



**UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA**

**Dipartimento di Psicologia Generale**

**Corso di Laurea Magistrale in Psicologia Cognitiva Applicata**

Potenziamento cognitivo e compensazione cerebrale nell'invecchiamento: il ruolo del  
training cognitivo

Cognitive enhancement and brain compensation in aging: the role of cognitive training

**Relatrice**

**Prof.ssa Franca Stablum**

**Laureanda: Sara Lazzari**

**Matricola: 2091395**

Anno Accademico 2023-2024

A mia madre, che mi ha trasmesso la determinazione  
A mio padre, che mi ha insegnato ad amare la conoscenza  
Ai miei nonni, che da lassù vegliate sempre su di me  
A mio fratello, per il suo affetto incondizionato  
Alle amicizie e all'amore: radici essenziali della vita  
A me stessa, anche quando ho dubitato di me  
A chi non ce l'ha fatta e ha scelto di arrendersi  
A chi la vita ha deciso per loro

*A Endrit.*

<b>Introduzione .....</b>	<b>1</b>
<b>Primo capitolo: L'Invecchiamento, una panoramica .....</b>	<b>4</b>
1.1 L'invecchiamento .....	4
1.2 Le funzioni esecutive .....	6
1.3 Invecchiamento sano e patologico .....	8
1.4 Il problem solving .....	9
1.5 Depressione maggiore dell'anziano e problem solving .....	11
1.6 Problem solving therapy: un approccio psicoterapico .....	13
<b>Secondo capitolo: Prospettiva neuropsicologica del declino cognitivo .....</b>	<b>15</b>
2.1 Connessioni cerebrali nell'invecchiamento .....	15
2.2 Pattern di compensazione cerebrale nell'invecchiamento sano e patologico .....	18
2.3 Preservare la funzionalità cognitiva: Fattori di protezione contro il declino legato all'età.....	25
<b>Terzo capitolo: Il training cognitivo.....</b>	<b>31</b>
3.1 Il potenziamento cognitivo: un'introduzione.....	31
3.2 Il training cognitivo nell'anziano sano .....	34
3.3 Il training cognitivo computerizzato ed exergaming .....	42
3.4 Il training cognitivo di gruppo .....	47
<b>Conclusione.....</b>	<b>56</b>
<b>Bibliografia .....</b>	<b>61</b>

## Introduzione

L'invecchiamento rappresenta una delle sfide più complesse dell'uomo. Si tratta di un fenomeno universale che segnala lo scorrere del tempo e rappresenta il sofisticato equilibrio tra guadagni e perdite. In dettaglio, l'invecchiamento comporta alterazioni fisiche, neuropsicologiche e psicosociali.

Con l'avanzare dell'età, si assiste ad un decadimento cognitivo fisiologico. Nel trascorrere di questo ineludibile processo, il declino cognitivo viene solitamente anticipato da lievi cambiamenti cerebrali, rilevabili attraverso dati di *imaging* cerebrale. In particolar modo, il deterioramento della corteccia prefrontale correlato all'invecchiamento contribuisce alla vulnerabilità dei lobi frontali. Per questo motivo, si possono verificare difficoltà nelle funzioni esecutive: nella capacità di risolvere problemi, di pianificare e modificare un comportamento messo in atto. Inoltre, le disfunzioni a carico delle aree temporali sono correlate ad una generale debolezza nel memorizzare informazioni oltre che ad elaborarle. Sebbene alcune abilità, come quelle verbali, rimangano relativamente intatte, altre funzioni, come la memoria di lavoro e l'attenzione selettiva, tendono a diminuire progressivamente. Inoltre, possono verificarsi alterazioni a livello intercellulare come l'accumulo di fibre e proteine amiloidi nel cervello che possono portare allo sviluppo di malattie neurodegenerative. Talvolta, la presenza di un determinato gene nel proprio corredo e l'accumulo di danni genomici possono aumentare la predisposizione ad un più rapido decadimento cognitivo. Tuttavia, in questo processo vanno considerati anche i fattori ambientali e comportamentali, che vanno a costituire la riserva cognitiva. Infatti, le esperienze accumulate nel corso della vita, assieme ai comportamenti messi in atto nel quotidiano, contribuiscono alla formazione di questa preziosissima risorsa.

Il cervello è altamente plastico: è, dunque, capace di adattarsi ai cambiamenti e rinnovare le proprie funzioni adoperando meccanismi di compensazione cerebrale. I *pattern* di compensazione cerebrale consentono, anche in condizioni di declino, di mantenere una funzionalità cognitiva sufficiente per affrontare attività quotidiane complesse. In questo contesto, il potenziamento cognitivo si distingue sia come opzione terapeutica, sia come strategia fondamentale per contrastare l'impatto negativo dell'invecchiamento sul cervello.

Il calo sostanziale delle abilità cognitive correlate all'età e alle modificazioni fisiologiche limitano la capacità degli anziani di apprendere efficacemente quando sono sottoposti a compiti cognitivi. È dunque necessario implementare strumenti di potenziamento cognitivo alternativi,

che includano anche una componente collaborativa tra gli anziani. La dimensione sociale della collaborazione non solo favorisce il mantenimento dell'interazione sociale, ma contribuisce anche a sfruttare le dinamiche positive del lavoro di gruppo per ottimizzare l'apprendimento ed il miglioramento cognitivo.

In accordo con ciò, risulta cruciale la promozione del benessere soggettivo degli anziani, in quanto esso rappresenta un potente fattore protettivo.

Inoltre, nel tentativo di comprendere al meglio il declino cognitivo ed affrontarlo efficacemente, potrebbe essere utile avvalersi di contesti ecologici che si avvicinano al contesto quotidiano in cui vivono gli anziani.

L'interesse per questo argomento, in connessione con il rapido incremento della popolazione anziana, costituisce il punto di partenza di questa tesi. Tale contesto evidenzia l'urgenza di sviluppare interventi mirati al potenziamento cognitivo, tema centrale della revisione della letteratura qui presentata.

La tesi si articola in tre capitoli: nel primo viene fornita un'introduzione all'invecchiamento cognitivo come processo fisiologico e patologico, esplicitando la correlazione con le abilità di memoria, pianificazione e risoluzione dei problemi.

Nel secondo capitolo, viene approfondito il tema delle connessioni cerebrali nell'invecchiamento, analizzando in dettaglio come i cambiamenti neuronali influenzano le funzioni cognitive con l'avanzare dell'età.

Infine, nel terzo capitolo viene presentata una rassegna degli studi che si sono avvalsi del *training* come strumento di potenziamento cognitivo per anziani sani ed anziani affetti da lieve decadimento cognitivo. Vengono definiti i risultati della letteratura scientifica più recente ed esplicitati gli aspetti su cui la ricerca futura è chiamata a focalizzarsi in merito al *training* cognitivo collaborativo.

L'obiettivo di questa tesi è offrire un'analisi approfondita dei dati raccolti, evidenziando le caratteristiche distintive dello strumento di *training* cognitivo utilizzato per migliorare la qualità della vita degli anziani e mitigare gli effetti dell'invecchiamento.

Lo strumento di *training* può essere implementato avvalendosi di protocolli computerizzati ed attività di *exergaming*. L'*exergaming* combina l'esercizio fisico, notoriamente correlato a buoni esiti in termini di salute psicofisica, associato alla stimolazione cognitiva attraverso videogiochi interattivi. Le componenti computerizzate, d'altra parte, consentono un monitoraggio e personalizzazione continua del percorso di *training*. In particolare, nell'ambiente intramurario, questi approcci assumono un'importanza maggiore. Infine, l'elaborato intende offrire una chiave di lettura per mettere in luce lo sviluppo della resilienza

negli anziani. Ciò si accompagna al potenziamento delle abilità cognitive più vulnerabili all'invecchiamento, con l'obiettivo di contrastare l'insorgenza di patologie neurodegenerative come la malattia di *Alzheimer* e la demenza.

## **Primo capitolo: L'Invecchiamento, una panoramica**

### 1.1 L'invecchiamento

L'invecchiamento è un processo complesso e inevitabile che comporta cambiamenti fisici, psicologici e sociali. La promozione del benessere soggettivo è una priorità chiave all'interno della popolazione, soprattutto tra gli anziani, poiché è un elemento fondamentale del processo di invecchiamento sano (Kim et al., 2021).

L'invecchiamento è un fenomeno eterogeneo che varia in funzione delle differenze individuali. Tra le varie dimensioni dell'invecchiamento, quella che coinvolge la sfera cognitiva costituisce un aspetto critico che viene ampiamente dibattuto nella letteratura attuale. Infatti, con l'avanzare dell'età, si assiste inevitabilmente a un lieve decadimento cognitivo.

Vi sono abilità che vengono risparmiate dall'invecchiamento, quali ad esempio gli aspetti semantici del linguaggio e le abilità verbali. La velocità di elaborazione e la memoria, invece, diminuiscono gradualmente (Harada, 2013).

Numerosi studi dimostrano che con l'invecchiamento le prestazioni in compiti cognitivi peggiorano progressivamente (Salthouse, 2009).

Aspetti di natura sociale influenzano direttamente la qualità di vita dell'anziano.

L'Organizzazione Mondiale della Sanità ha riconosciuto il benessere soggettivo come una priorità da promuovere nella popolazione anziana (Moreno-Agostino et al., 2021).

Secondo Kahneman e Deaton (2010), il benessere soggettivo riguarda la valutazione di soddisfazione della vita nel suo complesso. D'altro lato, il benessere edonico rappresenta la misura in cui le persone sperimentano determinati stati affettivi nel quotidiano. Il benessere edonico si riferisce al piacere e al dolore, ovvero alla soddisfazione derivante da esperienze piacevoli e al disagio proveniente da esperienze spiacevoli. Questo concetto si fonda sulle emozioni positive e negative che influenzano il benessere complessivo di un individuo.

Dunque, la felicità e la calma sono esempi di stati affettivi positivi, invece la preoccupazione e la rabbia sono affetti negativi.

I risultati di uno studio longitudinale svolto da Moreno-Agostino e colleghi (2020), suggeriscono l'importanza di promuovere gli aspetti che favoriscono il benessere soggettivo a lungo termine dell'anziano. L'attività fisica, tra gli altri, è un fattore che favorisce il benessere soggettivo. In particolare, svolgere attività locomotoria può favorire il benessere soggettivo nell'anziano, poiché in grado di stimolare la produzione di endorfine nel cervello, ridurre lo stress quotidiano e migliorare l'umore. Inoltre, contribuisce al miglioramento della salute generale, riducendo il rischio di malattie e promuovendo una migliore salute mentale.

Raggiungere obiettivi personali legati all'attività fisica può aumentare il senso di realizzazione e autostima, mentre le opportunità di socializzazione offerte da molte attività fisiche possono contribuire al benessere emotivo complessivo degli anziani.

Durante l'invecchiamento si osservano comportamenti di autoconservazione e di protezione emotiva. Infatti, la tendenza ad adottare strategie di autoregolamentazione e rivalutazione positiva delle emozioni è un'attitudine tipica degli anziani.

Effettivamente, gli anziani possono valutare le emozioni negative esperite nel quotidiano come meno rilevanti, e in generale, non connesse al grado di soddisfazione della vita in generale.

Inoltre, è bene ricordare che essi tendono ad evitare le situazioni stressanti e sono esposti in misura minore ai fattori di stress rispetto ai più giovani.

In un'analisi secondaria svolta da Matson e colleghi (2019) di un *trial* randomizzato pilota, sulla percezione personale dell'invecchiamento, sono stati delineati alcuni degli aspetti più eloquenti. Tra gli altri, essere sani, percepire sé stessi come individui indipendenti e cognitivamente attivi, sono alcuni degli aspetti chiave dell'invecchiamento positivo e di successo.

La crescita demografica degli anziani in tutto il mondo causa molteplici preoccupazioni relative alla salute pubblica. Il maggior numero di persone che sperimenta declino cognitivo legato all'età, enfatizza la necessità di implementare strumenti di potenziamento cognitivo.

Solitamente, il declino cognitivo *age-dependent* viene anticipato da lievi cambiamenti cerebrali, che possono essere rilevati analizzando i dati di imaging cerebrale (Rathore et al., 2017).

Infatti, l'*imaging* cerebrale strutturale è uno strumento che viene utilizzato per esaminare l'età del cervello e definire un'eventuale diagnosi dei pazienti.

La riserva cognitiva è una risorsa importante che permette di divenire più resistenti e plastici alle modificazioni dell'invecchiamento. In particolare, per riserva cognitiva si fa riferimento alle differenze tra gli individui nel modo in cui vengono eseguiti i compiti cognitivi, che potrebbero consentire ad alcune persone di essere più resistenti ai cambiamenti cerebrali rispetto ad altre.

I fattori di rischio contribuiscono a generare differenti traiettorie di invecchiamento, ove alcuni individui invecchiano in modo migliore di altri (Oosterhuis et al., 2022). In effetti, è ancora poco chiaro perché alcuni gruppi, come i centenari, riescano a mantenere le loro capacità cognitive fino a un'età molto avanzata.

Di fatto, vi sono fattori esterni che potrebbero spiegare perché alcuni individui sono migliori nel compensare le difficoltà cognitive legate all'età e alle malattie rispetto ad altri. La riserva

cognitiva, infatti, si costituisce attraverso le scelte di vita ed esperienze personali, come attività sociali ed il livello di istruzione.

In più, essa aumenta la flessibilità cognitiva e neurale abilitando l'uso di strategie cognitive, rinforzando reti cerebrali esistenti o reclutando reti cerebrali alternative. D'altro lato, la riserva cerebrale riflette le risorse anatomiche del cervello, ad esempio, il numero di neuroni, e non può essere modificata dalle esperienze di vita. Dunque, gli individui con una maggiore riserva cerebrale sarebbero in grado di affrontare meglio la patologia, ritardando la manifestazione di cambiamenti cognitivi.

Approfondire la comprensione dell'invecchiamento sano e delle sue determinanti può fornire un quadro per lo sviluppo di programmi mirati a migliorare la qualità della vita degli anziani e a promuovere un invecchiamento attivo e soddisfacente.

## 1.2 Le funzioni esecutive

Nella vita quotidiana ogni individuo deve far fronte a situazioni che richiedono l'utilizzo di abilità cognitive specifiche (Stablum, 2002).

Le funzioni esecutive, necessarie per affrontare compiti complessi e raggiungere obiettivi, sono abilità di alto livello che regolano la pianificazione, il controllo e la coordinazione delle risorse cognitive. Queste funzioni sono essenziali per l'adattamento a situazioni quotidiane, nella gestione delle interazioni sociali e nella risoluzione di problemi nuovi e impegnativi.

Secondo Burgess (2003), le funzioni esecutive si riferiscono alle "abilità che consentono alle persone di sviluppare nuovi schemi comportamentali e modelli di pensiero, avendo la capacità di riflettere su di essi". Questo sistema, che si attiva in risposta a specifiche necessità cognitive, utilizza risorse mentali flessibili per raggiungere obiettivi definiti.

Il funzionamento delle funzioni esecutive viene descritto come un complesso insieme di abilità che comprende vari domini cognitivi. La memoria di lavoro è una componente del sistema di memoria che mantiene temporaneamente le informazioni per poter svolgere compiti cognitivi di particolare complessità. In questo processo, è necessario inibire le informazioni che risultano non pertinenti in un determinato contesto e sopprimere una risposta che non è più adeguata. Il controllo inibitorio svolge questo meccanismo in sinergia con la memoria di lavoro che filtra le informazioni in tempo reale. Inoltre, la pianificazione è una funzione di ordine superiore volta alla formulazione del comportamento adatto per raggiungere l'obiettivo prestabilito.

È fondamentale distinguere tra i diversi processi delle funzioni esecutive, classificandoli in "processi caldi" e "processi freddi". I processi caldi si riferiscono ai meccanismi decisionali

influenzati dalle emozioni e dagli affetti, e gestiscono eventi che hanno un impatto significativo sullo stato emotivo. D'altro lato, i processi freddi riguardano le decisioni basate sulle capacità cognitive pure, come il pensiero logico e la memoria di lavoro, e sono meno influenzati dall'emozione (Stablum, 2002).

Le basi neurali delle funzioni esecutive coinvolgono diversi circuiti cerebrali che operano in stretta connessione con la corteccia prefrontale. Ricerche più recenti sottolineano che il funzionamento esecutivo dipenda anche dalla corteccia parietale, dai nuclei basali, dal talamo ed il cervelletto (Ribas et al., 2023).

Originariamente, i modelli teorici di Lurija (1973) e successivamente di Stuss e Benson (1986), proponevano una visione gerarchica delle funzioni esecutive, in cui esse operano centralmente nella regolazione del comportamento e del pensiero attraverso l'interazione con processi cognitivi di livello inferiore e superiore (Stablum, 2002).

Successivamente, Shallice (1988) ha identificato la corteccia prefrontale come sede del sistema attenzionale superiore, una struttura critica che, se danneggiata, provoca sintomi disesecutivi. I pazienti con lesioni frontali, infatti, possono manifestare difficoltà nel generare nuove azioni volontarie in situazioni in cui la selezione automatica delle azioni non è sufficiente. In particolare, questi deficit portano a comportamenti automatici inadeguati alle richieste del contesto e del compito.

Tuttavia, nell'invecchiamento fisiologico è comune osservare una riduzione delle funzioni esecutive, in particolare nella capacità di inibizione delle risposte inappropriate, nella pianificazione e nella flessibilità cognitiva. La corteccia prefrontale, in particolare, si deteriora prima di altre aree cerebrali, contribuendo alla vulnerabilità del lobo frontale e alla riduzione delle abilità cognitive (Rosselli e Torres, 2019).

A partire dai sessant'anni d'età, infatti, si può assistere ad una crescente difficoltà nell'organizzazione e nella capacità di pianificazione. Per quanto riguarda quest'ultima, si assiste ad una difficoltà sostanziale nel definire in anticipo un percorso complesso di azioni.

Il *Wisconsin Card Sorting Test*, il *test di Stroop* e il test della torre di Londra, sono test neuropsicologici utilizzati anche nella valutazione delle funzioni esecutive, che verranno approfonditi nei prossimi paragrafi. Di norma, i pazienti frontali falliscono in queste prove, dimostrando una chiara correlazione tra disfunzione della corteccia frontale e deficit esecutivi (Stablum, 2002).

Gli interventi cognitivi che si avvalgono della tecnologia sono noti come *training* computerizzati, ed essi sono oggetto di crescente attenzione nella letteratura scientifica, in particolare per il loro ruolo nel potenziamento cognitivo. Tra questi, quelli basati sulla realtà

virtuale, hanno dimostrato di migliorare significativamente le funzioni esecutive negli anziani. In generale, viene evidenziata l'importanza di approfondire ulteriormente il loro ruolo nella prevenzione del declino cognitivo e nel potenziamento delle funzioni esecutive (Makmee et al., 2022).

L'idea di intervenire nella preservazione delle funzioni esecutive è supportata da ricerche che indicano come la prevenzione possa ridurre il declino cognitivo dovuto all'età, impedendo un peggioramento drastico e irrimediabile delle funzioni di alto livello.

### 1.3 Invecchiamento sano e patologico

Un lieve declino cognitivo costituisce una fase imprescindibile dell'invecchiamento (Di Nuovo et al., 2020).

Alcuni anziani si deteriorano cognitivamente con più rapidità e questo declino è dovuto solitamente alla demenza di *Alzheimer* (Harada et al., 2013).

Il termine "*Mild Cognitive Impairment*" descrive il declino delle funzioni cognitive che non soddisfa i criteri diagnostici per la malattia di *Alzheimer* (Di Nuovo et al., 2020). Durante l'invecchiamento il tasso di prevalenza di questa patologia cresce rapidamente, pertanto la prevenzione è di cruciale importanza per diminuire l'insorgenza.

Gli indicatori bio-molecolari associati alla malattia di *Alzheimer* sono le placche beta-amiloidi e grovigli neurofibrillari che si formano nel cervello (Jack et al., 2018).

La ricerca sottolinea che sia i fattori genetici che i fattori di rischio acquisiti durante il corso della vita svolgono un ruolo cruciale nella fisiopatologia. Vi sono evidenze scientifiche che suggeriscono come fino al 50% dei casi in tutto il mondo possano essere collegati a fattori di rischio potenzialmente modificabili (Jack et al., 2018). Tra questi fattori di rischio acquisiti vi è il diabete, l'obesità, il fumo, l'ipertensione, la depressione, l'inattività cognitiva e fisica ed il basso livello di istruzione (Barnes & Yaffe, 2011).

Nelle patologie di diabete e obesità, l'aumento dei livelli di insulina e glucosio sono associati alla diminuzione della *clearance* amiloide (Jack et al., 2018). In particolare, in condizioni ottimali, questo processo permette la produzione e l'eliminazione della proteina coinvolta nella formazione di placche cerebrali e contribuisce a mantenere l'equilibrio metabolico. Dunque, mantenere l'equilibrio metabolico è cruciale per prevenire le malattie neurodegenerative.

Inoltre, intervenire precocemente aumenta di molto la possibilità di prevenire il declino cognitivo e ridurre i costi sociali e personali. In particolare, i dati di *imaging* cerebrale strutturale sono utili per la valutazione della diagnosi cognitiva attuale dei pazienti (Rathore et

al., 2017). Tuttavia, utilizzare questi dati per prevedere l'evoluzione del funzionamento cognitivo durante l'invecchiamento rappresenta una sfida ancora più complessa.

I test di valutazione di attività quotidiane “ADL” e strumentali “IADL” hanno costi inferiori rispetto all’*imaging* cerebrale e sono esempi di valutazioni cliniche che possono indicare la presenza di deficit cognitivo (Di Nuovo et al, 2020).

La società potrebbe esperire un cambiamento in termine di trattamento delle patologie legate all’invecchiamento cognitivo, promuovendo un approccio attivo volto a mantenere e promuovere la salute cognitiva.

In particolare, è importante ricordare che si sta sviluppando un crescente interesse per l’implementazione di interventi cognitivi su anziani a rischio di demenza. In quest’ottica, l’intervento si divide in una fase iniziale di *training*, seguita da un percorso di riabilitazione e stimolazione che tenga conto della soggettività dell’individuo.

#### 1.4 Il *problem solving*

Il *problem solving* è la capacità di affrontare e risolvere compiti e situazioni complesse. L’abilità relativa alla risoluzione dei problemi è una componente cruciale della vita quotidiana dell’anziano, ed il suo funzionamento contribuisce al benessere complessivo esperito (Sanders et al., 2014). L’invecchiamento influenza questa abilità poiché diminuiscono la velocità di elaborazione delle informazioni e la memoria. D'altro lato, l’anziano potrebbe sviluppare e acquisire nuove strategie di *problem solving* per fronteggiare questa maggiore vulnerabilità. Pertanto, risulta essenziale l’esplorazione degli strumenti e degli approcci che possano favorire il mantenimento e l’ottimizzazione delle abilità di risoluzione dei problemi negli anziani.

Le risorse per potenziare questa abilità includono programmi di *training* cognitivo, attività stimolanti per il cervello, esercizi di risoluzione di problemi quotidiani e l’uso di tecnologie adatte alle esigenze della terza età. Tali strumenti mirano a potenziare la flessibilità mentale, la capacità di analisi critica e la creatività, fornendo opportunità per mantenere un cervello attivo e reattivo.

L’abilità di fissare obiettivi e prendere decisioni riguardo alla pensione, alla gestione della propria abitazione, alla ripartizione delle risorse, alle assicurazioni sanitarie e alle procedure mediche ha un impatto significativo sul benessere dell’anziano e, più in generale, sulla società (Nguyen et al., 2018).

Talvolta, gli anziani cognitivamente sani, e pertanto non affetti da malattie neurodegenerative o da lieve *deficit* cognitivo, dimostrano di prendere decisioni inadeguate. Effettivamente, le

difficoltà nella presa di decisione possono rendere vulnerabili gli anziani ai tentativi di truffa e di estorsione di denaro.

Inoltre, potrebbero essere prese decisioni finanziarie errate, o si potrebbero verificare abusi di fiducia ai danni dell'anziano. È importante notare che, tra gli anziani, le fragilità che compromettono la capacità decisionale sono strettamente legate ai cambiamenti neurologici. Infatti, i *deficit* dei processi decisionali possono originarsi dalle fragilità nel funzionamento cognitivo. I cambiamenti neurologici che compromettono la capacità decisionale tra gli anziani sono strettamente correlati a specifiche alterazioni cerebrali, in particolare nelle regioni prefrontali e temporali del cervello. La corteccia prefrontale dorsolaterale è una delle aree più coinvolte, essenziale per le funzioni esecutive, il *problem solving* e la pianificazione (Herold et al., 2019). Con l'invecchiamento, queste regioni subiscono atrofie e una riduzione dell'attività sinaptica, che si riflettono in un declino delle abilità cognitive necessarie per prendere decisioni complesse e risolvere problemi. Questi deficit sono collegati non solo a un deterioramento generale delle funzioni cognitive, ma anche a specifiche condizioni neurologiche come il declino della corteccia prefrontale dorsolaterale e la disfunzione nelle aree temporali, che giocano un ruolo cruciale nella memoria e nell'elaborazione delle informazioni.

Lo studio clinico randomizzato svolto da Nguyen e collaboratori (2018) ha esaminato l'efficacia di un protocollo di *problem-solving* nelle capacità decisionali di anziani cognitivamente sani. Il protocollo utilizzato è specificamente progettato per essere impiegato nell'ambito delle cure primarie. Esse costituiscono il primo livello di assistenza sanitaria a cui i pazienti, come gli anziani, si sottopongono per la prevenzione, diagnosi e trattamento di condizioni di salute. Tale ambiente si configura come punto di accesso iniziale alla sanità, al quale gli anziani danno fiducia e considerano un luogo sicuro.

I partecipanti erano anziani di almeno sessantacinque anni, selezionati per la loro integrità cognitiva ed emotiva. Essi sono stati divisi in due gruppi: il gruppo di intervento veniva sottoposto a un intervento psicoeducativo basato sul *problem-solving* e l'altro assegnato a un gruppo di controllo senza alcun trattamento.

Il protocollo psicoeducativo utilizzato, noto come *Problem Solving Treatment for Primary Care*, si è articolato in quattro sessioni da quarantacinque minuti ciascuna. Durante le sessioni, i partecipanti sono stati guidati attraverso un processo strutturato volto a identificare, analizzare e risolvere problemi concreti della loro vita quotidiana.

Questo approccio metodico è stato progettato non solo per risolvere problemi specifici, ma anche per fornire ai partecipanti strumenti cognitivi utili a generalizzare quanto appreso durante l'allenamento.

La rilevanza dello studio risiede nel fatto che il *Problem Solving Treatment for Primary Care* si è dimostrato efficace nel migliorare alcune capacità esecutive degli anziani, in particolare quelle coinvolte nel *problem-solving* e nella presa di decisioni complesse. Infatti, i partecipanti che hanno ricevuto il trattamento hanno mostrato miglioramenti significativi nel *Iowa Gambling Task*, un test che simula situazioni di *decision-making* in condizioni di incertezza, rispetto al gruppo di controllo. In generale, ciò suggerisce che il *training* psicoeducativo ha potenziato la loro capacità di fare scelte più vantaggiose, il che è cruciale per il benessere nella vita quotidiana degli anziani.

Inoltre, i risultati di questo studio sono particolarmente importanti perché evidenziano come un intervento relativamente breve possa avere un impatto significativo sulle funzioni esecutive negli anziani, supportando l'idea che strategie di potenziamento cognitivo mirate possano essere uno strumento efficace nella prevenzione del declino cognitivo legato all'età.

### 1.5 Depressione maggiore dell'anziano e *problem solving*

La Depressione Maggiore ed i sintomi depressivi sono comuni tra gli anziani e colpiscono fino al 4% delle persone di età superiore ai sessantacinque anni. La depressione maggiore è correlata ad un maggiore rischio di mortalità. Infatti, l'anziano che vive con intensi e prolungati sintomi depressivi è maggiormente portato al declino cognitivo nonché a un generale deterioramento funzionale (Manning et al., 2023). Il disturbo depressivo maggiore è spesso persistente negli anziani e non è facilmente arginabile con la sola terapia farmacologica. Anche se i disturbi dell'umore sono adeguatamente curati, possono permanere diverse lacune nella memoria e nelle capacità decisionali. Ad esempio, è stato rilevato che un terzo dei pazienti in fase di remissione depressiva manifestava ancora *deficit* di apprendimento e di memoria differita dopo un anno di distanza dal trattamento. In aggiunta a ciò, i *deficit* a carico della capacità di adattamento mentale e della memoria possono indicare un possibile sviluppo futuro di demenza, suggerendo che tali limitazioni potrebbero essere precursori di un deterioramento cognitivo. Nello studio longitudinale di Manning e colleghi (2023), lo scopo era quello di analizzare come le prestazioni cognitive si modificavano nel tempo tra persone anziane con e senza depressione maggiore. In particolare, i partecipanti reclutati erano di età superiore ai cinquantanove anni e non presentavano segni di demenza. Essi sono stati coinvolti nella ricerca mediante varie fonti

come cliniche, registri e centri, e successivamente valutati per la depressione utilizzando la scala denominata *Center for Epidemiologic Studies Depression Scale*. In particolare, si tratta di uno strumento di autovalutazione della depressione per la ricerca nella popolazione generale. Successivamente, con cadenza annuale si svolgevano valutazioni neuropsicologiche standardizzate e venivano impiegati strumenti per misurare la velocità di elaborazione, le funzioni esecutive e la memoria. Inoltre, veniva somministrata la batteria neuropsicologica *Consortium to Establish a Registry for Alzheimer's Disease*, originariamente sviluppata per individuare le prime alterazioni cognitive associate alla malattia di *Alzheimer*. Complessivamente, lo studio svolto da Manning e collaboratori (2023), ha rilevato che una maggioranza di anziani affetti da depressione maggiore ha subito un significativo deterioramento cognitivo in diversi domini nel corso di due anni, rispetto ai coetanei non affetti da depressione. In particolare, la maggior parte del declino cognitivo si è verificato nella capacità di flessibilità mentale e di elaborazione rapida. Inoltre, il 10% dei pazienti con depressione a lungo termine ha mostrato un peggioramento della funzione cognitiva globale nel corso di due anni. In generale, questo studio ha offerto assistenza ai clinici nella previsione e nella valutazione della traiettoria cognitiva dei pazienti, nel tentativo di costruire interventi mirati al trattamento della loro condizione specifica (Manning et al., 2023). In aggiunta, i dati suggeriscono che l'alterazione cognitiva è comune tra i pazienti con *Late-Life Depression*.

Lo studio di Chen e colleghi (2021), è uno studio quantitativo che utilizza un approccio trasversale per esplorare le associazioni tra età e fragilità, considerando il ruolo di mediazione di altre variabili come le funzioni cognitive e le attività della vita quotidiana. Il lavoro ha considerato l'impatto della teoria dell'incarnazione degli stereotipi negli anziani. Quest'ultima suggerisce come l'esposizione prolungata a idee negative sull'invecchiamento possa effettivamente peggiorare la salute mentale e fisica degli anziani (Chen et al., 2021). Per di più, ciò può portare a una diminuzione della funzione cognitiva e del supporto sociale, aumentando il rischio di depressione e fragilità. Lo studio ha esaminato come la fragilità negli anziani sia influenzata dalla funzione cognitiva, dalle attività quotidiane e dalla depressione. Infatti, si è potuto evincere che la depressione non ha un effetto diretto significativo sulla fragilità cognitiva, ma influisce indirettamente tramite il suo impatto sulle attività quotidiane. Diversi studi randomizzati riportano che la *Problem Solving Therapy* è una psicoterapia incoraggiante per trattare la depressione negli anziani (Gelliset al., 2014). Infatti, la terapia di *problem solving* è un approccio di tipo sistematico che, attraverso la logica e la capacità di gestire lo stress, può contribuire a ridurre l'impatto negativo dei problemi nel quotidiano. Questa terapia è una

promettente opzione per trattare il disturbo depressivo maggiore negli anziani. Infatti, permette sia ad anziani sani che ad anziani con compromissione cognitiva, di affrontare direttamente sfide e compiti cognitivi del quotidiano.

#### 1.6 *Problem solving therapy*: un approccio psicoterapico

La *Problem solving therapy* è stata sviluppata negli anni '70 come uno dei primi trattamenti per la depressione ed è stata testata per la prima volta dieci anni dopo.

Dunque, la *problem solving therapy* è un approccio psicoterapico mirato ad aiutare le persone ad affrontare e superare i problemi quotidiani che contribuiscono alla loro depressione (Cuijpers et al., 2018). Tale terapia si concentra su cinque fasi principali: l'identificazione dei problemi, la generazione e valutazione delle possibili soluzioni, implementazione e monitoraggio.

Durante la prima fase di identificazione dei problemi, i pazienti lavorano con il terapeuta per chiarire e riconoscere i problemi che stanno causando disagio o depressione. Ad esempio, si possono definire le difficoltà personali, familiari o professionali. I terapeuti aiutano i pazienti a tenere un diario dei problemi per esaminare e comprendere meglio le sfide che affrontano. Successivamente, nella generazione di soluzioni, il terapeuta incoraggia il paziente a pensare a diverse possibili risoluzioni. Alla base di ciò, vi è il preciso intento di espandere le opzioni disponibili e stimolare il pensiero creativo per trovare strategie che potrebbero risolvere i problemi in modo efficace.

In prosieguo, nella fase di valutazione delle soluzioni, il paziente esamina le opzioni proposte, analizzando i pro e i contro di ciascuna soluzione. In questo processo, vengono valutate anche le risorse necessarie e i potenziali ostacoli. Dopo aver selezionato una soluzione, si passa all'implementazione. In questa fase, il terapeuta assiste il paziente nel pianificare e mettere in pratica la soluzione scelta. Infine, nella fase di monitoraggio e valutazione, i progressi vengono esaminati ed il paziente è chiamato a riflettere sui risultati ottenuti e sul successo della soluzione implementata, apportando eventuali modifiche necessarie.

La *problem solving therapy* si distingue per il suo *focus* pratico e orientato alla risoluzione dei problemi, senza necessariamente includere la ristrutturazione cognitiva, che è invece un elemento centrale di altre terapie come la terapia cognitivo-comportamentale. Sebbene vi siano alcune limitazioni, come un numero limitato di studi di alta qualità e possibili *bias*, la *problem solving therapy* è una terapia efficace per la depressione. In aggiunta, essa è efficace

nella riduzione dei sintomi depressivi nei pazienti anziani con depressione maggiore e disfunzioni esecutive (Areán et al., 2010). Dunque, questo approccio psicoterapico potrebbe rappresentare un'alternativa per quei pazienti anziani che sono farmacoresistenti. Lo studio svolto da Areán e collaboratori (2010), è un trial clinico randomizzato che confronta l'efficacia della terapia di *problem-solving* con quella della terapia di supporto in adulti anziani affetti da depressione maggiore e disfunzione esecutiva. I partecipanti, adulti di sessant'anni o più con depressione maggiore e disfunzione esecutiva, sono stati assegnati in modo casuale a ricevere dodici sessioni settimanali di terapia di *problem solving* o di terapia di supporto. Tra la nona e la dodicesima settimana il gruppo sottoposto alla prima ha mostrato una riduzione maggiore dei sintomi rispetto al gruppo di terapia di supporto. Infine, alla dodicesima settimana, più della metà dei pazienti trattati con *problem solving therapy* ha mostrato una risposta al trattamento, e oltre il 45% di essi ha raggiunto la remissione dei sintomi. Sebbene durante lo studio vi siano state una serie di limitazioni, quali la mancanza di un gruppo di controllo senza disfunzione esecutiva, e la limitata generalizzabilità dei risultati a causa del campione altamente istruito, la terapia di *problem solving* si configura come una psicoterapia promettente nel trattamento della depressione maggiore negli anziani.

## Secondo capitolo: Prospettiva neuropsicologica del declino cognitivo

### 2.1 Connessioni cerebrali nell'invecchiamento

L'invecchiamento determina una serie di cambiamenti strutturali e funzionali nel cervello (Turrini et al., 2023). In particolare, in relazione alla longevità e al mantenimento di una salute cognitiva ottimale i fattori genetici sono oggetto di studio. Infatti, circa il 25% delle differenze nella durata della vita può essere attribuito a variazioni genetiche. Ad esempio, il genotipo "APOE e4" risulta correlato ad un più rapido declino cognitivo negli anziani, anche in assenza di patologie. Il dna è coinvolto nell'invecchiamento e subisce danni nel corso del tempo, che possono portare a mutazioni genetiche ed a un conseguente accorciamento dei telomeri. In particolare, i danni al dna sono correlati al processo di invecchiamento e possono contribuire allo sviluppo di patologie. Il processo di deterioramento del codice genetico può in effetti avere origine da fattori endogeni ed esogeni. In particolare, gli agenti endogeni includono reazioni metaboliche normali all'interno delle cellule che possono danneggiare il dna. Ad esempio, la produzione di radicali liberi durante il metabolismo dell'ossigeno può danneggiare il materiale genetico. Il metabolismo dell'ossigeno è il processo fondamentale attraverso il quale le cellule utilizzano l'ossigeno per generare energia necessaria per svolgere le loro funzioni. I radicali liberi sono molecole altamente reattive che possono creare un danno al dna e ad altre componenti cellulari. L'organismo possiede meccanismi di difesa per neutralizzare i radicali liberi, ma in alcuni casi i danni possono accumularsi, contribuendo alla progressiva perdita delle funzioni cellulari e all'insorgenza di malattie legate all'età. Gli agenti esogeni in grado di danneggiare il dna, d'altra parte, includono i fattori ambientali come l'esposizione a radiazioni ultraviolette, le sostanze chimiche dannose o le tossine presenti nell'ambiente. Dunque, quando il dna subisce danni, il sistema di riparazione all'interno delle cellule cerca di correggere tali errori. Tuttavia, con l'invecchiamento, questo sistema di ricostituzione può diventare meno efficiente, portando a un accumulo di danni genomici e contribuendo al processo di invecchiamento cellulare. Le modificazioni cerebrali legate all'età comprendono alterazioni a livello intercellulare. In particolare, tra queste modificazioni, vi è la formazione di grovigli neurofibrillari e di placche amiloidi che possono portare allo sviluppo di demenza. I grovigli neurofibrillari si originano all'interno delle cellule nervose e sono costituiti principalmente da proteina *tau*. Precisamente, la proteina *tau*, è presente principalmente nei neuroni ed aiuta a stabilizzare i microtubuli che sono necessari per il trasporto intracellulare. Tuttavia, in condizioni anomale, la proteina può formare aggregati dannosi, correlati all'insorgenza di

malattie neurodegenerative come la demenza. Questi aggregati danneggiano i neuroni e contribuiscono alla progressione delle malattie. D'altro lato, le placche amiloidi si accumulano tra le cellule nervose e sono composte da frammenti proteici. Le placche amiloidi sono aggregati anormali di proteine che si accumulano tra le cellule nervose del cervello. Questi aggregati sono costituiti principalmente da frammenti della proteina beta-amiloide. Nell'ambito delle malattie neurodegenerative, come la malattia di *Alzheimer*, le placche amiloidi si formano a causa di un'anomala produzione o eliminazione di beta-amiloide. Tali accumuli proteici interferiscono con il normale funzionamento cellulare, causando l'ipoattivazione e l'atrofia localizzata di alcune regioni del cervello come la corteccia temporale mediale e la corteccia parietale. L'atrofia si riferisce alla progressiva riduzione delle dimensioni o alla perdita di massa di un tessuto o di un organo. Nel contesto cerebrale, l'atrofia indica una diminuzione delle dimensioni di specifiche regioni cerebrali. L'accumulo di placche amiloidi tra le cellule nervose non permette il corretto funzionamento cellulare e può causare l'atrofia localizzata di queste regioni cerebrali. Questo processo di atrofia può risultare in una compromissione delle funzioni cognitive e, in alcuni casi, nella manifestazione di sintomi associati alle malattie neurodegenerative. In generale, la compromissione della comunicazione tra le cellule è un altro segno distintivo dell'invecchiamento. Specificamente, si verificano squilibri nei neurotrasmettitori che hanno effetti importanti sulla funzione cognitiva (Lee et al., 2022). I neurotrasmettitori sono sostanze chimiche responsabili della trasmissione dei segnali tra i neuroni. Con l'avanzare dell'età, si possono verificare alterazioni nella produzione, nel rilascio e nella ricaptazione dei neurotrasmettitori, influenzando così la trasmissione del segnale neuronale. Ad esempio, la diminuzione dei livelli di neurotrasmettitori chiave come l'acetilcolina, la dopamina e la serotonina può compromettere la comunicazione tra i neuroni, influenzando negativamente funzioni cognitive come l'attenzione e la memoria. Inoltre, possono verificarsi cambiamenti nella sensibilità dei recettori dei neurotrasmettitori, che possono influenzare ulteriormente la trasmissione del segnale. In linea generale, l'invecchiamento è correlato al deterioramento neuronale e ad un generale declino delle funzioni cerebrali (Turrini et al., 2023).

I dati di *imaging* cerebrale e risonanza magnetica a riposo hanno permesso una profonda esplorazione delle connessioni cerebrali durante l'invecchiamento. Le reti cerebrali rappresentano una rete complessa di connessioni neuronali che coordinano l'attività cerebrale in diverse regioni. Recentemente, studi condotti da Sun et al. (2024) hanno evidenziato una correlazione tra il processo di neurodegenerazione e l'invecchiamento, che porta a un

disgregamento di queste reti. Nello specifico, l'analisi della connettività funzionale ha rivelato interruzioni significative nella connessione intrinseca del cervello correlate all'età. In particolare, si osservano alterazioni notevoli nella comunicazione e nella coordinazione tra diverse regioni del cervello che avvengono spontaneamente, senza un compito specifico da svolgere. Queste interruzioni possono manifestarsi come una diminuzione o una perdita di efficacia nelle connessioni neurali, che possono influenzare negativamente il funzionamento cerebrale complessivo. In altre parole, si tratta di una perturbazione nella rete di comunicazione naturale del cervello che può essere associata a processi di invecchiamento o a condizioni neurodegenerative. Dunque, nell'invecchiamento sano è possibile osservare una certa disconnessione delle reti cerebrali, sebbene in misura minore rispetto a condizioni neurodegenerative come la malattia di *Alzheimer*. Inoltre, vi è la tendenza ad una diminuzione della connettività funzionale tra diverse regioni cerebrali (Ferreira e Busatto, 2013). Tale disconnessione può essere associata a cambiamenti strutturali e funzionali nel cervello durante il processo di invecchiamento normale.

Alcune aree cerebrali, come il *Default Mode Network* posteriore, sono maggiormente vulnerabili all'invecchiamento, a causa del loro alto dispendio di energia (Sun et al., 2024). In particolare, questa rete cerebrale comprende la corteccia prefrontale mediale, la corteccia cingolata posteriore ed anteriore ed il precuneo (Hafkemeijer et al., 2012). Il *default mode network* è particolarmente attivo durante gli stati di riposo, e si disattiva durante lo svolgimento di compiti. In particolare, durante lo stato di riposo, il cervello si organizza in reti di attivazione spontanea coerente. Ciò si traduce in diverse regioni cerebrali che mostrano una sincronizzazione nell'attivazione e nella disattivazione, formando strutture di attività neuronale che persistono anche in assenza di stimoli esterni o di compiti specifici. Queste reti di attivazione spontanea, osservate mediante tecniche di imaging cerebrale come la risonanza magnetica funzionale, forniscono preziose informazioni sull'organizzazione funzionale del cervello in condizioni di riposo. Inoltre, il *default mode network* è particolarmente rilevante per l'invecchiamento anche perché le sue strutture cerebrali sono vulnerabili all'atrofia e alla deposizione della proteina amiloide e in generale mostrano un ridotto metabolismo del glucosio. Le recenti indagini scientifiche, riportano come le variazioni a livello metabolico di questa rete sono correlate a deficit della sfera cognitiva, in particolare nel dominio della memoria e nelle funzioni esecutive. La variazione a livello metabolico si riferisce alla differenza nei processi metabolici che avvengono all'interno delle diverse reti cerebrali. Tali differenze possono includere cambiamenti nei livelli di consumo di glucosio, produzione di

neurotrasmettitori, attivazione di vie metaboliche specifiche e altre reazioni biochimiche necessarie per supportare le funzioni cerebrali. All'interno della regione posteriore del *default mode network*, i fenomeni di metabolismo cerebrale e connettività funzionale sono in stretta correlazione tra di loro. Inoltre, si osserva che le variazioni metaboliche cerebrali in questa rete precedono le modifiche nella connettività funzionale. Ciò suggerisce che le variazioni metaboliche potrebbero essere un fattore predittivo o un precursore delle modifiche nella funzionalità di questa rete, e potrebbero essere importanti per comprendere il processo di invecchiamento cerebrale e lo sviluppo di eventuali patologie neurodegenerative.

## 2.2 *Pattern* di compensazione cerebrale nell'invecchiamento sano e patologico

Gli anziani con un elevato livello di riserva cognitiva tendono a preservare meglio le funzioni esecutive e altre capacità cognitive durante l'invecchiamento (Cespòn et al., 2023). La riserva cognitiva è un concetto teorico che indica la capacità mentale di un individuo di resistere e recuperare le proprie funzioni cognitive dopo un danno cerebrale, come un ictus (Gehres et al., 2016). Questo aspetto suscita grande interesse nella comunità scientifica, poiché si è compreso che la riserva cognitiva si sviluppa attraverso le esperienze accumulate nel corso della vita. Nello specifico, individui con un'istruzione più elevata e accesso ad ambienti cognitivamente stimolanti tendono a sviluppare maggiori risorse cognitive rispetto a coloro che vivono in condizioni svantaggiate. Questa capacità di risposta differenziata agli eventi sfavorevoli sta influenzando l'approccio alla prevenzione e alla cura delle malattie neurodegenerative. Uno studio condotto su anziani ha esaminato l'attività cerebrale analizzando i potenziali evocati, al fine di comprendere meglio la relazione tra la riserva cognitiva e l'invecchiamento (Cespòn et al., 2023). Gli *event-related potentials* sono una tecnica utilizzata per studiare l'attività elettrica del cervello in risposta a stimoli sensoriali o cognitivi. In particolare, rappresentano variazioni nel campo elettrico cerebrale registrate sulla superficie del cuoio capelluto in risposta a una stimolazione sensoriale. Perché un potenziale evocato sia correttamente rilevato si utilizzano elettrodi ed un sistema di elettroencefalografia. Inoltre, gli *event-related potentials* sono finalizzati alla registrazione delle risposte cerebrali durante il processo di elaborazione di uno stimolo sensoriale. Complessivamente, i dati ottenuti forniscono informazioni dettagliate sulle risposte cerebrali a vari stimoli, permettendo di comprendere meglio i processi cognitivi sottostanti e i cambiamenti nell'attività cerebrale legati all'invecchiamento. Ad esempio, gli studi *event-related potentials* sull'invecchiamento possono rivelare modifiche nella velocità di elaborazione delle informazioni, ad esempio nella memoria di lavoro e nell'attenzione selettiva.

Queste informazioni sono preziose per identificare eventuali differenze nelle risposte cerebrali tra individui più giovani e anziani e per sviluppare interventi mirati a migliorare la salute cerebrale negli anziani e prevenire i declini cognitivi. Tuttavia, gli studi che hanno utilizzato i potenziali evocati per indagare le differenze nel livello di riserva cognitiva negli anziani hanno portato risultati contrastanti (Gu et al., 2018). In effetti, ciò è dovuto dall'utilizzo di metodologie diverse e dalla varietà di parametri analizzati come l'ampiezza, la latenza e la distribuzione spaziale delle risposte neurali. Generalmente, la ricerca ha esaminato l'elaborazione neurale durante compiti esecutivi focalizzandosi unicamente sulla componente P300. La componente P300 è una risposta fisiologica del cervello che ritarda e si attenua in presenza di uno stimolo incongruente rispetto allo stimolo bersaglio. In particolare, essa si manifesta come un picco di attività registrato tramite elettroencefalografia circa trecento millisecondi dopo lo stimolo bersaglio durante un compito cognitivo. Ciò suggerisce che il cervello richiede più tempo e risorse per elaborare informazioni che non sono congruenti con le aspettative precedenti durante un compito cognitivo. D'altro lato, la componente N200 frontale è legata all'inibizione e al monitoraggio dei conflitti, e il suo valore aumenta nelle prove incongruenti. Le differenze relative a questa componente di *event-related potentials* sono però sfumate durante l'invecchiamento. In uno studio osservazionale con approccio sperimentale svolto da Cespón e collaboratori (2023), sono stati utilizzati compiti cognitivi e misure neurofisiologiche per indagare come la riserva cognitiva influisca sui cambiamenti neurali dell'invecchiamento. In particolare, sono stati reclutati settantaquattro anziani che hanno eseguito il test di *Simon* ed il test di *Stroop*. In questo studio sono stati analizzati oltre alle componenti N200 e P300, anche la componente N2cc, coinvolta nella preparazione e nell'organizzazione dei movimenti motori. In particolare, la componente centrale della negatività controlaterale, N2cc, si presenta quando un individuo sta per compiere un'azione che richiede l'inibizione o il controllo motorio. L'analisi dei potenziali evocati ha rilevato latenze più precoci e ampiezze maggiori nel gruppo con alta riserva cognitiva rispetto al gruppo con bassa riserva cognitiva. Ciò suggerisce che le persone con una riserva cognitiva più alta hanno una maggiore efficienza nell'elaborare gli stimoli sensoriali e nell'attivare le risposte cerebrali. In generale, questo risultato potrebbe riflettere una maggiore resilienza cognitiva nell'invecchiamento o in situazioni di *stress* cerebrale. Inoltre, i risultati di questo studio riportano un incremento di precisione delle risposte nel gruppo con alta riserva cognitiva, e controllo maggiore nelle situazioni incongruenti. Complessivamente, ciò suggerisce una correlazione concreta tra riserva cognitiva e periodi di elaborazione dei potenziali evocati cerebrali. Il prezioso contributo di questa ricerca suggerisce che una riserva cognitiva elevata

potrebbe mitigare i cambiamenti nell'attività cerebrale associati all'invecchiamento anziché attivare meccanismi neurali compensatori. In aggiunta a ciò, pare che un'elevata riserva cognitiva sia correlata al mantenimento di modelli di attività cerebrale simili a quelli riscontrati nei giovani adulti. In linea generale, ciò significa che gli anziani con alta riserva cognitiva possono conservare una funzione cerebrale più simile a quella dei giovani adulti, il che potrebbe spiegare la loro migliore funzione esecutiva rispetto ai loro coetanei con una riserva cognitiva inferiore. In sintesi, una riserva cognitiva elevata sembra preservare la salute cerebrale durante il processo di invecchiamento.

L'invecchiamento cerebrale è un processo complesso caratterizzato da una varietà di cambiamenti nel funzionamento del cervello. Tali modificazioni non seguono un percorso uniforme e possono manifestarsi in modi diversi da individuo a individuo. Inoltre, invecchiare non si traduce unicamente nel declino delle funzioni cognitive. Nello specifico, l'invecchiamento cerebrale può comportare miglioramenti in alcune aree cognitive e declino in altre. Nello specifico, durante l'invecchiamento fisiologico, si osservano miglioramenti in aree come il pensiero astratto e la conoscenza cristallizzata. La conoscenza cristallizzata, che include la capacità di utilizzare l'esperienza passata e l'accumulo di informazioni, tende ad aumentare o rimanere stabile. Inoltre, gli anziani spesso dimostrano una maggiore regolazione e gestione delle emozioni, associata in particolare all'amigdala, e delle connessioni con la corteccia prefrontale. D'altro lato, il declino è più evidente nelle funzioni cognitive che dipendono dalla velocità di elaborazione, della memoria episodica e dalle funzioni esecutive. Queste aree sono più vulnerabili al deterioramento con l'età. La velocità di elaborazione delle informazioni e la memoria di lavoro, che sono cruciali per attività quotidiane e decisioni rapide, tendono a diminuire significativamente.

Dunque, questa dicotomia funzionale sottolinea la complessità dell'invecchiamento cerebrale. Inoltre, l'invecchiamento cerebrale non è un processo univoco, poiché è influenzato da una serie di fattori come esperienze di vita, stile di vita, fattori genetici e ambientali. Peraltro, questa osservazione ha messo in discussione l'associazione dell'invecchiamento a un decremento dell'integrità strutturale e funzionale del cervello. In questo contesto, la ricerca che esplora la ricostituzione cerebrale in pazienti con *Alzheimer* ha introdotto il concetto di plasticità cerebrale. In particolare, questo concetto è ora riconosciuto come un attributo osservabile sia nell'invecchiamento sano che patologico. Nell'ambito dell'invecchiamento cerebrale, l'esplorazione dei meccanismi di compensazione e della plasticità cerebrale è cruciale. Sebbene

gli anziani sani non presentino segni evidenti di malattie neurodegenerative, possono ugualmente sperimentare cambiamenti cognitivi legati all'invecchiamento fisiologico. Infatti, la plasticità cerebrale negli anziani sani può manifestarsi attraverso adattamenti strutturali e funzionali nel cervello che consentono loro di mantenere le funzioni cognitive il più a lungo possibile. Tali adattamenti possono includere la compensazione attraverso l'attivazione di aree cerebrali alternative, la redistribuzione delle risorse cognitive e la rimodellazione dei *network* neurali. L'esplorazione dei meccanismi di compensazione nei *network* cerebrali degli anziani sani, sia durante lo stato di riposo che durante l'esecuzione di compiti specifici, può fornire preziose informazioni su come il cervello affronta l'invecchiamento e preserva le funzioni cognitive. La comprensione di questi meccanismi potrebbe anche aiutare a identificare strategie e interventi che favoriscono la salute cerebrale e il benessere cognitivo negli anziani, contribuendo a promuovere un invecchiamento sano e attivo.

I *resting-state network* sono sistemi di reti cerebrali che mostrano livelli significativi di attività sincronizzata quando il cervello non è impegnato in compiti cognitivi specifici. In particolare, questo metodo utilizza il segnale *blood-oxygen-level dependent*, misurato tramite risonanza magnetica funzionale per identificare diverse reti cerebrali attive in stato di riposo, tra cui la rete di *default*. In particolare, mentre i *task* specifici possono attivare determinate aree del cervello per compiere funzioni cognitive, i *network* in stato di riposo rivelano come il cervello si adatta e mantiene queste funzioni attraverso una riorganizzazione continua e dinamica delle reti di connettività. Inoltre, il meccanismo compensatorio del cervello è rimarcato dall'aumento della connettività e attività neuronale in risposta al declino cognitivo. In più, in un'analisi approfondita relativa alla connettività cerebrale si è potuta confermare la sua importanza nel supporto alla memoria, alle funzioni esecutive e alla flessibilità cognitiva. Infatti, le variazioni nella connettività dei *resting-state networks*, e in particolare nella rete di *default*, siano legate al mantenimento della funzione cognitiva durante l'invecchiamento. Gli anziani con una connettività più forte all'interno della *default mode network* tendono a mantenere migliori capacità mnemoniche e decisionali. Questo suggerisce che la connettività funzionale possa agire come un meccanismo protettivo contro il declino cognitivo.

In particolare, un *pattern* di compensazione cerebrale durante l'invecchiamento è noto come "*Hemispheric Asymmetry Reduction in Older Adults*". In particolare, negli anziani si verifica una riduzione dell'asimmetria emisferica dei lobi prefrontali e dei lobi parietali rispetto a soggetti più giovani. Il "*Posterior-Anterior Shift with Aging*" è un altro paradigma che riporta

un aumento dell'attività nella corteccia prefrontale ed una diminuzione dell'attività nel lobo occipitale negli anziani. Invece, un contributo all'ipotesi del lobo frontale suggerisce che i deficit cognitivi legati all'invecchiamento siano principalmente causati dal deterioramento strutturale e funzionale dei lobi frontali.

Uno studio trasversale condotto da Behfar e colleghi (2023), ha indagato i meccanismi di compensazione in stato di riposo nell'invecchiamento sano adottando la teoria dei grafi. In particolare, questa teoria è stata utilizzata per analizzare la connessione tra diverse aree del cervello in individui anziani sani e in quelli con lieve compromissione cognitiva che presentano biomarcatori della malattia di *Alzheimer*. La teoria dei grafi è un utile strumento per comprendere la complessità delle reti neurali e per identificare i cambiamenti funzionali nel cervello che accompagnano l'invecchiamento e le fasi precoci dell'*Alzheimer*. Durante l'indagine scientifica, è stata formulata l'ipotesi secondo cui alcune regioni cerebrali dimostrano meccanismi di compensazione, che si identificano attraverso un incremento significativo della loro centralità di grado e una correlazione positiva con le prestazioni cognitive. In altre parole, si è ipotizzato che queste regioni mostrassero una maggiore connettività cerebrale associata a migliori abilità cognitive nei partecipanti. Gli autori sottolineano l'importanza di comprendere e rilevare tali meccanismi compensatori per sviluppare interventi preventivi mirati a mantenere le funzioni cognitive.

In dettaglio, i risultati dello studio hanno confermato un efficace meccanismo di compensazione cerebrale nel giro frontale destro in pazienti con lieve compromissione cognitiva. Inoltre, l'aumento della centralità nodale in stato di riposo nel giro frontale medio destro e nel giro precentrale destro nei pazienti con *mild cognitive impairment* potrebbe agire come meccanismo compensatorio. Tale meccanismo compensatorio faciliterebbe il reclutamento di risorse cognitive aggiuntive per raggiungere un livello normale di cognizione. Infatti, quando si osserva un aumento della centralità nodale, significa che certe regioni del cervello diventano più centrali nell'organizzazione e nella comunicazione dell'attività neurale rispetto ad altre regioni. Un altro rilevante risultato dello studio illustra come il cambiamento della connettività compensatoria nel lobo frontale e parietale potrebbero essere considerati come i corrispettivi in stato di riposo dei modelli *hemispheric asymmetry reduction in older adults* e *compensation-related utilisation of neural circuits hypothesis* di compensazione basata su compiti. In altre parole, in presenza di lieve compromissione cognitiva, queste regioni frontali diventano più centrali nelle reti neurali, indicando un maggiore coinvolgimento

nell'elaborazione cognitiva anche in assenza di compiti specifici. Questo suggerisce che il cervello sta cercando di compensare il declino funzionale rafforzando la comunicazione e la connettività in aree chiave. Di conseguenza, durante lo stato di riposo del cervello, si osserva un aumento della connettività in queste regioni, e ciò suggerisce che il cervello potrebbe attivare strategie di compensazione anche in situazioni di inattività mentale. Inoltre, viene sottolineata l'importanza di esplorare l'applicazione clinica dei meccanismi compensatori in stato di riposo, ad esempio tramite stimolazioni non invasive come la stimolazione magnetica transcranica. Si tratta di una tecnica che utilizza campi magnetici per stimolare specifiche aree del cervello e può modulare l'attività neuronale, potenzialmente migliorando la connettività nelle reti cerebrali alterate. Studi hanno dimostrato che la stimolazione magnetica transcranica può aumentare l'efficacia delle connessioni neuronali nelle aree target, favorendo così i meccanismi di compensazione cerebrale. Per esempio, la stimolazione magnetica transcranica applicata al giro frontale destro, che è coinvolto nelle funzioni esecutive e nella memoria di lavoro, ha mostrato di poter migliorare queste funzioni in pazienti con *mild cognitive impairment*. Questi effetti potrebbero essere spiegati dall'aumento della centralità nodale in questa regione, facilitato dalla stimolazione, che porta a una maggiore efficienza nella trasmissione di informazioni tra le diverse reti cerebrali.

A livello cerebrale, tra i cambiamenti strutturali più evidenti, si osserva una lieve riduzione della densità corticale, cioè una diminuzione del numero di neuroni nella corteccia cerebrale. Inoltre, durante l'invecchiamento si verifica una graduale degenerazione della sostanza bianca, che rappresenta i fasci di fibre nervose che permettono la comunicazione tra le varie regioni cerebrali. Questi cambiamenti possono influenzare la trasmissione delle informazioni nel cervello e contribuire al declino cognitivo osservato nella terza età.

Durante l'invecchiamento, si può verificare anche l'atrofia cerebrale, caratterizzata dalla perdita di tessuto cerebrale. Questa condizione può includere una diminuzione del numero di cellule neuronali, la perdita di connessioni sinaptiche e una riduzione della densità o del volume della materia grigia e della materia bianca cerebrale. Le cause dell'atrofia cerebrale includono il processo di invecchiamento fisiologico, malattie neurodegenerative come l'*Alzheimer*, l'ictus, lesioni e infezioni cerebrali, oltre a diverse condizioni mediche. L'atrofia cerebrale si manifesta con una serie di sintomi, che variano a seconda della gravità e della localizzazione del tessuto cerebrale interessato. Questi sintomi possono includere *deficit* cognitivi e motori, perdita di

memoria, difficoltà di linguaggio, alterazioni del comportamento e dell'umore, dipendendo dalle regioni cerebrali coinvolte.

Gli studi sulla connettività funzionale a riposo forniscono ulteriori evidenze su come l'architettura funzionale del cervello si modifichi con l'invecchiamento. La rete *default-mode* è particolarmente sensibile a questi cambiamenti e rappresenta un'area di grande interesse nella ricerca sull'invecchiamento sia sano che patologico. Questa rete cerebrale è coinvolta in processi interni e auto-riflessivi, e la sua attività durante il *mind-wandering* suggerisce un ruolo cruciale nei processi cognitivi spontanei.

Lo studio considerato ha esaminato un campione di sessantatré soggetti di età compresa tra quarantotto e ottantanove anni, tutti in assenza di patologie neurodegenerative e senza compromissione cognitiva (Behfar et al., 2023). Dunque, sono stati utilizzati due approcci per analizzare la connettività cerebrale: l'analisi delle fluttuazioni spontanee cerebrali e lo studio della connettività all'interno delle sette aree coinvolte nelle reti del *default mode network*. L'analisi delle fluttuazioni spontanee si concentra sulle variazioni temporali del segnale cerebrale senza uno stimolo specifico, permettendo di esaminare le correlazioni tra le attività neuronali in varie regioni cerebrali mentre il cervello è a riposo. D'altra parte, lo studio della connettività all'interno del *default mode network* permette di comprendere meglio i pattern di comunicazione neuronale e il loro ruolo nelle funzioni cognitive e nella salute mentale. Nell'ambito dell'esame neuropsicologico, diversi strumenti sono stati utilizzati per valutare il normale funzionamento cognitivo dei partecipanti e per stabilire i criteri di inclusione. Tra questi strumenti vi sono il *Mini-Mental-State-Examination*, il *Boston Naming Test* e il *Rey Auditory Verbal Learning Test*. Le immagini ottenute attraverso la risonanza magnetica funzionale ad alta risoluzione hanno permesso di identificare *cluster* significativi di attività cerebrale in regioni associate al *default mode network*, tra cui i giri angolari bilaterali, la corteccia prefrontale mediale, i giri temporali medi, il cingolo posteriore e l'ippocampo sinistro. I *cluster* indicano la presenza di connettività funzionale tra le regioni coinvolte in specifici processi cognitivi, sottolineando l'importanza di queste aree all'interno del *default mode network* e la loro sensibilità agli effetti dell'invecchiamento.

In definitiva, i risultati dello studio di Behfar e collaboratori (2023), evidenziano come alcune regioni cerebrali, quali il giro temporale medio e l'ippocampo, siano particolarmente influenzate dall'invecchiamento rispetto ad altre. Ciò dimostra che il cervello degli anziani si adatta in modo complesso, con alcune aree che diventano meno attive o meno interconnesse,

influenzando così la funzionalità cerebrale in modo differenziato. Comprendere come e perché alcune regioni diventano meno attive o meno connesse è cruciale per sviluppare strategie di intervento volte a preservare o migliorare le funzioni cognitive negli anziani. L'esplorazione dei cambiamenti nella connettività cerebrale potrebbe aprire nuove prospettive per lo sviluppo di terapie mirate al mantenimento della salute cerebrale durante il processo di invecchiamento.

Inoltre, nel corso dello studio, è stata esaminata l'efficacia della connettività cerebrale, concentrandosi su due tipi di connessioni: quelle dirette tra regioni cerebrali distinte e quelle interne a una stessa regione. Le connessioni dirette si riferiscono alle interazioni tra aree cerebrali situate in parti anatomiche diverse, mentre le connessioni interne riguardano le interazioni all'interno di una singola regione. È stata osservata una relazione significativa tra l'invecchiamento e i cambiamenti nella connettività tra alcune regioni del *default mode network*, come i giri angolari parietali inferiori e il cingolo posteriore, insieme all'ippocampo e al giro temporale medio destro. Questi cambiamenti indicano che l'invecchiamento può influenzare la comunicazione tra queste regioni, attivando o inibendo l'attività neuronale in modo differenziato. In definitiva, la coordinazione tra le diverse parti del cervello è essenziale per svolgere compiti mentali complessi e mantenere un buon funzionamento cognitivo. Il declino cognitivo negli anziani è correlato a cambiamenti nell'integrazione dinamica delle reti cerebrali, sia all'interno di una singola rete che tra reti diverse. Questo declino riflette una ridotta capacità del cervello di comunicare in modo efficiente tra diverse regioni, compromettendo così la capacità di pensare, ragionare e ricordare. La comprensione di questi cambiamenti potrebbe essere fondamentale per sviluppare interventi che possano migliorare la qualità della vita delle persone anziane.

### 2.3 Preservare la funzionalità cognitiva: Fattori di protezione contro il declino legato all'età

La ricerca sulla preservazione delle funzioni cognitive negli anziani assume un ruolo sempre più centrale nella comprensione e nel contrasto del declino cognitivo legato all'età. In particolare, la recente ricerca si concentra sui fattori che potrebbero proteggere il cervello dagli effetti dell'invecchiamento e sulle dinamiche neurali sottostanti al mantenimento delle capacità cognitive. Uno studio correlazionale condotto da Stöffel e colleghi nel 2024 ha fornito importanti approfondimenti su questo tema, rilevando un interessante cambiamento nelle connessioni cerebrali durante l'invecchiamento. Questo studio ha utilizzato dati raccolti in

un'indagine precedente condotta dal dipartimento di medicina dell'università di Barcellona. Il campione era composto da sessantatré partecipanti di età compresa tra i quarantotto ed ottantanove anni. Inoltre, i partecipanti venivano inclusi previa valutazione neuropsicologica, la quale doveva dimostrare l'assenza di declino cognitivo. Solo i soggetti che hanno mostrato prestazioni comportamentali normali in una serie di test neuropsicologici standardizzati sono stati inclusi nello studio. Per quanto riguarda la raccolta dei dati di risonanza magnetica, sono state ottenute immagini strutturali ad alta risoluzione. Durante queste scansioni, ai partecipanti è stato chiesto di sdraiarsi con gli occhi chiusi e di non addormentarsi, per garantire che i dati riflettessero accuratamente lo stato di riposo del cervello.

Lo studio ha evidenziato che con l'avanzare dell'età, si osserva un aumento delle connessioni nel cervello che inibiscono l'attività di altre regioni piuttosto che attivarle. Questo fenomeno suggerisce che le regioni cerebrali che inviano segnali diventano meno efficaci nel controllare l'attività delle regioni di destinazione. Un esempio significativo di questo processo è rappresentato dall'ippocampo, una regione cerebrale cruciale per la memoria, che pare disconnettersi gradualmente dalle altre parti della rete *default mode network* durante l'invecchiamento. In particolare, questo cambiamento potrebbe comportare conseguenze significative sulle funzioni cognitive, in particolare sulla memoria negli anziani. Un risultato promettente riportato dallo studio di Stöffel e collaboratori evidenzia come il livello di istruzione può influenzare in modo tangibile la connettività cerebrale. Infatti, gli individui con livello di istruzione più elevato mostrano una maggiore comunicazione a lunga distanza tra le aree del cervello coinvolte nella rete del *default-mode*. Questo suggerisce che l'istruzione potrebbe agire come un fattore di protezione contro il declino cognitivo legato all'età, mantenendo la connettività cerebrale e supportando le funzioni cognitive nel corso degli anni. Inoltre, la ricerca di Stöffel e colleghi mette ancor più in risalto la necessità di comprendere i cambiamenti nella fisiologia cerebrale durante l'invecchiamento per prevenire o affrontare il declino cognitivo. Nello specifico, analizzare la funzione degli hub all'interno del *default mode network* e l'interazione tra specifiche regioni cerebrali potrebbe fornire informazioni determinanti sulla dinamica cerebrale durante l'invecchiamento.

Senza dubbio, il decadimento cognitivo influisce significativamente sull'indipendenza degli anziani e sulla capacità di svolgere autonomamente le mansioni svolte durante il giorno. D'altra parte, per comprendere meglio i meccanismi neurali sottostanti al declino cognitivo potrebbe essere utile avvalersi di contesti naturalistici che più si avvicinano alle attività svolte nel

quotidiano dagli anziani. Tra le varie attività che si svolgono quotidianamente la visione di un film è un processo associato a differenti reti cerebrali, di cui il *default mode network*. Vi sono altre reti cerebrali coinvolte, fra cui il dorsal attention network, il *fronto-parietal network* ed il *salience network* che si attivano durante funzioni cognitive a riposo e durante lo svolgimento di compiti (Sun et al., 2024). Il *salience network* è una rete fondamentale per le abilità cognitive negli anziani, in quanto la disconnessione di questo distretto risulta associata a deficit a carico delle funzioni esecutive. Nel 2024 è stata svolta una ricerca comparativa tra giovani, adulti e anziani mediante risonanza magnetica funzionale da Sun e colleghi. Lo studio ha permesso di svolgere un'analisi approfondita delle modificazioni nei modelli di attivazione delle reti cerebrali e nelle dinamiche temporali dei pattern di co-attivazione durante la visione di film negli anziani. In particolare, gli autori hanno analizzato come le diverse regioni del cervello si attivano contemporaneamente o in correlazione tra loro durante l'esperienza di guardare un film. Nello studio, sono state esaminate le modificazioni nei *pattern* di attivazione cerebrale e nelle dinamiche temporali dei pattern di co-attivazione durante l'osservazione di film. Inizialmente, è stata osservata una ridotta fluidità cognitiva e un aumento del tempo di risposta negli anziani rispetto ai giovani e agli adulti di mezza età, indicando una differenza nelle prestazioni cognitive tra i diversi gruppi. Ciò significa che durante l'esperimento, gli anziani hanno mostrato una minore capacità di pensiero fluido e hanno impiegato più tempo per rispondere rispetto ai giovani e agli adulti di mezza età. Il pensiero fluido si riferisce alla capacità di pensare in modo flessibile, rapido ed efficace per risolvere problemi e affrontare situazioni nuove e complesse nel quotidiano. Al suo interno include abilità come la creatività, la logica, la capacità di problem solving e di adattamento a nuove informazioni. Le differenze nelle prestazioni cognitive indicano che vi sono variazioni nel funzionamento cognitivo tra i diversi gruppi di età.

Per comprendere meglio il funzionamento cerebrale durante la visione di film negli anziani, gli autori hanno analizzato i modelli di attivazione e disattivazione delle diverse aree cerebrali. Questa analisi ha portato all'identificazione di sei stati distinti di co-attivazione cerebrale, cioè una serie di attività neuronali che si verificano in sequenza o contemporaneamente. Più specificamente, ognuno di questi stati coinvolgeva varie reti del cervello come quelle per il controllo, l'attenzione e la percezione. In particolare, queste reti includevano il *network* di controllo esecutivo, il *salience network*, la rete di controllo attenzionale e la rete *default-mode*. Ciò che è emerso è che, durante la visione del film, alcune di queste reti erano attive mentre altre erano meno attive in modi opposti. Successivamente, è stata esaminata la relazione tra i

diversi stati di co-attivazione cerebrale. È emerso che vi erano tre coppie di stati di co-attivazione opposti, il che significava che questi stati avevano una relazione negativa tra loro. Inoltre, si è notato che la probabilità di passaggio da uno stato all'altro era bassa, ma quando avveniva, c'era una tendenza a passare a stati che mostravano una maggiore somiglianza nello schema di attivazione cerebrale. Questi risultati suggeriscono che esiste un'opposizione tra certi stati di attivazione cerebrale e che, quando avviene un cambiamento da uno stato all'altro, c'è una preferenza per passare a stati che mostrano una maggiore somiglianza nello schema di attivazione cerebrale. In generale, questo potrebbe indicare una certa organizzazione o regolarità nei cambiamenti di attività cerebrale tra stati diversi di attivazione cerebrale e che ci sono dei modelli o schemi di attività cerebrale che seguono una certa regolarità.

Vi sono una serie di fattori cruciali, durante l'invecchiamento, che possono influenzare in maniera significativa la salute cognitiva degli anziani. In uno studio longitudinale condotto da Tsai e colleghi (2019), è emerso un quadro chiaro dell'importanza dell'esercizio fisico, dello stato nutrizionale generale e degli effetti del fumo sulla funzione cognitiva negli anziani. Nello specifico, gli adulti di età maggiore o uguale ai sessantacinque anni che avevano l'abitudine di svolgere esercizio fisico regolare presentavano una migliore funzionalità cognitiva nel corso del tempo e una ridotta probabilità di declino cognitivo nei successivi quattro anni. Invece, i partecipanti che erano abituati a svolgere attività fisica in passato ma non mantenevano abitudini costanti avevano un rischio aumentato di declino cognitivo nel periodo successivo di otto anni. Un risultato importante riporta che la nutrizione, valutata tramite il *Mini Nutritional Assessment* è un predittore significativo del declino cognitivo nell'anzianità. Infatti, fra gli adulti con uno stato nutrizionale inadeguato è stato riscontrato un aumento del declino cognitivo nei successivi quattro e otto anni, in particolar modo tra coloro di età compresa tra sessantacinque e settantaquattro anni. Inoltre, il fumo è risultato fortemente correlato al declino cognitivo, soprattutto tra gli anziani ultrasessantacinquenni. Di conseguenza, i fumatori hanno riportato un rischio significativamente più elevato di declino cognitivo nel corso dei successivi quattro anni. In generale, questi fattori possono offrire una protezione significativa contro il declino cognitivo nel corso della vita. Questi risultati sottolineano l'importanza di promuovere uno stile di vita sano e di adottare comportamenti che favoriscano la salute cognitiva nell'invecchiamento. Uno studio longitudinale svolto da Yang e colleghi (2024), si è distinto per l'approccio innovativo utilizzato nella valutazione della riserva cognitiva, adottando la *Latent Class Analysis* per sviluppare un indicatore più completo. In particolare, è una tecnica statistica utilizzata per identificare sottoinsiemi omogenei di individui all'interno di un

campione, sulla base di variabili osservate, nel tentativo di individuare gruppi o classi di individui che presentano modelli simili di risposte su un insieme di variabili, anche se tali gruppi non sono direttamente osservabili. Tali gruppi sono definiti classi latenti poiché rappresentano strutture nascoste nel campione che emergono solo attraverso l'analisi delle variabili osservate. Questo indicatore ha integrato non solo il livello di istruzione e le attività cognitive stimolanti, ma anche nuovi parametri precedentemente trascurati come il livello occupazionale dell'anziano e la vita sedentaria. I risultati della ricerca hanno riportato che un alto livello di riserva cognitiva era correlato ad un rallentamento del declino cognitivo globale, della memoria prospettica e della fluidità mentale. Un altro risultato molto importante riguarda le differenze di genere. Infatti, non sono state riscontrate differenze di genere significative, suggerendo che l'effetto protettivo della riserva cognitiva sulle funzioni cognitive si applichi in modo simile sia agli uomini che alle donne. Infine, Yang e colleghi (2024) hanno condotto un'analisi dei possibili meccanismi in grado di spiegare l'associazione tra riserva cognitiva e funzione cognitiva. In particolare, gli autori si sono concentrati sull'effetto di protezione neurologica della riserva cognitiva nel cervello. In generale, è stata confermata la correlazione tra un alto livello di riserva cognitiva ed un maggiore volume ippocampale. L'aumento della riserva cognitiva potrebbe dunque rappresentare un fattore chiave nella prevenzione del declino cognitivo.

In generale, la promozione di un invecchiamento cerebrale positivo e la protezione del cervello dall'effetto negativo dell'invecchiamento è un tema di grande interesse per la ricerca. Nello specifico, vi è la necessità di identificare e comprendere i meccanismi biologici che possono favorire la sopravvivenza delle cellule cerebrali e promuovere la plasticità sinaptica. Infatti, tali meccanismi possono includere vie di segnalazione cellulare che consentono la sopravvivenza cellulare, riducono lo stress ossidativo e favoriscono la formazione di nuove connessioni sinaptiche. L'obiettivo è mantenere il cervello in uno stato funzionale ottimale il più a lungo possibile durante il processo di invecchiamento, contribuendo così a mantenere le funzioni cognitive e ridurre il rischio di malattie neurodegenerative. In altre parole, all'inizio degli anni 2000 vi è stata una ricerca sui meccanismi che proteggono e favoriscono la sopravvivenza delle cellule cerebrali e la flessibilità delle connessioni tra di esse. Infatti, sono state individuate alcune molecole, chiamate fattori neurotrofici e citochine, che svolgono un ruolo chiave in questo processo, proteggendo i neuroni dai danni causati da sostanze ossidative. Invero, sia nell'invecchiamento sano che nella neurodegenerazione, le alterazioni cellulari hanno un grande impatto nei processi di deterioramento cognitivo (Toricelli et al., 2019). Infatti, si può

verificare il fenomeno della senescenza cellulare, ossia un processo in cui le cellule perdono la loro capacità di proliferare e funzionare in maniera normale. Tale fenomeno è particolarmente significativo nel sistema nervoso, poiché il declino delle cellule neuronali e gliali può portare a gravi conseguenze sulle funzioni cerebrali. Durante l'invecchiamento, le comunicazioni tra sinapsi possono venire alterate, compromettendo la trasmissione del segnale nervoso e la capacità del cervello di modificare e adattare le sue connessioni in base all'esperienza. Tuttavia, l'adozione di misure atte a proteggere la salute cellulare e neurale, come uno stile di vita sano e potenziali interventi terapeutici mirati, possiamo contribuire a preservare la funzione sinaptica e promuovere un invecchiamento cerebrale sano.

## Terzo capitolo: Il *training* cognitivo

### 3.1 Il potenziamento cognitivo: un'introduzione

Il *training* cognitivo è uno strumento che permette la prevenzione di patologie neurodegenerative ed è una risorsa di potenziamento per rafforzare le abilità cognitive dell'anziano. Difatti, l'implementazione di interventi altamente specializzati permette di stimolare la sfera cognitiva dell'individuo e di potenziare l'attenzione, la memoria e l'elaborazione delle informazioni. Inoltre, il *training* promuove la salute psicofisica ed il benessere generale in anziani sani e in anziani affetti da disturbo cognitivo lieve.

Precisamente, l'intervento di potenziamento cognitivo si basa sul principio di neuroplasticità cerebrale. Infatti, l'encefalo modifica la propria struttura e funzione in risposta a stimoli ambientali di varia natura. Dunque, tale processo si verifica anche in funzione di compiti cognitivi impegnativi.

Le modificazioni cerebrali comportano cambiamenti neuronali che possono essere osservati tramite *imaging* cerebrale (Belleville et al., 2011). Infatti, la revisione svolta da Cabeza e collaboratori nel 2002, circa le implicazioni del modello *hemispheric asymmetry reduction in older adults* durante l'invecchiamento cerebrale, riporta che l'invecchiamento fisiologico sia accompagnato da una significativa plasticità cerebrale. Dunque, risulta di cruciale importanza comprendere se si osservi plasticità cerebrale anche durante le prime fasi delle malattie neurodegenerative. A tal fine, intervenire durante la fase prodromica di queste patologie potrebbe preservare le funzioni cognitive dell'anziano e contribuire al benessere psicofisico generale (Marzola et al., 2023).

Nel complesso, le variazioni strutturali e funzionali del cervello e delle proprie connessioni cerebrali in risposta a stimoli esterni può garantire adattamento all'invecchiamento cognitivo. La plasticità cerebrale consente al cervello di compensare i cambiamenti legati all'età, promuovendo la riorganizzazione delle connessioni neurali. Anche negli anziani, il cervello mantiene una certa capacità di adattamento, che può essere potenziata attraverso stimolazioni cognitive. Infatti, il *training* cognitivo è efficace nel miglioramento della *performance* cognitiva dell'anziano sano e dall'anziano con lieve compromissione cognitiva (Gavelin et al., 2021).

Con ciò, la ricerca attuale sottolinea l'importanza di implementare interventi di potenziamento cognitivo sempre più validi. Un dato di particolare importanza riportato in una revisione svolta da Marzola e colleghi (2023), riguarda il ruolo che la motivazione svolge nei meccanismi di neuroplasticità cerebrale. Infatti, gli autori hanno dimostrato che la motivazione è

effettivamente correlata ad una maggiore neuroplasticità rispetto ad anziani con bassi livelli di motivazione, e che questa differente disposizione sia fondamentale per aumentare l'efficacia del *training* cognitivo.

Belleville e colleghi (2011), hanno dimostrato che programmi di allenamento cognitivo possono in effetti migliorare in maniera significativa le abilità di memoria e di funzioni esecutive negli anziani sani, riducendo il rischio di sviluppare demenza. Il programma di potenziamento cognitivo può integrare diverse attività volte alla stimolazione cerebrale, come esercizi di memoria e logica ed attività sociali e fisiche. Lo studio sperimentale svolto da Belleville e colleghi (2011), si è avvalso di *neuroimaging* funzionale ed ha valutato gli effetti di un *training* per la memoria episodica su anziani con lieve compromissione cognitiva dopo un allenamento di circa sei settimane. Lo studio ha tentato di chiarire come il *training* della memoria influisca sulla plasticità cerebrale nei soggetti con lieve compromissione cognitiva e quale modello teorico descriva al meglio i cambiamenti osservati nel cervello attraverso la risonanza magnetica funzionale. Inoltre, l'obiettivo dello studio era quello di rilevare la presenza e l'estensione della plasticità cerebrale all'interno dei due gruppi dopo l'allenamento della memoria episodica. Il programma di *training* cognitivo ha coinvolto un gruppo di trenta anziani, dei quali quindici erano cognitivamente sani ed i restanti quindici erano affetti da disturbo cognitivo lieve. Durante l'intervento, gli autori hanno ipotizzato che gli anziani avrebbero sviluppato strategie di codifica e recupero della memoria, basandosi sulle loro capacità residue. Il *training* di allenamento della memoria episodica si è svolto in sei sessioni settimanali di centoventi minuti ciascuna, ove gli anziani sono stati impegnati in esercizi di memoria. Più nello specifico, i partecipanti sono stati sottoposti alla presentazione di elenchi di dieci parole comuni da memorizzare che dovevano riportare immediatamente dopo e a distanza di dieci minuti. Durante la fase di codifica delle informazioni, i partecipanti hanno osservato sei elenchi di otto parole presentate per quattro secondi ciascuna con un intervallo di un secondo tra le parole, ciascuna delle quali era formata da una a tre sillabe. Gli anziani avevano, dunque, il compito di leggere le parole silenziosamente e di memorizzarle il più possibile. Nella condizione di controllo, venivano invece presentate pseudo-parole con lunghezza e complessità simili alle parole reali. Durante la fase di recupero, ai partecipanti venivano presentate sei liste di parole, alcune delle quali erano state precedentemente memorizzate e altre invece erano parole nuove. In questa fase, gli anziani dovevano indicare premendo un tasto se riconoscevano le parole. Sempre durante la fase di recupero, nella condizione di controllo, venivano presentate nuove pseudo-parole e i partecipanti dovevano premere un tasto a caso.

L'analisi dell'attività cerebrale è stata necessaria per poter valutare i cambiamenti conseguenti all'allenamento e determinare se vi fosse attivazione di aree cerebrali nuove o di aree già attivate in precedenza durante i compiti di memoria. Complessivamente, i risultati dello studio hanno riportato che, prima del *training*, sia gli anziani sani che quelli con lieve compromissione cognitiva riportavano attivazioni in aree cerebrali tipicamente associate alla memoria, con la presenza di differenze tra i due gruppi. Inoltre, è stato dimostrato che il cervello dell'anziano è plastico e la plasticità rimane invariata, seppur con lievi differenze, nelle prime fasi delle patologie neurodegenerative.

Infatti, le aree coinvolte da attivazione riguardavano le regioni parietali e frontali, con attivazione bilaterale dell'ippocampo.

Per quanto riguarda gli effetti riscontrati dopo l'allenamento cognitivo, negli anziani sani, il *training* ha comportato una riduzione dell'attivazione durante la codifica nel giro del cingolo, nel giro frontale destro, nella corteccia frontale e parietale e nella corteccia prefrontale sinistra. Durante il recupero, invece, si è osservato un aumento dell'attivazione in regioni come il giro temporale medio e superiore destro, il talamo, il putamen, il precuneo e il giro temporale superiore sinistro. Nell'insieme, il *training* cognitivo ha permesso agli anziani sani di utilizzare in maniera più efficiente le strategie di codifica già precedentemente apprese. Infatti, l'utilizzo più efficace delle strategie è confermato dall'aumento di attivazione dell'ippocampo destro correlato alla codifica visuospatiale. In linea generale, il *training* in anziani con compromissione cognitiva lieve ha attivato aree cerebrali che precedentemente non erano attive. Infatti, durante il processo di codifica il *training* in questo gruppo ha comportato una maggiore attivazione nel giro temporale superiore sinistro, nella corteccia parietale inferiore destra, nel giro frontale superiore destro e nel cervelletto destro. Durante il recupero, si è osservata una maggiore attivazione in regioni come il giro post-centrale sinistro, il cingolo posteriore, i giri temporali superiori e l'insula destra. Del resto, durante il recupero le aree attive precedentemente hanno riportato un'ulteriore attivazione sostenendo i modelli di compensazione cerebrale nell'invecchiamento (Belleville et al., 2011).

In definitiva, il *training* della memoria può effettivamente influenzare l'attivazione cerebrale in modo differenziato all'interno dei due gruppi. Tuttavia, un ulteriore dato importante riportato dallo studio di Belleville e collaboratori (2011) riguarda il fatto che il *training* ha ridotto le differenze di attivazione cerebrale tra i due gruppi. In generale, questi risultati contribuiscono allo sviluppo di interventi di *training* cognitivo mirato più efficaci. Infatti, tali interventi possono essere efficaci nel mantenere e potenziare le funzioni cognitive negli anziani. Presi insieme, questi risultati sono preziosi, poiché l'apprendimento di strategie alternative permette

ad anziani in fasi prodromiche di reclutare nuovi circuiti neurali per eseguire compiti di memoria.

Il potenziamento cognitivo, dunque, è uno strumento essenziale sia nella prevenzione del declino cognitivo che nel miglioramento della qualità della vita degli anziani.

I dati a supporto di questa affermazione includono l'analisi delle attivazioni cerebrali mediante risonanza magnetica funzionale. L'*imaging* funzionale del cervello ha rivelato modifiche nella plasticità cerebrale, evidenziando un aumento dell'attivazione nelle aree cerebrali coinvolte nella memoria, come i nuclei della base e il cervelletto. Prima del *training*, i soggetti con disturbo cognitivo lieve riportavano una minore attivazione rispetto ai partecipanti cognitivamente sani in aree come il giro cingolato e il giro frontale mediale. Dopo l'addestramento, l'attivazione cerebrale nei soggetti con disturbo cognitivo lieve è aumentata in diverse aree, quali il giro temporale superiore sinistro e il cervelletto. D'altro lato, i partecipanti sani presentavano una riduzione dell'attivazione in aree quali i nuclei della base e la corteccia frontale. Inoltre, i miglioramenti nella memoria per questo gruppo erano associati a cambiamenti nell'attivazione del giro frontale inferiore sinistro; ed il giro parietale inferiore destro nei soggetti con disturbo cognitivo lieve. Questo suggerisce che il potenziamento cognitivo può effettivamente diminuire le disparità di attivazione tra soggetti con disturbo cognitivo lieve ed anziani cognitivamente sani.

In definitiva, gli interventi che combinano tecniche cognitive e stimolazioni cerebrali sono particolarmente efficaci nel promuovere la neurogenesi e la plasticità sinaptica, essenziali per mantenere e potenziare le capacità cognitive durante l'invecchiamento.

### 3.2 Il *training* cognitivo nell'anziano sano

Il *training* cognitivo di tipo multimodale permette di intervenire contemporaneamente su diversi fattori di rischio che determinano il declino cognitivo (Gavelin et al., 2021). Infatti, questo tipo di intervento si avvale di varie strategie e tecniche utilizzate per affrontare più fattori di rischio associati all'invecchiamento cognitivo.

Infatti, la combinazione simultanea di attività cognitive ed esercizio fisico può preservare la salute psicofisica dell'anziano. Tuttavia, è importante comprendere quale modalità di somministrazione degli interventi influenzi concretamente l'efficacia del *training*. In particolare modo, l'intervento multimodale si articola in una modalità di somministrazione dei compiti di tipo simultanea ed una di tipo sequenziale. Solitamente, gli interventi di tipo simultaneo si fondano sull'associazione di attività che stimolano la mente e, in contemporanea, propongono

ai partecipanti di impegnarsi in attività fisica. Invece, negli interventi di tipo sequenziale, i compiti vengono somministrati in momenti diversi. Risulta importante, dunque, stabilire se la modalità di strutturazione del *training* abbia un impatto significativo sull'efficacia dell'intervento.

Da una revisione scientifica svolta da Ballesteros e colleghi (2015), si evince che lo sviluppo di strategie di intervento di tipo multimodale che comprende il *training* cognitivo, l'allenamento fisico, danza e meditazione siano correlate positivamente alla plasticità cerebrale. Dunque, gli interventi multimodali favoriscono sia il potenziamento delle funzioni cognitive, che la capacità del cervello di adattamento e riorganizzazione, che è fondamentale per la salute cognitiva e per contrastare il declino legato all'invecchiamento.

In una metanalisi svolta da Gavelin e collaboratori (2021), sono stati esaminati gli studi che combinavano il *training* cognitivo all'esercizio fisico. Nello specifico, il *training* cognitivo proponeva la pratica continua di compiti volti a migliorare vari domini cognitivi. Allo stesso tempo, l'allenamento fisico prevedeva esercizi di tipo aerobico, funzionale o di forza. In particolare, tali studi hanno coinvolto persone anziane di età compresa tra i sessantacinque e gli ottantasette anni, sia cognitivamente sani che con lieve compromissione cognitiva. Complessivamente, la revisione degli studi svolti conferma che il *training* cognitivo di tipo combinato ha un effetto positivo sulla sfera cognitiva (Gavelin et al., 2021). Aspetto ancor più rilevante è che l'allenamento di tipo simultaneo potrebbe essere, in effetti, l'approccio più vantaggioso per il potenziamento cognitivo in anziani sani. In più, la combinazione di compiti cognitivi e attività fisica può influenzare la plasticità cerebrale. Pertanto, seguire un *training* di attività fisica e cognitiva in stretta prossimità temporale è ideale per ottenere un beneficio maggiore.

Inoltre, dall'analisi della dimensione dell'effetto dei vari domini cognitivi, si è riscontrata una significatività statistica per le funzioni esecutive, la memoria a breve termine, la memoria di lavoro, la velocità di elaborazione ed il ragionamento fluido. D'altro lato, non è stato riscontrato un effetto statisticamente significativo per quanto riguarda l'elaborazione visiva.

Per quanto riguarda la durata del trattamento, risulta che quello di durata più breve, pari o inferiore alle dodici settimane, produca esiti migliori. Per quello che concerne le funzioni psicosociali, non è stato rilevato un significativo miglioramento nella somministrazione dell'intervento di tipo combinato.

Inoltre, una revisione di articoli scientifici svolta nel 2015 riporta che il potenziamento delle capacità cognitive a seguito di attività mentali risulta correlato a modificazioni nella configurazione e nell'operatività cerebrale (Ballesteros et al., 2015). Nello specifico, ciò si

evince dall'incremento dello spessore della corteccia e del volume della sostanza grigia, in associazione ad un rafforzamento della connessione strutturale e funzionale e dell'attività dei neuroni.

Rahe e colleghi (2015), sostengono che l'attività fisica possa in effetti incrementare il metabolismo e la plasticità neuronale. Inoltre, l'attività cognitiva, incrementando le sollecitazioni mentali, può rafforzare ulteriormente questo processo. Gli autori erano concordi sull'importanza di concentrare la ricerca futura sull'impatto degli interventi combinati di tipo cognitivo e fisico, nella prevenzione del declino cognitivo a lungo termine (Rahe et al., 2015). In uno studio comparativo svolto da Chainay e collaboratori (2021), gli autori hanno presunto che entrambe le modalità di allenamento, cognitivo e fisico, avrebbero portato a un miglioramento nelle prove di memoria di lavoro di tipo *n-back*: *Update Span task*, *Complex Span task* e nelle capacità esecutive, nei *task* come il *Plus Minus*, ed il *Flanker*. Il campione dello studio comprendeva ventidue anziani sani. L'obiettivo dello studio era quello di confrontare l'effetto della somministrazione di un solo *training* di tipo cognitivo, ad una somministrazione di tipo combinato cognitivo e fisico sui potenziali evocati della memoria di lavoro in anziani. Nello specifico, sono state effettuate registrazioni elettroencefalografiche mentre i partecipanti svolgevano il compito *n-back* prima e dopo aver completato l'allenamento cognitivo o la combinazione di allenamento cognitivo e fisico. La valutazione neuropsicologica comprendeva diversi test; in particolare, la cognizione globale è stata valutata con il *Montreal Cognitive Assessment*. Invece, la memoria a breve termine e la memoria di lavoro sono state valutate con il *subtest digit span* della *Wechsler Adult Intelligence Scale*. Il livello di autonomia è stato valutato utilizzando le *IADL*, l'umore con la scala di depressione geriatrica, il sonno con l'indice di qualità del sonno di Pittsburgh, la qualità della vita con il questionario sullo stato di salute *SF-12*.

All'interno del campione, dodici partecipanti sono stati sottoposti all'allenamento cognitivo, mentre i restanti dieci hanno seguito sia l'allenamento cognitivo che fisico. I partecipanti che hanno seguito esclusivamente il *training* cognitivo hanno inoltre svolto due sessioni di esercizi utilizzando un programma su *computer* chiamato "*HAPPY Neuron Professional*". D'altro lato, i partecipanti che hanno svolto l'allenamento di tipo combinato sono stati sottoposti ad una sessione di esercizio fisico in laboratorio insieme ad una sessione di esercizi cognitivi da svolgere a casa. Inoltre, gli esercizi di allenamento cognitivo proposti consideravano le attività delle funzioni esecutive, tra le quali la pianificazione, ragionamento, la memoria di lavoro ed il mantenimento, l'elaborazione e l'aggiornamento dell'informazione. Gli autori, inoltre, prevedevano che l'allenamento di tipo combinato e simultaneo determinasse un maggiore

potenziamento delle prestazioni rispetto al *training* esclusivamente cognitivo. Nello specifico, a livello elettrofisiologico, si attendevano ampiezze *P300* maggiori durante l'esecuzione del compito di tipo *n-back* dopo l'allenamento combinato, rispetto a quello solamente cognitivo, specialmente nei test di maggiore difficoltà.

L'allenamento è durato otto settimane, con due sessioni da un'ora alla settimana, per un totale di sedici sessioni di allenamento. Il compito di tipo *n-back* è stato eseguito prima e dopo il *training*, con una settimana di distanza tra le sessioni. All'interno di queste sessioni, sono stati registrati dati comportamentali ed elettroencefalografici. Dunque, ai partecipanti è stato presentato un flusso continuo di lettere, composto da sequenze pseudo-randomizzate di vocali e consonanti. Il compito richiedeva ai partecipanti di premere un tasto specifico della tastiera con l'indice della mano destra non appena un determinato bersaglio veniva visualizzato sullo schermo del *computer*. Tuttavia, non era richiesta alcuna risposta motoria per gli stimoli non-bersaglio. D'altro lato, i bersagli sono stati definiti in base alla regola del compito *n-back*: uno stimolo sarebbe stato considerato un bersaglio se fosse stato identico a quello presentato esattamente *n* stimoli prima.

In particolare, sono stati utilizzati i compiti *0-back*, *2-back* e *3-back*. Nel compito *0-back*, l'obiettivo era individuare la lettera "X", ed i partecipanti dovevano premere rapidamente un tasto ogni volta che questa lettera compariva sullo schermo. Invece, nei compiti *2-back* e *3-back*, l'obiettivo era quello di individuare qualsiasi lettera identica a quella presentata due o tre prove prima, rispettivamente. La scelta del compito *0-back* come condizione di controllo, che non coinvolge processi di memoria di lavoro, ha permesso di esaminare se i benefici dell'allenamento fossero specifici per la memoria di lavoro. Inoltre, sono stati inclusi due compiti *2-back* e *3-back* molto impegnativi per esplorare le differenze nei potenziali evocati legate all'allenamento in presenza di un carico di memoria di lavoro sempre maggiore. Nello specifico, gli stimoli presentati corrispondevano a lettere di colore nero, in carattere *Arial* che venivano visualizzate su uno sfondo grigio. Ogni lettera era presentata al centro dello schermo per cinquecento millisecondi, seguita da un intervallo interstimolo di tre secondi. L'intervallo interstimolo comprendeva un periodo di due secondi durante il quale avveniva il lampeggiamento ed un secondo con una croce di fissazione che segnalava l'imminente presentazione dello stimolo. Analizzando i risultati riportati dallo studio di Chainay e colleghi (2021), a livello comportamentale è stato osservato un miglioramento nella corretta rilevazione dei bersagli nei compiti *n-back* dopo l'allenamento, indipendentemente dal tipo di allenamento e dalla condizione del compito *n-back*.

Comunque sia, i risultati suggeriscono che il *training*, sia esclusivamente cognitivo che di tipo combinato cognitivo e fisico, abbia migliorato la capacità di memoria di lavoro dei partecipanti, misurata dal compito *n-back*. Tuttavia, i dati devono essere presi con cautela a causa delle dimensioni ridotte del campione all'interno dei gruppi di allenamento.

Ciononostante, i dati supportano i risultati di uno studio svolto da Pergher e colleghi (2018), che riportano un miglioramento nel monitoraggio dei bersagli nel compito *n-back* sia negli adulti più giovani che negli anziani dopo dieci sessioni di allenamento cognitivo costituite da compiti di tipo *n-back*. Infatti, nello studio svolto da Chainay e colleghi (2021), a differenza di quanto riportato da Pergher e colleghi (2018), i partecipanti non sono stati addestrati a eseguire i compiti *n-back*. Pertanto, il miglioramento post-allenamento che è stato osservato è stato dovuto al trasferimento delle abilità cognitive necessarie per completare il compito apprese durante l'allenamento. Inoltre, i risultati sono parzialmente coerenti con i dati riportati da Gajewski e Falkenstein nel 2018. Gli autori hanno osservato che l'allenamento cognitivo era in grado di migliorare la rilevazione dei bersagli nel compito *2-back*. Invece, tale risultato non veniva riscontrato con il solo allenamento fisico.

Complessivamente, nello studio di Chainay e colleghi (2021), sono stati osservati miglioramenti nelle prestazioni della memoria di lavoro dopo l'allenamento, sia nel gruppo che ha seguito l'allenamento cognitivo che in quello con allenamento di tipo combinato. Inoltre, sia l'allenamento cognitivo che quello combinato hanno contribuito a migliorare l'aggiornamento e il mantenimento della memoria di lavoro negli anziani. D'altro lato, non sono stati riscontrati effetti significativi nella flessibilità mentale, nell'attenzione visiva o nell'inibizione, suggerendo che il *training* cognitivo potrebbe non aver coinvolto processi di inibizione e flessibilità. Complessivamente, i dati comportamentali supportano l'ipotesi che l'allenamento cognitivo o quello combinato possano migliorare la memoria di lavoro negli anziani (Chainay et al., 2021). Un dato rilevante suggerito dalla ricerca, riguarda la possibilità di sostituire alcune parti del *training* cognitivo senza influenzare i benefici dello stesso. Inoltre, una singola sessione di un'ora a settimana di allenamento cognitivo sembra essere sufficiente per produrre alcuni benefici sulle prestazioni della memoria di lavoro. Nello studio appena presentato, vi sono state una serie di limitazioni in termini di interpretazione dei risultati. Innanzitutto, durante la misurazione dell'attivazione cerebrale non sono state registrate le prestazioni delle attività svolte in contemporanea. Inoltre, sono stati introdotti possibili *bias*, poiché non è stato possibile controllare ottimamente le attività svolte dal gruppo di controllo. Inoltre, è utile ampliare le dimensioni del campione ed estendere il periodo di *follow-up*. Per quanto riguarda i dati dei potenziali evocati riguardo la *performance* cognitiva nei compiti *n-back*, sono stati rilevati

cambiamenti significativi tra il pre e il post allenamento all'interno dei due gruppi. In generale, si è teorizzato che la componente *N200* sia articolata in varie componenti che riflettono le diverse funzioni cognitive, quali il controllo cognitivo e la rilevazione di novità. Con riguardo a ciò, è stata riscontrata una riduzione dell'ampiezza dell'*N200* successivamente all'allenamento (Chainay et al., 2021). Tali risultati sembrano in contrasto con quelli riportati da Gajewski e Falkenstein (2012), i quali hanno osservato un incremento dell'ampiezza dell'*N200* dopo il *training* cognitivo. Tuttavia, la diminuzione dell'ampiezza dell'*N200* nello studio svolto da Chainay e colleghi (2021), sia dopo l'allenamento cognitivo che di tipo combinato, potrebbe essere attribuibile a un miglioramento nell'allocazione delle risorse attentive necessarie per l'aggiornamento delle informazioni durante i compiti *n-back*. In definitiva, l'effetto del compito su questi siti indica in che misura l'attenzione è richiesta in relazione alla difficoltà del compito. Inoltre, ciò suggerisce che compiti più impegnativi richiedono una maggiore concentrazione. Per quanto riguarda la componente *P300*, sebbene l'effetto del test sia risultato appena significativo, entrambi i gruppi hanno mostrato un aumento dell'ampiezza successivamente al *training*, indipendentemente dalla difficoltà del compito *n-back*.

In generale, i cambiamenti nei potenziali evocati suggeriscono che entrambe le tipologie di allenamento riducono potenzialmente la necessità di controllo dell'attenzione per eseguire correttamente i compiti e aumentano la capacità di memoria di lavoro (Chainay et al., 2021). In definitiva, siccome i risultati dell'allenamento cognitivo e di tipo combinato sono simili, seppur con differenze, potrebbe esserci un beneficio indiretto nel miglioramento della forma fisica generale e nell'aumento dell'attrattiva dell'allenamento combinato.

Uno studio clinico con un disegno randomizzato a gruppi paralleli svolto da Cho e collaboratori (2023), aveva l'obiettivo di sviluppare un *training* cognitivo in grado di potenziare i differenti domini cognitivi, tra cui la memoria, abilità di calcolo, attenzione e le funzioni visuo-spaziali ed esecutive. Le tecnologie di *imaging* cerebrale di tipo funzionale hanno permesso di visualizzare le aree di attivazione cerebrale, nonché i *pattern* di attivazione che sono stati osservati durante il *training*. L'obiettivo dello studio è stato quello di sondare l'effetto su anziani sani di un *training* cognitivo fruibile tramite applicazione per *smartphone*. Il campione comprendeva anziani sani e con lieve compromissione cognitiva. I partecipanti erano persone di età maggiore o uguale a sessant'anni, con grado di alfabetizzazione pari ad almeno sei anni di istruzione e con buona capacità di utilizzo di *smartphone*. Invece, sono state escluse dal campione le persone affette da malattie gravi, aventi diagnosi di demenza o che nei mesi precedenti avevano avuto gravi problemi al sistema cardiovascolare, come ictus o infarto

miocardico. *BeauBrain Trainer* è il nome dell'applicazione utilizzata per il *training*, la quale proponeva dodici compiti che consideravano sei domini cognitivi differenti: attenzione, memoria, linguaggio, calcolo, funzione visuo-spaziale e funzione frontale. Il *BeauBrain Trainer* è un test di *screening* cognitivo computerizzato che comprende sette *sub-test* neuropsicologici. Tra i test proposti vi è il “*Visual Span Test*”, che misura la capacità di elaborazione e mantenimento attivo delle informazioni visive nella memoria a breve termine mentre si svolgono altre attività cognitive. Inoltre, vi è il Test di *Stroop* ed il “*Difficult Naming Test*”; quest'ultimo è stato ideato per valutare le abilità di linguaggio verbale e di denominazione. Gli anziani sono stati reclutati presso il dipartimento di neurologia del *Samsung Medical Center* a Seul, ed assegnati casualmente al gruppo di controllo o al gruppo di intervento. L'applicazione *BeauBrain Trainer* comprendeva all'interno del catalogo *task* di potenziamento cognitivo con quattro livelli di difficoltà, da elementare ad avanzato. Il gruppo di intervento ha svolto il *training* a casa per una media di un'ora e trenta minuti al giorno, cinque giorni alla settimana. Inoltre, il livello di difficoltà delle prove andava ad aumentare nel corso delle settimane, raggiungendo il livello avanzato dalla tredicesima alla sedicesima settimana. Per quanto riguarda il monitoraggio, i partecipanti sono stati seguiti a distanza da neuropsicologi durante tutta la durata del *training*. In particolare, se essi non erano in grado di completare i compiti venivano incoraggiati a svolgere le attività telefonicamente o tramite messaggi di testo.

Inoltre, i partecipanti avevano la possibilità di condividere la loro esperienza durante il *training*, ed apprendere nuove strategie risolutive partecipando a sessioni dedicate una volta al mese. D'altro lato, il gruppo di controllo non è stato sottoposto ad alcun *training* cognitivo per tutta la durata dello studio.

I risultati dello studio hanno riportato un aumento significativo nel dominio di fluenza verbale fonemica, suggerendo che il *training* cognitivo faciliti la funzione prefrontale sinistra (Cho et al., 2023). In generale, è stata riscontrata maggiore significatività statistica nel dominio del linguaggio. Tuttavia, non sono emerse differenze significative tra il gruppo che ha ricevuto l'intervento e quello di controllo in attività quotidiane, qualità di umore, di vita ed autoefficacia. Inoltre, è stata misurata la risposta emodinamica della corteccia prefrontale tramite *functional near-infrared spectroscopy*, che ha evidenziato cambiamenti funzionali significativi nel gruppo di intervento. In particolare, il *training* cognitivo con applicazione *BeauBrain Trainer* ha riportato effetti positivi, seppur limitati, ma significativi sul dominio del linguaggio e sull'attivazione prefrontale. In definitiva, gli autori hanno posto la necessità di implementare

interventi prolungati e di svolgere ulteriori ricerche per poter migliorare tali programmi di potenziamento cognitivo.

Il *training* cognitivo si prefigura come strumento utile anche all'interno di contesti particolari come quello intramurario, ove i detenuti anziani sono soggetti ad un più rapido deterioramento cognitivo causato dall'isolamento sociale e dalle condizioni detentive. All'interno di questo scenario, il *training* cognitivo e la valutazione dei suoi effetti assume una maggiore rilevanza, nel tentativo di migliorare la qualità della vita e di potenziare la sfera cognitiva per detenuti anziani.

Nello studio qualitativo post-intervento svolto da Verhülsonk e collaboratori (2024), sono state utilizzate interviste semi-strutturate per esplorare le percezioni dei prigionieri e del personale carcerario.

In particolare, i detenuti anziani ed i membri dello staff penitenziario appartenenti a due differenti strutture detentive in Germania sono stati sottoposti a interviste individuali semi-strutturate per valutare l'efficacia di un *training*. Il programma "*NeuroVitalis Prison*" aveva l'intento di valutare l'implementazione di un *training* cognitivo e conoscere le esperienze personali dei partecipanti e dei cambiamenti dopo la somministrazione nel contesto intramurario. Infatti, attraverso l'analisi della narrazione dei detenuti e dello staff, questo studio ha offerto preziosi spunti per migliorare l'efficacia dei programmi di *training* cognitivo. Il campione comprendeva un totale di diciotto carcerati di sesso maschile di età media 65,95 anni, con media di anni di istruzione pari a 6,71 e con una media di 7,28 anni di durata della condanna. Il programma *NeuroVitalis Prison* è stato sviluppato come *training* multidimensionale strutturato in dodici sessioni di gruppo di novanta minuti ciascuna. Ognuna delle sessioni includeva una prima fase dedicata alla psicoeducazione, ove venivano fornite informazioni circa le abilità cognitive ed i fattori di rischio correlati al declino cognitivo correlato all'invecchiamento. Successivamente, venivano svolti esercizi individuali e collaborativi su carta volti al potenziamento dei domini di attenzione, memoria ed altre abilità cognitive. I detenuti sono stati invitati a partecipare volontariamente ad impegnarsi in un'attività durante il giorno. Successivamente, è stato svolto uno studio di tipo qualitativo ed esplorativo volto a valutare la qualità del programma di *training*, rivolto sia ai partecipanti del *training*, che al personale carcerario composto da psicologi, assistenti sociali e guardie. Le interviste semi-strutturate hanno rivelato che il programma di *training* è stato accolto positivamente, con osservazioni di miglioramento nelle funzioni cognitive e un aumento della motivazione e della partecipazione tra i carcerati.

L'implementazione di *NeuroVitalis Prison* ha mostrato la sua fattibilità e l'efficacia potenziale nel migliorare le capacità cognitive dei prigionieri anziani. L'inclusione del personale carcerario nel processo di implementazione ha garantito la sostenibilità del programma. Questo studio rappresenta un passo importante verso interventi mirati per affrontare i bisogni cognitivi degli anziani nelle prigioni, evidenziando l'importanza di approcci collaborativi e personalizzati. I detenuti ed i membri dello staff hanno riportato una generale esperienza positiva, descrivendo il programma di allenamento cognitivo come un'esperienza stimolante. Inoltre, i partecipanti hanno dichiarato di essere riusciti a trasferire le conoscenze acquisite durante il programma nella vita quotidiana. A partire dalle dichiarazioni riportate, è emerso che nessun partecipante avesse particolari aspettative prima di iniziare il *training*. Dai risultati di questo intervento, il *training* cognitivo si conferma un utile strumento per contrastare il declino cognitivo individuale e per apprendere nuove strategie da poter ampliare nel contesto quotidiano. Considerando il contesto intramurario, l'implementazione di programmi di potenziamento cognitivo è cruciale per soddisfare le esigenze dei detenuti che vivono in isolamento sociale, anche nell'ottica di reintegrazione sociale.

### 3.3 Il *training* cognitivo computerizzato ed *exergaming*

Il *training* cognitivo di tipo computerizzato è uno strumento di potenziamento cognitivo efficace per migliorare la qualità della vita dell'anziano sano e per prevenire il declino cognitivo.

Gli studi attuali dimostrano che l'utilizzo frequente di questi programmi di potenziamento può portare a miglioramenti significativi nelle funzioni cognitive (Rute-Pérez et al., 2023). D'altra parte l'*exergaming* è un'interessante combinazione di attività fisica e stimolazione cognitiva, progettati per migliorare la salute psicofisica ed il benessere degli anziani. Tali programmi si avvalgono di tecnologie di tipo interattivo e sono anch'essi considerati *training* di tipo computerizzato. Inoltre, l'*exergaming* si avvale di tecnologie interattive che rilevano movimenti fisici, come sensori di movimento, per eseguire esercizi che coinvolgono sia il corpo che le abilità cognitive (Moret et al., 2024).

Nel tentativo di confrontare l'efficacia di *training* di tipo tradizionale e di *training* computerizzato, la revisione svolta da Sáez-Gutiérrez e colleghi nel 2024 ha analizzato vari articoli scientifici pubblicati tra il 2013 e il 2023 all'interno di varie banche dati. Nello specifico, sono stati analizzati più di ottocento studi, dei quali solo diciotto sono stati considerati idonei per essere inclusi nella revisione. I criteri d'inclusione riguardavano

l'eterogeneità nella dimensione del campione, nelle misure di valutazione funzionale, negli interventi neurocognitivi utilizzati, nel numero di sessioni, nella durata delle sessioni e nel tempo. Complessivamente, è emerso che l'allenamento cognitivo di tipo computerizzato sia in grado di apportare miglioramenti particolarmente marcati. Inoltre, gli interventi basati sulla cognizione quotidiana sono associati a benefici maggiori (Sáez-Gutiérrez et al., 2024).

In effetti, i programmi di allenamento cognitivo su carta stanno progressivamente lasciando spazio a metodologie di *training* basate su *computer*. Inoltre, il progresso nelle tecnologie dell'informazione e della comunicazione hanno portato allo sviluppo di programmi di *training* cognitivo computerizzato sia per potenziamento cognitivo che per ridurre il declino cognitivo negli anziani (Rute-Pérez et al., 2023). Questa tipologia di intervento offre maggiore accessibilità e flessibilità. Risulta di cruciale importanza rendere il *training* cognitivo computerizzato praticabile su larga scala all'interno della comunità. Nello specifico, i programmi di *training* cognitivo computerizzato permettono di adottare un approccio individualizzato, permettono un'analisi oggettiva ed hanno costi ridotti.

Nello studio pilota svolto da Rute-Pérez e colleghi (2023) è stata valutata l'efficacia di una piattaforma online chiamata Virtrael. In particolare, la piattaforma comprendeva vari esercizi di stimolazione cognitiva progettati per migliorare le varie funzioni cognitive negli anziani. All'interno dello studio, sono stati reclutati settantacinque anziani sani che successivamente sono stati suddivisi in due gruppi. Al primo gruppo veniva somministrato un *training* cognitivo di tipo tradizionale, mentre l'altro gruppo ha utilizzato la piattaforma Virtrael. Il gruppo di intervento era formato da cinquantacinque partecipanti, il gruppo tradizionale ne includeva invece venti.

Essi sono stati valutati individualmente prima e dopo l'intervento utilizzando *test* standardizzati. Nello specifico, la valutazione si è avvalsa di *test* quali attenzione d2, il *test* di apprendimento verbale di Hopkins, il *subtest* della *Wechsler Adult Intelligence Scale* (WAIS), ed il *subtest* ricerca delle chiavi della batteria *Behavioral Assessment of the Dysexecutive Syndrome* (BADS). Il *subtest* utilizzato della WAIS era il *Letter-Number Sequencing* per valutare la memoria di lavoro, esaminare l'abilità di attenzione e concentrazione, controllo esecutivo e flessibilità cognitiva. Durante il test, al partecipante viene presentata una sequenza di lettere e numeri. Il compito consiste nel ripetere i numeri in ordine crescente e le lettere in ordine alfabetico. D'altro lato, il *subtest* di ricerca delle chiavi della batteria BADS è progettato per valutare le funzioni esecutive, in particolare la capacità di pianificazione e organizzazione. Al partecipante viene richiesto di immaginare di aver perso le chiavi in un'area rettangolare su

un foglio di carta. Il compito consiste nel tracciare un percorso per cercare le chiavi nel modo più efficiente possibile, coprendo l'intera area senza tralasciare zone.

La stimolazione cognitiva Virtrael comprendeva undici esercizi distribuiti in nove sessioni della durata di 45-60 minuti l'una, con un livello di difficoltà che si adattava automaticamente alle prestazioni dell'utente. La piattaforma, accessibile online, permetteva agli anziani di svolgere gli esercizi in autonomia. Le sessioni di stimolazione cognitiva tradizionale avevano la stessa durata delle sessioni Virtrael. Gli utenti potevano svolgere undici tipi di esercizi, basati su modelli validati di funzioni esecutive e di memoria. Tra questi, vi erano esercizi di attenzione e concentrazione, memoria di lavoro, esercizi che aiutano a migliorare l'acquisizione, la ritenzione e il richiamo di informazioni verbali, ragionamento astratto e semantico ed infine pianificazione e organizzazione di compiti complessi. La possibilità di svolgere un allenamento personalizzato permetteva ai partecipanti di essere continuamente sfidati senza essere sovraccaricati, favorendo un miglioramento costante delle abilità cognitive. Tra gli esercizi proposti, l'esercizio "*Gift Purchase*" simula un negozio ove l'utente deve acquistare dei regali per diverse persone, considerando le preferenze di ogni persona e avendo cura di rispettare un budget economico limitato. Nel primo scenario, lo schermo mostra i negozi disponibili all'interno della città e un esempio dei prodotti che possono essere acquistati in un negozio di articoli sportivi. Invece, il secondo scenario fornisce un esempio delle persone a cui comprare i regali e le loro specifiche preferenze. In particolare, questo esercizio mira allo sviluppo di capacità di pianificazione e organizzazione, e richiede all'utente di considerare vari fattori e prendere decisioni strategiche. Un'altra tipologia di esercizio volta a migliorare il dominio di memoria di lavoro è denominata "*Bag of Items*". Durante l'esercizio, viene simulata una passeggiata nel quartiere in cui viene chiesto ai partecipanti di ricordare gli oggetti raccolti o lasciati lungo il percorso. Nel primo scenario vengono mostrati i negozi della città e la casa dell'utente che sta svolgendo l'esercizio, insieme ad un esempio degli oggetti che l'utente, contrassegnato da un *avatar*, prende da casa e porta con sé. Nel secondo scenario, alla fine della passeggiata, viene mostrato un pannello ove l'utente ha il compito di selezionare gli oggetti rimasti nella borsa e riportare la quantità di ciascuno. Questo esercizio è progettato per potenziare la memoria di lavoro, richiedendo alla persona di ricordare e gestire informazioni in tempo reale durante il percorso, migliorando così la capacità di memorizzare e trattenere temporaneamente l'informazione nella memoria.

Complessivamente, i risultati di questo studio pilota hanno riportato che il gruppo sottoposto al *training* cognitivo computerizzato ha ottenuto punteggi significativamente più alti rispetto

al gruppo sottoposto al *training* cognitivo tradizionale. In particolare, ciò si è riscontrato nei domini di apprendimento e memoria verbale, memoria di lavoro, ragionamento astratto e semantico, e pianificazione. Questi risultati suggeriscono che il *training* cognitivo di tipo individuale mediante la piattaforma *web* è risultato più efficace rispetto ad esercizi su carta (Rute-Pérez et al., 2023).

I limiti evidenziati durante lo studio riguardano la dimensione ridotta del campione e la mancanza di un *follow-up* per valutare la stabilità dei miglioramenti cognitivi nel tempo. Tuttavia, i risultati suggeriscono che la tecnologia consente di tradurre la metodologia di stimolazione cognitiva tradizionale in un formato computerizzato, migliorando alcuni aspetti chiave del *training*. Il programma Virtrael, essendo gratuito e accessibile, rappresenta una potenziale soluzione per la stimolazione cognitiva su larga scala, particolarmente utile per gli anziani con sospetta compromissione cognitiva. In generale, i vantaggi dei programmi di *training* cognitivo computerizzato rispetto a quelli tradizionali includono l'accessibilità, e la possibilità di svolgere le attività senza la presenza fisica di un supervisore. Inoltre, sono programmi di allenamento che possono essere eseguiti da remoto, non richiedono un luogo d'incontro e sono piuttosto economici.

L'*exergaming* si fonda su tecnologie che richiedono all'utente di muovere il corpo o di predisporre una reazione fisica. Recentemente, questo programma di *training* si sta dimostrando promettente nel migliorare la salute cognitiva degli anziani (Moret et al., 2024). Nella combinazione di esercizi motori ed attività cognitive, questa tipologia di *training* è un ottimo strumento volto a promuovere l'invecchiamento attivo.

Nello specifico, l'*exergaming* è uno strumento valido ed efficace nel potenziamento delle funzioni cognitive, in particolare delle funzioni esecutive in anziani sani.

Nel *randomized controlled trial* svolto da Moret e colleghi (2024), è stata confrontata l'efficacia dell'*Attentional computerized cognitive training* (ATT-CCT) e dell'*Exergame training* (EXERG-T). I partecipanti erano ottantaquattro anziani di età maggiore o uguale ai sessantacinque anni, con ottima vista e udito, in assenza di patologie psichiatriche e neurologiche e di sintomi depressivi gravi. I partecipanti sono stati reclutati tramite promozione pubblica e successivamente suddivisi in tre gruppi: ATT-CCT, EXERG-T ed un gruppo di controllo. A seguito di una prima valutazione cognitiva, i gruppi di intervento hanno svolto otto sessioni di *training* presso l'Università di Padova della durata di quarantacinque minuti l'una. Le prestazioni cognitive sono state misurate prima e dopo l'intervento e nuovamente dopo tre mesi.

Il protocollo di *Attentional computerized cognitive training* si concentrava sul dominio singolo dell'attenzione, mentre *Exergame training* coinvolgeva più domini cognitivi.

Nel dettaglio, l'*Attentional computerized cognitive training* si è avvalso di MS-Rehab, un *software* accessibile tramite il *browser* Google Chrome. Gli esercizi proposti erano progettati per migliorare le abilità attentive degli utenti attraverso attività specifiche. Gli esercizi potevano essere svolti individualmente oppure in modalità collaborativa, in piccoli gruppi. In particolare, ogni sessione di *training* includeva quattro esercizi principali, progettati per indirizzare diversi aspetti del dominio attentivo. Vi erano esercizi di attenzione sostenuta, esercizi che richiedevano concentrazione su determinati stimoli ed ignorarne altri, compiti di attenzione divisa ed esercizi che miravano ad aumentare la velocità con cui le informazioni venivano processate. Invece, il protocollo di allenamento *exergame* combinava esercizi di tipo cognitivo ed esercizi di attività fisica. L'*exergame training* si avvaleva di giochi interattivi fruibili su console *Xbox-360* e dispositivo *Kinect*, che riconosceva e codificava i movimenti dei partecipanti. I partecipanti svolgevano gli esercizi individualmente sotto la supervisione di un assistente di ricerca. Nel dettaglio, durante la prima sessione è stata effettuata la familiarizzazione con gli strumenti in dotazione in un'aula dell'università, utilizzando il celebre gioco chiamato "*Fruit ninja*", in tre diversi livelli di difficoltà crescente. Infatti, ciò che era importante apprendere durante questa prima sessione era come interagire con il *Kinect* utilizzando i movimenti delle braccia prima di iniziare il *training* cognitivo e delle abilità motorie. Infatti, il dispositivo di gioco *Kinect* permette di rilevare i movimenti del corpo degli utenti entro un'area delimitata, pertanto essi possono giocare senza l'ausilio di *controller* di gioco. Dalla seconda all'ottava sessione il *training* è stato eseguito utilizzando la versione italiana del gioco "*Dr. Kawashima's body and brain exercises*". Il gioco includeva venti giochi divisi per categorie ed il *training* si adattava alla *performance* del partecipante. Nello specifico, sono state selezionate dieci attività tra i venti giochi disponibili coinvolgendo principalmente i domini cognitivi di funzioni esecutive, velocità di elaborazione, tempi di reazione, memoria di lavoro visuo-spaziale e ricerca visiva.

Ad esempio, tra i giochi inclusi all'interno di questo protocollo, uno di questi comprendeva un compito di ricerca visiva ed attenzione selettiva, il cui obiettivo era quello di scoppiare i palloncini in ordine crescente di numero. Di nuovo, veniva richiesto di scoprire coppie di figure geometriche identiche, di calciare la palla con il numero che rappresenta la soluzione corretta dell'equazione mostrata. In aggiunta, un altro compito che coinvolge le funzioni esecutive e velocità di elaborazione aveva l'obiettivo di impostare le lancette di un orologio analogico in funzione dell'ora mostrata in digitale. Per quanto riguarda il *feedback*, il sistema era in grado

di fornirlo in tempo reale insieme ai progressi giornalieri di accuratezza, tempo di completamento del compito e punteggio generale.

Per quanto riguarda i risultati dello studio, gli autori riportano che entrambi i protocolli di *training* hanno portato effetti positivi sulla cognizione degli anziani, sebbene con alcune differenze. Il *training attentional computerized cognitive training* si è dimostrato un efficace strumento ed altamente specifico nel migliorare la velocità di elaborazione delle informazioni e la memoria verbale negli anziani, con effetti positivi mantenuti nel tempo. Infatti, ciò significa che un *training* focalizzato sull'attenzione può avere benefici significativi e duraturi sulle abilità cognitive.

D'altro lato, l'*exergame training* si è dimostrato uno strumento efficace nella generalizzazione delle abilità acquisite nel quotidiano e capace di fornire un'esperienza di allenamento piacevole e motivante. Tuttavia, i benefici cognitivi non sono stati altrettanto duraturi nel tempo e specifici come quelli osservati nell'altro gruppo.

In conclusione, questo studio suggerisce che l'allenamento cognitivo di tipo computerizzato può avere effetti positivi significativi e duraturi sulle abilità cognitive degli anziani, mentre l'*exergaming* offre benefici più ampi ma meno specifici.

### 3.4 Il *training* cognitivo di gruppo

Il *training* cognitivo di gruppo, o collaborativo, è uno strumento utile per promuovere l'invecchiamento attivo e una migliore qualità della vita dell'anziano. Peraltro, il *training* cognitivo collaborativo è una promettente strategia per potenziare le funzioni cognitive, in sinergia con i benefici delle attività svolte in gruppo. Solitamente, l'apprendimento è considerato un processo di tipo individuale sebbene nella vita quotidiana le persone apprendano attraverso l'interazione con gli altri. Inoltre, l'interazione sociale e il lavoro di gruppo sono strumenti cruciali per favorire il senso di comunità ed il supporto reciproco. Per ciò che concerne le funzioni cognitive, il *training* collaborativo può attenuare gli effetti negativi del declino della memoria, specialmente quando le informazioni da ricordare sono di natura emotiva (Wolfe et al., 2023). Le informazioni emotivamente rilevanti tendono ad essere ricordate meglio grazie all'influenza dell'amigdala nel consolidamento della memoria (Kensinger & Schacter, 2008). In un contesto collaborativo, gli individui possono beneficiare di una elaborazione più profonda delle informazioni emotive, poiché il confronto sociale e lo scambio di esperienze arricchiscono la codifica e il recupero delle informazioni. Inoltre,

lavorare insieme all'interno di contesti sociali facilita la condivisione di informazioni e strategie di memorizzazione, migliorando la capacità di ritenzione mnemonica.

Il *cross-cueing* è un processo che si verifica durante le interazioni collaborative, in cui i membri del gruppo si stimolano a vicenda nel recupero di informazioni che da soli non ricorderebbero. Questo meccanismo si basa sulla concezione secondo cui frammenti di informazione forniti da un membro del gruppo possono fungere da stimolo per gli altri, agevolando così l'emergere di dettagli più esaurienti. Ad esempio, quando una persona riporta una parte di un'informazione, un'altra può essere in grado di completarla o ricordare ulteriori dettagli grazie a tale suggerimento.

La letteratura supporta l'efficacia del *cross-cueing* nei contesti collaborativi. In gruppi che lavorano insieme, Barnier e colleghi (2008), sostengono che gli indizi forniti da un individuo possono stimolare la rievocazione di ricordi in altri membri, migliorando la *performance* complessiva del gruppo.

È fondamentale operare una distinzione tra il ricordo collaborativo e l'apprendimento collaborativo, poiché si tratta di due concetti distinti in letteratura. Infatti, il ricordo collaborativo è un fenomeno ove le persone cooperano nel ricordare informazioni significative. Negli studi sul ricordo collaborativo, i partecipanti collaborano nel richiamare informazioni che hanno appreso precedentemente durante i compiti di memoria.

Merita di essere evidenziato come esso possa essere significativamente più proficuo rispetto al ricordare da soli. Tuttavia, i benefici del ricordo collaborativo sono particolarmente evidenti in coppie intime, sebbene il successo dipenda anche dalle strategie utilizzate per ricordare.

D'altro lato, l'apprendimento collaborativo è uno strumento utile nell'acquisizione di nuove competenze e strategie per contrastare il declino cognitivo.

La ricerca svolta da Chadjikypranou e Constantinidou (2023), si è posta l'obiettivo di progettare e implementare interventi di *training* cognitivo in grado di potenziare le abilità cognitive e psicosociali in anziani sani. Gli autori hanno implementato un intervento che ricrea scenari di vita quotidiana per permettere agli anziani di generalizzare quanto appreso durante il *training*. Il campione dello studio comprendeva anziani di età superiore ai sessantacinque anni cognitivamente sani, sottoposti ad un primo esame neuropsicologico per verificare l'integrità della sfera cognitiva. Nello specifico, sessanta partecipanti sono stati assegnati in modo casuale ai gruppi di intervento e di controllo. Il gruppo di intervento era composto da trenta persone, di cui diciannove donne e undici uomini di età compresa tra i sessantacinque e settantacinque anni. Invece, il gruppo di controllo era composto da trenta persone, ventuno donne e nove uomini, appartenenti allo stesso *range* di età.

Il livello di istruzione è stato quantificato in base al numero di anni di istruzione completati da ciascun partecipante. Esso variava dagli otto ai diciassette anni per entrambi i gruppi. Successivamente, essi sono stati divisi in cinque gruppi per facilitare l'interazione tra i membri, ognuno dei quali era composto da sei persone. All'interno dei gruppi creati per l'intervento, non era presente un conduttore tra i partecipanti. Le attività venivano guidate dai facilitatori esterni, mentre i membri collaboravano tra loro.

Il *training* veniva svolto settimanalmente per un totale di dieci sessioni, ognuna delle quali aveva una durata di novanta minuti.

Ogni sessione prevedeva una presentazione iniziale da parte dei ricercatori, seguita da esercitazioni pratiche sull'utilizzo delle strategie, utilizzando scenari forniti dai ricercatori e situazioni derivanti dall'esperienza personale dei partecipanti. Il contenuto era organizzato gerarchicamente, con l'intento di collegare i principi teorici di memoria, *problem solving*, regolazione delle emozioni e *locus of control* attraverso interventi di psicoeducazione e *training*. Ciò era reso possibile dall'implementazione di giochi di ruolo, ripetizioni e compiti settimanali basati su scenari di vita reale. L'intervento era adattivo: ad esempio, il successo nella decima settimana dipendeva in parte dalla padronanza del contenuto trattato nella settimana precedente. In aggiunta, i ricercatori fornivano una serie di istruzioni teoriche e pratiche. Le strategie illustrate nelle sessioni di *training* includevano strategie di compensazione della memoria, tecniche e metodi per migliorare la memoria attraverso l'uso di strumenti come l'utilizzo di agende, promemoria, mappe mentali, e altre tecniche mnemoniche. Inoltre, venivano introdotti approcci sistematici per affrontare e risolvere problemi quotidiani, strategie per gestire e modulare le emozioni in modo efficace anche attraverso l'ausilio di tecniche di respirazione, *mindfulness* e ristrutturazione cognitiva per gestire le emozioni negative. In ultimo, il *locus of control* era una strategia volta allo sviluppo di un senso di controllo interno sugli eventi della propria vita. Successivamente, venivano proposti degli esercizi di *role-playing*, discussioni riflessive, esercizi a casa, e veniva proposto l'uso di un diario giornaliero per il tracciamento dei progressi raggiunti. A causa delle restrizioni imposte dalla pandemia di COVID-19, l'intervento, originariamente pianificato in presenza, è stato adattato a un formato online utilizzando la piattaforma *Rakuten Viber*. Tale piattaforma è stata scelta per la sua familiarità tra i partecipanti e per le sue caratteristiche tecniche, come l'alta qualità delle videochiamate e la possibilità di creare *chat* di gruppo. Ciò ha permesso di garantire un ambiente adeguato per il proseguimento delle sessioni in modo efficace e senza interruzioni.

Di seguito, la tabella 1 riassume in dettaglio il programma di *training* suddiviso nelle dieci settimane dell'intervento, evidenziando le principali attività e obiettivi settimanali previsti per ciascun incontro.

Settimana	Descrizione	Compiti a casa
1	Prima introduzione, procedure e regole di gruppo, definizione obiettivi e aspettative.	/
2	Psicoeducazione sull'invecchiamento cognitivo, sviluppo di pratiche di vita sana (dieta, esercizio fisico e cognitivo, socializzazione). Discussione e condivisione delle esperienze.	Scrittura di obiettivi e monitoraggio dei progressi in un diario.
3	Psicoeducazione sul sistema di memoria, sui cambiamenti attesi con l'età. Formazione sull'utilizzo di strategie di memoria compensative esterne.	Calendario delle strategie esterne da applicare settimanalmente.
4	Formazione sull'utilizzo di strategie di memoria compensative interne. Sintesi di strategie esterne e interna attraverso scenari quotidiani.	Diario di registrazione di strategie mnemoniche esterne e interne. Risoluzione di due scenari con sfide quotidiane che richiedono l'applicazione di strategie mnemoniche interne ed esterne.
5	Psicoeducazione sulle emozioni e connessione con le funzioni esecutive, utilizzo approcci per la regolazione emotiva, discussione sugli effetti dello stress.	Registro delle strategie mnemoniche esterne e interne.
6	Sviluppo ulteriore di abilità di regolazione delle emozioni (respirazione diaframmatica, mindfulness)	Diario quotidiano sulla consapevolezza emotiva.
7	Psicoeducazione sulle funzioni cognitive in associazione al <i>problem solving</i> , il ruolo delle emozioni e della regolazione delle emozioni nel <i>problem solving</i> .	Risoluzione di un problema e applicazione modello di <i>problem solving</i> . Inoltre, risoluzione di un problema personale utilizzando il modello. Continuare il <i>training</i> di <i>mindfulness</i> .
8	Approfondimento <i>problem solving</i> , il ruolo delle emozioni e l'effetto complessivo sulla funzione	Creazione di connessioni tra le abilità apprese con i fattori

	cognitiva. Strategie di regolazione emotiva e di risoluzione di problemi.	protettivi per promuovere un sano invecchiamento cognitivo. Registrazione delle strategie mnemoniche esterne e interne utilizzate nelle attività quotidiane.
9	Sintesi di tutte le riunioni precedenti incentrate sulla risoluzione dei problemi.	Definizione di un obiettivo per la salute cognitiva e applicazione del modello di <i>problem-solving</i> . Registrazione delle strategie mnemoniche e pratica di <i>mindfulness</i> con respirazione diaframmatica.
10	Riepilogo, discussione, feedback, raccomandazioni, chiusura, e pianificazione della rivalutazione tra 4 e 12 settimane.	Completamento dei questionari finali.

**Tabella 1:** adattato da Chadjikypranou, A., & Constantinidou, F. (2023). A new multidimensional group intervention for cognitive and psychosocial functioning for older adults: Background, content, and process evaluation. *Frontiers in Medicine*, 10.

In aggiunta alla valutazione neuropsicologica svolta prima del *training*, sono stati adoperati diversi strumenti di misurazione per valutare i progressi e gli esiti dell'intervento. Tra gli strumenti selezionati, sono state impiegate le batterie di *problem-solving* e l'inventario multidimensionale del *locus of control*.

L'intervento era inoltre fondato su modalità di apprendimento collaborativo per facilitare l'apprendimento delle diverse strategie apprese. I partecipanti sono stati suddivisi in cinque gruppi composti ciascuno da sei persone. In questo contesto, ogni membro del gruppo aveva l'opportunità di condividere le proprie esperienze personali con gli altri, contribuendo così al supporto reciproco e alla dinamica collaborativa del gruppo. Inoltre, la collaborazione aiutava a mantenere alta la motivazione e il coinvolgimento dei partecipanti.

In più, durante le sessioni di *role-play*, in cui venivano simulati degli scenari di vita quotidiana, i partecipanti simulavano situazioni di vita per mettere in pratica le nuove abilità apprese. In questo passaggio, il *feedback* immediato da parte dei compagni si è rivelato un elemento utile per creare senso di comunità e aumentare la motivazione.

I partecipanti hanno riportato un valore pari all'83% di soddisfazione al *training* di gruppo. In particolare, essi hanno riferito di sentirsi supportati dagli altri membri. Complessivamente, ciò

indica che il *training* di tipo collaborativo ha avuto un ruolo cruciale nel successo dell'intervento.

Per quanto concerne l'efficacia del trattamento, i risultati hanno riportato un generale successo nell'apprendimento delle strategie di compensazione della memoria, regolazione delle emozioni, risoluzione dei problemi e strategie di *mindfulness*. Inoltre, è stata osservata una correlazione positiva tra un *locus of control* interno e l'uso efficace delle strategie apprese, indicando che chi sentiva di avere un maggiore controllo sulla propria vita era anche più propenso a implementare le nuove tecniche. L'ipotesi è che i partecipanti percepiscono il *training* come un'utile risorsa per migliorare il funzionamento cognitivo ed emotivo e che quelli con un alto livello di *locus of control* interno riportino un maggiore impegno nell'implementare le nuove conoscenze nelle attività quotidiane.

Ciò che emerge è che l'utilizzo della modalità collaborativa di *training* in piattaforma *online* abbia facilitato l'interazione sociale e promosso supporto reciproco, aumentando l'impegno e la motivazione generale dei partecipanti (Chadjikyprianou & Constantinidou, 2023).

La revisione svolta da Wolfe e colleghi (2023) si è rivelata fondamentale nell'analisi degli effetti dell'apprendimento di tipo collaborativo in età avanzata. Le ricerche precedenti a questa revisione non avevano distinto gli effetti dell'apprendimento di gruppo, ma li avevano analizzati insieme al richiamo collaborativo, senza esaminare separatamente l'effetto.

La revisione sistematica si è posta l'obiettivo, inoltre, di riportare in quali specifiche circostanze l'apprendimento di gruppo sia effettivamente vantaggioso rispetto a quello individuale. Nella ricerca degli articoli, si è inizialmente scelto di svolgere una ricerca informatizzata su *Google Scholar*, *PubMed* e *Web of Science*. Le *keywords* utilizzate nella ricerca, quando era permesso l'utilizzo degli asterischi erano: “*collaborat\* learn\* OR collaborat\* memor\* OR “joint referential task” OR «barrier task» AND older age OR older adult*”. In aggiunta a ciò, sono stati contattati gli autori e richiesto lavori che ancora non erano stati pubblicati. Tra i criteri di inclusione, è stata operata una distinzione specifica tra studi focalizzati sul richiamo collaborativo e quelli incentrati sull'apprendimento collaborativo. Nello specifico, sono stati esclusi gli studi che esaminavano unicamente il richiamo collaborativo. Infine, l'esame di più di seimila lavori ha portato all'individuazione di ventisette articoli che sono poi stati inclusi nella revisione. Essi consideravano anziani sani con età di sessant'anni e più, i quali venivano sottoposti all'apprendimento di nuove informazioni. In oltre otto degli studi inclusi è stato utilizzato il *Barrier Task*, un compito di apprendimento collaborativo che indaga come gli anziani comunicano e collaborano nella risoluzione dei problemi. Durante questo compito, i due partecipanti sono divisi da una barriera ed essi collaborano nella creazione di due griglie

identiche di immagini astratte. La griglia di uno dei due partecipanti, che viene chiamato il direttore, possiede un ordine specifico di immagini che egli deve comunicare all'altro, il quale riempie la propria griglia seguendo le istruzioni fornite. Il *Barrier Task* richiede una comunicazione precisa e chiara per garantire che entrambi i partecipanti completino le griglie in modo identico. Le prestazioni vengono misurate mediante il numero di immagini posizionate correttamente sulla griglia, il tempo impiegato dalle coppie per completare ciascuna griglia, il numero di parole pronunciate da ciascuna persona o complessivamente. In generale, questo compito ha riportato risultati contrastanti per via di differenze nell'esecuzione del compito e di differenti versioni utilizzate negli studi considerati. La revisione di Wolfe e colleghi (2023), ha raccolto e valutato lavori che utilizzavano corsi sulle competenze informatiche come strumento per l'apprendimento collaborativo tra anziani. È stato riscontrato che coloro i quali possedevano esperienze pregresse con il *computer*, mostravano un miglioramento dell'apprendimento a lungo termine nella condizione collaborativa. D'altro lato, chi possedeva meno esperienza nel campo, otteneva un miglioramento nel lavorare in singolo. Il *Virtual Week task* viene introdotto nel contesto del *training* cognitivo collaborativo per anziani sani in quanto risulta particolarmente efficace nel simulare situazioni di vita quotidiana. Infatti, è un approccio che simula una giornata di vita quotidiana dalle 7:00 alle 22:00. Nello specifico, si tratta di un gioco da tavolo composto da centoventidue caselle rappresentanti le ore della giornata, ove ogni rotazione completa del tabellone corrisponde a un'intera giornata. I partecipanti avanzano lungo il percorso lanciando i dadi, che determinano il numero di caselle da percorrere. Alcune caselle richiedono di estrarre una "carta evento", la quale illustra un'attività quotidiana realistica e offre tre opzioni di scelta. Qualora il partecipante decida di scegliere una determinata opzione piuttosto che un'altra, gli verrà attribuito un risultato specifico. Nello studio sperimentale comparativo di Rendell e Craik (2000), in cui è stato utilizzato questo strumento, le coppie tendevano a lavorare attivamente offrendo supporto reciproco. Questo risultato sottolinea ancora una volta l'importanza dell'interazione sociale come strumento di compensazione dei deficit cognitivi associati all'invecchiamento. Il *problem-solving task* è stato considerato all'interno della revisione di Wolfe e colleghi (2023), in quanto strumento utile nella valutazione dell'efficacia della collaborazione. Il *problem-solving task* quotidiano, proposto da Cheng e Strough (2004), comprendeva la pianificazione di un viaggio di due settimane tra Denver e San Francisco. Durante la pianificazione, i partecipanti dovevano rispettare alcuni limiti di orario e dovevano includere tappe intermedie obbligatorie. I partecipanti erano giovani adulti sia maschi che femmine, di età media di 19,98 anni, e anziani di età media di 71,14 anni. Essi svolgevano il compito sia in solitaria che in modalità collaborativa. La *performance* veniva

misurata in base all'efficienza del percorso ed il numero di errori commessi durante pianificazione. I partecipanti giovani hanno ottenuto risultati migliori in termini di velocità e accuratezza nel completamento dei compiti richiesti. Tuttavia, la modalità collaborativa era correlata alla commissione di meno errori in entrambi i gruppi ed a una maggiore precisione rispetto al lavoro individuale.

In definitiva, la revisione degli studi svolta da Wolfe e colleghi (2023) ha messo in luce diversi elementi significativi. In particolare, è emerso che solo sette studi hanno effettuato un confronto diretto tra l'apprendimento collaborativo e quello individuale, producendo risultati particolarmente interessanti. Ad esempio, nei cinque che hanno implementato corsi di formazione multi-settimanali sull'uso consapevole della tecnologia e internet, non sono state riscontrate differenze significative tra coloro che apprendevano da soli e coloro che lavoravano in collaborativa. Ciò suggerisce che, almeno nella formazione prolungata, l'apprendimento collaborativo potrebbe non offrire un vantaggio aggiuntivo rispetto all'apprendimento individuale, soprattutto quando l'obiettivo è acquisire competenze tecniche specifiche.

Tuttavia, in generale si evince che l'apprendimento collaborativo può essere più vantaggioso in contesti in cui è richiesta la risoluzione di problemi complessi o la combinazione di diverse abilità, a seconda della tipologia del compito.

Ad esempio, per compiti che richiedono *problem-solving* e pianificazione, come il compito di pianificazione del viaggio studiato da Cheng e Strough (2004), l'apprendimento collaborativo sembra offrire un vantaggio. In questi casi, le coppie hanno dimostrato di essere più abili nel ridurre gli errori, probabilmente grazie alla possibilità di discutere e condividere idee.

Inoltre, sei studi hanno esaminato l'impatto della familiarità tra i *partner* di apprendimento, confrontando coppie familiari e non familiari. Nonostante la diversità dei compiti utilizzati, nessuno di questi studi ha trovato che la familiarità influenzasse significativamente le prestazioni degli anziani. Questo risultato è particolarmente rilevante, poiché suggerisce che l'apprendimento collaborativo può essere efficace indipendentemente dalla relazione preesistente tra i partner, permettendo così di sfruttare appieno il potenziale dell'apprendimento intergenerazionale e delle dinamiche di gruppo anche tra individui che non si conoscono.

Tuttavia, la diversità dei risultati sottolinea la necessità di svolgere ricerche ulteriori per comprendere appieno le condizioni in cui l'apprendimento collaborativo può essere più efficace. Inoltre, risulta necessario comprendere il ruolo della familiarità con il partner e l'utilizzo della tecnologia, nell'influenza delle dinamiche di apprendimento tra le diverse fasce d'età. Queste ricerche future saranno cruciali per ottimizzare le strategie educative e promuovere un apprendimento efficace e inclusivo per tutte le età. Infatti, come riportato nella

revisione di Wolfe e collaboratori (2023), la mancanza di un confronto sistematico con l'apprendimento individuale limita la capacità di determinare l'effettivo valore aggiunto del lavoro collaborativo per gli anziani. Alla luce di ciò, risulta prezioso includere un confronto diretto tra le prestazioni individuali e collaborative. Gli autori suggeriscono inoltre di utilizzare una collaborazione di tipo intergenerazionale, qualora l'incontro tra giovani e adulti più anziani possa offrire vantaggi significativi a quest'ultimi nell'apprendimento.

Infine, risulta fondamentale investigare i benefici a lungo termine, adottare approcci metodologici sia qualitativi che quantitativi per ottenere una visione più completa e dettagliata dei processi e degli effetti dell'apprendimento collaborativo tra gli anziani.

## Conclusione

L'elaborato ha esaminato in maniera approfondita lo strumento di *training* cognitivo, con l'obiettivo di fornire una panoramica esaustiva della letteratura esistente e di comprendere come possa contribuire al potenziamento cognitivo e al benessere generale degli anziani. Dalla revisione degli studi analizzati è emerso che la riserva cognitiva svolge un ruolo fondamentale nel preservare le capacità cognitive durante l'invecchiamento. In quest'ottica, il *training* cognitivo si configura come uno strumento promettente e necessario per contrastare il decadimento delle abilità cognitive correlato all'età e come strumento di prevenzione. Le implicazioni pratiche di questi risultati sono rilevanti, soprattutto in relazione all'urgenza di promuovere il benessere soggettivo nella popolazione anziana, considerando il suo aumento costante associato al rischio di sviluppare malattie neurodegenerative. In questo contesto, i dati di *imaging* cerebrale strutturale sono uno strumento valido per la valutazione delle condizioni cognitive. In particolare, potrebbero essere utilizzati come base per sviluppare interventi mirati di potenziamento cognitivo. Tuttavia, una sfida complessa è quella di prevedere con precisione l'evoluzione del funzionamento cognitivo negli anni a venire, un obiettivo che richiede un approccio più elaborato e integrato tra ricerca e pratica clinica. Dalla revisione degli studi emerge che la plasticità cerebrale, che rappresenta il fondamento del *training* cognitivo, continua a svolgere un ruolo centrale anche negli anziani, permettendo al cervello di adattarsi e compensare eventuali funzioni compromesse. Il concetto di neuroplasticità, prima associato principalmente alla fase di sviluppo, si applica anche all'invecchiamento, e le strategie di intervento basate sul potenziamento cognitivo offrono un'opportunità concreta per rallentare il declino cognitivo e promuovere il benessere. In particolare, la capacità del cervello di attivare aree alternative e di rispondere in maniera adattiva alle attività proposte dal *training* mette in discussione il legame rigido tra età e l'inevitabile decadimento cognitivo. Le tecniche di *imaging* cerebrale funzionale hanno permesso di visualizzare i cambiamenti nell'attivazione cerebrale post-*training*. Uno studio del 2011 condotto da Belleville e collaboratori suggerisce che il *training* cognitivo comporti cambiamenti significativi nell'attivazione cerebrale degli anziani. Inoltre, i risultati sono particolarmente promettenti perché dimostrano che il cervello dell'anziano è plastico e la plasticità rimane invariata, seppur con lievi differenze, anche nelle prime fasi delle patologie neurodegenerative. In particolare, la ricerca ha esaminato gli effetti di un programma di *training* cognitivo sulla memoria in anziani sani e con lieve compromissione cognitiva. L'obiettivo della ricerca era comprendere come l'allenamento influenzi la plasticità cerebrale e quali cambiamenti si verificano nelle aree cerebrali coinvolte

nella memoria. L'allenamento cognitivo prevedeva sessioni di esercizi volti a migliorare la memoria: agli anziani era richiesto di memorizzare elenchi di dieci parole comuni che dovevano essere recuperate immediatamente dopo la presentazione e poi a distanza di dieci minuti. Durante il test, nella fase di codifica, ai partecipanti venivano presentati sei elenchi di otto parole, ciascuna mostrata per quattro secondi con un intervallo di un secondo tra le parole. Invece, durante la fase di recupero, i partecipanti visualizzavano sei liste di parole, alcune delle quali erano state memorizzate in precedenza mentre altre erano nuove. I partecipanti dovevano premere un tasto per indicare se riconoscevano le parole. I risultati sono significativi e suggeriscono che il *training* possa effettivamente ridurre le differenze di attivazione cerebrale tra anziani sani ed anziani con compromissione cognitiva lieve. Nel primo gruppo, dopo l'allenamento si è riscontrata una riduzione dell'attivazione di aree come il giro del giro del cingolo e la corteccia prefrontale sinistra durante la codifica, suggerendo una maggiore efficienza nel processo di memorizzazione. Durante il recupero, è stata osservata un'aumentata attivazione in aree come il giro temporale medio e superiore destro e il talamo, indicando un miglioramento nella capacità di recuperare le informazioni. In anziani con lieve compromissione cognitiva, il *training* ha attivato aree cerebrali precedentemente meno coinvolte, come il giro temporale superiore sinistro e la corteccia parietale inferiore destra, sia durante la codifica che durante il recupero. Questi risultati sono importanti perché indicano che il *training* cognitivo può anche contribuire a rallentare il declino cognitivo associato all'invecchiamento e alle prime fasi di deterioramento cognitivo. Inoltre, il miglioramento nella capacità di recupero delle informazioni e nell'efficienza della codifica suggerisce che tali interventi possono supportare l'adattamento e la resilienza del cervello, e promuovere una maggiore autonomia e benessere.

Dal punto di vista neurofisiologico, gli studi analizzati riportano che durante compiti cognitivi complessi si rilevano cambiamenti significativi negli *event-related potentials*, soprattutto nelle componenti N200 e P300, e ciò si traduce in una diminuzione della chiarezza e dell'ampiezza delle risposte. Perciò, compiti più complessi portano a risposte cerebrali meno nette e meno intense, indicando una difficoltà maggiore nel processare e reagire a stimoli che richiedono attenzione e controllo. La componente P300 è una risposta cerebrale a stimoli incongruenti rilevabile tramite elettroencefalografia, che si manifesta come un picco di attività circa trecento millisecondi dopo lo stimolo. D'altro lato, la componente N200 frontale, invece, è associata all'inibizione e al monitoraggio dei conflitti, e il suo valore tende ad aumentare quando si affrontano prove incongruenti. Lo studio svolto da Cèspon e collaboratori (2023) ha riportato

un risultato interessante: l'elevata riserva cognitiva contrasta i cambiamenti nell'attività cerebrale associati all'invecchiamento. Pertanto, alti livelli di riserva cognitiva possono essere correlati al mantenimento dei modelli di attività cerebrale che si osservano negli individui più giovani, piuttosto che all'adozione di meccanismi neurali compensatori. Infatti, i partecipanti con alta riserva cognitiva riportavano livelli di accuratezza maggiori nei compiti di inibizione di informazioni non rilevanti per il compito. In generale, in persone con alta riserva cognitiva, l'attività cerebrale è più localizzata e specializzata. Al contrario, in individui con bassa riserva cognitiva, l'attività cerebrale può manifestarsi come più diffusa e meno specializzata, con una minore organizzazione tra i due emisferi cerebrali e tra le diverse aree cerebrali.

Relativamente al *training* multimodale, che combina attività cognitive e fisiche, esso rappresenta un approccio promettente per migliorare le funzioni cognitive e favorire la plasticità cerebrale. Questo tipo di intervento stimola diverse aree del cervello e promuove la riorganizzazione neuronale. I risultati indicano che la modalità di somministrazione del *training* può influenzare l'efficacia dell'intervento, con alcuni studi che suggeriscono che l'approccio simultaneo, che combina attività cognitive e fisiche in tempo reale, potrebbe offrire vantaggi superiori rispetto all'approccio sequenziale. I dati comportamentali riportano che svolgere anche una singola sessione settimanale di *training* può produrre miglioramenti significativi nelle prestazioni cognitive, suggerendo la fattibilità di interventi relativamente brevi. In particolare, la revisione svolta da Gavelin e collaboratori (2021), riporta come un trattamento di durata pari o inferiore alle dodici settimane, produca esiti migliori. Tuttavia, è importante notare che la ricerca attuale, sebbene ampiamente positiva, presenta alcune limitazioni. Nonostante numerosi studi abbiano documentato gli effetti benefici del *training* cognitivo di tipo combinato, l'esplorazione delle modalità di somministrazione, come simultanea rispetto a sequenziale e l'adeguatezza delle metodologie utilizzate non sono state approfondite in modo uniforme. Alcuni studi hanno confrontato le modalità di somministrazione senza evidenziare dettagliatamente come queste influenzano l'efficacia dell'intervento. Inoltre, alcune ricerche si sono concentrate sull'efficacia globale degli interventi, omettendo quelle che sono le risposte individuali agli interventi e le differenze nei protocolli di somministrazione.

Oltretutto, le limitazioni riguardano la dimensione ridotta dei campioni e la breve durata dei periodi di *follow-up*, che talvolta non permettono una valutazione completa dei benefici del *training* a lungo termine. Questo implica che, sebbene il *training* cognitivo multimodale mostri

promettenti risultati, è necessario un ulteriore approfondimento. Per colmare queste lacune, future ricerche dovrebbero focalizzarsi su un'analisi più dettagliata delle modalità di somministrazione e dei protocolli di intervento, indagando come diverse strategie possano influenzare i risultati. Nello specifico, risulta cruciale ampliare le dimensioni dei campioni e prolungare i periodi di *follow-up* per ottenere dati più robusti e generalizzabili. Inoltre, esplorare ulteriormente l'efficacia di interventi innovativi come l'*exergaming* e i programmi di *training* cognitivo computerizzato potrebbe offrire nuovi spunti per ottimizzare le strategie di intervento e migliorare il benessere cognitivo degli anziani. D'altro lato, il *training* cognitivo in modalità collaborativa suggerisce che il lavoro di gruppo possa migliorare la memoria e le abilità di *problem-solving*, soprattutto quando si tratta di informazioni emotivamente rilevanti o compiti complessi. Questa tipologia di *training* di gruppo potrebbe essere implementata in contesti complessi, come le carceri, dove è necessario promuovere la socialità. Vi sono, tuttavia, delle criticità: i dati disponibili mostrano che, sebbene questa tipologia di *training* possa avere un generale effetto positivo non si riscontrano differenze significative rispetto all'apprendimento individuale. Tuttavia, l'apprendimento collaborativo si rivela più vantaggioso in contesti che richiedono la risoluzione di problemi complessi o la combinazione di diverse abilità. Ad esempio, nelle attività che richiedono abilità di *problem-solving* e pianificazione, come il compito di pianificazione del viaggio studiato da Cheng e Strough (2004), l'apprendimento collaborativo risulta particolarmente utile. In tali situazioni, le coppie di collaboratori hanno mostrato una maggiore capacità di minimizzare gli errori, probabilmente grazie alla possibilità di discutere e confrontarsi sulle diverse idee e strategie. Le prospettive future della ricerca dovrebbero includere studi comparativi diretti tra apprendimento collaborativo e individuale per chiarire il valore aggiunto della collaborazione. Inoltre, è importante chiarire come la familiarità tra i partecipanti e l'utilizzo delle tecnologie influenzano i risultati dell'apprendimento. Infine, ricerche ulteriori dovrebbero esplorare i benefici a lungo termine e adottare approcci metodologici sia qualitativi che quantitativi per ottenere una visione più completa e dettagliata dei processi e degli effetti dell'apprendimento collaborativo. In generale, questo permetterebbe di ottimizzare le strategie di allenamento cognitivo e di promuovere un apprendimento efficace e inclusivo per gli anziani, con l'obiettivo di massimizzare i benefici cognitivi e sociali di questo approccio.



## **Bibliografía**

Areán, P. A., Raue, P., Mackin, R. S., Kanellopoulos, D., McCulloch, C., & Alexopoulos, G. S. (2010). Problem-solving therapy and supportive therapy in older adults with major depression and executive dysfunction. *American Journal of Psychiatry*, *167*(11), 1391–1398.

Ballesteros, S., Kraft, E., Santana, S., & Tziraki, C. (2015). Maintaining older brain functionality: A targeted review. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, *55*, 453–477.

Barnes, D. E., & Yaffe, K. (2011). The projected effect of risk factor reduction on Alzheimer's disease prevalence. *The Lancet Neurology*, *10*(9), 819–828.

Barnier, A. J., Sutton, J., Harris, C. B., & Wilson, R. A. (2008). A conceptual and empirical framework for the social distribution of cognition: The case of memory. *Cognitive Systems Research*, *9*(1-2), 33–51.

Behfar, Q., Behfar, S. K., von Reutern, B., Richter, N., Dronse, J., Fassbender, R., Fink, G. R., & Onur, O. A. (2020). Graph theory analysis reveals resting-state compensatory mechanisms in healthy aging and prodromal Alzheimer's disease. *Frontiers in Aging Neuroscience*, *12*, 2-13.

Belleville, S., Clément, F., Mellah, S., Gilbert, B., Fontaine, F., & Gauthier, S. (2011). Training-related brain plasticity in subjects at risk of developing Alzheimer's disease. *Brain*, *134*(6), 1623–1634.

Cabeza, R. (2002). Hemispheric asymmetry reduction in older adults: The HAROLD model. *Psychology and Aging*, *17*(1), 85–100.

Cespón, J., Chupina, I., & Carreiras, M. (2023). Cognitive reserve counteracts typical neural activity changes related to ageing. *Neuropsychologia*, *188*, 108625.

Chadjikyprianou, A., & Constantinidou, F. (2023). A new multidimensional group intervention for cognitive and psychosocial functioning for older adults: Background, content, and process evaluation. *Frontiers in Medicine*, *10*, 1161060.

Chainay, H., Joubert, C., & Massol, S. (2021). Behavioural and ERP effects of cognitive and combined cognitive and physical training on working memory and executive function in healthy older adults. *Advances in Cognitive Psychology*, *17*(1), 58–69.

Chen, L. Y., Fang, T. J., Lin, Y. C., & Hsieh, H. F. (2021). Exploring the mediating effects of cognitive function, social support, activities of daily living and depression in the relationship between age and frailty among community-dwelling elderly. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, *18*(23), 2-11.

Cheng, S., & Strough, J. (2004). A comparison of collaborative and individual everyday problem solving in younger and older adults. *The International Journal of Aging and Human Development*, *58*(3), 167–195.

Cho, J. An, D., Cho, E., Kim, D., Choi, I., Cha, J., Choi, J., Na, D. L., Jang, H., & Chin, J. (2023). Efficacy of smartphone application-based multi-domain cognitive training in older adults without dementia. *Frontiers in Aging Neuroscience*, *15*, 1250420.

Cuijpers, P., de Wit, L., Kleiboer, A., Karyotaki, E., & Ebert, D. D. (2018). Problem-solving therapy for adult depression: An updated meta-analysis. *European Psychiatry*, *48*(1), 27–37.

Di Nuovo, S., De Beni, R., Borella, E., Marková, H., Laczó, J., & Vyhnálek, M. (2020). Cognitive impairment in old age. *European Psychologist*, *25*(3), 174–185.

Fan, L., Li, H., Zhuo, J., Zhang, Y., Wang, J., Chen, L., Yang, Z., Chu, C., Xie, S., Laird, A. R., Fox, P. T., Eickhoff, S. B., Yu, C., & Jiang, T. (2016). The human brainnetome atlas: A new brain atlas based on connectional architecture. *Cerebral Cortex*, *26*(8), 3508–3526.

Farras-Permanyer, L., Mancho-Fora, N., Montalà-Flaquer, M., Bartrés-Faz, D., Vaqué-Alcázar, L., Peró-Cebollero, M., & Guàrdia-Olmos, J. (2019). Age-related changes in resting-state functional connectivity in older adults. *Neural Regeneration Research*, *14*(9), 1544-1555.

Ferreira, L. K., & Busatto, G. F. (2013). Resting-state functional connectivity in normal brain aging. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, *37*(3), 384–400.

Gajewski, P. D., & Falkenstein, M. (2012). Training-induced improvement of response selection and error detection in aging assessed by task switching: effects of cognitive, physical, and relaxation training. *Frontiers in Human Neuroscience*, *6*, 130.

Gavelin, H. M., Dong, C., Minkov, R., Bahar-Fuchs, A., Ellis, K. A., Lautenschlager, N. T., Mellow, M. L., Wade, A. T., Smith, A. E., Finke, C., Krohn, S., & Lampit, A. (2021). Combined physical and cognitive training for older adults with and without cognitive impairment: A systematic review and network meta-analysis of randomized controlled trials. *Ageing Research Reviews*, *66*, 101232.

Gu, L., Chen, J., Gao, L., Shu, H., Wang, Z., Liu, D., Yan, Y., Li, S., & Zhang, Z. (2018). Cognitive reserve modulates attention processes in healthy elderly and amnesic mild cognitive impairment: An event-related potential study. *Clinical Neurophysiology*, *129*(1), 198–207.

Gehres, S. W., Rocha, A., Leuzy, A., Loss, C. M., Viola, G. G., & Zimmer, E. R. (2016). Cognitive intervention as an early non-pharmacological strategy in Alzheimer's disease: A translational perspective. *Frontiers in Aging Neuroscience*, *8*, 280.

Hafkemeijer, A., van der Grond, J., & Rombouts, S. A. R. B. (2012). Imaging the default mode network in aging and dementia. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA) - Molecular Basis of Disease*, *1822*(3), 431–441.

Harada, C. N., Natelson Love, M. C., & Triebel, K. L. (2013). Normal cognitive aging. *Clinics in Geriatric Medicine*, *29*(4), 737-752.

Herold, F., Törpel, A., Schega, L., & Müller, N. G. (2019). Functional and/or structural brain changes in response to resistance exercises and resistance training lead to cognitive improvements – a systematic review. *European Review of Aging and Physical Activity*, *16*(1), 1-33.

Jack, C. R., Bennett, D. A., Blennow, K., Carrillo, M. C., Dunn, B., Haeberlein, S. B., Holtzman, D. M., Jagust, W., Jessen, F., Karlawish, J., Liu, E., Molinuevo, J. L., Montine, T., Phelps, C., Rankin, K. P., Rowe, C. C., Scheltens, P., Siemers, E., Snyder, H. M., Silverberg,

N. (2018). NIA-AA research framework: Toward a biological definition of Alzheimer's disease. *Alzheimer's & Dementia*, *14*(4), 535–562.

Kahneman, D., & Deaton, A. (2010). High income improves evaluation of life but not emotional well-being. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *107*(38), 16489–16493.

Kensinger, E. A., & Schacter, D. L. (2008). Neural processes supporting young and older adults' emotional memories. *Journal of Cognitive Neuroscience*, *20*(7), 1161–1173.

Kim, E. S., Tkatch, R., Martin, D., MacLeod, S., Sandy, L., & Yeh, C. (2021). Resilient aging: Psychological well-being and social well-being as targets for the promotion of healthy aging. *Gerontology and Geriatric Medicine*, *7*, 1–12.

Kropotov, J., Ponomarev, V., Tereshchenko, E. P., Müller, A., & Jäncke, L. (2016). Effect of aging on ERP components of cognitive control. *Frontiers in Aging Neuroscience*, *8*, 69.

Lee, J., & Kim, H. J. (2022). Normal aging induces changes in the Brain and neurodegeneration progress: Review of the structural, biochemical, metabolic, cellular, and molecular changes. *Frontiers in aging neuroscience*, *14*, 931536.

Manning, K., Wu, R., McQuoid, D., Steffens, D., Potter, G. (2023). Reliable cognitive decline in late-life major depression, *Archives of Clinical Neuropsychology*, *38*(2), 247–257.

Matson, T. E., Anderson, M. L., Renz, A. D., Greenwood-Hickman, M. A., McClure, J. B., & Rosenberg, D. E. (2019). Changes in self-reported health and psychosocial outcomes in older adults enrolled in sedentary behavior intervention study. *American Journal of Health Promotion*, *33*(7), 1053–1057.

Marzola, P., Melzer, T., Pavesi, E., Gil-Mohapel, J., & Brocardo, P. S. (2023). Exploring the role of neuroplasticity in development, aging, and neurodegeneration. *Brain Sciences*, *13*(12), 1610.

Moreno-Agostino, D., de la Torre-Luque, A., de la Fuente, J., Lara, E., Martín-María, N., Moneta, M. V., Bayés, I., Olaya, B., Haro, J. M., Miret, M., & Ayuso-Mateos, J. L. (2020). Determinants of Subjective Wellbeing Trajectories in Older Adults: A Growth Mixture Modeling Approach. *Journal of Happiness Studies*, *22*, 709-726.

Moret, B., Kolasinska, A. B., Nucci, M., Campana, G., Zini, F., Gaspari, M., & Stablum, F. (2024). Cognitive benefits of the attentional vs exergame training in older adults. *Aging & Mental Health*, *28*(3), 531-541.

Naveh-Benjamin, M., Brav, T. K., & Levy, O. (2007). The associative memory deficit of older adults: The role of strategy utilization. *Psychology and Aging*, *22*(1), 202–208.

Nguyen, C. M., Chen, K.-H., & Denburg, N. L. (2018). The use of problem-solving therapy for primary care to enhance complex decision-making in healthy community-dwelling older adults. *Frontiers in Psychology*, *9*, 870.

Noice, T., Noice, H., & Kramer, A. F. (2013). Participatory Arts for Older Adults: A Review of Benefits and Challenges. *The Gerontologist*, *54*(5), 741–753.

Nyberg, L., Lövdén, M., Riklund, K., Lindenberger, U., & Bäckman, L. (2012). Memory aging and brain maintenance. *Trends in Cognitive Sciences*, *16*(5), 292–305.

Oosterhuis, E. J., Slade, K., May, P. J. C., & Nuttall, H. E. (2022). Towards an understanding of healthy cognitive ageing: The importance of lifestyle in cognitive reserve and the scaffolding theory of aging and cognition. *The Journals of Gerontology: Series B*, *78*(5), 777–788.

Park, D. C., & Reuter-Lorenz, P. (2009). The Adaptive Brain: Aging and Neurocognitive Scaffolding. *Annual Review of Psychology*, *60*(1), 173–196.

Pergher, V., Wittevrongel, B., Tournoy, J., Schoenmakers, B., & Van Hulle, M. M. (2018). N-back training and transfer effects revealed by behavioral responses and EEG. *Brain and Behavior*, *8*(11), e01136.

Rahe, J., Becker, J., Fink, G. R., Kessler, J., Kukulja, J., Rahn, A., Rosen, J. B., Szabados, F., Wirth, B., & Kalbe, E. (2015). Cognitive training with and without additional physical activity in healthy older adults: cognitive effects, neurobiological mechanisms, and prediction of training success. *Frontiers in Aging Neuroscience*, 7, 187.

Rathore, S., Habes, M., Iftikhar, M. A., Shacklett, A., & Davatzikos, C. (2017). A review on neuroimaging-based classification studies and associated feature extraction methods for Alzheimer's disease and its prodromal stages. *NeuroImage*, 155, 530–548.

Rendell, P. G., & Craik, F. I. M. (2000). Virtual week and actual week: Age-related differences in prospective memory. *Applied Cognitive Psychology*, 14(7), S43-S62.

Ribas, M. Z., Patricié, G. F., Noletto, F. M., Ramanzini, L. G., Veras, A. d. O., Dall'Oglio, R., Filho, L. B. d. A., Martins da Silva, J. G., Lima, M. P. P., Teixeira, B. E., Nunes de Sousa, G., Alves, A. F. C., Vieira Lima, L. M. F., Sallem, C. C., Garcia, T. F. M., Ponte de Oliveira, I. M., Rocha, R. S. d. C., Jucá, M. d. S., Barroso, S. T., & Claudino dos Santos, J. C. (2023). Impact of dysexecutive syndrome in quality of life In alzheimer disease: What we know now and where we are headed. *Ageing Research Reviews*, 86, 101866.

Rosselli, M., & Torres, V. L. (2019). Executive dysfunction during normal and abnormal aging in dysexecutive syndromes. *Springer International Publishing*, 155–175.

Rute-Pérez, S., Rodríguez-Domínguez, C., Vélez-Coto, M., Pérez-García, M., & Caracuel, A. (2023). Effectiveness of computerized cognitive training by VIRTRAEL on memory and executive function in older people: a pilot study. *Brain Sciences*, 13(4), 684.

Sáez-Gutiérrez, S., Fernandez-Rodriguez, E. J., Sanchez-Gomez, C., Garcia-Martin, A., Polo-Ferrero, L., & Barbero-Iglesias, F. J. (2024). Effectiveness of different neurocognitive intervention approaches on functionality in healthy older adults: a systematic review. *Behavioral Sciences*, 14(2), 87.

Sanders, C., Low, C., & Schmitter-Edgecombe, M. (2014). Assessment of planning abilities in individuals with mild cognitive impairment using an open-ended problem-solving task. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 36(10), 1084–1097.

Slegers, K., van Boxtel, M. P. J., & Jolles, J. (2008). Effects of computer training and internet usage on the well-being and quality of life of older adults: A randomized, controlled study. *The Journals of Gerontology Series B: Psychological Sciences and Social Sciences*, 63(3), 176-184.

Stablum, F. (2002). *L'attenzione*. Carocci.

Studer-Luethi, B., Boesch, V., Lusti, S., & Meier, B. (2022). Fostering cognitive performance in older adults with a process- and a strategy-based cognitive training. *Aging, Neuropsychology, and Cognition*, 1–23.

Stöffel, T., Vaqué-Alcázar, L., Bartres-Faz, D., Però-Cebollero, M., Cañete-Massé, C., & Guàrdia-Olmos, J. (2024). Reduced default mode network effective connectivity in healthy aging is modulated by years of education. *NeuroImage*, 288, 2-11.

Sun, F., Cui, D., Jiao, Q., Niu, J., Zhang, X., Shi, Y., Liu, H., Ouyang, Z., Yu, G., Dou, R., Guo, Y., Dong, L., & Cao, W. (2023). The co-activation pattern between the DMN and other brain networks affects the cognition of older adults: evidence from naturalistic stimulation fMRI data. *Cerebral Cortex*, 34(1), bhad466.

Tsai, H.-J., & Chang, F.-K. (2019). Associations of exercise, nutritional status, and smoking with cognitive decline among older adults in Taiwan: Results of a longitudinal population-based study. *Archives of Gerontology and Geriatrics*, 82, 133–138.

Turrini, S., Wong, B., Eldaief, M., Press, D., Sinclair, D. A., Koch, G., Avenanti, A., & Santarnecchi, E. (2023). The multifactorial nature of healthy brain ageing: brain changes, functional decline and protective factors. *Ageing Research Reviews*, 101939.

Verhülsdonk, S., Folkerts, A.-K., Hasenberg, C., Bohn, C., Christl, J., Kalbe, E., & Krieger, T. (2024). Cognitive training for older prisoners: a qualitative analysis of prisoners' and staff members' perceptions. *Frontiers in Aging Neuroscience*, 15, 1332136.

Wolfe, K., Crompton, C. J., Hoffman, P., & MacPherson, S. E. (2023). Collaborative learning of new information in older age: A systematic review. *Edinburgh Open Research*, *10*, 211595.

Yang, W., Wang, J., Guo, J., Dove, A., Qi, X., Bennett, D. A., & Xu, W. (2024). Association of cognitive reserve indicator with cognitive decline and structural brain differences in middle and older age: findings from the UK biobank. *The Journal of Prevention of Alzheimer's Disease*, e081683.