamento o mancato superamento dell'esercizio.

Tempo: 4 secondi
 Risposte esatte: 3
 Risposte sbagliate: 0
 Omissioni: 0

Prestazione: 98 %

Ottimo! Esercizio superato!

OK

Figura 6. Pop-up di feedback

Gli sperimentatori accedono al programma attraverso l'interfaccia amministratore che permette di visualizzare il livello raggiunto e l'andamento della performance dei singoli partecipanti (si veda [Figura 7](#)). Inoltre, permette di configurare gli esercizi sulla base dei risultati ottenuti, selezionando il tipo di esercizio, il tipo di stimolo e il livello di difficoltà di partenza. È, dunque, possibile creare dei percorsi personalizzati.

Visualizza elementi Cerca:

Nome	Livello di difficoltà	Performance	Ultimo accesso
Memoria - associazione volti nomi	- 11/12 + (cambiato da 10)	100% ↑	16:03 04/04/2022
Memoria - riconoscimento - orientamento - frecce	- 11/11 + (cambiato da 9)	83% ↔	15:49 04/04/2022
Memoria - di lavoro - figure - verdura	- 8/16 + (invariato)	75% ↑	15:36 04/04/2022
Memoria - visuo spaziale - figure - animali	- 7/10 + (invariato)	18% ↓	15:19 04/04/2022

Vista da 1 a 4 di 4 elementi Precedente Successivo

Figura 7. Schermata di MS-rehab in cui è possibile visualizzare la prestazione dei partecipanti

Grazie alle informazioni rese disponibili dall'interfaccia amministratore è stato possibile annotare i risultati raggiunti in ogni sessione da ogni partecipante, in modo da ottenere un quadro complessivo dell'andamento della performance nel corso delle otto sessioni.

2.3. Analisi dei dati

Per l'analisi del campione è stato eseguito il t-test di Student a campioni indipendenti sulle variabili età, anni di scolarità, indice di riserva cognitiva totale (Cri-q), livello cognitivo generale (ACE-III) e indice di depressione (BDI-II) con lo scopo di indagare l'eventuale presenza di differenze significative tra le medie di queste variabili nel gruppo sperimentale e nel gruppo di controllo.

Inoltre, è stata applicato il modello 2 x 2 di ANOVA a misure ripetute con un fattore tra i soggetti, "Gruppo" (sperimentale vs controllo), e un fattore entro i soggetti, "Tempo" (pre vs post), per indagare l'interazione tempo*gruppo e, dunque, il cambiamento nel tempo per ciascun test somministrato nella valutazione.

Infine, è stata effettuata un'analisi qualitativa dei dati analizzando le differenze tra i punteggi della valutazione pre (T0) e i punteggi della valutazione post (T1). Sulla base delle differenze è stata eseguita una descrizione della prestazione dei partecipanti in termini di miglioramento, peggioramento o prestazione invariata.

2.4. Risultati

2.4.1. Analisi del campione

Il campione è stato analizzato in riferimento alle variabili età, anni di scolarità, Cri-q, ACE-III e BDI-II attraverso il t-test di Student a campioni indipendenti (si veda [Tabella](#)

2). Da questa analisi non emerge alcun valore significativo. Ciò significa che non sussistono differenze significative tra il gruppo sperimentale e il gruppo di controllo e, perciò, i due gruppi sono da considerarsi equivalenti all'inizio dello studio (T0).

Tabella 2. *T-test a campioni indipendenti (gruppo sperimentale vs gruppo di controllo)*

	Gruppo sperimentale	Gruppo di controllo	T di Student
	Media (DS)	Media (DS)	p
ETÀ	68.90 (3.54)	69.00 (3.80)	0.952
SCOLARITÀ	16.30 (3.62)	17.50 (5.54)	0.574
CRI-q	130.90 (15.37)	137.30 (15.66)	0.368
ACE-III	96.00 (2.49)	93.80 (4.42)	0.187
BDI-II_1	7.20 (7.08)	9.00 (5.79)	0.542

2.4.2. Analisi della varianza

È stata eseguita l'ANOVA a misure ripetute per indagare la presenza di significatività statistica nell'interazione tempo*gruppo per ogni test che è stato somministrato nella prima valutazione (pre) e nella valutazione finale (post). Non è stata individuata nessuna interazione significativa (si veda [Tabella 3](#)) per i seguenti test: Digit Span Forward (DS_F) and Backward (DS_B), Selective Reminding Test (SRT), Symbol Digit Modalities Test (SDMT), puzzle immaginativo, SRT delayed recall (SRT_DELAY) e Cognitive Failures Questionnaire (CFQ).

Tabella 3. Media e deviazione standard (fra parentesi) dei punteggi osservati ai test separatamente per i due gruppi (sperimentale e di controllo) e per i due tempi (pre e post). Sono inoltre riportati i valori di p per l'interazione tempo*gruppo delle analisi della varianza condotte separatamente per i vari test.

Test	Gruppo sperimentale		Gruppo di controllo		ANOVA
	Pre	Post	Pre	Post	Tempo*gruppo
	Media (DS)	Media (DS)	Media (DS)	Media (DS)	p
DS_F	6.30 (0.949)	6.50 (0.972)	6.60 (1.07)	5.90 (1.10)	0.057
DS_B	4.50 (0.707)	4.60 (0.966)	5.10 (0.876)	4.90 (0.738)	0.600
SRT_LTS	45.7 (15.6)	46.9 (15.0)	33.0 (14.0)	34.7 (12.4)	0.923
SRT_CLRT	35.6 (15.0)	36.3 (16.5)	24.8 (10.5)	26.1 (10.7)	0.898
SDMT	51.5 (5.56)	54.6 (6.92)	46.3 (8.46)	49.7 (6.33)	0.927
PUZZLE	0.418 (0.802)	0.603 (0.846)	0.284 (0.358)	0.232 (0.521)	0.334
SRT_DELAY	8.70 (2.83)	9.00 (2.83)	6.80 (1.55)	6.50 (2.64)	0.499
LST	0.499 (0.770)	1.20 (0.656)	0.794 (1.10)	0.104 (0.0928)	0.005
CFQ	38.2 (8.65)	35.2 (9.14)	35.2 (10.9)	30.9 (12.9)	0.662

È emersa una sola interazione tempo*gruppo significativa $F(1, 18) = 10.1, p = 0.005$, riguardo l'analisi dei punteggi del Listening Span Test (LST), la quale rappresenta un effetto di miglioramento del gruppo sperimentale rispetto al gruppo di controllo. In particolare, dal post hoc emerge una differenza significativa statistica ($p < 0.001$) tra il post del gruppo sperimentale e il post del gruppo di controllo. Questa interazione significativa (si veda [Figura 8](#)) indica che il gruppo sperimentale ($M = 1.20, DS = 0.656$) ha avuto una prestazione migliore rispetto al gruppo di controllo ($M = 0.104, DS = 0.0928$) nel Listening Span Test (memoria di lavoro verbale) somministrato nella valutazione finale (post).

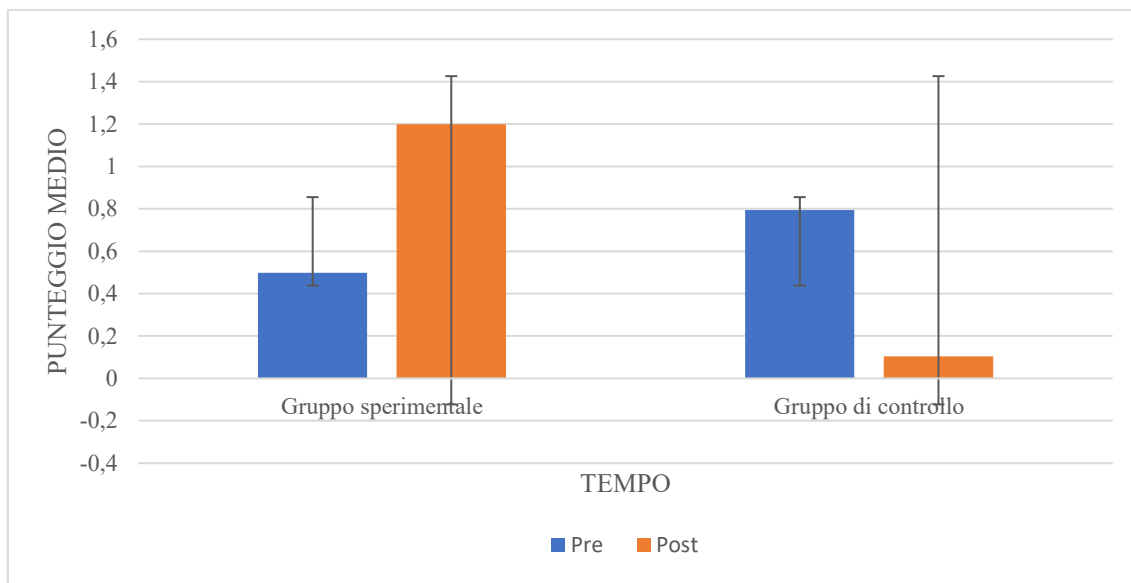


Figura 8. Punteggio medio e deviazione standard osservati nel Listening Span Test separatamente per i due gruppi (sperimentale e di controllo) e per i due tempi (pre e post).

2.4.3. Analisi qualitativa

Dalla [Figura 9](#) si può osservare l'andamento della prestazione dalla valutazione iniziale (pre) alla valutazione finale (post) sul totale dei dieci partecipanti del gruppo sperimentale in ogni singolo test. Nel Digit Span Forward (DS_F) tre partecipanti su dieci hanno migliorato la propria prestazione dalla valutazione pre a quella post, mentre sei su dieci hanno ottenuto lo stesso punteggio e solo uno è peggiorato. Nel Digit Span Backward (DS_B) quattro partecipanti sono migliorati, tre hanno mantenuto la stessa prestazione e tre sono peggiorati. Nel caso del Selective Reminding Test (SRT) riguardo il punteggio LTS (SRT_LTS) sei partecipanti sono migliorati, uno è rimasto invariato e tre sono peggiorati, mentre riguardo il punteggio CLTR (SRT_CLTR) quattro sono migliorati, uno è rimasto invariato e cinque sono peggiorati. Nel Symbol Digit Modalities Test (SDMT) otto partecipanti su dieci sono migliorati, mentre solo due sono peggiorati e nessuno ha

mantenuto la stessa prestazione dal pre al post. Per quanto concerne il Reynolds Interference Task oggetto (RIT_IO) sette partecipanti sono migliorati, uno è rimasto invariato e due sono peggiorati, mentre nel RIT colore (RIT_CO) otto sono migliorati, uno è rimasto invariato e uno è peggiorato. Nel puzzle immaginativo (PUZZLE) sei partecipanti sono migliorati, tre hanno ottenuto lo stesso punteggio nelle due valutazioni e solo uno è peggiorato. Nel SRT delayed recall (SRT_DELAY) quattro sono migliorati, tre sono rimasti invariati e tre sono peggiorati. Nel Listening Span Test (LST) sei partecipanti su dieci sono migliorati, due hanno mantenuto la stessa prestazione e due sono peggiorati. Quest'ultimo scenario si osserva anche per le prestazioni nel Beck Depression Inventory (BDI-II). Infine, per quanto riguarda il Cognitive Failures Questionnaire (CFQ) sei partecipanti sono migliorati e quattro sono peggiorati, mentre nessuno ha mantenuto gli stessi punteggi nelle due valutazioni.

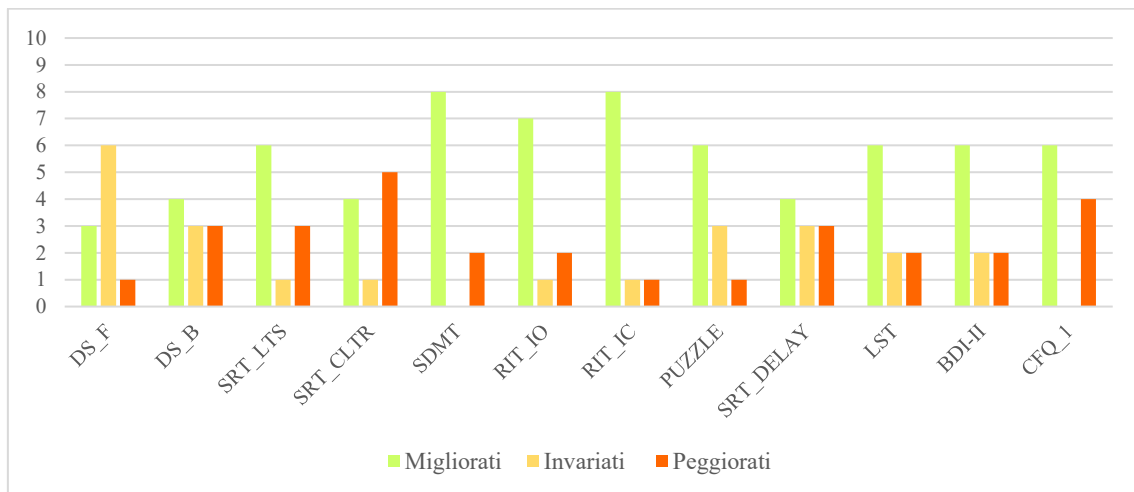


Figura 9. *Analisi qualitativa: sulla base delle differenze tra i punteggi della valutazione pre e i punteggi della valutazione post, per ciascun test sono raffigurati il numero di partecipanti del gruppo sperimentale che migliorano, peggiorano o mantengono invariata la propria prestazione*

Riassumendo, i test in cui per più della metà dei partecipanti ($> 5/10$) si osserva un miglioramento della prestazione dalla valutazione iniziale alla valutazione finale sono: Selective Reminding Test LTS (6/10), Symbol Digit Modalities Test (8/10), Reynolds Interference Task oggetto (7/10) e colore (8/10), puzzle immaginativo (6/10), Listening Span Test (6/10), Beck Depression Inventory (6/10), Cognitive Failures Questionnaire (6/10). Invece, il maggior numero di partecipanti che hanno mostrato un peggioramento della prestazione dalla valutazione iniziale a quella finale si osserva nel Selective Reminding Test CLTR (5/10), mentre in tutti gli altri test somministrati il numero di partecipanti peggiorati è inferiore ($\leq 4/10$). Infine, il maggior numero di partecipanti che hanno mantenuto la stessa prestazione sia nella valutazione pre che in quella post si osserva nel Digit Span Forward (6/10), mentre in tutti gli altri test il numero di partecipanti con prestazione invariata è inferiore ($\leq 3/10$).

2.5. Conclusione e discussione

Come discusso inizialmente, il normale invecchiamento è un processo complesso che provoca un deterioramento cognitivo che può colpire diversi domini e può differire da individuo a individuo. Certamente la memoria è un dominio cognitivo che subisce il declino a causa dell'avanzare dell'età. L'invecchiamento provoca cambiamenti strutturali e funzionali in diverse aree cerebrali, tra cui anche quelle responsabili dei processi di memoria. Il presente studio ha voluto concentrarsi sull'allenamento della memoria in anziani (64-77 anni) sani tramite un training cognitivo computerizzato che offre una molteplicità di esercizi e stimoli. In particolare, le funzioni target del training sono state la memoria episodica e la memoria di lavoro. Nonostante ciò, gli esercizi proposti inevitabilmente hanno coinvolto anche altri domini cognitivi, quali l'attenzione e le

funzioni esecutive. Come già affermato, esistono in letteratura degli studi simili che hanno dimostrato gli effetti benefici di programmi di training sulla memoria (Basak et al., 2008; Borella et al., 2010; Chambon et al., 2014; McDaniel et al., 2014; Smith et al., 2009; Stamenova et al., 2014).

Per indagare i risultati ottenuti sono state condotte un'analisi quantitativa e un'analisi qualitativa. L'analisi qualitativa fornisce un quadro complessivo dei punteggi ottenuti dai dieci partecipanti riguardo i singoli test somministrati. Tale analisi si è concentrata sulle differenze tra i punteggi della valutazione iniziale e quelli della valutazione finale (differenza tra pre e post). Ne emerge che più della metà dei partecipanti (> 5/10) hanno ottenuto un miglioramento della prestazione dal pre al post nei seguenti test: Selective Reminding Test LTS (6/10), Symbol Digit Modalities Test (8/10), Reynolds Interference Task oggetto (7/10) e colore (8/10), puzzle immaginativo (6/10), Listening Span Test (6/10), Beck Depression Inventory (6/10), Cognitive Failures Questionnaire (6/10).

L'analisi quantitativa, invece, è servita in primo luogo per verificare che il gruppo sperimentale e quello di controllo fossero equivalenti prima di iniziare l'intervento. A tale scopo è stato eseguito il t-test di Student a campioni indipendenti sulle variabili età, anni di scolarità, indice di riserva cognitiva totale (Cri-q), livello cognitivo generale (ACE-III) e indice di depressione (BDI-II). Non è stata osservata nessuna differenza significativa, ciò indica che i due gruppi erano equivalenti all'inizio dello studio (T0).

In secondo luogo, è stato applicato il modello statistico ANOVA a misure ripetute per ciascun test somministrato al fine di indagare la presenza di significatività statistica nell'interazione tempo*gruppo. È stato osservato un risultato statisticamente significativo nell'analisi del Listening Span Test (memoria di lavoro verbale) tra il post del gruppo sperimentale e il post del gruppo di controllo, $p < 0.001$, rappresentativo della prestazione

migliore del gruppo sperimentale ($M = 1.20$, $DS = 0.656$) rispetto al gruppo di controllo ($M = 0.104$, $DS = 0.0928$) nella valutazione post. Questo effetto potrebbe essere presumibilmente dovuto al percorso di training cognitivo effettuato dal gruppo sperimentale, a differenza del gruppo di controllo passivo.

Infine, è bene riportare che molti dei partecipanti hanno riferito di percepire in se stessi una migliore capacità di concentrazione e memoria nelle abituali attività quotidiane.

In conclusione, è necessario sottolineare un evidente limite del presente studio, ossia la numerosità ridotta del campione. Sarebbe, dunque, consigliato continuare lo studio e le analisi su un campione più ampio per poter ottenere dei risultati attendibili e generalizzabili.

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- Baddeley, A. (2000). The episodic buffer: A new component of working memory? *Trends in Cognitive Sciences*, 4(11), 417–423. [https://doi.org/10.1016/S1364-6613\(00\)01538-2](https://doi.org/10.1016/S1364-6613(00)01538-2)
- Baddeley, A., Anderson, M. C., & Eysenck, M. W. (2011). *La memoria*. Bologna: Il Mulino.
- Basak, C., Boot, W. R., Voss, M. W., & Kramer, A. F. (2008). Can training in a real-time strategy video game attenuate cognitive decline in older adults? *Psychology and Aging*, 23(4), 765–777. <https://doi.org/10.1037/a0013494>
- Bettio, L. E. B., Rajendran, L., & Gil-Mohapel, J. (2017). The effects of aging in the hippocampus and cognitive decline. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 79, 66–86. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2017.04.030>
- Bherer, L. (2015). Cognitive plasticity in older adults: Effects of cognitive training and physical exercise: cognitive plasticity in older adults. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1337(1), 1–6. <https://doi.org/10.1111/nyas.12682>
- Blinkouskaya, Y., Caçoilo, A., Gollamudi, T., Jalalian, S., & Weickenmeier, J. (2021). Brain aging mechanisms with mechanical manifestations. *Mechanisms of Ageing and Development*, 200, 111575. <https://doi.org/10.1016/j.mad.2021.111575>
- Borella, E., Carretti, B., Riboldi, F., & De Beni, R. (2010). Working memory training in older adults: evidence of transfer and maintenance effects. *Psychology and Aging*, 25(4), 767–778. <https://doi.org/10.1037/a0020683>
- Broadbent, D. E., Cooper, P. F., FitzGerald, P., & Parkes, K. R. (1982). The cognitive failures questionnaire (CFQ) and its correlates. *British Journal of Clinical Psychology*, 21(1), 1–16. <https://doi.org/10.1111/j.2044-8260.1982.tb01421.x>
- Buschke, H. (1973). Selective reminding for analysis of memory and learning. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 12(5), 543–550. [https://doi.org/10.1016/S0022-5371\(73\)80034-9](https://doi.org/10.1016/S0022-5371(73)80034-9)
- Calso, C., Besnard, J., & Allain, P. (2019). Frontal lobe functions in normal aging: metacognition, autonomy, and quality of life. *Experimental Aging Research*, 45(1), 10–27. <https://doi.org/10.1080/0361073X.2018.1560105>
- Chambon, C., Herrera, C., Romaguere, P., Paban, V., & Alescio-Lautier, B. (2014). Benefits of computer-based memory and attention training in healthy older adults. *Psychology and Aging*, 29(3), 731–743. <https://doi.org/10.1037/a0037477>
- Craik, F. I. M., & Rose, N. S. (2012). Memory encoding and aging: a neurocognitive perspective. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 36(7), 1729–1739. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2011.11.007>

- D'Antuono, G., Maini, M., Marin, D., Boccia, M., & Piccardi, L. (2022). Effect of ageing on verbal and visuo-spatial working memory: evidence from 880 individuals. *Applied Neuropsychology: Adult*, 29(2), 193–202. <https://doi.org/10.1080/23279095.2020.1732979>
- De Beni, R., Borella, E., Carretti, B., Marigo, C., & Nava, L. A. (2007). BAC: benessere e abilità cognitive nell'età adulta e avanzata [BAC: wellness and cognitive abilities in the advanced and adult age]. *Firenze: Organizzazioni Speciali*.
- De Beni, R., & Borella, E. (2015). *Psicologia dell'invecchiamento*. (2. ed). Bologna: Il Mulino.
- Drag, L. L., & Bieliauskas, L. A. (2010). Contemporary review 2009: cognitive aging. *Journal of Geriatric Psychiatry and Neurology*, 23(2), 75–93. <https://doi.org/10.1177/0891988709358590>
- Dziechciaż, M., & Filip, R. (2014). Biological psychological and social determinants of old age: bio-psycho-social aspects of human aging. *Annals of Agricultural and Environmental Medicine: AAEM*, 21(4), 835–838. <https://doi.org/10.5604/12321966.1129943>
- Fama, R., & Sullivan, E. V. (2015). Thalamic structures and associated cognitive functions: relations with age and aging. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 54, 29–37. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2015.03.008>
- Gaspari, M., Zini, F., & Stecchi, S. (2020). Enhancing cognitive rehabilitation in multiple sclerosis with a disease-specific tool. *Disability and Rehabilitation: Assistive Technology*, 0(0), 1–14. <https://doi.org/10.1080/17483107.2020.1849432>
- Giap, B. T., Jong, C. N., Ricker, J. H., Cullen, N. K., & Zafonte, R. D. (2000). The hippocampus: anatomy, pathophysiology, and regenerative capacity. *The Journal of Head Trauma Rehabilitation*, 15(3), 875–894.
- Greenwood, P. M. (2000). The frontal aging hypothesis evaluated. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 6(6), 705–726. <https://doi.org/10.1017/S1355617700666092>
- Haesner, M., O'Sullivan, J. L., Gövercin, M., & Steinhagen-Thiessen, E. (2015). Requirements of older adults for a daily use of an internet-based cognitive training platform. *Informatics for Health and Social Care*, 40(2), 139–153. <https://doi.org/10.3109/17538157.2013.879149>
- Jackson-Koku, G. (2016). Beck Depression Inventory. *Occupational Medicine*, 66(2), 174–175. <https://doi.org/10.1093/occmed/kqv087>
- Kiely, K. M., Butterworth, P., Watson, N., & Wooden, M. (2014). The symbol digit modalities test: normative data from a large nationally representative sample of australians. *Archives of Clinical Neuropsychology*, 29(8), 767–775. <https://doi.org/10.1093/arclin/acu055>

- Mammarella, I. C., Borella, E., Pastore, M., & Pazzaglia, F. (2013). The structure of visuospatial memory in adulthood. *Learning and Individual Differences, 25*, 99–110. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2013.01.014>
- Massimo Nucci, Daniela Mapelli, & Sara Mondini. (2012). Cognitive reserve index questionnaire (CRIq): a new instrument for measuring cognitive reserve. *Aging Clinical and Experimental Research, 24*(3). <https://doi.org/10.3275/7800>
- McDaniel, M. A., Binder, E. F., Bugg, J. M., Waldum, E. R., Dufault, C., Meyer, A., Johanning, J., Zheng, J., Schechtman, K. B., & Kudelka, C. (2014). Effects of cognitive training with and without aerobic exercise on cognitively demanding everyday activities. *Psychology and Aging, 29*(3), 717–730. <https://doi.org/10.1037/a0037363>
- Moscovitch, M., & Winocur, G. (2002). The neuropsychology of memory and aging. *The handbook of aging and cognition*, 315–359.
- Noone, P. (2015). Addenbrooke's Cognitive Examination-III. *Occupational Medicine, 65*(5), 418–420. <https://doi.org/10.1093/occmed/kqv041>
- Raz, N. (2005). The aging brain observed in vivo: differential changes and their modifiers. In *Cognitive Neuroscience of Aging: Linking Cognitive and Cerebral Aging* (pagg. 19–57). Oxford University Press.
- Reynolds, C. R., & Kamphaus, R. W. (2021). *RIT: Reynolds interference task: manuale. Adattamento italiano di Lina Pezzuti*. Firenze: Hogrefe.
- Richardson, J. T. E., & Vecchi, T. (2002). A jigsaw-puzzle imagery task for assessing active visuospatial processes in old and young people. *Behavior Research Methods, Instruments, & Computers, 34*(1), 69–82. <https://doi.org/10.3758/BF03195425>
- Smith, G. E., Housen, P., Yaffe, K., Ruff, R., Kennison, R. F., Mahncke, H. W., & Zelinski, E. M. (2009). A cognitive training program based on principles of brain plasticity: results from the improvement in memory with plasticity-based adaptive cognitive training (IMPACT) study. *Journal of the American Geriatrics Society, 57*(4), 594–603. <https://doi.org/10.1111/j.1532-5415.2008.02167.x>
- Squire, L. R. (1992). Declarative and nondeclarative memory: multiple brain systems supporting learning and memory. *Journal of Cognitive Neuroscience, 4*(3), 232–243. <https://doi.org/10.1162/jocn.1992.4.3.232>
- Stamenova, V., Jennings, J. M., Cook, S. P., Walker, L. A. S., Smith, A. M., & Davidson, P. S. R. (2014). Training recollection in healthy older adults: Clear improvements on the training task, but little evidence of transfer. *Frontiers in Human Neuroscience, 8*. <https://www.frontiersin.org/article/10.3389/fnhum.2014.00898>
- Stern, Y. (2009). Cognitive reserve. *Neuropsychologia, 47*(10), 2015–2028. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2009.03.004>
- Tulving, E. (2002). Episodic memory: from mind to brain. *Annual Review of Psychology, 53*(1), 1. <https://doi.org/10.1146/annurev.psych.53.100901.135114>

Vaupel, J. W. (2010). Biodemography of human ageing. *Nature*, 464(7288), 536–542. <https://doi.org/10.1038/nature08984>

Wilson, R. S., Beckett, L. A., Barnes, L. L., Schneider, J. A., Bach, J., Evans, D. A., & Bennett, D. A. (2002). Individual differences in rates of change in cognitive abilities of older persons. *Psychology and Aging*, 17(2), 179–193. <https://doi.org/10.1037/0882-7974.17.2.179>

APPENDICE A

Caratteristiche di studi che hanno utilizzato training di potenziamento cognitivo con anziani sani

Studio	Partecipanti	Funzione cognitiva target	Intervento	Compito	Tempi di valutazione
Basak et al., 2008	Totale: 40 Età media: 70.05 (DS = 4.94) Genere: F e M Criteri di esclusione: mancini, acuità visiva e visione dei colori deficitaria, giocato a video game negli ultimi due anni	Controllo esecutivo, inibizione, memoria di lavoro e memoria a breve termine	Video game training Settimane: 7-8 Sessioni: 15 Durata: 90 min	Rise Of Nations (RON): un gioco di strategia in tempo reale in cui è richiesto di costruire nuove città, migliorare le infrastrutture cittadine ed espandere i confini	Pre-training Durante il training: 4 [^] settimana Post-training
Borella et al., 2010	Totale: 40 Età media: 69.00 (DS = 3.18) Genere: F e M Criteri di esclusione: storia di traumi cranici, malattie cardiache, respiratorie, psichiatriche e neurologiche, demenza, uso di droghe illecite, disabilità visiva, uditiva e motoria	Memoria di lavoro verbale ed effetti di trasferimento su memoria di lavoro visuospaziale, memoria a breve termine, inibizione, velocità di elaborazione, intelligenza fluida	Training di memoria di lavoro verbale Settimane: 2 Sessioni: 3 Durata: 60 min	Categorization Working Memory Span Task: ascoltare elenchi di parole e battere la mano sul tavolo quando si sente un nome di animale. Al termine, richiamare l'ultima parola di ciascuna stringa in ordine seriale. Sono state usate diverse varianti del compito	Pre-training Post-training Follow-up 8 mesi
Chambon et al., 2014	Totale: 45 Età media: 73,47 (DS = 4,25) Genere: F e M Criteri di esclusione: mild cognitive impairment	Memoria e attenzione	Training di memoria e di attenzione online Settimane: 12 Sessioni: 24 Durata: 60 min	Training di memoria: memorizzazione di immagini e posizioni e riconoscimento; ascolto di una storia e quiz. Training di attenzione: osservare una serie di immagini che scorrono e cliccare invio quando	Pre-training Post-training Follow-up 6 mesi

	(MCI), demenza e depressione			appare l'immagine target; doppio compito: ascoltare delle parole mentre si osservano le immagini che scorrono, poi riconoscere le immagini che corrispondono alle parole ascoltate	
McDaniel et al., 2014	Totale: 96 Età media: 64 (DS = 4) Genere: F e M Criteri di esclusione: istruzione inferiore al decimo anno, percezione visiva e uditiva insufficiente, MCI o demenza, disturbo medico, psichiatrico e neurologico, abuso di alcol o sostanze	Coordinazione attentzionale, memoria prospettica e recupero della memoria retrospettiva	Training cognitivo o training cognitivo abbinato a programma di esercizio fisico Settimane: 8 Sessioni: 24	Esecuzione di due attività simultanee su un computer; istruzioni e allenamento su strategie di memoria prospettica; allenamento al ricordo attraverso esercizi di memorizzazione di parole	Pre-training Post-training
Smith et al., 2009	Totale: 487 Età media: 75.6 (DS = 6.6) Genere: F e M Criteri di esclusione: disturbi cognitivi, neurologici e psichiatrici, ictus, ischemia, lesione cerebrale traumatica, abuso di sostanze, disabilità comunicative importanti	Memoria e attenzione	Plasticity-based Adaptive Cognitive Training (IMPACT) Settimane: 8 Sessioni: 40 Durata: 60 min	Discriminazione e riconoscimento di sillabe confondibili; ricostruzione di sequenze verbali; istruzioni e identificazione dei dettagli in una storia presentata verbalmente	Pre-training Post-training
Stamenova et al., 2014	Totale: 51		Recollection training	Studiare liste di 30 parole presentate con un intervallo	Baseline: 3^ sessione

Età media: 67,60 (DS = 5,56) Genere: F e M Criteri di esclusione: MoCA < 20 CES-D > 27	Memoria a lungo termine e di lavoro	Settimane: 2 Sessioni: 24 Durata: 30-40 min	di 2 s, poi leggerle ad alta voce e cercare di memorizzarle. Ogni lista studiata è stata seguita da un test di riconoscimento, che includeva elementi studiati più 30 nuovi	Post-training (ultima sessione)
--	---	---	---	---------------------------------------

MoCA: Montreal Cognitive Assessment

CES-D: The Center for Epidemiological Studies Depression scale