



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA

Dipartimento di Psicologia Generale

Corso di laurea magistrale in Psicologia Cognitiva Applicata

Tesi di Laurea Magistrale

**Benefici di un training di memoria di lavoro a domicilio per
anziani con invecchiamento tipico.**

Benefits of a home-based working memory training for typically aging-older adults

Relatrice

Prof.ssa Erika Borella

Correlatrice

Prof.ssa Elena Carbone

Laureanda: Margherita Rossi

Matricola: 2080339

Anno Accademico 2023 – 2024

INDICE

INTRODUZIONE	4
CAPITOLO 1.	6
COSA SI INTENDE CON INVECCHIAMENTO	6
1.1 ASPETTI DEMOGRAFICI NELL'INVECCHIAMENTO	6
1.2 INVECCHIAMENTO COGNITIVO SECONDO LA PROSPETTIVA LIFE-SPAN	7
1.3 MEMORIA DI LAVORO E INVECCHIAMENTO.....	8
CAPITOLO 2.	14
POTENZIARE LE FUNZIONI COGNITIVE NELL'INVECCHIAMENTO: I TRAINING DI MEMORIA	14
2.1 PLASTICITÀ CEREBRALE E COGNITIVA.....	14
2.2 COSA SI INTENDE PER POTENZIAMENTO COGNITIVO.....	16
2.3 TRAINING DI MEMORIA DI LAVORO	18
2.3.1 <i>Training di memoria di lavoro negli anziani</i>	19
CAPITOLO 3.	23
BENEFICI DI UN TRAINING DI MEMORIA DI LAVORO A DOMICILIO PER ANZIANI CON INVECCHIAMENTO TIPICO	23
3.1 OBIETTIVO.....	23
3.2 METODO	24
3.2.1 PARTECIPANTI	24
3.2.2 <i>Materiali</i>	25
3.2.3 <i>Procedura</i>	30
3.4 RISULTATI	33
3.5 CONCLUSIONE	36
BIBLIOGRAFIA	40
SITOGRAFIA	47

INTRODUZIONE

Negli ultimi decenni, stiamo assistendo a un progressivo aumento dell'aspettativa di vita, un fenomeno che ha portato a un notevole incremento della popolazione anziana, soprattutto nei paesi sviluppati come l'Italia. Questo cambiamento demografico, avvenuto a partire dal XX secolo grazie ai progressi in ambito medico, alle migliori condizioni igienico-sanitarie e alla riduzione dei tassi di natalità, ha posto nuove sfide sia dal punto di vista sociale che da quello psicologico. In ambito sociale, la crescita del numero di anziani richiede l'implementazione di politiche mirate per il sistema sanitario e i servizi assistenziali, così come la promozione di attività ricreative per le persone in età avanzata. Dal punto di vista individuale, ci si interroga sempre di più su come vivere al meglio una fase della vita che è molto più lunga rispetto al passato.

L'invecchiamento, una volta considerato un semplice processo di declino, oggi è visto come un fenomeno complesso, multidimensionale e multidirezionale. Non tutte le abilità cognitive subiscono infatti un peggioramento con l'avanzare dell'età, e alcune, come le abilità verbali, possono addirittura migliorare. Tuttavia, altre funzioni cognitive, come la memoria di lavoro, risultano particolarmente vulnerabili ai cambiamenti età-correlati. Questa capacità, fondamentale per il mantenimento e la manipolazione temporanea delle informazioni, gioca un ruolo cruciale in processi cognitivi complessi, come il ragionamento oppure la comprensione e la risoluzione di problemi.

La prospettiva Life-Span offre una visione articolata dell'invecchiamento, evidenziando come questo processo comprenda sia perdite che guadagni. In questo contesto, emerge la possibilità di sostenere e potenziare le abilità cognitive anche in età avanzata. Numerosi studi hanno infatti esplorato la plasticità cognitiva, ossia la capacità del cervello di adattarsi e reagire agli stimoli ambientali. Questa plasticità, presente anche nelle persone anziane, rappresenta una risorsa preziosa per contrastare il declino cognitivo e migliorare la qualità della vita. Uno degli ambiti più promettenti è quello dei training cognitivi, in particolare quelli volti a potenziare la memoria di lavoro.

Il presente elaborato si concentra sull'invecchiamento cognitivo e sui possibili interventi volti a promuovere un invecchiamento attivo. Nel primo capitolo vengono analizzati i cambiamenti

demografici con particolare attenzione ai dati italiani, mettendo in luce come l'invecchiamento non debba essere visto esclusivamente come un declino, ma come un processo multidirezionale che può includere anche guadagni cognitivi in linea con la prospettiva Life-Span.

Il secondo capitolo si focalizza sui cambiamenti cognitivi dipendenti dall'età, con una particolare enfasi sulla memoria di lavoro, una delle funzioni cognitive più sensibili al processo di invecchiamento. Viene introdotto il concetto di plasticità cognitiva, che si riferisce alla capacità del cervello di adattarsi agli stimoli ambientali e di compensare le perdite tramite meccanismi adattivi. Questo concetto è strettamente connesso al modello STAC (Scaffolding Theory of Aging and Cognition), che spiega come il cervello risponda all'invecchiamento utilizzando risorse alternative per mantenere il funzionamento cognitivo. Vengono inoltre esaminate diverse tipologie di training cognitivi con particolare attenzione ai training process-based, che hanno come obiettivo quello di migliorare i meccanismi di base della cognizione, generando effetti di trasferimento a compiti non direttamente allenati e alla vita quotidiana. Tra questi, i training basati sul paradigma n-back, che coinvolgono compiti di aggiornamento delle informazioni, hanno dimostrato di essere particolarmente promettenti per il potenziamento della memoria di lavoro anche in età avanzata.

In conclusione, il terzo capitolo presenta una ricerca sperimentale condotta su un campione di giovani anziani, di età compresa tra i 65 e i 75 anni, ai quali è stato proposto un training di memoria di lavoro basato sul paradigma n-back svolto a domicilio. L'obiettivo dello studio era verificare se il training potesse produrre effetti di trasferimento su altri domini cognitivi non direttamente allenati, come la velocità di elaborazione. I risultati sono stati discussi alla luce della letteratura scientifica esistente, evidenziando le possibili implicazioni per futuri programmi di potenziamento cognitivo finalizzati a promuovere un invecchiamento attivo e in buona salute.

CAPITOLO 1.

COSA SI INTENDE CON INVECCHIAMENTO

1.1 Aspetti demografici nell'invicchiamento

Dal 1° gennaio 2024, quasi un quarto dei residenti italiani ha 65 anni o più, il doppio rispetto ai ragazzi sotto i 15 anni, ed entro il 2050, si stima che il numero degli over 65 sarà il triplo rispetto a quello dei giovani sotto i 15 anni. I residenti di 65 anni e più in Italia sono aumentati di oltre 3 milioni in 20 anni, e oggi sono 14 milioni 358 mila (+ 5,1 punti percentuali rispetto al 2004). Di questi, oltre la metà ha almeno 75 anni, 7 milioni 439 mila, con un aumento di 3,8 punti percentuale in venti anni.

Il fenomeno dell'invicchiamento demografico, che sta caratterizzando diversi paesi del mondo, tra cui l'Italia, è stato favorito da situazioni di vita più agiate e dal miglioramento delle condizioni igieniche, alimentari e ambientali che, unitamente ad un calo delle nascite, hanno favorito l'allungamento della speranza di vita. Possiamo quindi dire che il processo di invicchiamento non rappresenta più un processo biologico individuale, ma assume significati e prospettive diverse, che coinvolgono anche la società nel suo insieme (De Beni e Borella, 2015).

Il vocabolario Treccani definisce l'invicchiamento come “il deteriorarsi progressivo, dovuto al trascorrere del tempo, della capacità di un organismo di adattarsi alle modificazioni ambientali in cui vive, con un conseguente aumento della suscettibilità a stati patologici e a un maggior rischio di morte”. Tuttavia, l'idea dell'invicchiamento come un inevitabile declino fisico e cognitivo è stata ad oggi messa in discussione. Infatti, ridurre l'avanzare dell'età a una perdita generalizzata di abilità risulta eccessivamente semplicistico. Il concetto di salute nell'anziano non si limita più all'assenza di malattie, ma si estende al mantenimento del benessere psicofisico e relazionale, nonostante la presenza di patologie. Il processo di invicchiamento deve essere considerato come un insieme di cambiamenti inevitabili, universali e irreversibili, che si manifestano con il passare degli anni, ma che non sono necessariamente invalidanti.

Oggi, è sempre più comune invicchiare mantenendo un alto livello di attività, partecipando in modo

significativo alla vita sociale. Inoltre, il ritardo nell'uscita dal mondo del lavoro ha portato a una estensione degli anni di vita della popolazione anziana. Questo ha contribuito a spostare in avanti l'entrata nell'età anziana più avanzata (Istat, 2024).

A fronte di questo fenomeno evidenziato dai dati demografici precedentemente riportati, l'interesse della comunità scientifica per lo studio dell'invecchiamento è aumentato, con l'obiettivo di comprendere come promuovere il benessere e migliorare la qualità di vita nella popolazione anziana.

1.2 Invecchiamento cognitivo secondo la prospettiva Life-Span

Negli ultimi anni l'attenzione verso lo studio dell'invecchiamento ha adottato una prospettiva diversa rispetto a quella che ha caratterizzato le ricerche del secolo scorso, segnando così un significativo cambiamento culturale. In tale contesto, viene adottata una chiave di lettura propria della prospettiva Life-Span, che considera lo sviluppo della persona lungo l'intero arco di vita.

La prospettiva Life-Span, sviluppata da Baltes (1987), ha svolto un ruolo cruciale nel superare la visione unidimensionale dell'invecchiamento, proponendo un approccio multidimensionale. Secondo questa teoria, lo sviluppo è un processo continuo che implica un equilibrio tra nuove acquisizioni e la perdita di alcune abilità, e questo processo accompagna ogni fase della vita (Baltes e Baltes 1990). Rispetto all'invecchiamento cognitivo, sulla base della distinzione tra intelligenza fluida e cristallizzata proposta da Horn e Cattell (1966), la teoria dell'arco di vita fornisce una spiegazione della multidimensionalità e multidirezionalità dei cambiamenti cognitivi che si verificano con l'avanzare dell'età. Secondo il modello di Horn e Cattell (1966), è possibile individuare due componenti di intelligenza principali, che risultano collegate tra loro: l'intelligenza fluida e l'intelligenza cristallizzata.

L'intelligenza fluida permette l'adattamento a situazioni nuove così come la gestione di situazioni sconosciute. Questa componente viene misurata tramite test che valutano il ragionamento logico, il pensiero astratto, l'individuazione di regole e la memoria. Essa, legata a fattori biologici e fisiologici, risente dei cambiamenti età-relati. La seconda componente è l'intelligenza cristallizzata, che si basa

su abilità apprese attraverso esperienze passate e conoscenze acquisite nel tempo. Quest'ultima è strettamente legata alla cultura e tende a rimanere stabile o addirittura a migliorare con l'avanzare dell'età; viene valutata attraverso prove di vocabolario. La teoria dell'arco di vita, sviluppata successivamente da Baltes, ha integrato questa distinzione, dividendo le abilità cognitive in due categorie: le operazioni mentali di base, maggiormente legate alla biologia (mechanism of cognition), e le conoscenze culturalmente acquisite (pragmatic of cognition) (Baltes, 1987). Le abilità che dipendono dalle operazioni mentali di base, come il ragionamento, la memoria o la velocità percettiva, tendono a declinare precocemente. Mentre le abilità collegate alla sfera culturale e pragmatica, come le competenze verbali e numeriche, restano stabili, o addirittura migliorano, fino ai 60-70 anni, per poi subire un declino nella vecchiaia, quando prevalgono i fattori biologici e fisiologici rispetto alle risorse culturali (De Beni e Borella, 2015). La letteratura supporta queste osservazioni, identificando tre modelli distinti di cambiamento cognitivo associato all'invecchiamento:

- Declino lungo tutto l'arco della vita – Life-long decline;
- Declino che emerge in tarda età – Late-life decline;
- Stabilità lungo l'intero ciclo di vita.

Questi diversi pattern di cambiamento evidenziano che le funzioni cognitive sono influenzate in modo differente dall'invecchiamento (Salthouse e Ferrer-Caja, 2003).

L'invecchiamento cognitivo è quindi un fenomeno complesso, multidimensionale e multidirezionale, caratterizzato da perdite ma anche da guadagni. Nonostante numerose modificazioni a livello fisiologico, sensoriale e cognitivo, gli individui anziani possono trarre vantaggio dalle loro esperienze, dalla maturità emotiva e dalle competenze sociali (Baltes e Smith, 2003).

1.3 Memoria di lavoro e invecchiamento

Negli studi sull'invecchiamento cognitivo, si possono identificare due approcci principali, ovvero, l'approccio analitico e l'approccio globale (De Beni e Borella, 2015).

L'approccio analitico cerca di identificare le differenze tra giovani e anziani in processi o sistemi

specifici dell'elaborazione delle informazioni. L'approccio globale, invece, esamina come un numero limitato di fattori generali, come la memoria di lavoro, l'inibizione e la velocità di elaborazione, contribuiscano al declino cognitivo relativo all'avanzare dell'età. L'invecchiamento cognitivo viene visto come una riduzione delle risorse cognitive disponibili per l'elaborazione delle informazioni, piuttosto che come una alterazione di processi specifici (De Beni e Borella, 2015).

La memoria di lavoro, l'inibizione e la velocità di elaborazione vengono definite come meccanismi cognitivi di base, interconnessi tra loro in modo significativo.

La memoria di lavoro (MdL) è descritta come un sistema di memoria che consente di mantenere temporaneamente e manipolare simultaneamente le informazioni necessarie per svolgere compiti cognitivi (Dennis e Cabeza, 2008).

Vi sono vari modelli di MdL, ognuno dei quali propone differenti definizioni strutturali e funzionali, che variano in base all'approccio teorico adottato (Miyake e Shah, 1999).

Baddeley e Hitch, nel loro modello originario del 1974, concepiscono la MdL come un sistema multi-componenziale composto da tre sottoinsiemi principali: il loop fonologico, il taccuino visuo-spaziale e il sistema esecutivo centrale. Mentre il loop fonologico e il taccuino visuo-spaziale sono deputati al mantenimento e alla manipolazione dell'informazione verbale e visiva, il sistema esecutivo centrale è responsabile del coordinamento dei due sistemi.

Engle e Kane (2004) considerano invece la MdL come un sistema unitario, regolato dalle risorse attentive.

Nonostante le diverse teorie e modelli che cercano di spiegare la struttura della MdL, vi è generale accordo nel considerarla come un meccanismo del sistema di memoria che permette di mantenere temporaneamente le informazioni, provenienti sia dall'ambiente esterno che dalla Memoria a Lungo Termine (MLT), al fine di eseguire una vasta gamma di operazioni cognitive complesse (Miyake e Shah, 1999; Baddeley, 2003).

La funzione principale della MdL è quindi quella di mantenere attive le rappresentazioni rilevanti per l'esecuzione del compito anche in presenza di distrazioni o informazioni non pertinenti, la capacità è

però limitata permettendo quindi l'attivazione solo di un numero ridotto di informazioni.

I compiti utilizzati per esaminare questo meccanismo cognitivo di base richiedono sia processi di elaborazione, come leggere o ascoltare una serie di frasi e giudicarne la veridicità, sia il mantenimento temporaneo di alcune informazioni come le ultime parole delle frasi. Tutti i test di MdL, indipendentemente dal materiale utilizzato, richiedono di mantenere attive delle informazioni, da rievocare dopo aver completato l'elaborazione del materiale proposto (Borella e De Beni, 2011). Proprio questa richiesta di mantenimento attivo e di elaborazione differenzia le prove di MdL da quelle di Memoria a Breve Termine (MBT). La MBT è un sistema di memoria che consente il mantenimento temporaneo e la manipolazione di una quantità limitata di informazioni per un breve periodo di tempo, generalmente si parla di secondi (Morra, 1998).

Questa distinzione è stata confermata da diversi studi che hanno evidenziato differenze nelle prestazioni e nei processi coinvolti, nonché deficit specifici (Unsworth e Engle, 2007).

Una metanalisi di Bopp e Verhaeghen (2005) ha mostrato che le differenze tra giovani e anziani risultano più marcate nei test MdL rispetto a quelli di MBT, i quali richiedono solo il mantenimento passivo delle informazioni.

Diversi studi hanno evidenziato correlazione negativa tra l'età e le prestazioni nelle prove di MdL. Ad esempio, la metanalisi di Johnson (2003) evidenzia che l'effetto delle differenze legate all'età in prove come il Reading Span Test, sviluppato da Daneman e Carpenter (1980) che valuta la capacità di una persona di mantenere e manipolare informazioni mentre è impegnata in un compito di comprensione del linguaggio, è considerevole.

Negli anni è stato ampiamente dimostrato il declino della MdL negli anziani, ma nonostante questo è ancora oggetto di studio il fatto che tale declino possa dipendere anche dalla natura del materiale, verbale o visuo-spaziale (Borella e De Beni, 2011). Alcune ricerche mostrano un declino maggiore in prove verbali rispetto a quelle visuo-spaziali (Fastenau, Denburg e Abeles, 1996), mentre altre riportano risultati opposti (Bopp e Verhaeghen, 2007).

Questi dati discordanti potrebbero derivare dalle caratteristiche specifiche delle prove utilizzate,

spesso non comparabili in termini di difficoltà, o dalla minore familiarità degli anziani con il materiale visuo-spaziale (Vecchi e Cornoldi, 1999).

È stato però dimostrato che nell'arco della vita, i cambiamenti nella MdL non siano più accentuati in prove visuo-spaziali rispetto a quelle verbali (Park et al., 2002; Borella et al., 2008).

La MdL è un sistema complesso che include l'immagazzinamento, l'elaborazione e la coordinazione delle informazioni. Diversi studiosi hanno cercato di identificare i meccanismi specifici della MdL che sono maggiormente influenzati dall'età, al fine di comprendere il motivo per cui con l'invecchiamento si osserva una riduzione dell'efficienza di quest'ultimo (Borella e De Beni, 2011). Craik (1986) suggerisce che con l'avanzare dell'età si verifica una diminuzione delle risorse attentive disponibili per l'elaborazione delle informazioni. Questa ipotesi sostiene che negli anziani si osserva una riduzione dell'energia mentale necessaria per eseguire operazioni cognitive complesse, inclusi i compiti relativi alla MdL.

Oltre alla MdL, un altro fattore fondamentale che influisce sulle prestazioni cognitive durante l'invecchiamento è la velocità di elaborazione. Questo aspetto è particolarmente importante in quanto un rallentamento nella velocità di elaborazione può compromettere l'efficacia della MdL, rendendo più complesso l'accesso alle informazioni (Salthouse, 1996).

La velocità con cui si elaborano le informazioni è definita come la velocità con cui vengono iniziate e condotte operazioni cognitive elementari. È generalmente misurata attraverso prove di velocità percettiva dove viene chiesto di dare il maggior numero di risposte entro un determinato limite di tempo; queste prove richiedono di confrontare (Digital Symbol) o ricercare stimoli (Pattern Comparison). I risultati delle ricerche in psicologia dell'invecchiamento con questo tipo di prove, mostrano che gli anziani hanno tempi di esecuzioni più lenti rispetto ai giovani (Borella e De Beni, 2011).

Salthouse (1996) sostiene che il rallentamento della velocità di elaborazione sia un fattore chiave nel differenziare le prestazioni cognitive tra giovani e anziani; questo rallentamento incide sia su compiti semplici, come il riconoscimento di stimoli, sia su quelli più complessi come la memoria episodica,

la capacità di ragionamento e la MdL.

Salthouse, nel suo studio, propone due meccanismi per spiegare il rallentamento cognitivo, il tempo limitato e la simultaneità. Nel primo caso, gli anziani eseguono delle operazioni cognitive molto lentamente, rendendo così complesso, completare con successo determinate attività entro il tempo richiesto. Questo implica che, durante l'elaborazione delle informazioni, processi avvengano in fasi differenti, e il rallentamento nella velocità influisca sul tempo disponibile per completare le fasi successive. Il meccanismo della simultaneità, invece, ritiene che una ridotta velocità di elaborazione comporti una minore disponibilità di informazioni simultanee attive (Dennis e Nancy, 2020). Il concetto di MdL si riferisce alla capacità di mantenere e gestire in modo attivo informazioni necessarie per eseguire compiti cognitivi complessi, rappresenta quindi un modo differente per riferirsi alla quantità di informazioni attive simultaneamente. Diversi studi hanno infatti mostrato come il rallentamento nella elaborazione delle informazioni influenzi in modo negativo la MdL durante l'invecchiamento (Gazzaley et al., 2007; Hasher e Zacks, 1988; Dennis e Nancy, 2020).

Dopo aver affrontato il tema relativo alla velocità di elaborazione e del suo impatto sull'efficacia cognitiva nell'invecchiamento, è importante introdurre un altro meccanismo cognitivo che risente dell'invecchiamento, il controllo inibitorio. Il declino di questa capacità può aggravare le difficoltà cognitive riducendo l'efficienza nel filtrare le informazioni irrilevanti e interferenti, rendendo quindi ancora più complessa l'elaborazione delle informazioni.

Con controllo inibitorio si intende un meccanismo attentivo che agisce eliminando informazioni, pensieri o azioni irrilevanti, riducendo in questo modo l'interferenza dei distrattori così da mantenere attivi gli obiettivi del compito (Friedman e Miyake, 2004).

Hasher e Zacks (1988), hanno proposto l'ipotesi del deficit inibitorio, come modello centrale per spiegare le difficoltà cognitive legate all'età.

Sono state proposte tre funzioni principali del controllo inibitorio: la funzione della restrizione, questa impedisce che informazioni dominanti ma non rilevanti prevalgano; la funzione di accesso, che garantisce che solo le rappresentazioni pertinenti possano accedere alla MdL e infine la funzione di

soppressione, che ha il ruolo di eliminare le rappresentazioni attivate nella memoria.

Secondo questi autori le differenze tra giovani e anziani in prove di MdL sono dovute a meccanismi inibitori inefficienti, che rendono gli anziani maggiormente suscettibili a del materiale non rilevante (Robert et al, 2009).

È quindi fondamentale considerare l'interazione tra i meccanismi cognitivi di base quando si analizza l'invecchiamento cognitivo, poiché, come visto, queste relazioni influenzano le prestazioni cognitive. La MdL e i meccanismi cognitivi di base giocano un ruolo fondamentale nella costruzione della riserva cognitiva, supportando la capacità del cervello di adattarsi ai cambiamenti legati all'invecchiamento. Grazie alla plasticità cognitiva, come vedremo nel prossimo capitolo, i training di memoria possono potenziare queste risorse, facilitando il mantenimento e il miglioramento delle funzioni cognitive anche in età avanzata.

CAPITOLO 2.

POTENZIARE LE FUNZIONI COGNITIVE NELL'INVECCHIAMENTO: I TRAINING DI MEMORIA

2.1 Plasticità Cerebrale e Cognitiva

Come precedentemente discusso, l'invecchiamento cognitivo è caratterizzato da una significativa variabilità interindividuale nelle prestazioni comportamentali e nelle alterazioni legate all'età della struttura e delle funzioni cerebrali.

Studi recenti hanno mostrato come, nonostante la presenza di disturbi dipendenti dall'età, sia possibile vivere fino a una età avanzata restando funzionalmente indipendenti (Evert et al., 2003, Perls, 2006).

L'assenza di una correlazione diretta tra il grado di severità del danno cerebrale e le manifestazioni cliniche osservate ha portato all'introduzione del concetto di riserva. Ambienti cognitivamente stimolanti, come misurato dal livello di istruzione, dalla complessità del lavoro svolto o dall'impegno nelle relazioni sociali, sono stati associati a un minor declino cognitivo correlato all'età. Questo effetto neuroprotettivo, derivante da ambienti cognitivamente arricchiti, è stato descritto come riserva cognitiva (Stern et al., 1992) e rappresenta una variabile chiave per comprendere le ampie differenze interindividuali nei tassi di declino cognitivo nell'invecchiamento (Brosnan et al., 2018).

Per quanto riguarda l'invecchiamento cognitivo tipico e patologico, oltre al modello di riserva cognitiva, possiamo ritrovare anche la riserva cerebrale (Chicherio, Ludwig e Borella, 2012).

Il concetto di riserva cerebrale è stato introdotto nella letteratura scientifica per spiegare come le lesioni cerebrali tipiche di patologie degenerative, come l'Alzheimer (AD), possano essere diagnosticate prima dell'apparizione dei sintomi (Chicherio, Ludwig e Borella, 2012). Il termine "riserva" è stato introdotto per la prima volta nello studio di Katzman et al. (1988), analizzando il cervello post-mortem di 137 soggetti anziani. Gli autori osservarono che solo in determinati casi si verificava una dissociazione temporale tra i danni patologici e la comparsa di manifestazioni cliniche. A differenza degli individui che mostravano sia danni patologici sia manifestazioni cliniche, quelli

senza manifestazioni cliniche presentavano un cervello più pesante e un numero di neuroni maggiori. Questo risultato ha portato gli autori a ipotizzare che l'assenza di sintomi clinici potesse essere dovuta a due fattori (Chicherio, Ludwig e Borella, 2012): una fase iniziale della demenza di Alzheimer senza significativa perdita neuronale, o una maggiore riserva legata alle dimensioni del cervello e alla maggiore presenza di neuroni.

Il modello di riserva cerebrale descrive la riserva come una caratteristica fisica. Alcuni soggetti possiedono cervelli più grandi con un numero maggiore di sinapsi, questo consente loro di tollerare un maggior livello di danno prima che le funzioni cognitive vengano compromesse (Katzman et al., 1988; Satz, 1993; Stern et al., 2019). La riserva cerebrale rappresenta, in questo contesto, le differenze individuali nella struttura del cervello. Può essere considerata come una riserva passiva, che manifesta un deficit funzionale solo quando la capacità di un individuo scende sotto una soglia critica di perdita del tessuto cerebrale (Satz, 1993). Coloro che hanno una capacità cerebrale inizialmente superiore possono sopportare una maggiore perdita neuronale prima di sperimentare una compromissione cognitiva (Stern et al., 2019).

La riserva cognitiva, invece, corrisponde ad un modello funzionale attivo, che fa riferimento alle differenze qualitative rispetto a come l'individuo utilizza e gestisce le sue risorse (Stern, 2002, 2007, 2009). La teoria della riserva cognitiva suggerisce che le differenze individuali nei processi cognitivi permettono ad alcuni soggetti di affrontare meglio i danni cerebrali rispetto ad altri (Stern, 2009). Questo modello propone che il cervello tenti di gestire i danni utilizzando processi cognitivi già presenti o attivando meccanismi compensatori (Poppa, 2022). È stato infatti dimostrato che anche se due pazienti mostrano lo stesso livello di riserva cerebrale, il paziente con una maggiore riserva cognitiva può tollerare una lesione cerebrale più estesa senza che si manifestino segni clinici rilevanti (Stern, 2009).

La riserva cognitiva è strettamente collegata al concetto di neuroplasticità (Esiri, 2012), il quale si riferisce alla capacità del sistema nervoso di riorganizzare i propri circuiti, a livello sia strutturale che funzionale in risposta alle esperienze, consentendo al cervello di apprendere nuove informazioni

sull'ambiente e di riparare o compensare eventuali danni cerebrali (Crespi e Cirillo, 2022).

Il concetto di plasticità fa quindi riferimento a una risposta reattiva e adattiva del nostro sistema cognitivo e cerebrale, ai cambiamenti dell'ambiente (Borella e Caretti, 2020).

Nonostante la plasticità sia presente lungo tutto l'arco della vita, diventa fondamentale durante l'invecchiamento, dato che il cervello affronta numerosi cambiamenti funzionali, tra cui l'atrofia, la riduzione dei recettori dopaminergici e il deterioramento della sostanza bianca (De Benni e Borella, 2015). Park e Reuter-Lorenz (2009) sviluppano il modello STAC (Scaffolding Theory of Aging and Cognition) per descrivere come il cervello risponda a tali sfide. In presenza di queste alterazioni, il cervello sviluppa delle impalcature protettive, che possono essere interpretate come un reclutamento di circuiti neurali aggiuntivi in grado di sostenere le funzioni cognitive che mostrano segni di declino (Goh e Parck, 2009).

Il modello STAC, aggiornato STAC-r (Park e Reuter-Lorenz, 2014), attribuisce un'importanza centrale al ruolo che le esperienze di vita assumono nell'aumentare o diminuire le risorse neurali. L'impalcatura neurale può quindi essere modificata attraverso esperienze, attività mentali stimolanti e training cognitivi.

Inoltre, questo modello mette in luce un altro aspetto fondamentale per comprendere l'invecchiamento cognitivo: la plasticità cognitiva. Termine introdotto da Baltes (1987), che rappresenta la capacità del cervello di sfruttare le risorse cognitive disponibili, tramite l'uso di strategie compensatorie per contrastare il declino delle abilità legate all'età, con l'obiettivo di mantenere un funzionamento cognitivo adeguato. L'evidenza di quest'ultima anche in età avanzata supporta l'idea che interventi di training possano sviluppare miglioramenti generalizzabili nella vita quotidiana, contribuendo a un funzionamento migliore nella terza età (Lindenberger et al., 2008).

2.2 Cosa si intende per potenziamento cognitivo

Il potenziamento cognitivo si riferisce a interventi mirati a migliorare o mantenere le abilità cognitive, soprattutto in contesti in cui queste sono soggette a declino, come l'invecchiamento, con lo scopo di

promuovere la plasticità cerebrale.

I training cognitivi rappresentano uno strumento importante in questo contesto. Basati su teorie neuropsicologiche e cognitive, ciò che li distingue dagli esercizi cognitivi generici è la loro focalizzazione mirata e la validazione scientifica. Inoltre, l'efficacia di questi interventi è stata dimostrata da ricerche che sottolineano il ruolo cruciale della plasticità cognitiva (Borella e Carretti, 2020). Questi training sono progettati per raggiungere due obiettivi principali, il miglioramento di specifiche funzioni cognitive e la generalizzazione dei benefici ottenuti verso compiti non direttamente allenati (De Beni e Borella, 2015).

Il dominio più attenzionato dagli interventi di potenziamento cognitivo è la memoria, che può essere stimolata attraverso due approcci principali (Borella e Caretti, 2020): i training strategici ed i training process-based.

I training strategici si concentrano sul miglioramento della memoria episodica attraverso l'insegnamento di tecniche specifiche, come strategie mnemoniche, che aiutano a elaborare e recuperare le informazioni più facilmente e con un minor dispendio di risorse cognitive. Questi training puntano a sviluppare un atteggiamento strategico nell'anziano, insegnando tecniche mnemoniche che possono essere applicate anche nelle situazioni quotidiane. Una metanalisi condotta da Verhaegan, Marcoen e Goossens (1992) ha mostrato che l'insegnamento di tali strategie può portare a miglioramenti significativi nella prestazione mnemonica degli anziani. Tuttavia, i risultati sono stati meno promettenti riguardo alla generalizzazione delle abilità acquisite a compiti diversi da quelli specificamente allenati.

I limiti riscontrati in questo tipo di intervento includono una scarsa trasferibilità delle abilità a contesti non direttamente allenati, scarse evidenze riguardo al mantenimento a lungo termine dei benefici ottenuti e l'eccessivo dispendio di risorse necessarie per l'utilizzo di tali strategie nella vita quotidiana (Borella e Caretti, 2020).

I training process-based - anche detti training centrati sul processo - mirano a potenziare le funzioni cognitive di base, senza insegnare tecniche o strategie specifiche legate a un compito particolare. Si

utilizzano compiti complessi o procedure adattive che richiedono la ripetizione o l'adattamento graduale delle sfide cognitive. I training process-based dedicati alla MdL rivestono un'importanza significativa, dato il ruolo cruciale di questa funzione cognitiva nel sostenere operazioni mentali complesse nel corso della vita.

2.3 Training di memoria di lavoro

La MdL è alla base di molte abilità cognitive complesse, e come detto precedentemente, è particolarmente vulnerabile al declino cognitivo legato all'età.

L'allenamento della MdL non solo migliora la capacità di mantenere e manipolare informazioni, ma può anche generare effetti di trasferimento su altre abilità cognitive non direttamente coinvolte durante il training, che condividono processi o network neurali con essa (Lovden et al., 2010). Vi sono due meccanismi che possono spiegare gli effetti di trasferimento promossi da questa tipologia di interventi. Da un lato, un training specifico per la MdL può potenziare la capacità stessa di questa funzione attraverso cambiamenti strutturali nel cervello, permettendo così una generalizzazione dei benefici ad abilità correlate in cui la MdL è implicata. Dall'altro lato, gli effetti di trasferimento possono essere dovuti a un aumento dell'efficienza della MdL, derivante dallo sviluppo di strategie cognitive durante il training. Queste strategie possono facilitare il miglioramento in compiti simili a quelli allenati, grazie a una gestione più efficace delle risorse cognitive (Borella e Carretti, 2020). I programmi di potenziamento della MdL si basano su esercizi che implicano l'esecuzione di compiti complessi, richiedendo un controllo attentivo ed esecutivo della memoria di lavoro. In particolare, per gli anziani con invecchiamento tipico, numerosi studi hanno mostrato che questi training promuovono benefici specifici ed effetti di trasferimento vicino. In alcuni casi sono anche stati riscontrati effetti di trasferimento a compiti cognitivi correlati ma non direttamente allenati. Metanalisi come quelle di Karbach e Verhaeghen (2014), Teixeira-Santos (2019) e Sala et al., (2019), hanno evidenziato l'efficacia dei training di MdL, in particolare per quanto riguarda il miglioramento delle prestazioni in compiti simili a quelli allenati, sia subito dopo l'intervento che a lungo termine.

Tuttavia, questi studi concordano nell'affermare che gli effetti di trasferimento lontano, cioè su abilità non direttamente correlate alla memoria di lavoro, come l'intelligenza fluida o la velocità di elaborazione, sono risultati meno consistenti. Ad esempio, Karbach e Verhaeghan (2014), hanno analizzato 49 interventi di potenziamento cognitivo su giovani anziani, osservando che i benefici specifici legati alla MdL e agli effetti di trasferimento vicino sono risultati significativi, mentre gli effetti di trasferimento lontano, come l'influenza su intelligenza fluida, attenzione e velocità di elaborazione erano meno evidenti. Nonostante questi risultati incoraggianti, rimane ancora poco chiaro se tali benefici persistano nel tempo (Borella e Carretti, 2020).

Dopo aver considerato gli effetti dei programmi di potenziamento della MdL sugli anziani con invecchiamento tipico, è importante approfondire le caratteristiche e l'efficacia specifica di tali interventi in questa fascia d'età.

2.3.1 Training di memoria di lavoro negli anziani

Esistono diverse tipologie di training per la memoria di lavoro, che possono essere distinte in base al tipo di compito richiesto. Alcuni programmi propongono attività di Span complesso, che richiedono non solo di mantenere le informazioni, ma anche di elaborarle, tra questi ritroviamo lo Span con categorizzazione, l'Operation Span e il Listening/Reading Span.

Altri programmi di allenamento si concentrano su compiti di Updating, come il compito n-back. Il paradigma n-back è attualmente uno dei più utilizzati, soprattutto per il potenziamento cognitivo degli anziani. Solitamente vengono utilizzati stimoli di tipo visuo-spaziale. Il compito richiesto ai partecipanti è quello di identificare se lo stimolo presentato è uguale o meno a quello mostrato n volte prima (Borella e Caretti, 2020). Una delle caratteristiche principali di questo training, è la possibilità di utilizzare una procedura adattiva, in cui il livello di difficoltà del compito viene modificato in base alla prestazione del partecipante. Questo approccio consente al partecipante di confrontarsi con un compito che rimane sfidante per tutta la durata dell'allenamento, permettendo così di massimizzare i miglioramenti delle MdL (Von Bastian et al., 2014; Borella e Caretti, 2020).

Numerosi studi hanno messo in evidenza l'efficacia di questo paradigma n-back negli anziani con invecchiamento tipico, dimostrando che tali training possono apportare miglioramenti significativi nelle capacità di MdL. In uno studio di Li et al. (2008) è stata valutata l'efficacia di un training di potenziamento della MdL visuo-spaziale, confrontando due gruppi di partecipanti, uno composto da giovani adulti (20-30 anni) e uno da anziani (70-80 anni). Entrambi i gruppi hanno partecipato a un programma di allenamento basato sul compito n-back, svolto per 15 minuti al giorno per 45 giorni consecutivi. I risultati hanno mostrato benefici significativi sia nei giovani che negli anziani, anche se i miglioramenti sono stati più pronunciati nel gruppo dei giovani. In entrambi i gruppi sono stati osservati effetti di trasferimento vicino, e questi sono stati mantenuti al follow-up di tre mesi, anche se con una maggiore durata nei giovani. Ciò ha suggerito l'importanza per gli anziani, di integrare sessioni di allenamento più brevi e intervallate dopo il periodo principale di training, per mantenere i benefici cognitivi nel lungo termine. Non sono stati invece riscontrati effetti di trasferimento lontano in compiti di span complesso. Gli autori hanno suggerito che la pratica giornaliera abbia promosso una maggiore flessibilità cognitiva negli anziani, ma la mancanza di una procedura adattiva potrebbe spiegare l'assenza di effetti di generalizzazione.

Lo studio di Stepankova et al. (2013) ha coinvolto giovani-anziani proponendo un training basato sul paradigma n-back svolto sul tablet, con lo scopo di valutare sia la generalizzazione a compiti di memoria non allenati direttamente, sia l'impatto sulle abilità visuo-spaziali. Il campione è stato suddiviso in 3 gruppi: gruppo sperimentale ad alta frequenza (4 sessioni a settimana per 5 settimane), gruppo a bassa frequenza (2 sessioni a settimana per 5 settimane) e un gruppo di controllo passivo. L'allenamento consisteva in un compito n-back verbale sul tablet da svolgere al proprio domicilio in totale autonomia. Il compito del partecipante era quello di premere al centro dello schermo del tablet quando la lettera presentata era uguale a quella vista n-volte prima. I risultati hanno mostrato che entrambi i gruppi sperimentali hanno ottenuto miglioramenti rispetto al gruppo di controllo, sia nelle prove di MdL che in quelle visuo-spaziali, evidenziando la plasticità cognitiva negli anziani.

Gli studi condotti da Heinzl et al. (2014; 2017) hanno esplorato l'efficacia del training n-back

adattivo nella memoria di lavoro, con lo scopo di indagare la possibilità di ottenere effetti di trasferimento lontano anche in età avanzata. Il campione era composto da giovani e anziani suddivisi in gruppi sperimentali e di controllo. Al gruppo sperimentale veniva proposto un training adattivo, che prevedeva un allenamento al computer, con un compito n-back, per 4 settimane, con 3 sessioni a settimana di 45 minuti, mentre il gruppo di controllo non ha ricevuto alcun intervento. I risultati hanno mostrato miglioramenti significativi nei giovani, mentre gli anziani hanno ottenuti benefici principalmente in prove di memoria episodica e di velocità di elaborazione. Nel 2017, Heinzl et al. hanno proposto nuovamente lo stesso training a un campione di anziani, confermando i benefici nei compiti di MdL, inoltre, hanno osservato anche effetti di trasferimento lontano in un compito dual-task, specialmente nella velocità di elaborazione. Mentre i miglioramenti nel ragionamento sono stati lievi e non mantenuti nel tempo. Questi risultati suggeriscono che i training cognitivi n-back possano produrre, in soggetti anziani, effetti di trasferimento lontano e che i training n-back di MdL possano essere interventi efficaci per promuovere la plasticità cognitiva nel corso della vita.

Uno studio più recente, che ha tenuto in considerazione molte caratteristiche dei training di MdL sopra citate, è stato sviluppato da Jaeggi et al (2020). Questo studio ha analizzato l'efficacia di un training n-back computerizzato applicato a giovani-anziani. I partecipanti eseguivano l'allenamento a domicilio, in totale autonomia, con l'utilizzo di un tablet, per 20 sessioni consecutive. I partecipanti vedevano scorrere sullo schermo del tablet delle immagini (fiori, frutta, animali) e il loro compito era quello di premere l'immagine al centro dello schermo quando questa era uguale a quella presentata n-volte prima. La procedura era adattiva, quindi il livello di difficoltà variava in base alla prestazione del soggetto. Dopo il training i partecipanti hanno effettuato un post-test e una valutazione di follow-up a distanza di tre mesi. I risultati hanno evidenziato miglioramenti significativi nelle abilità di MdL e in alcuni compiti di inibizione, ma non sono stati osservati miglioramenti nella memoria episodica. La ricerca ha confermato che l'approccio adattivo e l'autonomia durante il training sono fattori determinanti per il successo dell'intervento. Inoltre, la possibilità di allenarsi a casa ha facilitato l'accesso, riducendo i costi economici.

Data l'efficacia dei training n-back per migliorare la MdL nella popolazione anziana, è fondamentale proseguire la ricerca in questa direzione con interventi specifici, come quello descritto nel capitolo seguente. Quest'ultimo utilizza il medesimo programma di allenamento sviluppato da Jaeggi e coll. (2020), e ha coinvolto un gruppo di giovani-anziani, con l'obiettivo di continuare a esplorare le potenzialità dei training cognitivi per migliorare la MdL e indagare i benefici e gli effetti di trasferimento.

CAPITOLO 3.

BENEFICI DI UN TRAINING DI MEMORIA DI LAVORO A DOMICILIO PER ANZIANI CON INVECCHIAMENTO TIPICO

3.1 Obiettivo

Il presente studio si inserisce all'interno di un progetto di ricerca più ampio, finalizzato a verificare l'efficacia di un programma di potenziamento della memoria di lavoro (MdL) basato sul paradigma n-back della durata di 20 sessioni svolte a domicilio su tablet (Jaeggi e coll., 2020), rivolto a un campione di giovani anziani di età compresa tra i 65 e i 75 anni. Il progetto mira a valutare se il training possa promuovere benefici specifici ed effetti di trasferimento in compiti differenti rispetto a quelli direttamente allenati, oltre che indagare se la durata del training, intesa come numero di sessioni di allenamento, possa influenzarne l'efficacia.

Il presente elaborato ha come obiettivo specifico quello di verificare se il training n-back proposto potesse promuovere, nei partecipanti del gruppo sperimentale rispetto ad un gruppo di controllo attivo benefici specifici in una prova di MdL simile a quelle direttamente allenate (n-back spaziale; Jaeggi e coll., 2020), ed effetti di trasferimento (vicini) in una prova di MdL con richieste differenti da quelle direttamente allenate (Categorization Working Memory Span Task/ *Span con Categorizzazione*), e (lontani) in una prova di velocità di elaborazione (Pattern Comparison Test; de Ribaupierre e Lecerf, 2006).

In linea con le evidenze presenti in letteratura (Karch et al., 2014), ci si aspettava che il gruppo sperimentale sottoposto al training, mostrasse miglioramenti nelle prove di MdL, così come effetti di trasferimento nella prova velocità di elaborazione, rispetto al gruppo di controllo impegnato in attività alternative.

3.2 Metodo

3.2.1 Partecipanti

Il presente studio ha coinvolto 87 giovani-adulti di età compresa tra i 65-75 anni, di cui 35 maschi e 52 femmine. I partecipanti sono stati reclutati tramite passaparola in diverse città italiane, l'adesione è stata volontaria e a titolo gratuito. Inoltre, i partecipanti erano madrelingua italiana.

I criteri di inclusione per partecipare allo studio erano i seguenti:

1. Età compresa tra i 65 e i 75 anni;
2. Buono stato di salute psico-fisico, valutato tramite un'intervista semi-strutturata (De Beni, Borella, Carretti, Marigo e Nava, 2008);
3. Scolarità compresa tra gli 8 (licenza media) e i 13 anni (licenza superiore);
4. Punteggio SVAMA uguale o superiore a 9 alla scheda per la valutazione multidimensionale dell'anziano (SVAMA, Gallina e coll., 2006), utilizzata come strumento di screening per escludere l'eventuale presenza di deterioramento cognitivo;

I partecipanti sono stati assegnati in modo casuale ad una delle seguenti condizioni sperimentali:

- Gruppo Sperimentale: i partecipanti hanno preso parte a 20 sessioni di allenamento giornaliero e a 6 sessioni individuali, due di pre-test, due di test intermedio svolte al nono e decimo giorno di training, e due di post-test;

Gruppo di Controllo Attivo: i partecipanti hanno svolto attività alternative su tablet per 20 sessioni, e hanno partecipato alle stesse 6 sessioni individuali di valutazione.

Il progetto di ricerca prevedeva un ulteriore gruppo di partecipanti coinvolto nel il training di MdL e in 4 sessioni individuali (pre-test e post-test), che non è stato considerato nel presente elaborato. Inoltre, per il gruppo sperimentale e il gruppo di controllo nel presente elaborato sono state esaminate esclusivamente le prestazioni emerse dalle prove di interesse completate al pre-test e al post-test.

Le statistiche descrittive delle variabili sociodemografiche e dei test di screening per i due gruppi

sono riportate in Tabella 3.1. I due gruppi non differivano in termini di età, scolarità, punteggi alla SVAMA e al Vocabolario (si veda Tabella 3.1) e di distribuzione di genere, $\chi^2 = .43, p = .510$.

Tabella 3.1. *Statistiche descrittive delle caratteristiche sociodemografiche e dei test di screening per i due gruppi e risultati dell'ANOVA sulle differenze tra i due gruppi.*

	Gruppo sperimentale (N=46; 29 femmine)		Gruppo di controllo (N=41; 23 femmine)		Differenze tra gruppi	
	<i>M</i>	<i>DS</i>	<i>M</i>	<i>DS</i>	$F_{(1,63)}$	<i>p</i>
Età (anni)	69.26	3.49	70.00	3.78	<1	
Scolarità (anni)	10.50	2.33	10.78	2.37	<1	
SVAMA	9.72	0.46	9.88	0.33	3.46	.07
Vocabolario	48.80	11.32	46.24	11.59	1.08	.31

Note. SVAMA: Scheda per la Valutazione Multidimensionale dell'Anziano

3.2.2 Materiali ¹

Benefici specifici

*N-back spaziale: Il compito di n-back spaziale, proposto da Jaeggi e colleghi (2020), è stato utilizzato in questa ricerca attraverso un tablet fornito dallo sperimentatore. Durante il test, il partecipante vede scorrere una serie di configurazioni di pallini sullo schermo da sinistra verso destra, uno di essi contrassegnato da una croce. La posizione di quest'ultimo pallino varia tra le diverse immagini che compaiono sullo schermo. Il compito del partecipante è quello di memorizzare la posizione del pallino con la croce e di volta in volta, indicare se la posizione attuale del pallino è la stessa rispetto a quella mostrata n immagini prima. Se la posizione è identica il partecipante deve toccare lo schermo in corrispondenza dell'immagine, se invece è diversa non deve premere nulla.

Il test inizia con un livello 1-back, in cui il partecipante deve indicare se la posizione del pallino

¹ I materiali esaminati nell'elaborato saranno contrassegnati da un asterisco (*)

contrassegnata dalla croce è la medesima dell'immagine immediatamente precedente. Prima di iniziare la prova vera e propria, il partecipante effettua due sessioni di pratica: nella prima tutti gli stimoli sono visibili, permettendo allo sperimentato di spiegare il compito passo dopo passo, mentre nella seconda sessione di pratica, gli stimoli vengono progressivamente coperti da una tenda non appena escono dalla posizione centrale dello schermo del tablet, simulando così il compito specifico che il partecipante dovrà poi svolgere. Dopo le due sessioni di prova, il partecipante è pronto per completare il primo round del training in autonomia, questo consiste in una prova di livello 1-back, come descritto in precedenza.

Una volta completato il primo round, il livello di complessità aumenta, infatti i 6 round successivi sono caratterizzati da prove di livello 2-back. In questo caso, al partecipante è chiesto di premere sull'immagine mostrata al centro dello schermo quando la posizione del pallino con la croce corrisponde a quella di due immagini presentate precedentemente.

Così come per il livello 1-back, anche per il 2-back il test è preceduto da due sessioni di pratica strutturate nello stesso modo di quelle precedenti; quindi, nella prima sessione tutti gli stimoli sono visibili, mentre nella seconda questi vengono progressivamente coperti da una tenda. Una volta completate le sessioni di pratica, il partecipante potrà procedere autonomamente con i restanti 6 round del livello 2-back.

In relazione a tale compito è stata esaminata la prestazione dei partecipanti nella seconda parte della prova (2-back). Le variabili dipendenti tenute in considerazione sono: 1) accuratezza, cioè la proporzione media di risposte corrette sul numero di "falsi allarmi" (stimoli che i partecipanti hanno indicato come corretti quando non lo erano); 2) tempi di reazione (TR) per le risposte corrette; e 3) media della percentuale di "falsi allarmi", come indicatore di capacità di resistere all'interferenza.

Effetti di trasferimento vicinissimi: prove di memoria di lavoro

**Span con Categorizzazione* (SC; Borella et al., 2008). Questa prova misura la memoria di lavoro verbale utilizzando 20 liste di parole, ognuna composta di 5 parole di alta-media frequenza (Barca,

Burani e Arduino, 2002), organizzate in set di lunghezza crescente, iniziando con due liste nel primo set e aumentando fino a sei liste nell'ultimo. Le parole sono presentate con un intervallo di 1 secondo tra una parola e l'altra, e di 2 secondi tra le liste. Un suono (bip) segnala la fine di ogni set. Lo scopo del partecipante è quello di ricordare e ripetere l'ultima parola di ciascuna lista, nel giusto ordine di presentazione. Inoltre, il partecipante svolge un compito aggiuntivo, in quanto deve battere un colpo sul tavolo quando sente parole appartenti alla categoria "animali" (es. coccodrillo, tartaruga). Lo sperimentatore segna sia le risposte di memoria sia quelle relative al compito aggiuntivo. Le variabili dipendenti sono il numero di parole ricordate correttamente (con un massimo di 20), mentre il numero di errori di intrusione (parole ricordate che però non erano in ultima posizione) è utilizzato come misura dell'inibizione delle informazioni irrilevanti.

Esistono due forme parallele della prova, A e B, che vengono controbilanciate tra i partecipanti e tra le sessioni di valutazione (pre-test, post- test intermedio e post-test).

Test delle Matrici Simultanee attive (MSa; Mammarella, Toso, Pazzaglia, e Cornoldi, 2008; adattato da Della Sella e coll., 1997). Questo test misura la memoria di lavoro visuo-spaziale attiva. Al partecipante vengono mostrate delle matrici composte da dei quadrati, alcuni dei quali sono anneriti. Le matrici vengono mostrate per 3 secondi e successivamente coperte, il partecipante dovrà riprodurre la configurazione delle grigie su una matrice bianca immaginandole spostate di una casella verso il basso (utilizzando delle pedine rosse fornite dallo sperimentatore). Il test aumenta di complessità, partendo da un livello con quattro celle di cui due grigie (LDC 2), fino ad arrivare a un livello con venti celle di cui dieci grigie (LDC 10). Un item di prova iniziale aiuta il partecipante a familiarizzare con il compito.

Un item può essere considerato corretto solo se tutte le pedine rosse sono posizionate esattamente secondo la griglia di correzione. Il punteggio finale (variabile dipendente), è dato dalla somma degli item completati correttamente, fino a un massimo di 9.

La prova ha due forme parallele, A e B, controbilanciate tra i partecipanti e le sessioni di valutazione.

Updating Verbale (Fiore, Borella, Mammarella e De Beni 2012; adattato dal Running Memory Task di Morris e Jones, 1990). Questa prova valuta la memoria di lavoro, con particolare attenzione al processo di aggiornamento delle informazioni. È una prova effettuata tramite l'utilizzo del computer. Al partecipante vengono mostrate 8 stringhe di lettere di diversa lunghezza (2, 4, 6, 8 o 10 lettere), al centro dello schermo. Le lettere vengono presentate singolarmente con un intervallo di un secondo tra l'una e l'altra. L'ordine delle stringhe è casuale, e la fine di ogni stringa è segnalata da una sequenza di punti di domanda ("????"). Il compito del partecipante consiste nel ricordare ed elencare le ultime quattro lettere di ogni stringa nell'ordine di presentazione, dalla quart'ultima all'ultima. Le risposte sono registrate su un foglio di correzione dello sperimentatore. Il punteggio finale (variabile dipendente) è dato dalla somma delle lettere riportate nell'ordine corretto. Le lettere che non appartengono alle ultime 4 posizioni vengono conteggiate come errori di intrusione.

Anche per questa prova, come per le altre, esistono due forme parallele, A e B, che vengono controbilanciate tra i partecipanti e le sessioni di valutazione.

Effetti di trasferimento lontano

Velocità di elaborazione

* Pattern Comparison task (de Ribaupierre e Lecerf, 2006). È un test carta-matita utilizzato per valutare la velocità di elaborazione delle informazioni. Durante questa prova il partecipante deve confrontare il più velocemente possibile due figure astratte composte da linee, presentate una accanto all'altra. Se le figure sono uguali, il partecipante segna una "S" (che indica "Si sono uguali") sopra il trattino posto tra le due figure, mentre se le due figure sono diverse, segna una "N" (utilizzata per "No non sono uguali"). Il partecipante è invitato a completare la prova con la massima accuratezza e rapidità. La prova comprende tre item di prova iniziali, i quali saranno poi seguiti dalla prova vera e propria, composta da due fogli, ciascuno con 30 coppie di item. Il tempo impiegato per ciascun foglio

è cronometrato separatamente.

La variabile dipendente è rappresentata dal tempo totale (dalla somma del tempo impiegato per ciascun foglio) espresso in secondi.

Vengono utilizzate due versioni parallele del test, A e B, anche queste somministrate in modo controbilanciato tra i partecipanti e le sessioni di valutazione.

Intelligenza fluida

Test di Cattell (Cattell e Cattell, 1963). È una prova carta-matita strutturata per misurare l'intelligenza fluida attraverso quattro subtest a tempo:

- Subtest 1 (serie): il partecipante deve completare una sequenza di immagini astratte, scegliendo tra sei alternative quella che continua la sequenza, in base a criteri specifici (es. grandezza, forma, numero o disposizione). Gli item totali sono tredici e il tempo a disposizione è di 3 minuti;
- Subtest 2 (classificazioni): vengono presentate cinque immagini (di cui tre che hanno forme in qualche modo simili), il partecipante deve indicare le due incoerenti rispetto alle altre. Gli item sono quattordici e il tempo a disposizione è di 4 minuti;
- Subtest 3 (matrici): il partecipante deve completare una matrice composta da quattro quadrati, selezionando l'immagine corretta tra sei alternative. Sono presenti tredici item da svolgere in un tempo massimo di 3 minuti;
- Subtest 4 (condizioni): vengono presentate immagini astratte con uno o due puntini all'interno, il partecipante ha come obiettivo quello di scegliere l'immagine che replica correttamente la relazione spaziale tra le forme. Vi sono dieci item con un tempo di 2 minuti e 30 secondi.

Il punteggio finale, che rappresenta la variabile dipendente, è dato dalla somma degli item corretti nei quattro subtest, con un massimo di cinquanta punti. Sono previste due versioni parallele, la A e la B, somministrate in modo controbilanciato tra i partecipanti e tra le sessioni di valutazione.

Questionario metacognitivo. Il questionario metacognitivo è stato sviluppato appositamente per questa ricerca, adattando gli item da strumenti esistenti come il Memory Controllability Inventory (MCI; Lachman et al., 1995), il Metamemory in Adulthood (MIA; Dixon e Hultsch, 1983) e il Memory Self-Efficacy Questionnaire (MSEQ; Berry et al., 1989). Il quale è stato somministrato durante la fase di pre-test e post-test. Il questionario è strutturato in due parti, la prima parte comprende ventiquattro item che esplorano le credenze del partecipante sul proprio funzionamento mentale, utilizzando una scala di accorda da 1 (“per nulla d’accordo”) a 7 (“completamente d’accordo”). La seconda parte presnta situazioni di vita quotidiana, in cui il partecipante deve indicare se ritiene di poter svolgere con successo il compito proposto, e in caso affermativo specificare la percentuale di sicurezza (che può andare dal 10% al 100%, in multipli di 10) con cui pensa di riuscire.

3.2.3 Procedura

Tutti i partecipanti hanno preso parte a quattro sessioni di valutazione, due all’inizio dell’allenamento (pre-test) e due al termine (post-test), durante le quali è stata somministrata una batteria di prove per valutare l’efficacia dell’intervento. Inoltre, il Gruppo Sperimentale e il Gruppo di Controllo Attivo considerati nel presente elaborato hanno partecipato anche a due sessioni di valutazione aggiuntive a metà del training (il nono e decimo giorno).

Al termine della seconda sessione di valutazione del pre-test, è stato consegnato a ciascun partecipante un tablet, con il quale avrebbero dovuto allenarsi in autonomia per 20 giorni consecutivi.

Il Gruppo Sperimentale ha svolto a domicilio il training di memoria di lavoro basato su un compito di n-back, con un totale di 20 sessioni, della durata di circa 15-20 minuti l’una, mentre il Gruppo di Controllo Attivo ha completato un compito alternativo, sempre a domicilio.

Sessioni di valutazione:

Ogni sessione di valutazione aveva una durata di circa 90 minuti e si sviluppava nel modo seguente:
Prima sessione: dopo aver letto e firmato il consenso informato per la partecipazione alla ricerca, lo sperimentatore ha raccolto informazioni anagrafiche e sullo stato di salute utilizzando il Questionario Conoscitivo, sotto forma di intervista semi-strutturata. Successivamente, sono state somministrate la SVAMA e la prova di Vocabolario. Completata questa fase, il partecipante ha svolto le prove di memoria, nell'ordine seguente: prova di Span con Categorizzazione, compito delle Matrici Simultanee attive e prova di Updating Verbale. Nella fase di post-test (e post-test intermedio) sono state riproposte solo le prove di memoria di lavoro;

Seconda sessione: il giorno successivo, sono state somministrate le restanti prove della batteria nel seguente ordine: Pattern Comparison, n-back spaziale, Test di Cattell e il Questionario di atteggiamento verso le proprie abilità mentali. Le stesse prove sono state poi somministrate anche nella fase di post-test (e post-test intermedio). Alla conclusione della sessione, lo sperimentatore ha fornito istruzioni dettagliate su come accendere il tablet, accedere al programma di allenamento, caricarlo e spegnerlo. Al termine della seconda sessione del post-test, lo sperimentatore ha chiarito gli obiettivi dello studio, spiegando la suddivisione nelle diverse condizioni sperimentali e raccogliendo un ulteriore consenso informato per la conclusione della ricerca.

Il training:

Il training di MdL consisteva in un allenamento a domicilio per 20 giorni consecutivi, utilizzando un compito n-back con stimoli visivi come immagini di animali, frutta, fiori o altri oggetti. Ogni sessione aveva una durata di circa 15-20 minuti. Le immagini apparivano sul tablet e venivano progressivamente coperte da una tenda rossa. Ogni immagine restava visibile per 1000ms, con un intervallo inter-stimolo di 2500ms. Le immagini potevano essere di tre tipi: stimoli target, stimoli non target o immagini "trabocchetto", che erano identiche allo stimolo target ma posizionate nella sequenza sbagliata (n-1 o n+1).

Il compito del partecipante consisteva nel premere un pulsante quando l'immagine al centro del tablet

era uguale a quella presentata n volte prima (in caso contrario non si doveva premere nulla). Se la risposta era corretta, i bordi dell'immagine selezionato diventavano verdi, se era sbagliata diventavano rossi. Al termine di ogni livello, veniva fornito un feedback con la percentuale di risposte corrette. L'allenamento era adattivo, quindi la difficoltà del compito aumentano o diminuiva in base alla prestazione del partecipante (Jaeggi, Buschkuhl, Shah e Jonides, 2014). Il partecipante iniziava il training con un livello senza trabocchetti, proseguiva con un livello con pochi trabocchetti (2) e terminava con un livello caratterizzato da molti trabocchetti (6).

Ogni giorno, il partecipante completava una sessione di allenamento di 10 round, ognuno composto da 5 stimoli target, 10 + n stimoli non target ed un numero variabile di "trabocchetti" (0,2 o 6). Alla fine di ogni sessione veniva chiesto al partecipante di rispondere ad alcune domande sulla piacevolezza del compito e sulla motivazione a proseguire l'allenamento.

Il training veniva svolto in autonomia, ma ogni cinque giorni lo sperimentatore contattava i partecipanti per assicurarsi che l'allenamento stesse proseguendo regolarmente e senza difficoltà.

Attività per il gruppo di controllo:

I partecipanti assegnati al Gruppo di Controllo Attivo avevano un compito differente, che non coinvolgeva i processi di MdL ma che si svolgeva sempre attraverso l'utilizzo di un tablet per venti giorni consecutivi, con sessioni della durata di 15-20 minuti.

Sullo schermo apparivano due riquadri affiancati, ciascuno contenente un numero variabile di elementi come puntini, frecce o stelline. Il partecipante doveva individuare il riquadro con il maggior numero di elementi e selezionarlo nel minor tempo possibile.

Le immagini restavano sullo schermo fino a quando non veniva data una risposta, con un massimo di tempo di 10 secondi. Ogni sessione di allenamento consisteva in dieci blocchi di venti prove.

Anche in questo caso la difficoltà del compito era adattiva e variava in base all'accuratezza delle risposte. Se l'accuratezza superava il 90% la difficoltà aumentava, mentre se questa era pari o inferiore al 69% la difficoltà diminuiva. Per i punteggi intermedi, quindi in un range compreso tra il

70% e l'89", la difficoltà restava invariata.

La difficoltà del compito era determinata dal rapporto tra il numero di stimoli presenti nei due riquadri e la loro distribuzione sullo schermo; con livelli più elevati di difficoltà la differenza tra il numero di oggetti nei due riquadri diminuiva, avvicinandosi a un rapporto di 1:1, rendono così la scelta della risposta più complessa.

3.4 Risultati

Le statistiche descrittive delle prove di interesse per gruppo e per sessione di valutazione sono riportate in Tabella 3.2.

Per verificare che non vi fossero differenze tra i due gruppi nella prestazione alle misure di interesse alla baseline, sono state condotte delle analisi di varianza (ANOVAs) con il Gruppo (sperimentale vs controllo) come variabile tra soggetti e la prestazione alle prove di interesse come variabile dipendente.

Dai risultati non sono emerse differenze significative nella prestazione alle misure di interesse tra i due gruppi (si veda Tabella 3.2).

Tabella 3.2. *Statistiche descrittive delle misure di interesse per gruppo e sessione di valutazione, e risultati delle ANOVAs per le differenze tra i due gruppi al pre-test.*

	Pre-test		Differenze tra gruppi alla baseline	Post-test	
	Gruppo Sperimentale	Gruppo Controllo		Gruppo Sperimentale	Gruppo Controllo
	<i>M(DS)</i>	<i>M(DS)</i>	$F_{(1,85)}$	<i>M(DS)</i>	<i>M(DS)</i>
N-back – accuratezza	0.75 (0.12)	0.74 (0.10)	<1	0.83 (0.11)	0.77 (0.10)
N-back – tempi di reazione	1260.31 (377.42)	5621.40 (26038.16)	<1	1069.50 (238.24)	2967.82 (10851.64)
SC - accuratezza	11.02 (2.89)	10.59 (3.80)	<1	13.59 (3.37)	10.83 (3.70)
Pattern Comparison	165.76 (48.14)	174.71 (52.20)	<1	153.63 (50.76)	158.37 (46.32)

Note. SC: Span con Categorizzazione.

Per verificare l'efficacia dell'intervento, sono state condotte delle ANOVAs a disegno misto separatamente per le misure di interesse, con il Gruppo (sperimentale vs controllo) come variabile tra soggetti e la Sessione (pre-test vs post-test) come variabile entro soggetti.

Per l'accuratezza nella prova n-back spaziale, dai risultati è emerso un effetto principale della Sessione, $F_{(1,62)} = 35.56$; $p < .001$; $\eta^2_p = .36$, per cui tutti i partecipanti, indipendentemente dal gruppo, hanno migliorato l'accuratezza in tale prova tra il pre-test e il post-test ($M_{diff} = 0.06$; $p < .001$). Non è emerso, invece, un effetto principale del Gruppo, $F_{(1,62)} = 1.819$; $p = .18$; $\eta^2_p = .03$.

L'interazione Gruppo X Sessione è risultata significativa, $F_{(1,62)} = 10.53$; $p = .002$; $\eta^2_p = .14$. Il gruppo

sperimentale ha migliorato la propria prestazione tra il pre-test e il post-test ($Mdiff = 0.09; p < .001$), mentre per il gruppo di controllo non sono emerse differenze significative nella prestazione alla prova tra pre-test e post-test ($Mdiff = .03; p = .05$). Il gruppo sperimentale ha ottenuto una miglior accuratezza rispetto al gruppo di controllo al post-test ($Mdiff = 0.06; p = .01$).

Per quanto riguarda i tempi di reazione nella prova n-back, non è emerso un effetto principale della Sessione $F_{(1,62)} = 1.01; p = .32; \eta^2_p = .02$. Non è emerso alcun effetto principale del Gruppo, $F_{(1,62)} = .83; p = .37; \eta^2_p = .01$. Neanche l'interazione Gruppo X Sessione è risultata significativa, $F_{(1,62)} = .76; p = .39; \eta^2_p = .01$.

Per quanto riguarda l'accuratezza nella prova SC, è emerso un effetto principale della Sessione, $F_{(1,85)} = 26.21; p < .001; \eta^2_p = .24$, per cui tutti i partecipanti, indipendentemente dal gruppo, hanno migliorato l'accuratezza in tale prova tra il pre-test e il post-test ($Mdiff = 1.41; p < .001$).

È emerso anche un effetto principale del Gruppo, $F_{(1,85)} = 5.41; p = .02; \eta^2_p = .06$, per cui il gruppo sperimentale ha avuto, in generale, una prestazione migliore del gruppo di controllo in questa prova, indipendentemente dalla sessione ($Mdiff = 1.60; p = .02$). L'interazione Gruppo X Sessione è risultata significativa, $F_{(1,85)} = 17.90; p < .001; \eta^2_p = .17$. Il gruppo sperimentale ha migliorato la propria prestazione tra il pre-test e il post-test ($Mdiff = 2.57; p < .001$), mentre per il gruppo di controllo non sono emerse differenze significative nella prestazione alla prova tra pre-test e post-test ($Mdiff = 0.24; p = .54$). Il gruppo sperimentale ha ottenuto una miglior accuratezza rispetto al gruppo di controllo al post-test ($Mdiff = 2.76; p < .001$).

Rispetto alla prova Pattern Comparison, dai risultati è emerso un effetto principale della Sessione, $F_{(1,85)} = 17.37; p < .001; \eta^2_p = .17$, per cui tutti i partecipanti, indipendentemente dal gruppo, hanno migliorato i tempi di risposta in tale prova tra il pre-test e il post-test ($Mdiff = -14,23; p < .001$).

Non è emerso invece né un effetto principale del Gruppo, $F_{(1,85)} = .46; p = .50; \eta^2_p = .005$, né

l'interazione Gruppo X Session, $F_{(1,85)} = 0.38$; $p = .54$; $\eta^2_p = .004$.

Per una maggiore comprensione dei benefici dell'intervento è stata, inoltre, condotta un'analisi della dimensione dell'effetto attraverso il calcolo dei d di Cohen (1988), con la correzione di Hedges e Olkin (1985) per campioni a ridotta numerosità, confrontando la prestazione pre- e post-test nelle prove di interesse in ciascun gruppo. I risultati sono riportati in Tabella 3.3.

Tabella 3.3. *Indici di dimensione dell'effetto.*

	Gruppo sperimentale	Gruppo di controllo
N-back – accuratezza	0.77	0.25
N-back – tempi di reazione	-0.59	-0.13
SC - accuratezza	0.80	0.06
Pattern comparison	-0.24	-0.32

Note. SC: Span con Categorizzazione.

In linea con i risultati precedenti, per il Gruppo Sperimentale sono emersi effetti medio-larghi per l'accuratezza nella prova n-back, e per la prova SC. Sono emersi, inoltre, effetti medi per i tempi di reazione agli stimoli target nella prova n-back. Per la prova di Pattern Comparison, invece, l'effetto è risultato piccolo. Per il gruppo di controllo sono emersi effetti piccoli/nulli per tutte le prove considerate.

3.5 Conclusione

Il fenomeno dell'invecchiamento rappresenta una delle sfide più significative della nostra società,

con la popolazione anziana in continuo aumento, soprattutto in Italia e in Europa. Questa trasformazione demografica ha implicazioni per la salute pubblica e le politiche sociali. La psicologia dell'invecchiamento, in particolare, offre un approccio multidimensionale per comprendere i cambiamenti cognitivi associati all'età, evidenziando che il processo di invecchiamento non comporta esclusivamente un declino, ma può anche portare a miglioramenti in determinate abilità.

La memoria di lavoro risulta essere uno dei meccanismi cognitivi più vulnerabili all'avanzare dell'età (Salthouse e Babcock, 1991). Questo declino si manifesta con una diminuzione delle prestazioni in attività che richiedono la capacità di mantenere ed elaborare temporaneamente le informazioni. Il declino di questo sistema non influenza unicamente le prestazioni in prove specifiche, ma può avere delle ripercussioni sulla funzionalità cognitiva quotidiana degli anziani. Per questo motivo, risulta fondamentale sviluppare interventi volti al potenziamento della memoria di lavoro in questa fascia di popolazione.

Il presente studio ha focalizzato l'attenzione sul potenziamento della memoria di lavoro in un campione di giovani-anziani (65-75 anni) attraverso un programma di allenamento basato sul paradigma n-back. I partecipanti sono stati suddivisi in due gruppi, uno sperimentale, impegnato in un training n-back spaziale, e uno di controllo attivo, che svolgeva attività alternative (compiti di decisione di grandezza). Il programma di allenamento utilizzato si ispira a un precedente studio condotto da Jaeggi et al. (2019), il quale ha evidenziato l'efficacia del training nel generare benefici specifici e miglioramenti in compiti simili a quelli allenati. In questo studio sono stati analizzati gli effetti di trasferimento, utilizzando lo Span con Categorizzazione (SC) e una prova di velocità di elaborazione (Pattern Comparison).

In linea con le precedenti evidenze scientifiche (Karbach e Verhaeghen, 2014; Teixeira-Santos et al., 2019), ci si aspettava che il gruppo sperimentale impegnato nel training ottenesse miglioramenti significativi nelle prove di memoria di lavoro rispetto al gruppo di controllo attivo, il quale svolgeva attività alternative. Tale aspettativa era basata sul presupposto che le prove indagate coinvolgessero processi cognitivi analoghi a quelli stimolati dal training. I risultati ottenuti confermano questa

ipotesti, risultando coerenti sia con la letteratura esistente (Karbach e Verhaeghen, 2014; Teixeira-Santos et al., 2019) sia con studi che hanno utilizzato lo stesso paradigma sperimentale (Jaeggi et al., 2019). I risultati, infatti, mostrano come il training abbia avuto un effetto positivo sull'accuratezza nella prova n-back spaziale, prova simile a quella con cui i partecipanti al training si sono allenati, con miglioramenti significativi osservati nel gruppo sperimentale rispetto al gruppo di controllo. Tuttavia, il training non ha prodotto effetti significativi sui tempi di reazione agli stimoli target di questo compito criterio, suggerendo che i benefici del training riguardano maggiormente la precisione delle risposte piuttosto che la velocità.

Per quanto riguarda gli effetti di trasferimento, i risultati hanno mostrato che il gruppo sperimentale, ma non il gruppo di controllo attivo, ha ottenuto miglioramenti significativi anche in una prova di memoria di lavoro con richieste differenti rispetto a quella direttamente allenata durante il training, ovvero un compito complesso di memoria di lavoro come Span con Categorizzazione. Questi risultati confermano che i training di memoria di lavoro possono promuovere degli effetti di trasferimento ad altre prove di memoria di lavoro. Tali effetti possono derivare dalla possibilità di generalizzare le strategie di elaborazione apprese durante il training a compiti diversi, benché con caratteristiche in parte differenti, e suggeriscono così l'esistenza di una plasticità cognitiva anche nelle età più avanzate. Per quanto riguarda la velocità di elaborazione, contrariamente alle aspettative iniziali, i risultati non hanno mostrato un miglioramento significativo nel gruppo sperimentale rispetto al gruppo di controllo attivo. Tuttavia, tutti i partecipanti hanno evidenziato una diminuzione del tempo necessario per completare la prova tra il pre-test e il post-test, indipendentemente dalla condizione sperimentale. Questo potrebbe essere attribuito a un "effetto pratica" del compito, o alle caratteristiche delle attività eseguite durante le sessioni di allenamento dai due gruppi che, sebbene diverse, potrebbero aver migliorato la velocità di elaborazione di stimoli visivi. Questi risultati sembrano essere in linea con la letteratura esistente, che hanno riscontrato effetti di trasferimento limitati sulla velocità di elaborazione nei training di memoria di lavoro nell'invecchiamento. Tuttavia, questi risultati si discostano dalle conclusioni di Heinzl et al. (2017), che ha riportato un miglioramento più ampio in

questa abilità. Questi risultati discordanti potrebbero, tuttavia, essere dovuti alla presenza di un gruppo di controllo passivo nello studio di Heinzl et al. (2017), a differenza del gruppo di controllo attivo coinvolto in quello presente.

L'esperienza di somministrare un training a domicilio a soggetti anziani ha fornito, anche a livello qualitativo, spunti interessanti e utili per la valutazione dell'efficacia e della fattibilità di questo tipo di intervento. La maggior parte dei partecipanti ha mostrato entusiasmo e soddisfazione nei confronti del training, al punto da esprimere interesse nel continuare a svolgere esercizi simili anche dopo la fine del programma. Questo indica che l'intervento ha avuto un impatto positivo, non solo dal punto di vista cognitivo, ma anche motivazionale, contribuendo a stimolare l'interesse verso attività che richiedono l'uso di dispositivi tecnologici e il coinvolgimento attivo della memoria. Tuttavia, alcuni partecipanti hanno trovato il training troppo lungo e ripetitivo, suggerendo che la durata complessiva del programma, di 20 giorni, potrebbe essere percepita come un impegno eccessivo. Inoltre, è emersa una difficoltà nel garantire che i soggetti completassero effettivamente tutte le sessioni del training, nonostante le chiamate di controllo per verificare la continuità al programma. Questo limite sottolinea la necessità di strategie più efficaci per monitorare e supportare la partecipazione al protocollo, come l'uso di reminder automatici o incentivi motivazionali per favorire la partecipazione.

Nel complesso, la ricerca ha dimostrato che i programmi di potenziamento della MdL, come quelli basati sul paradigma n-back, rappresentano uno strumento promettente per favorire un invecchiamento attivo e in salute. La possibilità di svolgere il training a domicilio offre agli anziani l'opportunità di mantenere l'indipendenza durante il percorso di allenamento. Tuttavia, per ottimizzare i benefici di questi interventi in ottica preventiva, è fondamentale proseguire con ulteriori studi e sperimentazioni, al fine di migliorare la qualità della vita degli anziani attuali e futuri.

BIBLIOGRAFIA

- *2 Ackerman, P. L. (2000). Domain-Specific knowledge as the “Dark matter” of adult intelligence: GF/GC, personality and interest correlates. *The Journals of Gerontology Series B*, 55(2), P69–P84. <https://doi.org/10.1093/geronb/55.2.p69>
- *Baltes, P. B., & Baltes, M. M. (1990). Successful aging: Perspectives from the behavioral sciences. In *Cambridge University Press eBooks*. <http://ci.nii.ac.jp/ncid/BA20863091>
- Baltes, P. B., & 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(1), 12–21. <https://doi.org/10.1037/0882-7974.12.1.12>
- Baltes, P. B., & 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(1), 12–21. <https://doi.org/10.1037/0882-7974.12.1.12>
- Baltes, P. B., e Smith, J. (2003). New frontiers in the future of aging: From successful aging of the young old to the dilemmas of the fourth age. *Gerontology*, 49(2), 123-135.
- Baltes, P. B. (1987b). Theoretical propositions of life-span developmental psychology: On the dynamics between growth and decline. *Developmental Psychology*, 23(5), 611–626. <https://doi.org/10.1037/0012-1649.23.5.611>
- Barca, L., Burani, C., & Arduino, L. S. (2002). Word naming times and psycholinguistic norms for Italian nouns. *Behavior Research Methods Instruments & Computers*, 34(3), 424–434. <https://doi.org/10.3758/bf03195471>
- Barulli, D. J., & Stern, Y. (2013). Efficiency, capacity, compensation, maintenance, plasticity: emerging concepts in cognitive reserve. *Trends in Cognitive Sciences*, 17(10), 502–509. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2013.08.012>

² Il materiale indicato con un asterisco (*) non è stato consultato integralmente per la stesura del seguente elaborato.

- Berry, J. M., West, R. L., & Dennehey, D. M. (1989). Reliability and validity of the Memory Self-Efficacy Questionnaire. *Developmental Psychology*, 25(5), 701–713.
<https://doi.org/10.1037/0012-1649.25.5.701>
- Boninelli, M. L., Bullegas, D., & Dammotti, S. (2016, April 30). *La modificabilità Cognitiva e la plasticità cerebrale nell'età adulta Cognitive modifiability and plasticity cerebral in the adult age*.
<https://ojs.pensamultimedia.it/index.php/siref/article/view/1808>
- Borella, E., Carretti, B., & De Beni, R. (2007). Working memory and inhibition across the adult life-span. *Acta Psychologica*, 128(1), 33–44. <https://doi.org/10.1016/j.actpsy.2007.09.008>
- Borella, E., & Carretti, B. (2020). *Migliorare le Nostre Abilità Mentali: Programmi di Potenziamento Cognitivo Nell'Arco Di Vita*. Il mulino.
- Borella, E., Carbone, E., Pastore, M., De Beni, R., & Carretti, B. (2017). Working Memory Training for healthy Older adults: The role of Individual Characteristics in Explaining Short- and Long-Term Gains. *Frontiers in Human Neuroscience*, 11.
<https://doi.org/10.3389/fnhum.2017.00099>
- Borella, E., & De Beni, R. (2011). I meccanismi base della cognizione nell'invecchiamento: memoria di lavoro, inibizione e velocità di elaborazione delle informazioni. *Giornale Italiano Di Psicologia*, 38(3), 573-604.
- Borella, E., Meneghetti, C., Ronconi, L., & De Beni, R. (2013). Spatial abilities across the adult life span. *Developmental Psychology*, 50(2), 384–392. <https://doi.org/10.1037/a0033818>
- * Cabeza, R. (2004). Task-independent and Task-specific Age Effects on Brain Activity during Working Memory, Visual Attention and Episodic Retrieval. *Cerebral Cortex*, 14(4), 364–375. <https://doi.org/10.1093/cercor/bhg133>

- *Cattell, R. B. (1963). Theory of fluid and crystallized intelligence: A critical experiment. *Journal of Educational Psychology*, 54(1), 1–22. <https://doi.org/10.1037/h0046743>
- Christensen, H., Mackinnon, A. J., Korten, A., & Jorm, A. F. (2001). The “common cause hypothesis” of cognitive aging: Evidence for not only a common factor but also specific associations of age with vision and grip strength in a cross-sectional analysis. *Psychology and Aging*, 16(4), 588–599. <https://doi.org/10.1037/0882-7974.16.4.588>
- Ciaramelli, E., Serino, A., Benassi, M., & Bolzani, R. (2006). Standardizzazione di tre test di memoria di lavoro. *Giornale Italiano Di Psicologia*, 3(3), 607–626. <https://doi.org/10.1421/22765>
- * Daneman, M., & Carpenter, P. A. (1980). Individual differences in working memory and reading. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 19(4), 450–466. [https://doi.org/10.1016/s0022-5371\(80\)90312-6](https://doi.org/10.1016/s0022-5371(80)90312-6)
- * Daneman, M., & Merikle, P. M. (1996). Working memory and language comprehension: A meta-analysis. *Psychonomic Bulletin & Review*, 3(4), 422–433. <https://doi.org/10.3758/bf03214546>
- De Beni, R., & Borella, E. (2015). *Psicologia dell'invecchiamento e della longevità*. Il mulino.
- De Ribaupierre, A., & Lecerf, T. (2006). Relationships between working memory and intelligence from a developmental perspective: Convergent evidence from a neo-Piagetian and a psychometric approach. *The European Journal of Cognitive Psychology*, 18(1), 109–137. <https://doi.org/10.1080/09541440500216127>
- * Dixon, R. A., Hulstsch, D. F., & Hertzog, C. (1988). The Metamemory in Adulthood (MIA) questionnaire. *PubMed*, 24(4), 671–688. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/324977>
- Esiri, M. M., & Chance, S. A. (2012). Cognitive reserve, cortical plasticity and resistance to Alzheimer's disease. *Alzheimer S Research & Therapy*, 4(2), 7. <https://doi.org/10.1186/alzrt105>

- Fiore, F., Borella, E., Mammarella, I. C., & De Beni, R. (2011). Age differences in verbal and visuo-spatial working memory updating: Evidence from analysis of serial position curves. *Memory*, 20(1), 14–27. <https://doi.org/10.1080/09658211.2011.628320>
- Gallina, P., Saugo, M., Antoniazzi, M., Fortuna, P., Toffanin, R., Maggi, S., & Benetollo, P. (2006). Validazione della Scheda per la Valutazione Multidimensionale dell'Anziano (SVAMA). *Tendenze Nuove*, 3, 229–264. <https://doi.org/10.1450/22126>
- Goh, J. O., & Park, D. C. (2009). Neuroplasticity and cognitive aging: The scaffolding theory of aging and cognition. *Restorative Neurology and Neuroscience*, 27(5), 391–403. <https://doi.org/10.3233/rnn-2009-0493>
- *Hasher L., e Zacks R. T. (1988). Working memory, comprehension, and aging: A review and a new view. *Psychology of learning and motivation*, 22, 193-225.
- Heinzel, S., Rimpel, J., Stelzel, C., & Rapp, M. A. (2017). Transfer Effects to a Multimodal Dual-Task after Working Memory Training and Associated Neural Correlates in Older Adults – A Pilot Study. *Frontiers in Human Neuroscience*, 11. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2017.00085>
- Heinzel, S., Schulte, S., Onken, J., Duong, Q. L., Riemer, T. G., Heinz, A., ... e Rapp, M. A. (2014). Heinzel, S., Schulte, S., Onken, J., Duong, Q., Riemer, T. G., Heinz, A., Kathmann, N., & Rapp, M. A. (2013). Working memory training improvements and gains in non-trained cognitive tasks in young and older adults. *Aging Neuropsychology and Cognition*, 21(2), 146–173. <https://doi.org/10.1080/13825585.2013.790338>
- Horn, J. L., & Cattell, R. B. (1966). Refinement and test of the theory of fluid and crystallized general intelligences. *Journal of Educational Psychology*, 57(5), 253–270. <https://doi.org/10.1037/h0023816>
- Jaeggi, S. M., Buschkuhl, M., Parlett-Pelleriti, C. M., Moon, S. M., Evans, M., Kritzmacher, A., Reuter-Lorenz, P. A., Shah, P., & Jonides, J. (2019). Investigating the effects of spacing on working memory training Outcome: a randomized, controlled, multisite trial in older adults.

The Journals of Gerontology Series B, 75(6), 1181–1192.

<https://doi.org/10.1093/geronb/gbz090>

Jaeggi, S. M., Buschkuhl, M., Shah, P., & Jonides, J. (2013). The role of individual differences in cognitive training and transfer. *Memory & Cognition*, 42(3), 464–480.

<https://doi.org/10.3758/s13421-013-0364-z>

Karbach, J., & Verhaeghen, P. (2014). Making Working Memory Work: A Meta-Analysis of Executive-Control and working Memory Training in Older Adults. *Psychological Science*, 25(11), 2027–2037. <https://doi.org/10.1177/0956797614548725>

* Kirk, A. (2023). Cognition in normal aging – A Brief review. *Canadian Journal of Neurological Sciences / Journal Canadien Des Sciences Neurologiques*, 51(2), 157–160.

<https://doi.org/10.1017/cjn.2023.259>

* Kyllonen, P. C., & Christal, R. E. (1990). Reasoning ability is (little more than) working-memory capacity?! *Intelligence*, 14(4), 389–433. [https://doi.org/10.1016/s0160-2896\(05\)80012-1](https://doi.org/10.1016/s0160-2896(05)80012-1)

Li, S., Schmiedek, F., Huxhold, O., Röcke, C., Smith, J., & Lindenberger, U. (2008). Working memory plasticity in old age: Practice gain, transfer, and maintenance. *Psychology and Aging*, 23(4), 731–742. <https://doi.org/10.1037/a0014343>

Linares, R., Borella, E., Lechuga, M. T., Carretti, B., & Pelegrina, S. (2019). Nearest transfer effects of working memory training: A comparison of two programs focused on working memory updating. *PLoS ONE*, 14(2), e0211321.

<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0211321>

- Lövdén, M., Bäckman, L., Lindenberger, U., Schaefer, S., & Schmiedek, F. (2010). A theoretical framework for the study of adult cognitive plasticity. *Psychological Bulletin*, *136*(4), 659–676. <https://doi.org/10.1037/a0020080>
- Mammarella, I. C., Toso, C., Pazzaglia, F., & Cornoldi, C. (2008). BVS-Corsi: Batteria per la valutazione della memoria visiva e spaziale. *Trento: Erickson*.
<https://www.research.unipd.it/handle/11577/2271931>
- Morra, S. (1998). Magazzini di memoria? Pronti per l'oblio! *Giornale Italiano Di Psicologia*, *4*, 695–730. <https://doi.org/10.1421/217>
- Noack, H., Lövdén, M., Schmiedek, F., & Lindenberger, U. (2009). Cognitive plasticity in adulthood and old age: Gauging the generality of cognitive intervention effects. *Restorative Neurology and Neuroscience*, *27*(5), 435–453. <https://doi.org/10.3233/rnn-2009-0496>
- Overton, W. F. (2010). Life-Span Development. *The Handbook of Life-span Development*.
<https://doi.org/10.1002/9780470880166.hlsd001001>
- Rozas, A. X. P., Juncos-Rabadán, O., & González, M. S. R. (2008). Processing speed, inhibitory control, and working memory: three important factors to account for Age-Related Cognitive Decline. *The International Journal of Aging and Human Development*, *66*(2), 115–130.
<https://doi.org/10.2190/ag.66.2.b>
- Reuter-Lorenz, P. A., & Park, D. C. (2014). How Does it STAC Up? Revisiting the Scaffolding Theory of Aging and Cognition. *Neuropsychology Review*, *24*(3), 355–370.
<https://doi.org/10.1007/s11065-014-9270-9>
- Sala, G., Aksayli, N. D., Tatlidil, K. S., Gondo, Y., & Gobet, F. (2019). Working memory training does not enhance older adults' cognitive skills: A comprehensive meta-analysis. *Intelligence*, *77*, 101386. <https://doi.org/10.1016/j.intell.2019.101386>
- Salthouse, T. A., & Babcock, R. L. (1991). Decomposing adult age differences in working memory. *Developmental Psychology*, *27*(5), 763–776. <https://doi.org/10.1037/0012-1649.27.5.763>

- Salthouse, T. A. (1996). The processing-speed theory of adult age differences in cognition. *Psychological Review*, 103(3), 403–428. <https://doi.org/10.1037/0033-295x.103.3.403>
- Salthouse, T. A., & Ferrer-Caja, E. (2003). What needs to be explained to account for age-related effects on multiple cognitive variables? *Psychology and Aging*, 18(1), 91–110. <https://doi.org/10.1037/0882-7974.18.1.91>
- Stern, Y. (2009). Cognitive reserve☆. *Neuropsychologia*, 47(10), 2015–2028. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2009.03.004>
- Stepankova, H., Lukavsky, J., Buschkuehl, M., Kopecek, M., Ripova, D., & Jaeggi, S. M. (2013). The malleability of working memory and visuospatial skills: A randomized controlled study in older adults. *Developmental Psychology*, 50(4), 1049–1059. <https://doi.org/10.1037/a0034913>
- Tagliabue, C. F., & Mazza, V. (2021). What can neural activity tell us about cognitive resources in aging? *Frontiers in Psychology*, 12. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.753423>
- Teixeira-Santos, A. C., Moreira, C. S., Magalhães, R., Magalhães, C., Pereira, D. R., Leite, J., Carvalho, S., & Sampaio, A. (2019). Reviewing working memory training gains in healthy older adults: A meta-analytic review of transfer for cognitive outcomes. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 103, 163–177. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2019.05.009>
- * Verhaeghen, P., Marcoen, A., & Goossens, L. (1992). Improving memory performance in the aged through mnemonic training: A meta-analytic study. *Psychology and Aging*, 7(2), 242–251. <https://doi.org/10.1037/0882-7974.7.2.242>
- Von Bastian, C. C., & Oberauer, K. (2013). Effects and mechanisms of working memory training: a review. *Psychological Research*, 78(6), 803–820. <https://doi.org/10.1007/s00426-013-0524-6>
- Yang, Y., Wang, D., Hou, W., & Li, H. (2023). Cognitive Decline Associated with Aging. *Advances in Experimental Medicine and Biology*, 25–46. https://doi.org/10.1007/978-981-99-1627-6_3

Zambianchi, M. (2013). L'invecchiamento ottimale: una rassegna sui principali modelli teorici e sulle strategie proattive in grado di promuoverlo. *RICERCHE DI PSICOLOGIA*, 1, 9–43.
<https://doi.org/10.3280/rip2013-01001>

SITOGRAFIA

- *Salvaterra, P. (2023, May 4). *SOC Theory: l'ottimizzazione selettiva con compensazione*. Aging Project Uniupo. <https://www.agingproject.uniupo.it/per-i-professionisti/teorie-invecchiamento/soc-theory-lottimizzazione-selettiva-con-compensazione-mette-al-centro-lindividuo/>
- Guest, & M4r14m0rg3s. (2017, June 15). L'importanza del potenziamento cognitivo nell'invecchiamento sano. *State of Mind*. <https://www.stateofmind.it/2017/06/potenziamento-cognitivo-invecchiamento/>
- Neuroplasticità*. (n.d.). State of Mind. <https://www.stateofmind.it/neuroplasticita/>