



**UNIVERSITÀ DEGLI STUDI
DI PADOVA**

Dipartimento di Psicologia Generale

**Corso di laurea Magistrale in Neuroscienze e Riabilitazione
Neuropsicologica**

Tesi di laurea Magistrale

**Training cognitivo computerizzato per il potenziamento
delle funzioni attentive in un gruppo di anziani: uno
studio pilota**

**Computerized cognitive training for
the enhancement of attentive
functions in an elderly group: a
pilot study**

Relatore
Prof. Franca Stablum

Laureanda: Dell'Olivo Lara
Matricola:1238574

Anno Accademico 2021/2022

Indice

Introduzione.....	2
Capitolo 1 Presupposti teorici.....	5
1.1 L'invecchiamento	7
1.1.1 L'invecchiamento fisiologico.....	7
1.1.2 L'invecchiamento patologico	10
1.2 Il concetto di plasticità e la compensazione funzionale.....	14
1.3 I training cognitivi	17
1.4 I training cognitivi computerizzati	22
1.5 L'attenzione	27
1.5.1 Paradigmi per lo studio dell'attenzione.....	28
1.5.2 Processi di orientamento dell'attenzione	30
1.5.3 Attenzione e invecchiamento	32
1.5.4 Training cognitivi per l'attenzione	34
Capitolo 2 Lo studio.....	37
2.1 Obiettivo.....	37
2.2 Partecipanti.....	39
2.3 Materiali e metodo	41
2.3.1 Articolazione dello studio.....	41
2.3.2 Valutazione psicologica.....	42
2.3.3 Il programma MS_Rehab	49
2.4 Analisi dei dati.....	57
2.5 Risultati	58
2.5.1 Caratteristiche del gruppo sperimentale e del gruppo di controllo....	58
2.5.2 Test-retest del gruppo sperimentale e del gruppo di controllo.....	59
2.5.3 Test, retest e follow-up del gruppo sperimentale.....	62
2.5.4 Anova sulle tre condizioni dello Stroop test.....	63
2.5.5 Analisi qualitativa.....	64
2.6 Discussione e conclusione.....	69
Bibliografia.....	75
Appendice A.....	94

Introduzione

Contrariamente a quanto creduto dalla popolazione generale, i professionisti e ricercatori dell'ambito psicologico hanno ormai accertato e dimostrato che invecchiare non implica solamente il declino di abilità e funzionalità, ma che alcune di esse possono essere mantenute e addirittura migliorate (Baltes et al., 1999).

I ricercatori hanno anche dimostrato che la plasticità cerebrale, ovvero la capacità del cervello di adattarsi, è presente non solo durante l'infanzia e l'adolescenza ma lungo tutto il corso della vita (Pauwels et al., 2018). Il mantenimento di questa abilità del cervello di rimodellare sé stesso può essere sfruttata attraverso l'esercizio intensivo e ripetitivo di diverse funzioni cognitive con lo scopo di migliorare l'indipendenza e la qualità della vita delle persone anziane.

Su queste evidenze si fonda il presente studio, atto ad indagare l'efficacia di un training cognitivo computerizzato sull'attenzione.

Il primo capitolo di questa tesi è dedicato ad esporre alcuni concetti e costrutti di base necessari per comprendere il quadro teorico all'interno del quale si inserisce il lavoro. Si parlerà quindi di invecchiamento, sia sano che patologico, focalizzandosi in particolare sul *mild cognitive impairment*, poi si esporranno alcuni concetti relativi ai training cognitivi e alla loro importanza per promuovere l'indipendenza e il benessere delle persone anziane. In seguito, si parlerà del costrutto di attenzione, delle sue componenti e dei paradigmi per studiarle e si farà riferimento alla letteratura che espone training cognitivi specifici per l'attenzione e indica le caratteristiche che tali interventi dovrebbero possedere per risultare efficaci.

Il secondo capitolo è dedicato all'esposizione della ricerca svolta.

Il training, implementato attraverso il software MS-rehab, è stato creato inizialmente per la riabilitazione di persone affette da sclerosi multipla ma gli esercizi che propone possono essere utilizzati per il potenziamento delle funzioni cognitive anche in persone sane. Tuttavia, questo programma non era mai stato testato prima su persone con diagnosi diversa dalla sclerosi multipla.

Lo scopo del lavoro esposto in questo elaborato era quindi verificarne l'utilità e l'efficacia in una popolazione anziana, con una eterogeneità di diagnosi. Ci si è qui focalizzati, tra tutti quelli proposti, sugli esercizi di attenzione, che sono stati somministrati ad un gruppo sperimentale composto da 10 individui, per un mese, con una frequenza di due volte a settimana.

I partecipanti sono stati sottoposti ad una valutazione cognitiva con una batteria di test prima e dopo il training (valutazione pre- e post-test), per valutare la loro prestazione in domini cognitivi anche non direttamente allenati, in modo da verificare un eventuale generalizzazione degli effetti.

Dopo tre mesi di inattività, il mantenimento di eventuali miglioramenti è stato testato attraverso un'ulteriore valutazione di follow-up, che utilizzava la stessa batteria di test.

Infine, ai soggetti sperimentali è stato sottoposto un questionario di soddisfazione, con l'intento di ottenere feedback che potessero aiutarci a migliorare il programma e a cogliere il grado di soddisfazione dei partecipanti, nonché una misura soggettiva della loro percezione di miglioramento delle funzioni attentive.

Lo studio comprende anche un gruppo di controllo passivo, composto da anziani sani e sottoposto alle stesse valutazioni pre- e post-test. La valutazione di follow-up non è stata ritenuta necessaria per questo gruppo che non ha svolto alcun training. Il confronto dei risultati dei due gruppi serviva a verificare che eventuali risultati ottenuti dal gruppo sperimentale fossero da imputarsi al training e non, ad esempio, alla pura ripetizione degli stessi test e quindi ad un effetto apprendimento.

L'ultimo paragrafo è dedicato all'interpretazione dei dati e alla conclusione. Vengono discussi i limiti della ricerca e le direzioni per gli studi futuri.

Capitolo 1 Presupposti teorici

L'obiettivo di questo capitolo è introdurre i costrutti psicologici che sono rilevanti per comprendere lo studio che viene poi presentato nel capitolo due.

Si inizierà descrivendo l'invecchiamento sano, partendo dalle modificazioni cerebrali, sia a livello morfologico che funzionale, e dal declino cognitivo associato.

In seguito, si descriverà l'invecchiamento patologico, focalizzandosi sul *mild cognitive impairment* (MCI) cercando di dare un quadro che leghi i cambiamenti della morfologia e del funzionamento del cervello ai deficit cognitivi che comportano.

Si passerà quindi a definire il concetto di plasticità cerebrale e a descrivere come il cervello reagisce ai cambiamenti dettati dell'età attraverso forme di compensazione funzionale, come i pattern PASA (Posterior-Anterior Shift in Aging) e HAROLD (Hemispheric Asymmetry Reduction in Older Adults) e come la plasticità possa essere sfruttata da interventi di potenziamento cognitivo. Questo potenziamento viene implementato attraverso la somministrazione di training, ovvero una serie ripetuta di esercizi che, allenando una specifica abilità cognitiva, si propongono di migliorarne il funzionamento. Verranno descritti diverse tipologie di training.

Ci si concentrerà poi sui training cognitivi computerizzati e sui vantaggi che offrono, in termini di praticità di somministrazione rispetto ai training classici, e verranno esposti degli esempi di training cognitivi computerizzati sia in soggetti sani che in soggetti affetti da MCI.

Il paragrafo seguente si concentra sull'attenzione: vengono brevemente descritte le diverse componenti che costituiscono questa complessa e importante funzione e i paradigmi classici usati per studiarle.

Si descriveranno poi i cambiamenti dettati dall'età sull'attenzione e infine verranno esposte le caratteristiche che i training cognitivi focalizzati sull'attenzione dovrebbero avere per massimizzare le probabilità di ottenere dei benefici.

1.1 L'invecchiamento

Il recente aumento dell'aspettativa di vita ha stimolato la ricerca sull'invecchiamento, per comprendere i meccanismi che causano l'invecchiamento fisico e cognitivo e i fattori che promuovono un invecchiamento attivo, con lo scopo di mantenere l'indipendenza e migliorare la qualità della vita delle persone anziane.

Queste ricerche hanno messo in luce che, contrariamente alla concezione precedente, l'invecchiamento è un fenomeno complesso e multidimensionale, caratterizzato non soltanto da declino ma anche dal mantenimento di alcune funzioni e perfino il miglioramento di altre (Baltes, 1987).

È stato messo in luce, inoltre, che lo sviluppo di un individuo è un processo che occupa l'intero arco della vita (Baltes et al., 1999), e che presenta importanti differenze interindividuali in quanto è influenzato da fattori genetici e dallo stile di vita. Gli studiosi si sono perciò occupati molto della ricerca di quei fattori psicologici, sociali e comportamentali che promuovono un buon invecchiamento, oltre che dei cambiamenti fisici, emotivi, cognitivi e sensoriali che inevitabilmente lo accompagnano, causando fragilità e difficoltà per gli anziani.

1.1.1 L'invecchiamento fisiologico

Per quanto riguarda i cambiamenti fisici dovuti all'invecchiamento ci interessiamo in questa sede esclusivamente di quelli a livello cerebrale.

Gli studi post-mortem hanno evidenziato che l'avanzare dell'età è legato alla diminuzione del peso e del volume cerebrale, dovuti ad atrofizzazione e

dearborizzazione dendritica (Hof & Morrison, 2004). Il tasso di velocità di questi cambiamenti aumenta con l'età: nei giovani adulti la diminuzione del volume della corteccia cerebrale è del 0.12% all'anno, mentre dopo i 52 anni aumenta a 0.35%. Anche l'espansione dei ventricoli passa da 0.43% all'anno nei giovani adulti a 4.25% all'anno dopo i 70 anni (Dennis & Cabeza, 2011).

Le variazioni del volume cerebrale non sono uniformi: alcune regioni sono più sensibili di altre agli effetti dell'età. Le aree maggiormente influenzate dal processo dell'invecchiamento sono la corteccia prefrontale e il lobo parietale inferiore (Resnick et al., 2003), secondo un gradiente antero-posteriore.

Per quanto riguarda i cambiamenti neurochimici, la gran parte degli studi si sono concentrati sulla dopamina, evidenziando decrementi età-relati nei suoi livelli, specie nello striato, legati a deficit di memoria episodica e funzioni esecutive (Erixon-Lindroth et al., 2005). Riduzioni nei livelli di questo neurotrasmettitore sono stati trovati anche in regioni extra-striatali come corteccia prefrontale, temporale, occipitale, talamo e ippocampo (Inoue et al., 2001). Se si considera l'importanza della dopamina nelle proiezioni fronto-striatali è facile collegarla ai deficit cognitivi dovuti al malfunzionamento della corteccia prefrontale osservati durante l'invecchiamento.

Infine, prendiamo in esame gli studi che si sono occupati dei cambiamenti metabolici dovuti all'età: il flusso sanguigno mostra un decremento indipendente dall'atrofia cerebrale (Chen et al., 2011) e anche la riduzione dell'ossigeno e del glucosio sono stati dimostrati, principalmente nella corteccia prefrontale (Azari et al., 1992; Leenders et al., 1990).

Questi cambiamenti a livello cerebrale hanno conseguenze sulla prestazione cognitiva, che subisce a sua volta delle modifiche dovute all'età. Come già accennato, tuttavia, non tutti questi cambiamenti sono in direzione negativa: alcune funzioni rimangono stabili con l'età, altre (ad esempio le capacità semantiche) si perfezionano.

Secondo il modello bifattoriale di Cattell, l'intelligenza può essere divisa in due fattori con diverse traiettorie di sviluppo: l'intelligenza fluida (Gf) che dipende da fattori biologici e fisiologici e quindi tende a diminuire con l'età, e l'intelligenza cristallizzata (Gc) che tende a mantenersi stabile, in quanto è legata a scolarità e cultura e basata su conoscenze e capacità acquisite durante l'arco della vita (Cattell, 1963).

Una delle teorie che lega i cambiamenti età-relati a livello cerebrale e il declino della prestazione cognitiva è la teoria frontale dell'invecchiamento, secondo cui le funzioni più sensibili all'invecchiamento e quindi che subiscono un declino maggiore sono quelle che fanno affidamento sulle zone del cervello che subiscono i cambiamenti più drastici: i lobi frontali e prefrontali (West, 1996).

A dipendere da queste aree sono le cosiddette funzioni esecutive (Stuss & Alexander, 2000): si tratta di processi cognitivi di alto livello che svolgono una funzione di controllo e regolazione del comportamento, fondamentali per la pianificazione, l'inibizione di informazioni irrilevanti, il ragionamento, i processi di astrazione, il comportamento strategico, la memoria di lavoro, il monitoraggio, l'attenzione divisa e l'abilità di passare da un compito all'altro (Jurado & Rosselli, 2007).

Secondo il modello di Miyake e collaboratori (2000), le funzioni esecutive comprendono tre meccanismi indipendenti ma correlati: la capacità di passare da un compito all'altro, il monitoraggio e l'aggiornamento delle rappresentazioni nella memoria di lavoro e l'inibizione di risposte inappropriate.

Nonostante le difficoltà della comunità scientifica a dare una definizione univoca di funzioni esecutive, si concorda che il loro sviluppo nell'arco della vita proceda con una lenta maturazione dall'infanzia all'adolescenza e che poi declini nell'età avanzata (F. Craik I. M. & Bialystok, 2006), secondo in andamento ad U rovesciata (Fig. 1.1).



Figura 1.1 Andamento della prestazione nei compiti che misurano le funzioni esecutive nell'arco della vita.

Fonte: Craik & Bialystok, 2006

1.1.2 L'invecchiamento patologico

Vediamo ora i cambiamenti cerebrali che distinguono l'invecchiamento sano dal *mild cognitive impairment* (MCI): una condizione di declino cognitivo intermedia

tra l'invecchiamento sano e una demenza conclamata, non sufficiente da avere un impatto sull'indipendenza dell'individuo nelle attività di vita quotidiana.

Innanzitutto, le placche e i grovigli di proteine che caratterizzano la demenza di Alzheimer (Alzheimer's disease, AD), sono presenti nei pazienti con MCI più che nei soggetti sani, ma meno che nella demenza (Bennett et al., 2005).

Si nota un decremento nel volume cerebrale globale, ancora più pronunciato in specifiche zone cerebrali quali l'ippocampo (Becker et al., 2006; Wolf et al., 2004) e la corteccia entorinale (Du et al., 2001).

Altre regioni che mostrano una diminuzione del volume cerebrale sono l'amigdala, il giro paraippocampale, il giro fusiforme, la regione del cingolo posteriore e quelle temporali laterali (Chételat et al., 2002; Trivedi et al., 2006).

Anche a livello di materia bianca le zone antero-mediali del giro ippocampale e il corpo calloso mostrano diminuzione del volume e perdita neuronale (Wang & Su, 2006).

Gli studi che hanno indagato l'attività cerebrale funzionale nel MCI hanno riscontrato una diminuzione dell'attività dell'ippocampo (Machulda et al., 2003) e delle regioni frontali bilaterali (Petrella et al., 2006), legati a declino della memoria. Anche la risposta adattiva dell'ippocampo diminuisce, ovvero in questi soggetti non si registra la normale diminuzione dell'attività dell'ippocampo in seguito a presentazioni ripetute dello stesso stimolo (Johnson et al., 2004).

Le regioni occipitali mostrano una diminuzione della risposta BOLD (blood level oxygen dependent) durante la codifica mnemonica, mentre in fase di recupero è la corteccia cingolata posteriore a mostrare una diminuzione dell'attività rispetto ai controlli sani (Ries et al., 2006).

Il declino funzionale delle strutture corticali mediali spiega la grande varietà nel livello di insight riguardo le proprie difficoltà cognitive che spesso caratterizza i pazienti con MCI: da una chiara consapevolezza e preoccupazione per i propri sintomi alla completa anosognosia. Diversi studi hanno indicato le regioni frontali e parietali mediali come parte di una rete di strutture corticali mediali importanti per i processi di consapevolezza (Johnson et al., 2002).

Un'altra rete neurale che mostra delle differenze tra soggetti sani e soggetti con MCI è la *default mode network*, costituita da regioni frontali e parietali mediali e corteccia cingolata posteriore, generalmente attiva a riposo. Questa rete tende a deattivarsi quando i soggetti sono impegnati in compiti cognitivi, per favorire l'attivazione di una rete di controllo cognitivo. Nei soggetti con MCI la *default mode network* mostra una minore deattivazione durante compiti cognitivi rispetto ai soggetti sani, soprattutto nelle regioni frontali (Rombouts et al., 2005).

Johnson *et al.* (2005) hanno identificato un'ipoperfusione del lobo parietale inferiore destro nei soggetti con MCI rispetto a soggetti cognitivamente normali. A livello cognitivo per convenzione il cut-off che definisce il *mild cognitive impairment* è di 1-1.5 deviazioni standard al di sotto della media, corretta per età e scolarità (Albert et al., 2011).

Il dominio cognitivo principalmente compromesso è quello della memoria, specialmente la memoria episodica e l'apprendimento (Bondi et al., 1999; Collie & Maruff, 2000). Questo si manifesta con deficit specifici: ridotto apprendimento, rapidità nel dimenticare, scarse capacità di riconoscimento con molti falsi positivi, ridotta curva di apprendimento, elevato numero di errori di intrusione e un aumento dell'effetto *recency*, ovvero la tendenza a ricordare principalmente

elementi dalla fine della lista (Bondi et al., 1999; Greenaway et al., 2006). I risultati di Ribeiro *et al.* (2007) indicano che le difficoltà di apprendimento potrebbero essere dovute al mancato utilizzo di strategie semantiche, e quelli di Spaan *et al.* (2005) che i soggetti affetti da MCI non beneficiano quanto i loro coetanei sani dei cue semantici in un compito di richiamo.

Anche le funzioni esecutive presentano dei deficit, che originano in seguito a quelli di memoria ma prima dei disturbi di linguaggio e delle abilità spaziali.

Questi deficit di pianificazione, inibizione, flessibilità, memoria di lavoro, problem-solving, velocità di elaborazione delle informazioni, capacità di prendere decisioni e apprendimento di regole sono associati a deficit funzionali che hanno un impatto sulla vita dei soggetti, non tuttavia sufficiente a comprometterne l'indipendenza (Bennett et al., 2002; Brandt et al., 2009).

I deficit di attenzione riguardano l'attenzione sostenuta, divisa e selettiva (Belleville et al., 2007; Saunders & Summers, 2010, 2011).

1.2 Il concetto di plasticità e la compensazione funzionale

Il cervello non resta passivo di fronte a questi cambiamenti strutturali e funzionali, ma si impegna in continue modifiche per compensare le perdite che subisce. Per spiegare questo fenomeno è stato introdotto il concetto di plasticità, ovvero “la capacità del cervello di rispondere alle richieste ambientali con cambiamenti strutturali che alterano il repertorio comportamentale” (Lindenberger et al., 2017). È stato dimostrato infatti che la pratica porta a miglioramenti della prestazione associati a un cambiamento della struttura e della funzione cerebrale sia nei giovani che negli anziani (Santos Monteiro et al., 2017; Zatorre et al., 2012). La plasticità cognitiva è stata operazionalizzata come la misura in cui un individuo migliora la propria prestazione in un determinato compito cognitivo attraverso l'allenamento (Fernández-Ballesteros et al., 2012). Per quanto essa sia specifica per l'abilità allenata e tenda a declinare con l'età è stata trovata anche in soggetti oltre i 90 anni d'età. Fernández-Ballesteros e colleghi (2012) hanno stabilito che la plasticità è influenzata da età, livello di istruzione e dalla gravità della patologia. Nel loro studio hanno riscontrato la presenza di un gradiente di modificabilità: i soggetti sani presentano un livello di plasticità maggiore rispetto ai soggetti affetti da MCI, i quali a loro volta hanno meno difficoltà dei pazienti con demenza di Alzheimer. È importante, tuttavia, sottolineare che anche questi soggetti affetti da declino cognitivo erano in grado di apprendere.

Studi sull'attività cerebrale hanno evidenziato delle differenze nei pattern di attivazione delle reti neurali tra giovani e anziani in diversi compiti cognitivi. Mentre il cervello dei soggetti giovani è caratterizzato da un alto livello di specializzazione, ovvero ogni categoria di stimoli elicitava una risposta in una

precisa zona cerebrale, il cervello degli anziani è caratterizzato da dedifferenziazione, ovvero da un pattern di attivazione più generale e aspecifico che crea delle difficoltà nel discriminare gli stimoli (Park et al., 2004). Per compensare questi deficit dei processi sensoriali, legati a una minore attivazione delle regioni occipitali gli anziani reclutano le regioni cerebrali anteriori, principalmente la corteccia prefrontale, per implementare un maggiore controllo cognitivo (Grady et al., 1994). Questo pattern di attivazione è chiamato PASA (Posterior-Anterior Shift in Aging) ed è stato riscontrato in compiti di attenzione, percezione visiva, memoria di lavoro, processi visuospatiali, processi di codifica e recupero in memoria episodica (Davis et al., 2008).

Un altro modello presente in letteratura e riscontrato in compiti di memoria di lavoro, attenzione, memoria episodica e controllo inibitorio è il modello HAROLD (Hemispheric Asymmetry Reduction in Older Adults) presentato da Cabeza (2002). In questo caso la compensazione avviene attraverso l'attivazione di regioni omologhe nell'emisfero controlaterale, soprattutto a livello prefrontale. Mentre i giovani mostrano un'attivazione lateralizzata, gli anziani hanno un'attivazione più bilaterale. Il fatto che questa attivazione aggiuntiva abbia una funzione compensatoria è stato dimostrato da Cabeza *et al.* (2002) in uno studio che ha indagato la presenza di questo pattern in anziani con una buona prestazione cognitiva e in anziani con una prestazione minore. Gli anziani che presentavano un'attivazione bilaterale avevano migliore prestazione cognitiva nei test.

È stato dimostrato che anche soggetti con MCI e demenza di Alzheimer presentano compensazione funzionale nella forma di iperattivazione di aree del

cervello normalmente non attivate dai giovani, secondo questi due modelli (Rémy et al., 2005; Rosano et al., 2005).

1.3 I training cognitivi

Per elicitarne la plasticità sono stati sviluppati dei percorsi di pratica guidata per potenziare o mantenere specifiche funzioni cognitive, allo scopo di promuovere benefici anche in domini cognitivi diversi da quelli allenati, oltre che una miglior funzionalità quotidiana e quindi autonomia della persona. I training cognitivi possono essere di diverso tipo:

- **Training strategici:** si basano su sessioni focalizzate sull'insegnamento e la pratica di strategie applicabili alla vita quotidiana, che tendono a favorire un'elaborazione più profonda delle informazioni. I training strategici identificano compiti nei quali gli anziani tendono ad avere una prestazione carente e insegnano ed allenano all'utilizzo di strategie, ad esempio interventi che insegnano il metodo dei loci per migliorare la prestazione in compiti di memoria.

La maggior parte dei training di questo tipo presente in letteratura mirava a migliorare la performance di memoria. Si è evidenziato che i training che insegnano molteplici strategie mostrano un maggiore trasferimento alla vita quotidiana, mentre i training che si focalizzano su un'unica strategia mostrano transfer ad altri compiti simili a quello allenato (*near transfer*) (Rebok et al., 2007; Verhaeghen et al., 1992).

Training strategici sono stati utilizzati anche per migliorare l'orientamento spaziale (Saczynski et al., 2010; Schaie & Willis, 1986), le abilità di ragionamento e problem-solving (Labouvie-vief & Gonda, 1976) e il goal management (Levine et al., 2007; van Hooren et al., 2007).

Questo genere di interventi hanno effetti duraturi sui compiti direttamente allenati, ma modesti effetti di trasferimento ad altri compiti.

Uno studio molto citato in letteratura è l'Advanced Cognitive Training for Independent and Vital Elderly (ACTIVE). In questo studio sono stati inclusi 2832 anziani di età compresa tra i 65 e i 94 anni, casualmente assegnati a un training di memoria, di ragionamento, di velocità di elaborazione o ad un gruppo di controllo passivo. Al termine delle 10 sessioni di intervento tutti i gruppi mostravano miglioramenti nelle funzioni allenate che si sono mantenuti per due anni dopo la fine del protocollo, ma nessun effetto si è trasferito alle funzionalità quotidiana (Ball et al., 2002).

Nel tentativo di favorire l'uso delle strategie apprese in sede di intervento a situazioni nuove di vita quotidiana, lo studio di Cavallini *et al.* ha sfruttato una combinazione di training di memoria, insegnando esclusivamente il metodo dei loci ad un gruppo e ad un altro varie strategie (organizzazione, formazione di immagini mentali etc.). Le valutazioni pre-test e post-test prevedevano sia compiti di laboratorio che compiti più ecologici, per indagare la generalizzazione degli effetti del training alla vita quotidiana.

I risultati indicano un trasferimento del potenziamento della memoria alla vita quotidiana ed evidenziano che insegnare più strategie favorisce i partecipanti che possono così scegliere la strategia più adatta alle situazioni nuove e adattarla a vari tipi di materiale da memorizzare (Cavallini et al., 2003).

- **Training centrati sul processo** (Process-based): si tratta di training atti a potenziare meccanismi e processi dominio-generalizzati per favorire la

generalizzazione dei benefici ad abilità non direttamente allenate ma in cui tali processi e meccanismi sono coinvolti. Propongono diversi compiti per allenare una specifica funzione di base (funzioni esecutive, attenzione, velocità di elaborazione), senza istruire i partecipanti all'utilizzo di specifiche strategie. Lo studio Willis *et al.* (2006) ha indagato il trasferimento di un training di memoria, ragionamento o velocità di elaborazione alle attività di vita quotidiana, riscontrando che solo il training di ragionamento rallentava il declino funzionale.

- **Training metacognitivi:** training di psicoeducazione per migliorare atteggiamenti e convinzioni dei soggetti sui compiti che devono svolgere e sulle proprie abilità. È stato dimostrato che questi aspetti influenzano il livello della prestazione in quanto pensieri demotivanti portano a ritiro e disimpegno e inibiscono l'uso di strategie efficaci che migliorerebbero la prestazione (Bailey *et al.*, 2010; Raoofi *et al.*, 2014). Gli stereotipi legati all'invecchiamento influenzano la prestazione degli anziani stessi: la convinzione di non avere le capacità di svolgere un determinato compito a causa della vecchiaia scoraggia i soggetti anziani, portandoli all'uso di strategie non efficaci e producendo prestazioni inferiori a quelle ottenibili in realtà. Lo scopo di questo tipo di training è migliorare convinzioni, atteggiamenti e motivazione e con esse, la prestazione.
- **Training multifattoriali:** lo scopo di questo tipo di training è potenziare le abilità cognitive particolarmente sensibili all'invecchiamento per promuovere un miglior funzionamento cognitivo. Si basano sull'evidenza che la prestazione è influenzata non solo da componenti cognitive, come

l'uso di strategie, ma anche su componenti non cognitive, quali livello di ansia e di stress e percezione di autoefficacia. Sfruttano quindi una combinazione di strategie e tecniche di rilassamento o lezioni informative, generalmente in sedute pre-training.

Un esempio di questo tipo di intervento si trova in Stuss *et al.* (2007). In questo studio è stato implementato un training composto da tre moduli, due di natura strategica (strategie di memoria e *goal management*) e uno di stampo psicosociale, focalizzato sull'autoefficacia. Il protocollo durava quattro settimane e ha portato benefici in compiti di vita quotidiana, funzionamento esecutivo e memoria, dimostrando così che training multifattoriali che uniscono l'insegnamento di strategie e interventi psicosociali possono potenziare i livelli di benessere delle persone anziane.

- **Training cardiovascolari:** la letteratura scientifica ha individuato nell'allenamento fisico un intervento efficace per migliorare la prestazione cognitiva e rallentare o prevenire il declino nelle persone anziane, riducendo il rischio di demenza.

Nella metanalisi di Kelly *et al.* (2014) sono stati presi in considerazione 25 studi che indagavano gli effetti dell'attività fisica sulla prestazione cognitiva di persone sane con almeno cinquant'anni di età. Ogni studio che rientra nella metanalisi prendeva in considerazione allenamento della resistenza, esercizio aerobico o pratica del Tai Chi. I risultati mostrano un effetto dell'allenamento di resistenza sulle capacità di ragionamento rispetto gruppo di controllo che praticava dello stretching, mentre le persone che

praticavano il Tai Chi, rispetto a un gruppo di controllo che non svolgeva alcuna attività fisica, mostravano un miglioramento nell'attenzione, nella velocità di elaborazione e in misura minore anche della memoria di lavoro.

Quando si prende in esame l'efficacia di un training è importante prendere in considerazione l'effetto di generalizzazione, ovvero quanto il training abbia un effetto non solamente sul compito direttamente allenato ma anche su altri compiti che fanno affidamento sulla stessa funzione cognitiva. Inoltre, è fondamentale che i benefici siano riscontrabili anche in un contesto di vita quotidiana e che permangano nel tempo.

1.4 I training cognitivi computerizzati

Più di recente sono stati sviluppati protocolli di training cognitivi computerizzati che consentono agli individui di accedere ad esercizi cognitivi direttamente dal loro computer, nelle loro case e nel momento che preferiscono (Bodner et al., 2020).

Questi interventi hanno il vantaggio di fornire un feedback immediato sulla prestazione dei soggetti. Inoltre, hanno la capacità di aumentare automaticamente la difficoltà degli esercizi in base alla prestazione, permettendo così di mantenere i compiti coinvolgenti e divertenti, quindi sostenendo la motivazione. Questo tipo di training si è dimostrato utile per migliorare la prestazione sia in soggetti sani, che in pazienti con *mild cognitive impairment* e demenza di Alzheimer (Shah et al., 2017).

Contrariamente a quanto si potrebbe pensare l'età avanzata dei partecipanti non è un ostacolo per lo svolgimento o il completamento del training. Anche non essendo esperti di tecnologia i soggetti più avanti con l'età riescono a completare i training e a trarne beneficio, inoltre, l'acquisizione di nuove abilità tecnologiche genera un senso di soddisfazione e gli permette di sentirsi più vicini ai nipoti (Kueider et al., 2012).

In una metanalisi del 2014, Lampit *et al.* hanno indagato quali sono i fattori che influenzano l'efficacia dei training cognitivi computerizzati per gli anziani sani e hanno riscontrato che i training più efficaci risultano essere organizzati in modo da fornire non più di tre sessioni alla settimana. Inoltre, i training sono più efficaci quando vengono svolti in gruppi, sotto la supervisione di un esperto rispetto ai

training svolti autonomamente a casa (Lampit et al., 2014). Questi risultati sono stati confermati in seguito dalla metanalisi di Manson *et al.* (2020).

La metanalisi di Toril *et al.* del 2014 ha indagato l'efficacia di training svolti attraverso videogiochi in venti studi, riscontrando che portavano a miglioramenti in misure di attenzione, memoria, tempi di reazione, e funzionamento cognitivo globale. Anche in questo caso uno dei moderatori era la durata del training, oltre che l'età dei partecipanti (Toril et al., 2014).

Peretz e collaboratori (2011) hanno invece indagato l'efficacia di un training cognitivo computerizzato personalizzato confrontato con l'utilizzo di un videogioco per il potenziamento di otto domini cognitivi, riscontrando che mentre il gruppo che giocava al videogioco mostrava miglioramenti solamente nelle misure di memoria di lavoro, apprendimento visuo-spaziale e attenzione focalizzata, il gruppo sottoposto al training personalizzato mostrava miglioramenti anche nelle misure di attenzione sostenuta, memoria di riconoscimento, richiamo della memoria, funzioni esecutive e flessibilità mentale.

Un esempio di training specifico per l'attenzione si trova nello studio di Mozolic *et al.* (2011). In questo caso un training di attenzione selettiva ha portato a minori tempi di reazione, una diminuzione dell'effetto di interferenza e una maggiore accuratezza. Inoltre, i benefici si sono trasferiti in compiti di memoria di lavoro e velocità di elaborazione, grazie a una migliore inibizione degli stimoli cross-modali irrilevanti.

L'efficacia di tali training in soggetti con MCI è stata presa in esame da una metanalisi del 2019, che ha preso in considerazione 18 studi, comprendenti 690 partecipanti. I risultati dimostrano che anche i soggetti affetti da MCI beneficiano

di training computerizzati, con moderati effetti positivi rispetto ai soggetti di controllo nel funzionamento cognitivo globale, nella memoria e soprattutto nella memoria di lavoro (Zhang et al., 2019).

Per quanto riguarda la combinazione dei training cognitivi computerizzati con altri interventi, lo studio di Fiatarone Singh *et al.* (2014) ha attuato una combinazione di training cognitivo ed esercizio fisico (di resistenza) in soggetti con MCI trovando che l'allenamento di resistenza porta a miglioramenti nel funzionamento globale e nelle funzioni esecutive mentre il training cognitivo attenua il declino della memoria.

Anche Shimada e collaboratori (2018) hanno indagato la combinazione di attività fisica e training cognitivo in soggetti con MCI, rispetto a un gruppo di controllo che riceveva lezioni sulla promozione della salute. Il training comprendeva una sessione alla settimana della durata di 90 minuti, per un totale di 40 settimane e consisteva nella combinazione di esercizi aerobici e cognitivi. Venivano allenati inoltre la forza muscolare e l'equilibrio posturale. La combinazione di compiti cognitivi e fisici consisteva, ad esempio, nello svolgere esercizi con lo step e giochi di parole nello stesso momento. Il gruppo sperimentale ha mostrato miglioramenti nelle abilità cognitive, misurate attraverso il *Mini Mental State Examination* (MMSE), nella fluenza verbale, nella memoria, nell'apprendimento verbale e nella mobilità. Inoltre, i soggetti con MCI di tipo amnesico che ricevevano la combinazione di training mostravano meno atrofia al lobo temporale mediale sinistro rispetto ai soggetti con MCI amnesico che rientravano nel gruppo di controllo.

Tuttavia, l'obiettivo dei training è di migliorare la qualità della vita e il benessere delle persone anziane, preservandone l'indipendenza. È quindi importante indagare gli effetti positivi degli interventi non solo nelle funzioni direttamente allenate ma anche in compiti di vita quotidiana. A questo scopo Tetlow & Edwards (2018) hanno condotto una metanalisi indagando il trasferimento dei training cognitivi computerizzati al funzionamento quotidiano. Questa metanalisi comprendeva 21 studi su training disponibili in commercio e ha riportato miglioramenti sulle misure di attenzione, velocità di elaborazione e memoria visuo-spaziale. Il trasferimento dei benefici al funzionamento di vita quotidiana è stato indagato attraverso misure sia quantitative che qualitative. Le prime utilizzavano compiti simili a quelli che i soggetti svolgono nella loro vita quotidiana, mentre le misure qualitative si avvalevano di questionari *self-report* in cui i partecipanti valutavano le loro capacità e prestazioni. Le misure quantitative non sono risultate significative ma si è riscontrato un effetto significativo modesto sulle misure qualitative. Pur essendo un risultato modesto, l'effetto sulla funzionalità nella vita quotidiana può risultare rilevante per rallentare il declino cognitivo e la conversione da MCI a una demenza conclamata, i ricoveri ospedalieri, i disturbi dell'umore come la depressione e i problemi di salute che sono associati alla perdita di indipendenza nelle attività di vita quotidiana (Covinsky et al., 2003; Harris & Cooper, 2006; Lee, 2000).

Gli studi presi in esame in questo paragrafo e nel precedente dimostrano la presenza di un certo grado di plasticità in età avanzata che consente ai soggetti anziani di beneficiare di interventi di potenziamento cognitivo per il mantenimento

e il miglioramento delle funzioni cognitive e del benessere (Baltes, 1987; Toril et al., 2014).

1.5 L'attenzione

L'attenzione è un meccanismo generale, fondamentale per il corretto funzionamento di altri processi della cognizione umana, come la memoria e il ragionamento. Si tratta di una funzione che filtra le informazioni provenienti dall'ambiente e seleziona quelle da elaborare (Làdavas & Berti, 2002). È costituita da diverse componenti:

- **Attenzione selettiva:** definita sia come abilità di contrastare la distrazione che come capacità di concentrare l'attenzione su uno o più canali interni od esterni contenenti informazioni target in presenza di distrattori. Ci consente di selezionare le informazioni rilevanti da elaborare per pianificare le azioni e perseguire i nostri scopi. Ad esempio, quando siamo ad una festa e vogliamo concentrare la nostra attenzione su una conversazione, ignorando la musica stiamo affrontando un compito di attenzione selettiva.
- **Attenzione sostenuta:** capacità di mantenere un buon livello attenzionale per un periodo protratto nel tempo. La sua sottocomponente di vigilanza consente di monitorare l'ambiente per rilevare eventi con bassa frequenza di accadimento. Ne è un esempio il guidare per un lungo viaggio.
- **Attenzione divisa:** consente di prestare attenzione a più stimoli o compiti contemporaneamente e di elaborare contemporaneamente le informazioni provenienti da più sorgenti. Succede, per esempio, quando uno studente presta attenzione a un professore che fa lezione e prende appunti allo stesso tempo.

- **Attenzione alternata:** è la capacità di spostare velocemente l'attenzione da un compito ad un altro, in modo alternato, per poter poi tornare al primo compito. Per esempio, quando guardiamo un film in una lingua che non ci è familiare e spostiamo continuamente l'attenzione dalla scena ai sottotitoli, per poi tornare a guardare la scena.

1.5.1 Paradigmi per lo studio dell'attenzione

La psicologia sperimentale ha sviluppato diversi paradigmi per lo studio di ogni componente dell'attenzione, che spesso si basano sulla misura dei tempi di reazione, ovvero il tempo che intercorre tra la presentazione dello stimolo e la risposta comportamentale emessa dal soggetto, per descrivere le operazioni mentali di quest'ultimo.

Vediamo ora, a titolo esemplificativo, un paradigma per lo studio di ogni componente dell'attenzione descritta in precedenza.

Ricerca visiva: si tratta di un compito di attenzione selettiva, in particolare della sua componente di attenzione visiva spaziale, ovvero la capacità di selezionare specifici oggetti o porzioni dell'ambiente per un processamento più efficace, ignorandone altri (Umiltà, 2000).

Il compito richiede di identificare uno stimolo target, in presenza di molteplici stimoli non target (distrattori). L'efficacia viene misurata utilizzando i tempi di reazione per la rilevazione dello stimolo target. La letteratura evidenzia come l'efficienza sia maggiore e i tempi di reazione minori quando lo stimolo target ha delle caratteristiche fisiche (colore, dimensioni, forma) molto diverse dai distrattori, che lo rendono più evidente e catturano automaticamente l'attenzione del soggetto, mentre la ricerca visiva diventa più complessa e lunga quando lo

stimolo da ricercare condivide delle caratteristiche con gli stimoli non target. Inoltre, un altro elemento che influenza l'efficacia dei soggetti in questo paradigma è la numerosità degli stimoli distrattori; la ricerca diventa meno efficiente all'aumentare degli stimoli da ignorare (Zanto & Gazzaley, 2014).

Compiti di vigilanza: servono da misura dell'attenzione sostenuta. Prevedono che il soggetto fornisca una serie di risposte veloci per almeno 20 minuti, oppure che mantenga alti livelli di vigilanza per fornire poche risposte. Si tratta di monitorare una serie di stimoli per individuare l'evento critico al quale è necessario fornire una risposta. L'attenzione va mantenuta per lunghi periodi, in quanto il target si presenta raramente e in maniera imprevedibile. Tipicamente, le prestazioni all'inizio presentano pochi errori e tempi di reazione molto rapidi ma con il passare del tempo la prestazione cala, i tempi di reazione si allungano e il soggetto commetterà errori come i falsi positivi (quando viene erroneamente fornita una risposta anche se il target non è stato presentato) ed omissioni (non fornire una risposta alla presentazione dell'evento critico).

Un tipico paradigma di questo genere, chiamato *oddball task*, prevede la detezione di eventi target rari ed inaspettati, inseriti in una sequenza di stimoli standard molto più frequenti (Fichtenholtz et al., 2004).

Paradigma del doppio compito: questo paradigma serve come misura dell'attenzione divisa. Consiste nell'esecuzione contemporanea di due compiti che possono essere eseguiti indipendentemente, misurati separatamente e con obiettivi diversi (McIsaac et al., 2015). I due compiti possono impegnare lo stesso processo di elaborazione e quindi interferire l'uno con l'altro (come prestare attenzione a due canali uditivi, ad es. la radio e la televisione), oppure richiedere

che l'attenzione venga posta su due compiti differenti (come ascoltare la televisione e scrivere un messaggio). È importante che le prove, anche se semplici, non coinvolgano processi automatici ma richiedano l'uso controllato dell'attenzione, comportando un elevato carico di risorse cognitive.

Paradigma del cambio di compito: utile per studiare l'attenzione alternata, consiste nel confrontare i tempi di reazione di una condizione nel quale i soggetti svolgono un solo compito con la prestazione in una condizione in cui devono passare velocemente da un compito all'altro. In genere, in quest'ultima condizione i tempi di reazione sono più lunghi. La prestazione ne risente anche se gli stimoli utilizzati per i due compiti sono gli stessi, in quanto diventa più complesso differenziare i due compiti.

1.5.2 Processi di orientamento dell'attenzione

Si è illustrato come l'attenzione sia un processo che seleziona le informazioni da elaborare in base ai propri scopi e obiettivi (attenzione selettiva). È necessario a questo punto distinguere due processi di orientamento dell'attenzione, ognuno con le proprie caratteristiche, seppur in uno stato di continuità e complementarietà reciproca: orientamento volontario e automatico.

I processi volontari sono necessari per orientare l'attenzione su oggetti o situazioni potenzialmente interessanti per facilitarne l'elaborazione. Implicano l'impiego volontario di risorse per compiere una scelta conscia tra i numerosi eventi e decidere quali sono interessanti in base ai nostri scopi ed intenzioni. È un meccanismo lento, intenzionale ed è legato dai limiti delle capacità attentive (il numero di eventi a cui possiamo prestare attenzione non è illimitato). Questo limite è determinato da un ordine di fattori strutturali, quali la limitata capacità

della memoria di lavoro e della velocità di elaborazione delle informazioni, e da fattori energetici, come il livello di arousal e di sforzo.

I processi automatici, invece, sono guidati dall'ambiente. Ci permettono di orientare la nostra attenzione senza bisogno di prendere decisioni cosce, perché questa viene attirata automaticamente da cambiamenti nelle caratteristiche degli stimoli esterni o dalla presentazione di nuovi stimoli (Làdavas & Berti, 2002). Ci consentono di rilevare eventi interessanti anche se non sono stati ricercati o previsti. È un processo più rapido e fluido, la sua esecuzione non può essere interrotta e non è nemmeno soggetto ad interferenza da un secondo compito. A differenza dei processi volontari non richiede l'impiego di risorse attentive.

L'esistenza di questa dissociazione di processi è stata dimostrata empiricamente dalla psicologia cognitiva. Un esempio lampante è fornito dal paradigma Stroop che dimostra come le attività automatizzate siano indipendenti dalla volontà del soggetto e, talvolta, addirittura in contrasto con essa. La procedura prevede la presentazione ai soggetti di nomi di colori in tre condizioni diverse: una congruente in cui la parola e l'inchiostro con cui è scritta combaciano (ad es. la parola "GIALLO" scritta con inchiostro giallo), una incongruente in cui il significato e il colore dell'inchiostro non combaciano (ad es. la parola "BLU" scritta in verde) e una neutra (tante "X" colorate). Il compito del soggetto consiste nel denominare il colore dell'inchiostro. Nella condizione incongruente è quindi necessario inibire la lettura, che è un processo altamente automatico per favorire il processo controllato di elaborazione del colore dell'inchiostro.

Gli studi sull'invecchiamento hanno evidenziato che gli anziani mostrano maggiori difficoltà in questo compito, riscontrabili nei maggiori tempi di reazione e in un più elevato numero di errori (MacLeod, 1991), suggerendo che il declino età-relato nella prestazione in compiti cognitivi sia dovuto a deficit specifici nei processi controllati, mentre quelli automatici sono risparmiati dall'invecchiamento (Jennings & Jacoby, 1993).

Ricerche più recenti, che sfruttano la risonanza magnetica funzionale hanno indicato nel deterioramento progressivo della corteccia prefrontale il possibile substrato neurale della perdita di efficienza nei processi controllati (Velanova et al., 2007).

1.5.3 Attenzione e invecchiamento

Studi di neuroscienze che hanno indagato le basi neurali dell'attenzione attraverso tecniche di neuroimmagine come la risonanza magnetica funzionale (fMRI) e la tomografia ad emissione di positroni (PET) hanno indicato che questa funzione cognitiva è implementata in una vasta rete neurale composta da zone corticali e sottocorticali, e che il principale substrato anatomico dei processi attentivi fa riferimento al lobo frontale e a varie zone del lobo parietale. Secondo la teoria frontale dell'invecchiamento, dunque, l'attenzione è uno di quei processi di controllo esecutivo il cui declino inizierebbe dai sessant'anni.

L'attenzione, tuttavia, come si è visto è un processo composto da diverse componenti e la letteratura scientifica ha indagato l'impatto dell'invecchiamento su ciascuna componente separatamente, dimostrando così come queste funzioni siano in parte indipendenti (McDowd & Shaw, 2000).

La ricerca sull'attenzione selettiva si è focalizzata su paradigmi di ricerca visiva e sullo studio dell'effetto di interferenza attraverso il compito di Stroop.

Lo studio di Rabbitt (2019) ha indagato le differenze nella prestazione di giovani e anziani in un compito di ricerca visiva, evidenziando come i soggetti anziani (di età compresa tra 65 e 74 anni) abbiano tempi di reazione più lenti rispetto ai soggetti più giovani (17-24 anni), probabilmente a causa di una minore efficienza nell'ignorare stimoli irrilevanti.

Nel compito di Stroop i risultati della letteratura scientifica sono consistenti nell'affermare un aumentato effetto di interferenza con l'età e una minore efficienza dei meccanismi di inibizione (Earles et al., 1997; Houx et al., 1993).

Filley e Cullum (2012) hanno indagato l'attenzione sostenuta in soggetti tra i 50-69 e 70-90 anni, mostrando differenze significative tra i due gruppi in un compito di attenzione sostenuta nonostante le misure di velocità psicomotoria e ricerca visiva mostrassero livelli di prestazione simile. Questi risultati suggeriscono che l'attenzione sostenuta declina dopo i settant'anni.

L'effetto dell'invecchiamento sull'attenzione divisa è stato studiato attraverso paradigmi di doppio compito, che indicano come la latenza ma non l'accuratezza risenta degli effetti dell'età, anche quando viene controllata la diminuzione della velocità di processamento. Questo effetto sembra essere indipendente dalla difficoltà del compito (Verhaeghen et al., 2003).

Ci sono evidenze che anche l'attenzione alternata risente del processo di invecchiamento. Lo studio di Hawkins e collaboratori (1992), infatti, dimostra che gli anziani sono più lenti in compiti che richiedono di spostare l'attenzione da un compito all'altro.

1.5.4 Training cognitivi per l'attenzione

L'attenzione è una funzione cognitiva di base, fondamentale per il buon funzionamento di molti altri processi, che però risente dei cambiamenti che avvengono nella funzione e nella morfologia cerebrale con l'invecchiamento. Questo comporta molte difficoltà quotidiane alle persone anziane che potrebbero potenzialmente portare a una perdita dell'indipendenza.

Tuttavia, grazie al mantenimento di una certa capacità plastica del cervello fino a tarda età, è possibile implementare interventi di potenziamento e riabilitazione per rallentare il declino associato all'età e migliorare specifiche capacità (Tetlow & Edwards, 2018).

Nello specifico, i training focalizzati sull'attenzione dovrebbero allenare sia l'attenzione selettiva che quella sostenuta, divisa ed alternata, in quanto è stato dimostrato che le specifiche componenti richiedono allenamenti specifici per ottenere dei miglioramenti; in sostanza allenare una specifica componente dell'attenzione non produce necessariamente effetti benefici sulle altre (Sturm et al., 1997; Sturm & Willmes, 2007).

I training cognitivi che mirano a migliorare le funzioni attentive dovrebbero possedere alcune caratteristiche per potenziarne l'efficacia:

1. organizzazione gerarchica degli esercizi, con un graduale aumento della difficoltà dei compiti (Ben-Yishay et al., 1987)
2. pratica ripetitiva, con la ripresentazione degli stessi esercizi più volte per stimolare l'attivazione e l'allenamento dell'attenzione volontaria

3. la difficoltà degli esercizi dovrebbe essere adattiva e adeguarsi alle capacità e alle caratteristiche dei singoli soggetti, come età, livello di autonomia, ecc. (Peng & Miller, 2016)
4. il training dovrebbe allenare prima i processi attentivi di base e solo in seguito quelli più complessi
5. presenza di diversi esercizi mirati a diverse componenti dei processi attenzionali hanno dimostrato di produrre risultati positivi in compiti non allenati e di avere un migliore mantenimento ai follow-up (Leclercq & Zimmermann, 2004)

Uno degli studi che ha implementato un training cognitivo con queste caratteristiche è descritto dall'articolo di Ball e collaboratori. L'articolo descrive un training cognitivo computerizzato che mirava a limitare il declino cognitivo e migliorare alcune capacità specifiche in anziani sani e indipendenti. I soggetti sono stati divisi in due gruppi, uno sperimentale alla quale veniva somministrato il training, composto da 712 persone e uno di controllo passivo, che non svolgeva alcuna attività, di cui facevano parte 704 individui. Tutti i partecipanti avevano un'età compresa tra i 65 e i 94 anni. Il gruppo sperimentale veniva sottoposto a 10 sessioni di intervento della durata compresa tra i 60 e 75 minuti, 5 o 6 volte a settimana, che si svolgevano in piccoli gruppi. Le valutazioni del funzionamento cognitivo avvenivano prima del training, subito dopo la sua conclusione e due follow-up erano somministrati dopo 1 e 2 anni dalla conclusione del training.

Obiettivo del training erano l'attenzione selettiva e divisa. I compiti utilizzati comprendevano ricerca visiva di oggetti e rapida identificazione di informazioni visive. I soggetti si trovavano ad affrontare compiti ripetitivi e sempre più

complessi. La difficoltà degli esercizi, infatti, aumentava ogni volta che i soggetti raggiungevano una prestazione ritenuta sufficientemente buona. La difficoltà veniva manipolata attraverso la diminuzione della durata della presentazione degli stimoli, l'aumento dei distrattori visivi o uditivi, l'aumento dei compiti da svolgere in contemporanea e la presentazione degli stimoli target in uno spazio visivo più ampio.

I risultati dello studio mostrano un miglioramento nelle funzioni allenate, nella misurazione successiva al training, rispetto a quella precedente per il gruppo sperimentale che si è mantenuto nelle valutazioni di follow-up. Nonostante il lieve declino degli effetti benefici riscontrato nelle valutazioni dopo uno e due anni di inattività, il miglioramento mantiene una significatività statistica. Questo effetto non è stato riscontrato nei soggetti del gruppo di controllo, che non sono stati sottoposti ad alcun intervento.

Capitolo 2 Lo studio

2.1 Obiettivo

La comunità scientifica ha ormai accettato e dimostrato che la plasticità del cervello umano non si ferma agli anni dell'adolescenza ma sia presente lungo tutto l'arco della vita. È per sfruttare questa capacità che sono stati creati programmi di training, che con un intensivo allenamento riescono a potenziare o riabilitare le funzioni d'interesse.

Inoltre, l'avanzamento tecnologico ha reso questi training computerizzati, con il vantaggio che la difficoltà degli esercizi può adattarsi automaticamente in base alla prestazione del soggetto. Un altro vantaggio solitamente è che in questo modo i training possono essere svolti a distanza, secondo i tempi del soggetto stesso, senza che sia necessaria la presenza fisica dello sperimentatore. Nel caso di questo studio, tuttavia, non è stato così; i soggetti essendo anziani non sempre avevano dimestichezza con il computer e con l'utilizzo del mouse. Sarebbe quindi stato difficoltoso per loro svolgere gli esercizi da soli e mantenere con lo sperimentatore un contatto telematico. Questo problema potrebbe tuttavia sparire con il ricambio generazionale, quando gli anziani saranno già stati abituati ad interagire con la tecnologia durante i loro anni lavorativi.

MS-Rehab è un software sviluppato per allenare e potenziare attenzione, memoria e funzioni esecutive nei soggetti affetti da sclerosi multipla.

L'obiettivo di questo studio era verificare l'efficacia di questo programma nel migliorare le capacità attentive in una popolazione anziana eterogenea. Più di metà dei soggetti sperimentali sono affetti da decadimento cognitivo; perciò, il training poteva risultare utile a rallentare il deterioramento di questa capacità.

Un secondo obiettivo era quello di indagare la generalizzazione di eventuali effetti del training ad altre aree non allenate e alle funzioni della vita quotidiana.

Un follow-up è stato eseguito dopo tre mesi dalla conclusione del training per testare il mantenimento dei benefici.

2.2 Partecipanti

Il gruppo sperimentale è stato reclutato tra gli utenti di un centro diurno di Padova, e inizialmente comprendeva 13 partecipanti (9 femmine e 4 maschi), di età compresa tra 68 e 87 anni (media 80 anni), di cui 6 con diagnosi di decadimento cognitivo, di cui uno associato a pregresso trauma cranico, 8 diagnosi di sintomi depressivi e qualche diagnosi di tipo psichiatrico.

Di seguito una tabella riassuntiva delle diagnosi del gruppo sperimentale.

Diagnosi	Frequenza
depressione	7
decadimento cognitivo	6
ipertensione arteriosa	4
cardiopatía ischemica	2
cardiopatía ipertensiva	2
disturbo schizoaffettivo	1
pregresso trauma cranico	1
vasculopatía arterosclerotica	1
disturbo borderline di personalità	1
disturbo bipolare	1
diabete	1
ipertensione	1

Tabella 2.1 Frequenza delle diagnosi del gruppo sperimentale

Anche le terapie farmacologiche sono piuttosto eterogenee: quattro partecipanti assumono farmaci contro la demenza (memantina, rivastigmina), quattro assumono antidepressivi e uno un ansiolitico.

Due partecipanti si sono ritirati dalla ricerca all'inizio del training, uno a causa di un lutto familiare e uno a causa di una lunga ospedalizzazione dovuta a frattura dell'anca. Un altro partecipante non ha potuto fornire dati per il follow-up in quanto è stato dimesso dal centro prima dell'ultima raccolta di dati e non è stato possibile contattarlo.

La valutazione finale è perciò avvenuta su 10 partecipanti (6 femmine e 4 maschi), di età compresa tra 68 e 87 anni (media 79,9 anni), con una scolarità media di 9,2 anni.

Il gruppo di controllo era composto da 11 partecipanti sani (8 femmine e 3 maschi), di età compresa tra 60 e 86 anni (media 71.5 anni) e una scolarità media di 13,82 anni.

Tutti i partecipanti hanno firmato un consenso informato.

2.3 Materiali e metodo

2.3.1 Articolazione dello studio

Lo studio prevedeva una valutazione dello stato iniziale delle capacità cognitive dei soggetti sperimentali precedente al training. La stessa valutazione veniva effettuata dopo un mese di training per valutare la presenza di effetti benefici dovuti all'allenamento cognitivo. Un follow-up ha valutato il mantenimento di eventuali effetti dopo tre mesi di inattività.

Il gruppo di controllo, non avendo svolto alcun training è stato sottoposto esclusivamente alle prime due valutazioni.

La valutazione psicologica è avvenuta tramite una batteria di test, conforme a quella utilizzata dai miei colleghi che hanno testato l'efficacia dello stesso programma di training cognitivo in altre popolazioni, allo scopo di rendere possibili eventuali confronti tra i vari studi.

1. La valutazione iniziale prevedeva la somministrazione di: Cognitive Reserve Index Questionnaire (CRIq), Addenbrooke's Cognitive Examination III (ACE-III), Digit Span Forward e Backward, Verbal Selective Reminding Test (VSRT), Symbol Digit Modalities Test (SDMT), Stroop Task (condizione congruente, incongruente e neutra), Verbal Selective Reminding Test-Delay Recall, Cognitive Failure Questionnaire (CFQ).
2. Il training cognitivo prevedeva due sessioni alla settimana, per 4 settimane. Ogni sessione durava circa 40 minuti, suddivisi in quattro diversi esercizi di attenzione.

Le sessioni si svolgevano individualmente, alla presenza dello sperimentatore. Ciò è stato necessario a causa della poca conoscenza dei

partecipanti sull'uso del computer e per il monitoraggio del tempo dedicato a ciascun esercizio, che soggetti con lievi deficit cognitivi avrebbero avuto difficoltà a svolgere autonomamente.

3. La valutazione post-test, svolta la settimana seguente la fine dell'allenamento comprendeva gli stessi test della prima valutazione, ad eccezione del CRIq
4. La valutazione di follow-up è stata eseguita dopo tre mesi dal termine del training, con gli stessi test utilizzati nella seconda valutazione. In aggiunta i soggetti svolgevano un questionario di soddisfazione sugli esercizi (in appendice), in modo da fornire feedback che possano aiutare a migliorare gli esercizi e a risolvere eventuali problematiche tecniche riscontrate.

2.3.2 Valutazione psicologica

I test utilizzati erano necessari per la valutazione di diversi aspetti.

Il CRIq è l'unico test che veniva svolto solamente nella prima valutazione; si tratta di un questionario che fornisce un indice della riserva cognitiva dei partecipanti.

Il resto della valutazione era costituito da un test di funzionamento cognitivo globale (ACE-III) e da una serie di brevi test psicologici per valutare se il training avesse prodotto un miglioramento in varie funzioni cognitive (vedi tabella 2.2).

Variazioni del punteggio tra il pre-test e le altre due valutazioni, infatti, possono indicare un miglioramento nell'abilità valutata dal test. Nello specifico, punteggi più bassi nel test Stroop e nel CFQ e più alti negli altri test, nella valutazione post-test e nel follow-up rispetto al pre-test indica miglioramento.

Ci si è inoltre avvalsi di un questionario, il CFQ, per ottenere una misura dell'efficacia del training nella vita quotidiana.

Test	Funzione cognitiva misurata
Cognitive Reserve Index Questionnaire	Riserva Cognitiva
Addenbrooke's Cognitive Examination III	Funzionamento cognitivo globale (attenzione, memoria, fluenza verbale, linguaggio, abilità visuospatiale)
Digit Span	Memoria di lavoro verbale
Selective Reminding Test	Memoria di lavoro verbale, apprendimento verbale
Symbol Modalities Test	Velocità di elaborazione delle informazioni, attenzione, memoria di lavoro
Stroop task	Inibizione, attenzione selettiva, memoria di lavoro, velocità di elaborazione
Cognitive Failure Questionnaire	Frequenza di errori di percezione, memoria, azione e attenzione

Tabella 2.2 Test utilizzati e funzioni cognitive misurate

2.3.2.1 Cognitive Reserve Index questionnaire

Il questionario pensato e validato presso l'Università di Padova, fornisce una misura standardizzata della riserva cognitiva dei soggetti attraverso la raccolta di informazioni relative a tutta la vita adulta, dalla maggiore età al momento della raccolta dei dati (Nucci et al., 2012).

Il questionario è diviso in quattro sezioni, una anagrafica e tre sottosezioni che rappresentano le principali fonti di riserva cognitiva (scuola, lavoro e tempo libero), calcolati secondo criteri differenti:

- Sezione CRI-Scuola: gli anni di istruzione scolastica sono sommati ad eventuali corsi di formazione della durata di almeno sei mesi.
- Sezione Cri-Lavoro: questa sezione conteggia gli anni di attività lavorativa,

approssimati per eccesso di 5 in 5 anni, pesandoli per il grado di impegno cognitivo e di responsabilità richiesto secondo un coefficiente da 1 a 5. Vengono prese in considerazione anche le attività svolte in contemporanea con altre.

- Sezione CRI-Tempo Libero: questa sezione prende in considerazione 16 attività svolte al di fuori degli impegni lavorativi o scolastici. Gli anni di pratica, anche qui approssimati per eccesso di 5 in 5 anni, sono pesati secondo la frequenza con cui l'attività è stata svolta in un certo arco temporale (settimanale, mensile o annuale). Sono prese in considerazione attività di tipo intellettuale (mostre, conferenze), sociale (circoli, parrocchia), ricreativo (canto, recitazione) e sportivo. Infine, si prende in considerazione il numero di figli, aggiungendo un valore proporzionato al loro numero.

La riserva cognitiva cresce o rimane stabile a seconda delle attività cognitive svolte nel corso degli anni (Stern, 2009). I punteggi grezzi vanno ponderati secondo l'età dei soggetti, per rendere possibile il confronto tra individui di età diverse.

Il questionario fornisce un indice per ogni sezione, che combinati producono un punteggio generale detto "Indice di Riserva Cognitiva" (Cognitive Reserve Index, CRI). Questi indici vengono standardizzati e trasportati su una scala con media 100 e deviazione standard 15.

2.3.2.2 Addenbooke's Cognitive Examination-III

Si tratta di un test di screening, di rapida somministrazione che valuta cinque domini cognitivi, fornendo un indice per ogni dominio: attenzione, memoria,

fluenza verbale, linguaggio e abilità visuo-spaziali.

Di seguito alcuni esempi di item per ogni sezione:

- **Attenzione e orientamento:** composto da 13 item, richiede al soggetto di nominare il giorno, la data, il mese, l'anno e la stagione, oltre al nome dell'edificio, il piano, la città, la regione e lo stato in cui si trova.
- **Memoria:** si richiede al soggetto il richiamo differito di un nome ed un indirizzo precedentemente letto e ripetuto più volte.
- **Fluenza verbale:** il partecipante ha a disposizione un minuto di tempo per elencare quante più parole possibile che iniziano con una determinata lettera, esclusi i nomi propri.
- **Linguaggio:** richiedere di denominare delle figure e di leggere delle parole con accento irregolare.
- **Abilità visuo-spaziali:** chiede al soggetto la copia di disegni e l'identificazione di lettere degradate, oltre che la produzione del disegno di un orologio.

Il test fornisce un punteggio per ogni sezione, più un punteggio globale, ottenuto sommando i singoli punteggi dei cinque domini. Punteggi più alti indicano un migliore funzionamento cognitivo. Il punteggio massimo ottenibile è 100.

2.3.2.3 Test e questionari per l'esame psicologico

Digit span forward e backward: questo test misura la memoria di lavoro verbale, attraverso la ripetizione di cifre. Lo sperimentatore legge delle sequenze di cifre e il soggetto deve ripeterle nello stesso ordine (forward) o nell'ordine opposto (backward). Quando la ripetizione è corretta, l'esaminatore legge la sequenza successiva, più lunga della precedente di una cifra. Il test termina quando il

soggetto sbaglia una coppia di sequenze o ripete correttamente l'ultima sequenza di nove cifre.

Verbal selective reminding test: test di memoria di lavoro e apprendimento verbale, consiste nella lettura, da parte dello sperimentatore, di una lista di dodici parole non correlate. Al soggetto è richiesto di ripetere immediatamente tutte quelle che ricorda, le restanti verranno lette nuovamente, finché il soggetto non riesce a ricordarle tutte dodici per tre prove consecutive o fino a che non vengono effettuate sei prove. Ad ogni nuova lettura lo sperimentatore presenta solo la selezione delle parole che il soggetto non ha richiamato nella prova immediatamente precedente. Un richiamo ritardato viene effettuato dopo che il soggetto ha eseguito altri test.

L'utilità di questo test risiede nella capacità di discriminare i processi della memoria verbale, distinguendo tra codifica di informazioni (Consistent Long Term Retrieval, CLTR) e richiamo dalla memoria a lungo termine (Long Term Storage, LTS) (Leitner et al., 2019).

Symbol digit modalities test: questo test è una misura della velocità di elaborazione delle informazioni, determinata a sua volta dalle capacità di attenzione e memoria di lavoro (Nocentini et al., 2006). Si tratta di un test carta e matita, che presenta in alto una chiave costituita da nove simboli astratti, associati ai numeri da 1 a 9. Il resto del foglio è occupato da una griglia con gli stessi simboli astratti che il soggetto testato deve associare al numero corretto, consultando se necessario la chiave. I primi dieci stimoli fungono da prova senza registrazione del tempo e con eventuali correzioni da parte dello sperimentatore. Nel test vero e proprio il soggetto ha a disposizione 90 secondi per compiere più

associazioni possibili. Il test viene interrotto qualora il soggetto fosse in grado di associare tutti i 110 stimoli test ai numeri prima dello scadere del tempo. I soggetti forniscono una risposta orale. Il punteggio finale è dato dal numero di associazioni corrette eseguite.

Stroop task: si tratta di un test che misura la capacità di inibizione di risposte dominanti, ma anche l'attenzione selettiva, la velocità di elaborazione delle informazioni e la memoria di lavoro (Scarpina & Tagini, 2017). La procedura consiste nella presentazione, in forma scritta, dei nomi di cinque colori (giallo, rosso, verde, viola e blu), scritti nell'inchiostro di uno di questi stessi cinque colori. Il compito del soggetto è quello di denominare il colore dell'inchiostro con cui è scritta la parola, ignorandone il significato. Si tratta quindi di inibire il processo automatico della lettura per non lasciarsi influenzare dal significato semantico che richiama un colore e preferire la risposta non automatica relativa al colore con cui la parola è scritta.

Si sono utilizzate tre diverse condizioni:

- Condizione congruente: il significato della parola e il colore dell'inchiostro combaciano, ad esempio la parola "GIALLO" scritta in inchiostro giallo.
- Condizione incongruente: il colore dell'inchiostro con cui è scritta la parola è diverso dal significato semantico, per esempio "VERDE" scritto in blu.
- Condizione neutra: non vengono più presentate parole ma stimoli neutri privi di significato semantico, in uno dei cinque colori. Ad esempio alcune "X" rosse.

Cognitive Failure Questionnaire (CFQ): si tratta di un questionario di autovalutazione che valuta la frequenza di alcuni errori che vengono sperimentati

quotidianamente da tutti. Le domande si riferiscono ad errori di percezione, memoria, azione (Broadbent et al., 1982) e attenzione (Bridger et al., 2013).

Esempi di domande sono “Le succede di non riuscire a trovare quello che sta cercando in un supermercato, anche se è lì davanti?”, “Le capita di dimenticare se ha spento la luce o il gas o se ha chiuso a chiave la porta?”, “Le capita di gettare via quello che serve e di tenere quello che voleva gettare?”, “Le capita di fantasticare quando invece dovrebbe prestare attenzione a qualcosa?”.

I 25 item prevedono che il soggetto risponda su una scala Likert a cinque punti: mai (0), molto raramente (1), talvolta (2), abbastanza spesso (3) e molto spesso (4). Lo scoring prevede la somma dei punteggi assegnati dal soggetto ad ogni item; a punteggi più alti corrisponde una maggiore disposizione a commettere tali errori e quindi maggiori deficit delle funzioni esecutive.

Nel presente studio questo questionario è stato somministrato come un'intervista; lo sperimentatore leggeva le domande e si occupava di riportare le risposte dei soggetti. Questa scelta è stata dettata dal desiderio di facilitare il compito ai soggetti del gruppo sperimentale, che talvolta presentavano rallentamento motorio o deficit di visione, di cui ha probabilmente risentito anche il training.

Questionario di soddisfazione: questionario qualitativo, somministrato alla fine della ricerca, che si proponeva di indagare la soddisfazione personale, eventuali difficoltà riscontrate, la percezione che il training sia stato utile a migliorare la vita quotidiana, la volontà di partecipare nuovamente a progetti simili e a consigliarne la partecipazione a conoscenti.

2.3.3 Il programma MS_Rehab

Il programma usato per il training riabilitativo è stato progettato a Bologna, dal gruppo di ricerca del prof. Gaspari del Dipartimento di Informatica e Ingegneria (Gaspari et al., 2017). Nella concezione originale il programma doveva essere specifico per la riabilitazione cognitiva dei pazienti affetti da sclerosi multipla, ma poiché i domini cognitivi intaccati da questa malattia sono spesso coinvolti anche in altri disturbi il training potrebbe rivelarsi utile anche in questi casi.

Il programma, infatti, fornisce esercizi per allenare l'attenzione, la memoria (di lavoro, di riconoscimento e visuospaziale) e le funzioni esecutive (inibizione e pianificazione). Nel presente studio ci si è focalizzati sui soli esercizi di attenzione. L'attenzione è formata da diverse componenti e MS_Rehab propone degli esercizi per l'attenzione selettiva, divisa e alternata. Tuttavia, è chiaro che una distinzione netta dei domini cognitivi è impossibile e i training hanno effetti anche su domini non direttamente allenati ma connessi. In questo caso, ad esempio, un training di attenzione può mostrare effetti positivi anche sulla memoria di lavoro e le funzioni esecutive; per questo motivo in questo studio si è usata una batteria di test tanto ampia per le valutazioni, che prendesse in esame così tanti e diversi domini cognitivi (vedi tabella 2.1).

Gli esercizi di attenzione presenti nel programma e utilizzati in questo studio sono quattro, ciascuno organizzato in diversi livelli di difficoltà crescente.

Di seguito la descrizione di ciascun esercizio:

- “cogli gli oggetti”: rivolto all'attenzione selettiva, è il classico compio di ricerca visiva. Il partecipante ha un tempo massimo per trovare tutti gli stimoli target tra quelli presentati in una griglia in cui sono presenti anche

dei distrattori (vedi Fig. 2.1). Il livello massimo raggiungibile è 13.

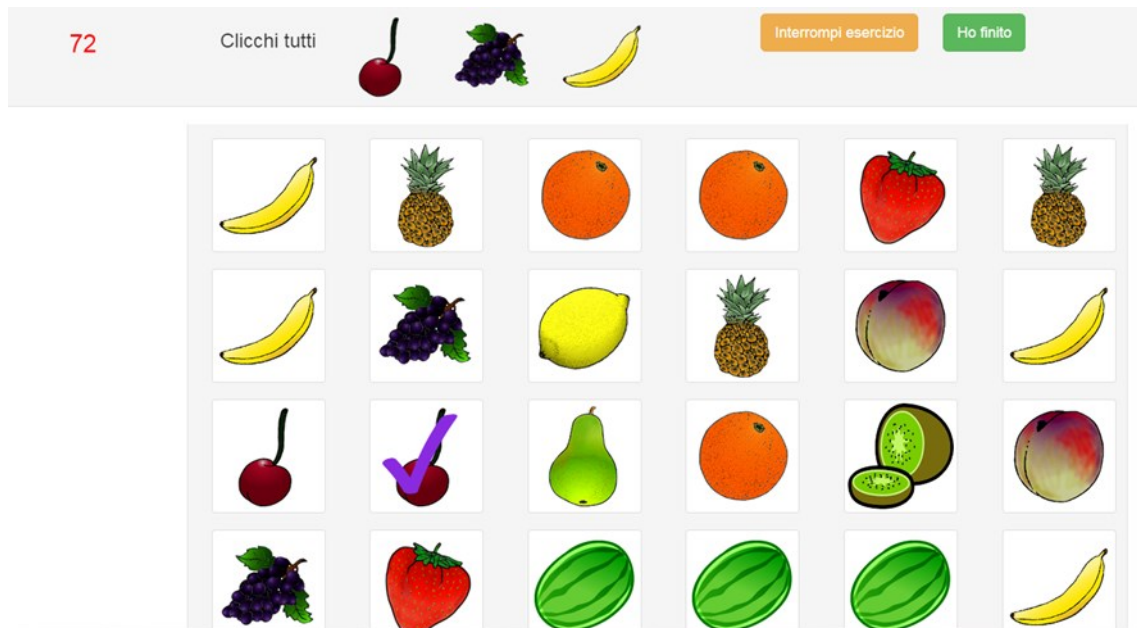




Figura 2.1 Esempio dell'esercizio "cogli gli oggetti"

- “beccali al volo”: questo esercizio è rivolto all’attenzione selettiva ma anche alla memoria di lavoro. Al partecipante è richiesto di memorizzare quali sono gli stimoli target. Sullo schermo vengono presentati dei singoli elementi; il compito consiste nel premere un tasto di risposta solamente alla comparsa dei target. Il livello massimo è l’undicesimo.
- “prima uno e poi l’altro”: si tratta di un compito di attenzione divisa. Tra gli stimoli che passano sullo schermo il soggetto deve rispondere a due target, che devono essere alternati alla comparsa di un suono, fino allo scadere del tempo (vedi Fig. 2.2). Ci sono 13 livelli.

Clicchi o preme il tasto spazio su questa figura.



Quando sentirà il suono inizi a cliccare o a premere il pulsante spazio su quest'altra figura.



Se sentirà di nuovo il suono, dovrà tornare a cliccare sulla figura precedente. Alterni le due figure.




Interrompi esercizio



Figura 2.2 Esempio dell'esercizio "prima uno e poi l'altro"

- "su due fronti": rivolto all'attenzione alternata. Il soggetto deve prestare attenzione a due tipi di stimoli diversi: un pulsante è dedicato a rispondere ai target visivi tra gli elementi che passano sullo schermo ad uno ad uno, un altro per rispondere alla comparsa dello stimolo uditivo (vedi Fig. 2.3). Ci sono 13 livelli.

Clicchi o preme il pulsante spazio su queste figure quando compaiono sullo schermo.

Se sente un suono, clicchi sul tasto "Suono" o preme il pulsante invio.

Se sentirà il suono contemporaneamente alla comparsa di una figura dovrà cliccare o premere entrambi i pulsanti, cercando di essere il più veloce possibile.

Interrompi esercizio



Suono

Figura 2.3 Esempio dell'esercizio "su due fronti"

Un feedback viene immediatamente fornito dopo ogni risposta con un suono e/o un colore: gli stimoli target correttamente riconosciuti diventano verdi, quelli omessi gialli e le risposte errate sono associate al rosso.

Il programma fornisce la possibilità di utilizzare diverse categorie di stimoli per ogni esercizio, in modo da incrementare la difficoltà, raggruppati in figure (frutta, verdura, animali, scacchi), volti e orientamento (frecce e punti cardinali). In questo studio, tuttavia, si sono utilizzate solamente le figure (frutta, verdura e animali ma non gli scacchi), in quanto i partecipanti mostravano delle difficoltà a raggiungere i livelli più alti degli esercizi anche con gli stimoli più semplici; le altre categorie sarebbero quindi risultate demotivanti.

La difficoltà degli esercizi è auto-adattiva: il livello sale ogni volta che un esercizio è completato per due volte di fila con una prestazione adeguata ($\geq 80\%$). Questo assicura che il partecipante sia continuamente stimolato e motivato senza essere annoiato o scoraggiato da eccessiva difficoltà.

Al salire del livello la difficoltà aumenta grazie a diversi parametri:

- aumento del numero di stimoli non target;
- aumento del numero degli stimoli target;
- presenza di distrattori visivi sullo sfondo;
- graduale degradazione degli stimoli (perdita di colore, fino a diventare in bianco e nero) (vedi Fig. 2.4):
- diminuzione del tempo di presentazione degli stimoli;

- diminuzione dell'intervallo di tempo tra stimoli.

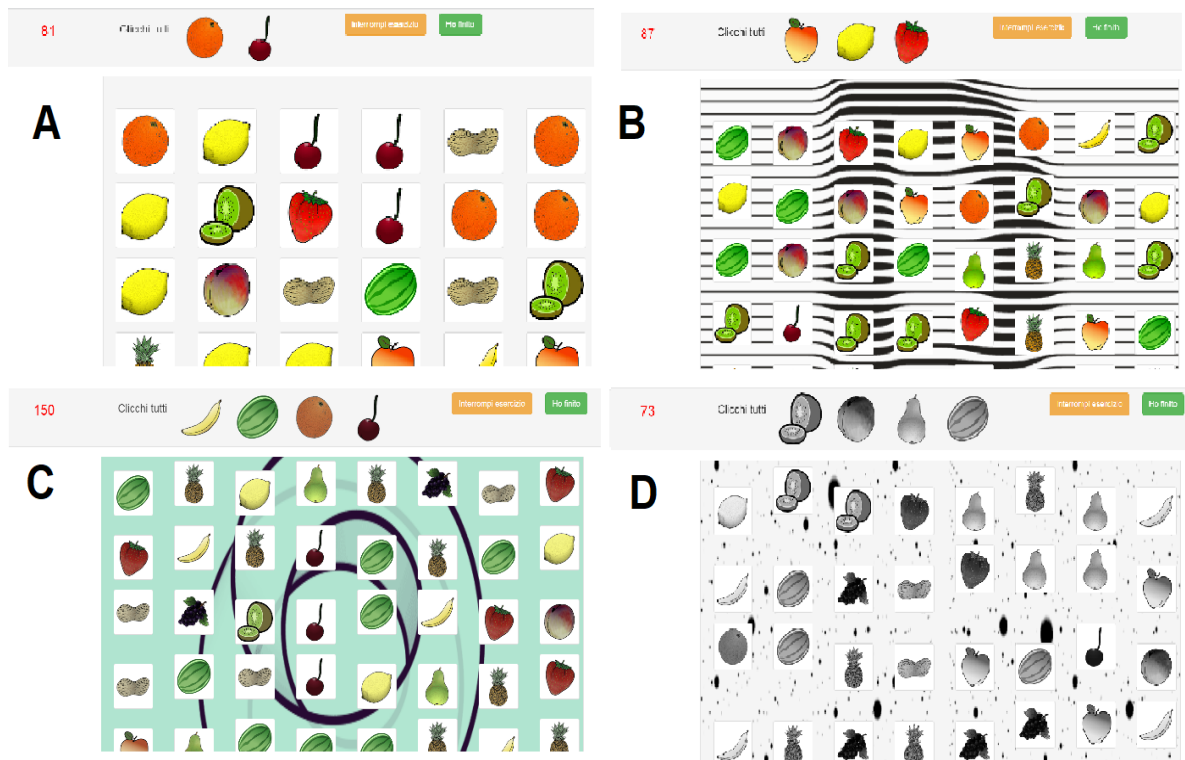


Figura 2.4 Esercizio “cogli gli oggetti”. Ogni immagine illustra un livello di diversa difficoltà. A) livello 1: gli stimoli sono colorati. B) livello 6: sono presenti dei distrattori sullo sfondo. C) livello 9: gli stimoli iniziano ad essere degradati, i colori sono più tenui. D) livello 10: gli stimoli sono presentati in bianco e nero.

Al termine dell'esercizio compare un pop-up che fornisce al soggetto un feedback comprendente tempo di esecuzione, numero di risposte corrette, omesse ed

errate e una percentuale che esprime la prestazione globale (vedi Fig. 2.5).

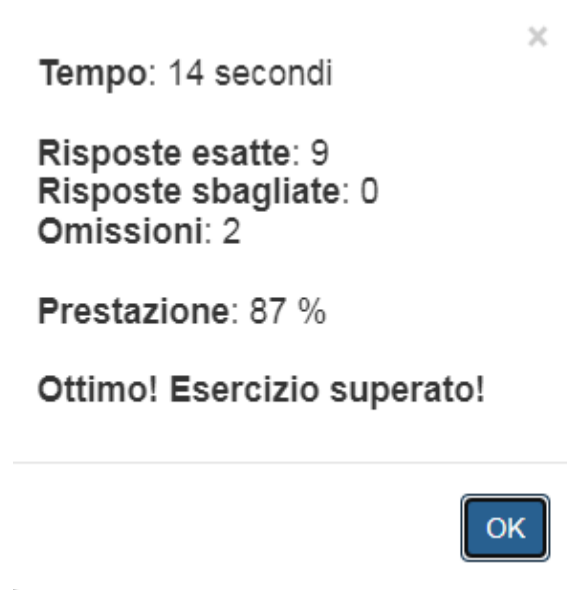


Figura 2.5 Feedback che viene presentato ai partecipanti al termine di ogni esercizio.

Al partecipante è data la possibilità di familiarizzare con i compiti attraverso degli esercizi di prova prima di cominciare il training vero e proprio. Questi esercizi di prova somigliano a quelli effettivi ma hanno un livello di difficoltà basso e non incrementale. La prestazione ottenuta in questi esercizi, inoltre, non viene registrata.

I partecipanti accedono al software attraverso l'interfaccia utente per svolgere gli esercizi, mentre lo sperimentatore utilizza l'interfaccia amministratore che gli consente di configurare gli esercizi, selezionandone il tipo e il livello di difficoltà. Inoltre, il programma fornisce dei feedback sulla prestazione del partecipante ad ogni esercizio, segnalando l'ultimo livello affrontato e se la performance è migliorata, peggiorata o rimasta stabile (vedi Fig. 2.6). Questo è molto utile all'operatore per calibrare la difficoltà degli esercizi in base ai risultati ottenuti e alle difficoltà riscontrate dall'utente, permettendogli di personalizzare

ulteriormente il training per ognuno.

Esercizi assegnati a 311 311

Visualizza elementi Cerca:

Nome	Livello di difficoltà	Performance	Ultimo accesso
Attenzione - selettiva 1 - figure - frutta	- 11/13 + (invariato)	75% ↑	10:58 22/06/2021
Attenzione - divisa - figure - verdura/suoni	- 2/13 + (invariato)	16% ↔	10:48 22/06/2021
Attenzione - alternata - figure - frutta	- 10/11 + (invariato)	77% ↑	10:46 22/06/2021
Attenzione - selettiva 2 - figure - animali	- 9/11 + (invariato)	65% ↑	10:25 22/06/2021

Vista da 1 a 4 di 4 elementi Precedente Successivo

Figura 2.6 L'interfaccia amministratore

La gran parte degli esercizi prevedono che le risposte possano essere date attraverso il mouse o attraverso specifici tasti sulla tastiera (barra spaziatrice e tasto invio), tuttavia un esercizio (“cogli gli oggetti”) può essere svolto solamente attraverso l’uso del mouse. Questo può rappresentare un problema per chi non è abituato all’uso del computer. Gran parte dei partecipanti a questo studio trovavano delle difficoltà nell’utilizzare il mouse perché per loro era una novità. Un solo partecipante, avendo dimestichezza a causa del lavoro che svolgeva, non ha riscontrato tali difficoltà. Un altro partecipante è riuscito ad imparare come utilizzarlo correttamente ma con tempi di reazione molto lunghi (anche questo rappresenta un problema in quanto gli esercizi prevedono un tempo massimo di risposta, o l’esercizio risulta fallito). Per questo è stata necessaria la presenza costante dell’operatore che muoveva il mouse registrando le risposte dei

soggetti. In futuro si potrebbe risolvere questo problema adottando l'uso di un tablet touchscreen. In questo modo l'operatore potrebbe essere presente solamente all'inizio, per insegnare ai soggetti come utilizzare il programma e il dispositivo touchscreen.

Un altro problema è risultato essere la componente di memoria dell'esercizio "beccali al volo". Questo, infatti, era l'unico esercizio che non presentava nella parte superiore dello schermo le istruzioni con gli stimoli target. Ovvero, prima dell'inizio dell'esercizio vengono mostrati al soggetto gli stimoli target, a cui dovrà rispondere premendo un tasto, e gli viene chiesto di memorizzarli. Ma la schermata delle istruzioni presentata durante l'esercizio stesso recita solamente "clicchi solo le figure che ha visto prima". Per questi soggetti, tuttavia, risulta difficoltoso tenere a mente quali siano queste figure.

Un'altra difficoltà riscontrata dai partecipanti durante il training riguarda la velocità di presentazione degli stimoli. Poiché questa aumentava all'aumentare dei livelli, per alcuni soggetti i livelli più alti degli esercizi risultavano impossibili da superare, poiché gli stimoli non erano presentati abbastanza a lungo perché venissero elaborati.

2.4 Analisi dei dati

Per verificare se erano presenti differenze statisticamente significative tra i due gruppi (sperimentale e di controllo) nelle medie delle variabili demografiche (età e scolarità) e nel livello di riserva cognitiva è stato usato un t-test di Student a campioni indipendenti.

È stata utilizzata un'analisi della varianza a misure ripetute 2x2, con un fattore entro i soggetti, "Tempo" (pre-test e post-test) e un fattore tra i soggetti "Gruppo" (sperimentale e di controllo) per analizzare differenze tra ed entro i gruppi nel tempo per tutti i test analizzati. In questo modo se fossero emersi miglioramenti tra pre-test e post-test nel gruppo sperimentale ma non nel gruppo di controllo questi sarebbero stati presumibilmente da attribuire all'effetto del training.

In seguito, un'altra ANOVA a misure ripetute con un fattore entro i soggetti "Tempo" (pre-test, post-test e follow up) è stata eseguita solamente sui dati del gruppo sperimentale per verificare se eventuali effetti del training si fossero mantenuti dopo tre mesi dalla fine del training stesso.

In seguito, sono state condotte delle analisi della varianza sul test di Stroop. La prima era una ANOVA con un fattore tra soggetti "Gruppo" (sperimentale e di controllo) e due fattori entro i soggetti "Tempo" (pre-test e post-test) e "Condizione" (congruente, incongruente e neutra) per indagare se vi fossero delle differenze tra pre-test e post-test nelle prestazioni dei due gruppi nelle tre condizioni. La seconda era un'analisi dei risultati del gruppo sperimentale nelle tre condizioni dello Stroop tra pre-test, post-test e follow-up attraverso un'analisi della varianza a due fattori entro i soggetti "Tempo" e "Condizione".

2.5 Risultati

Di seguito sono esposti i risultati delle analisi statistiche effettuate sui dati ottenuti durante la fase di sperimentazione.

2.5.1 Caratteristiche del gruppo sperimentale e del gruppo di controllo

L'analisi del t-Test di Student a campioni indipendenti sulle variabili demografiche (età e scolarità), sull'indice di riserva cognitiva totale (CRIq) e sui suoi sottoindici (scuola, lavoro e tempo libero) tra i due gruppi, sperimentale e di controllo, ha mostrato delle differenze significative nelle seguenti variabili (Tabella 2.3):

ETÀ:

Si riscontra una differenza statisticamente significativa nelle medie dell'età dei due gruppi, $Md = -8.35$, $t(19) = -2.25$, $p = 0.036$, indicativa di un'età media più alta nel gruppo sperimentale ($M = 79.90$) rispetto al gruppo di controllo ($M = 71.55$).

CRIq Totale:

Si osserva una differenza statisticamente significativa nel livello di riserva cognitiva globale tra i due gruppi, $Md = 20.28$, $t(19) = 2.22$, $p = 0.039$, indicativa di un livello di riserva cognitiva globale maggiore nel gruppo di controllo ($M = 114.18$) rispetto al gruppo sperimentale ($M = 93.90$).

CRIq Lavoro:

Si osserva una differenza statisticamente significativa nelle medie dell'indice CRIq Lavoro, $Md = 17.56$, $t(19) = 2.53$, $p = 0.021$, tale da indicare che il gruppo di controllo ($M = 105.36$) aveva svolto attività lavorative cognitivamente più impegnative e con una responsabilità personale maggiore, rispetto al gruppo sperimentale ($M = 87.80$).

Non sono emerse differenze statisticamente significative per le variabili anni di scolarità, CRIq scuola e CRIq tempo libero (vedi tabella 2.3).

Variabili	GRUPPO SPERIMENTALE N=10	GRUPPO DI CONTROLLO N=11	t- Test, p
	Media (ds)	Media (ds)	
ETÀ (ANNI)	79.90 (7.13)	71.55 (9.55)	t (19)=-2.25, p=0.036*
SCOLARITÀ (ANNI)	9.20 (5.75)	13.82 (5.49)	t (19)=1.88, p=0.075
CRIq TOTALE	93.90 (23.85)	114.18 (17.95)	t (19)=2.22, p=0.039*
CRIq SCUOLA	106.00 (17.50)	115.73 (19.31)	t (19)=1.20, p=0.243
CRIq LAVORO	87.80 (16.38)	105.36 (15.48)	t (19)=2.53, p=0.021*
CRIq TEMPO LIBERO	93.40 (35.22)	110.55 (20.50)	t (19)=1.38, p=0.184

Tabella 2.3 Risultati del t-Test a campioni indipendenti, gruppo sperimentale vs. gruppo di controllo sulle variabili demografiche e sul CRIq. *p<0.05

2.5.2 Test-retest del gruppo sperimentale e del gruppo di controllo

Tutti i test tranne il digit span forward hanno mostrato un effetto significativo principale del gruppo che indica che il gruppo di controllo presentava prestazioni migliori. Questo è comprensibile alla luce del fatto che il gruppo di controllo era costituito da persone sane mentre il gruppo sperimentale presentava dei deficit cognitivi che influivano sulla prestazione.

Per quanto riguarda il più interessante effetto di interazione Tempo x Gruppo è risultato significativo solamente per la condizione congruente dello Stroop e per il CFQ (Tabella 2.4).

Variabili	Gruppo Sperimentale		Gruppo di Controllo		ANOVA
	Pre-test	Post-test	Pre-test	Post-test	TempoxGruppo
	M (DS)	M (DS)	M (DS)	M (DS)	p
Addenbrook Cognitive Examination III	69.4 (3.20)	71.6 (2.64)	89.2 (3.05)	90.9 (2.51)	0.836
Digit Span Foward	5.60 (0.350)	5.40 (0.358)	5.91 (0.334)	6.00 (0.342)	0.627
Digit Span Backward	3.00 (0.292)	3.60 (0.295)	4.27 (0.278)	4.27 (0.282)	0.201
Selective Reminding Test-LTS	10.10 (3.27)	8.40 (2.95)	24.80 (3.27)	20.60 (2.95)	0.602
Selective Reminding Test-CLTR	4.80 (3.35)	3.50 (2.74)	15.30 (3.35)	12.90 (2.74)	0.791
Symbol Digit Modalities Test	17.6 (3.39)	20.2 (3.84)	37.6 (3.24)	40.7 (3.66)	0.887
Stroop Congruente	87.2 (12.17)	57.0 (5.01)	42.3 (11.61)	44.2 (4.78)	0.044*
Stroop Incongruente	215.1 (26.3)	177.2 (22.0)	108.0 (25.1)	96.7 (21.0)	0.246
Stroop Neutro	130.6 (17.4)	104.7 (10.9)	54.6 (16.6)	59.7 (10.4)	0.072
Selective Reminding Test- Delay	2.20 (0.688)	1.70 (0.715)	5.20 (0.688)	5.00 (0.715)	0.708
Cognitive Questionnaire Failure	23.5 (4.68)	19.1 (4.25)	28.8 (4.46)	32.3 (4.05)	<.001*

Tabella 2.4 Risultati dell'analisi della varianza nei due gruppi, sperimentale e di controllo al pre-test e post-test. *Interazione Tempo x Gruppo statisticamente significativa.

Stroop Congruente:

È risultata statisticamente significativa l'interazione Tempo x Gruppo $F(1) = 4.63$, $p = 0.044$, che indica un cambiamento nel tempo diverso per i due gruppi: mentre il gruppo di controllo non ha mostrato un cambiamento dal pre-test ($M = 42.3$) al post-test ($M = 44.2$) il gruppo sperimentale ha ottenuto una media significativamente minore dal pre-test ($M = 87.2$) al post-test ($M = 57.0$). Essendo un test che utilizza il tempo di esecuzione come misura, punteggi minori rappresentano una prestazione migliore (Fig 2.7).

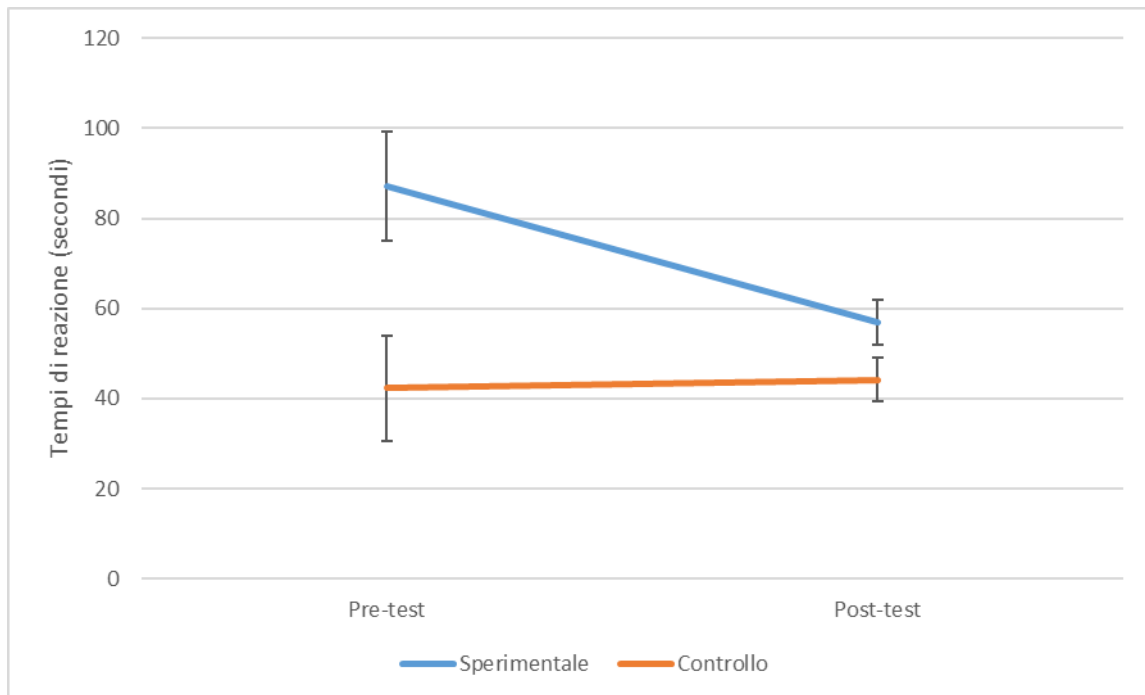


Figura 2.7 Risultati del gruppo sperimentale e di controllo al pre-test e post-test nella condizione congruente del Test Stroop.

Cognitive Failure Questionnaire:

Anche in questo test punteggi minori rappresentano una migliore prestazione e anche in questo caso è risultata significativa l'interazione Tempo x Gruppo, $F(1) = 31.793$, $p < .001$. In questo caso mentre il gruppo sperimentale ha mostrato un miglioramento dal pre-test ($M = 23.5$) al post-test ($M = 19.1$) il gruppo di controllo ha mostrato un lieve peggioramento (pre-test $M = 28.8$, post-test $M = 32.3$) (Fig. 2.8).

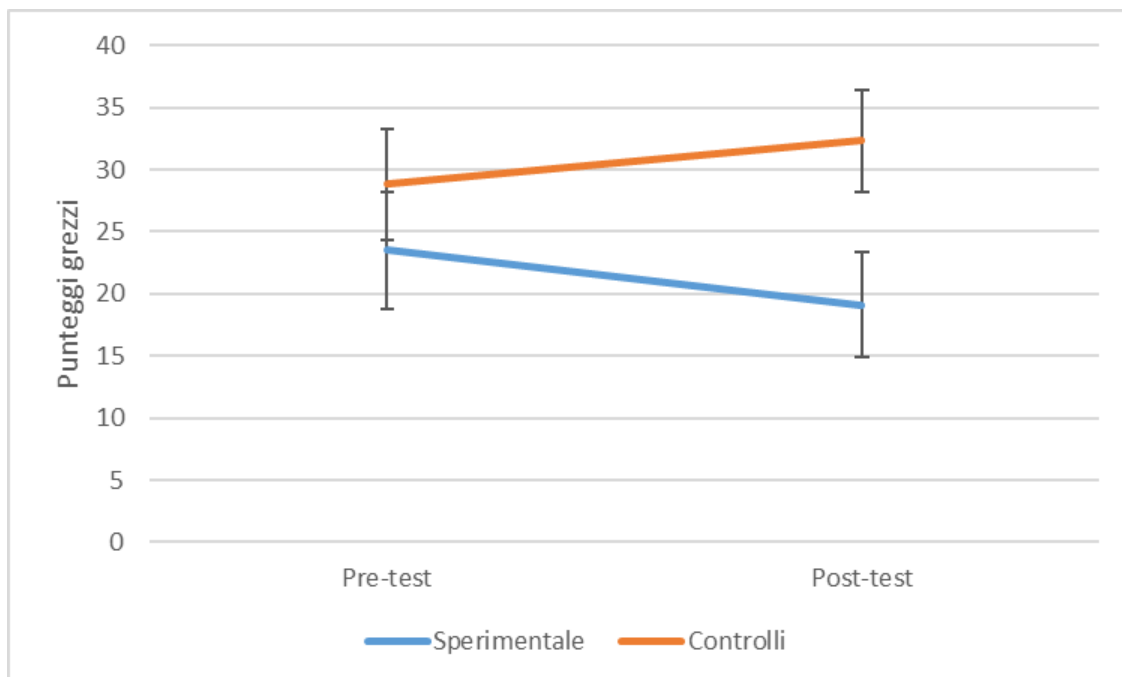


Figura 2.8 Risultati del gruppo sperimentale e di controllo al pre-test e post-test nel Cognitive Failure Questionnaire.

2.5.3 Test, retest e follow-up del gruppo sperimentale

Anche in quest'analisi gli unici risultati significativi riguardano la condizione congruente dello Stroop task e il Cognitive Failure Questionnaire.

Dal post-hoc risulta significativa la differenza dal post-test ($M= 87.2$) al follow-up ($M= 57.0$), $Md= 9.75$, $t(9)= 3.68$, $p= 0.013$ del gruppo sperimentale nella condizione congruente dello Stroop test, che probabilmente riflette un effetto apprendimento.

Per quanto riguarda il Cognitive Failure Questionnaire, il gruppo sperimentale ha mostrato un miglioramento dal pre-test ($M= 23.5$) al post-test ($M= 19.1$), $Md= 4.40$, $t(9)= 4.440$, $p= 0.004$.

2.5.4 Anova sulle tre condizioni dello Stroop test

In figura 2.9 sono riportati i risultati ottenuti allo Stroop task da entrambi i gruppi, al pre-test e post-test, per le tre condizioni.

Dall'analisi della varianza non sono risultate significative le interazione Tempo x Condizione x Gruppo ($p= 0.658$) e nemmeno l'interazione Tempo x Gruppo ($p= 0.198$), mentre è risultata significativa l'interazione Condizione x Gruppo ($F (2)= 5.236$, $p= 0.010$).

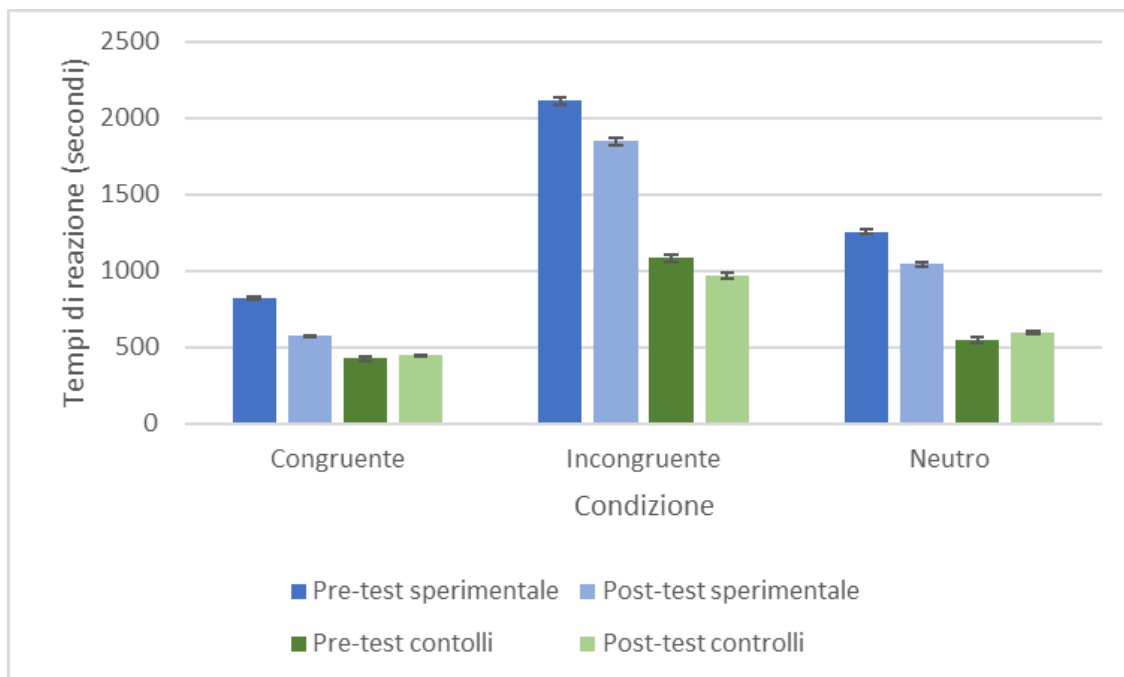


Figura 2.9 Punteggi ottenuti dai due gruppi nelle tre condizioni dello Stroop test, al pre-test e post-test.

Nella figura 2.10 sono riportati i risultati ottenuti dal solo gruppo sperimentale in tutte le condizioni del compito al pre-test, post-test e follow-up. Non è risultata statisticamente significativa l'interazione Tempo x Condizione, $p= 0.659$.

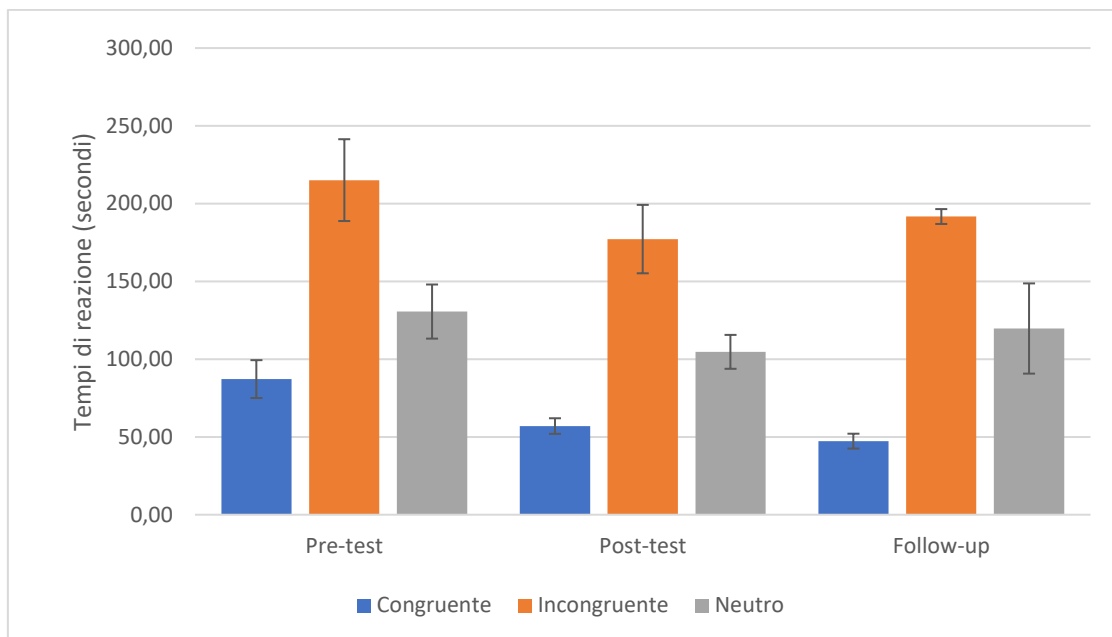


Figura 2.10 Punteggi del gruppo sperimentale nelle tre condizioni dello Stroop test nelle tre valutazioni.

2.5.5 Analisi qualitativa

In questo paragrafo verranno analizzati prima i risultati relativi al training e poi i risultati ottenuti dal questionario di soddisfazione somministrato alla conclusione della raccolta dati.

Analisi del training

Attraverso l'account amministrativo ci era possibile verificare il livello raggiunto in ciascun esercizio, da ogni partecipante dopo ogni sessione di allenamento.

I partecipanti partivano tutti dal livello uno per poi progredire. La progressione in alcuni esercizi è stata mediamente più rapida rispetto ad altri.

La tabella 2.4 presenta, per ciascun esercizio, i livelli raggiunti all'ultima sessione e la frequenza di soggetti che hanno raggiunto quel determinato livello.

Esercizio	Livello	Frequenza
Prima uno e poi l'altro	10	1
	11	9
Su due fronti	1	4
	2	1
	3	1
	6	3
	8	1
Beccali al volo	3	1
	6	1
	7	1
	9	3
	10	1
	11	3
Cogli gli oggetti	8	1
	9	2
	11	2
	12	3
	13	2

Tabella 2.5 Livelli raggiunti all'ultima sessione per ogni esercizio

Osservando questa tabella e i livelli massimi raggiunti, si possono fare alcune inferenze sulle difficoltà di ciascun esercizio per i nostri partecipanti.

Nell'esercizio "prima uno e poi l'altro", che allenava l'attenzione alternata e il cui livello massimo era l'undicesimo, quasi tutti i soggetti hanno raggiunto e superato l'ultimo livello, mentre solo uno di loro si è fermato al livello dieci. Si deduce quindi che questo esercizio sia risultato facile per i soggetti, probabilmente anche perché non era presente alcuna componente di memoria. I due stimoli tra i quali il soggetto era chiamato a rispondere il modo alterno erano sempre presenti nella parte superiore dello schermo, quindi, alla comparsa del suono, era sufficiente alzare leggermente gli occhi verso le istruzioni per sapere quale fosse lo stimolo target (vedi figura 2.1).

L'esercizio che è risultato più difficile è invece "su due fronti" che mirava ad allenare l'attenzione divisa. Nonostante questo esercizio presentasse un totale di 13 livelli, solamente un soggetto è riuscito a raggiungere il livello 8 e ben 4 soggetti sono rimasti al livello 1.

Le prestazioni nei due compiti di attenzione selettiva, "cogli gli oggetti" e "beccali al volo", sembrano avere un andamento medio rispetto ai due descritti precedentemente. Tre soggetti hanno raggiunto il livello massimo (l'undicesimo) nell'esercizio "cogli gli oggetti" e due nell'esercizio "beccali al volo" (in questo caso il livello massimo era il tredicesimo). Tuttavia, il livello più basso raggiunto in "cogli gli oggetti" è stato l'ottavo, mentre per "beccali al volo" un soggetto è rimasto al livello tre e altri due al livello sei e sette, suggerendo che questo secondo compito presentasse difficoltà leggermente maggiori rispetto all'altro, pur allenando entrambi l'attenzione selettiva. Questo può essere causato dalla natura dei due compiti. "Cogli gli oggetti", infatti, presentava tutti gli stimoli in contemporanea nella schermata e i soggetti dovevano compiere una ricerca visiva, mentre in "beccali al volo" gli stimoli comparivano uno ad uno e la risposta doveva avvenire prima della scomparsa dello stimolo. Era richiesta quindi una velocità di elaborazione sempre maggiore all'aumentare del livello, in quanto il tempo di presentazione degli stimoli diminuiva.

Questionario di soddisfazione

Al termine del follow-up è stato somministrato ai soggetti sperimentali un questionario di soddisfazione, compilato da 9 partecipanti (al momento del follow-up uno dei soggetti non ricordava gli esercizi svolti e non poteva quindi rispondere), costruito per indagare la soddisfazione rispetto al training, la

percezione della sua utilità, le difficoltà incontrate e la disponibilità a partecipare nuovamente a progetti simili.

Il questionario è costituito da 7 item e utilizza una scala Likert a 5 livelli, da 1 (per nulla) a 5 (molto). L' α di Cronbach è 0.925.

Per quanto riguarda la soddisfazione, tre soggetti si sono dichiarati molto soddisfatti (5), due soggetti piuttosto soddisfatti (4) e quattro né soddisfatti né insoddisfatti (3).

Il secondo item chiedeva ai soggetti quanto credevano che il training fosse stato utile per potenziare la loro attenzione: 5 soggetti hanno risposto "molto utile" (5), due soggetti hanno risposto "piuttosto utile" (4), un soggetto ha risposto in modo neutro (3) e un soggetto ha risposto "poco utile" (2).

L'item numero 3 chiedeva quanto i soggetti ritenevano che il training avesse potenziato abilità importanti nella vita quotidiana. Tre soggetti hanno risposto "molto" (5), due soggetti hanno risposto "abbastanza" (4), due soggetti hanno dato una risposta neutra (3) e due soggetti hanno risposto "poco" (2).

Per quanto riguarda le difficoltà riscontrate, la gran parte dei partecipanti (6) ha dichiarato di non aver trovato ostacoli mentre degli altri tre uno ha trovato delle difficoltà dovute a cattiva circolazione nelle mani, uno ha dichiarato di non riuscire a vedere alcune parole e l'ultimo ha dichiarato di aver avuto delle difficoltà a ricordare.

Sei soggetti hanno dichiarato che parteciperebbero nuovamente a un progetto simile e cinque che consiglierebbero a qualcun altro di parteciparvi.

L'ultima domanda era uno spazio a disposizione dei soggetti per riflessioni e suggerimenti, che alcuni di loro hanno utilizzato per ribadire l'utilità del training o la gentilezza degli operatori.

2.6 Discussione e conclusione

In letteratura sono descritti training cognitivi computerizzati per migliorare e potenziare diversi domini cognitivi, sia in popolazioni sane che in soggetti con deterioramento cognitivo. L'allenamento di processi di ordine superiore, come l'attenzione, fondamentali per il corretto ed efficace funzionamento di altri sistemi come le funzioni esecutive e la memoria, potrebbero portare a generalizzare gli effetti benefici ad altri ambiti e alla funzionalità della vita quotidiana. Da questi presupposti si muove il lavoro descritto in questo elaborato, il cui scopo era testare l'efficacia di un training cognitivo computerizzato per l'attenzione in un gruppo di soggetti con diverse diagnosi e verificare la generalizzazione sia ad altri domini cognitivi, non direttamente allenati che alla quotidianità.

Un secondo obiettivo dello studio consisteva nel verificare se eventuali effetti del training fossero mantenuti ad un follow-up eseguito dopo tre mesi dalla conclusione del training stesso.

L'efficacia del training è stata valutata confrontando i risultati del gruppo sperimentale con un gruppo di controllo, in un'ampia batteria di test somministrata sia prima che dopo il training nel gruppo sperimentale e a distanza di un mese nel gruppo di controllo.

Sono risultati significativi, in questa prima analisi i risultati di due test: la condizione congruente dello Stroop task e il CFQ.

Per quanto riguarda il test di Stroop è importante sottolineare che è stato somministrato in versione cartacea; pertanto, ogni condizione veniva presentata in blocchi, prima quella congruente, poi l'incongruente e infine la neutra, e non

era possibile randomizzare la presentazione degli stimoli in modo che ogni blocco presentasse stimoli di diverse condizioni.

Tenendo presente questo è possibile inferire che il miglioramento mostrato dal gruppo sperimentale nella condizione congruente rappresenti un effetto di apprendimento; ovvero i soggetti hanno imparato autonomamente che non era necessario seguire le consegne e inibire il processo automatico di lettura.

Si potrebbe argomentare che se ciò fosse vero lo stesso effetto si dovrebbe riscontrare nel gruppo di controllo, eppure non è così. Questo non accade in quanto la prestazione dei soggetti di controllo era, già al pre-test, a livelli tali da non poter migliorare ulteriormente. Ci troviamo davanti al cosiddetto effetto soffitto.

Si osservano miglioramenti nel CFQ nel gruppo sperimentale ma non nel gruppo di controllo. Tale risultato potrebbe indicare una effettiva generalizzazione del training alla vita quotidiana, ma non essendo presenti miglioramenti nelle altre misure di attenzione o di altri domini cognitivi ed essendo il CFQ un questionario autovalutativo, si tratta più probabilmente di un effetto placebo. Ovvero, i soggetti a cui è stato somministrato il training avevano delle aspettative di miglioramento che hanno influito sulle loro risposte al questionario.

Il secondo obiettivo riguardava il mantenimento degli effetti dopo tre mesi, cosa che è stata valutata attraverso un'altra analisi della varianza, che prendeva in considerazione solamente il gruppo sperimentale, ma a tutti e tre i tempi.

Osserviamo una significatività statistica alla condizione congruente del test di Stroop, solo tra post-test e follow-up, mentre il miglioramento tra pre-test e post-test non raggiunge la significatività.

Il CFQ, che nella prima analisi era risultato significativo, si dimostra significativo anche in questa. L'effetto, tuttavia, risulta significativo solamente tra pre-test e post-test e il miglioramento non si è mantenuto al follow-up, rafforzando l'idea che si trattasse solamente di un effetto placebo.

È interessante notare come, nonostante non siano presenti miglioramenti in tutti gli altri test, non vi siano neppure peggioramenti; più della metà dei soggetti sperimentali presentava una diagnosi di declino cognitivo e ci si potrebbe quindi aspettare che, se non stimolati, la loro prestazione degeneri progressivamente. Il training potrebbe quindi aver impedito un'ulteriore degenerazione, forse coadiuvando gli effetti della stimolazione cognitiva a cui i soggetti sono sottoposti nel centro in cui sono stati reclutati. Si tratta infatti di un centro diurno che propone agli ospiti attività di stimolazione cognitiva di gruppo, ma non veri e propri training personalizzati.

Infine, è stata eseguita un'analisi sulle tre condizioni del test di Stroop. Confrontando i due gruppi, risulta significativo l'effetto di interazione Condizione x Gruppo, che indica che il gruppo sperimentale subiva un effetto di interferenza maggiore rispetto al gruppo di controllo. Con effetto interferenza si intende la maggiore difficoltà e i maggiori tempi di reazione che si registrano nella condizione incongruente rispetto alla condizione congruente.

L'assenza di effetti significativi da imputare inequivocabilmente al training può essere dovuta ad alcuni limiti della ricerca. Innanzitutto, la bassa numerosità del campione e l'ampia eterogeneità di diagnosi hanno reso poco probabile raggiungere una significatività statistica.

Un altro limite del disegno sperimentale risiede nella difficoltà riscontrata dalla gran parte dei soggetti nell'uso della tecnologia, che ne ha rallentato i tempi di reazione e ha limitato l'uso del training ai momenti in cui era presente lo sperimentatore. Questo è vero in particolare per l'esercizio "cogli gli oggetti", che può essere svolto solamente con l'utilizzo del mouse, mentre gli altri esercizi offrono la possibilità di essere svolti anche attraverso la tastiera. Doveva essere, quindi, presente lo sperimentatore per muovere il mouse e aiutare i partecipanti a svolgere l'esercizio. Solamente un soggetto aveva la conoscenza del computer e dell'utilizzo del mouse sufficiente per svolgere tutti i compiti in autonomia, ma il suo rallentamento psicomotorio gli ha impedito di superare il livello nove nell'esercizio "beccali al volo", in quanto in questo livello la presentazione degli stimoli risultava troppo veloce.

Probabilmente questo problema di interfaccia con la tecnologia potrebbe essere risolto, almeno per qualche soggetto, adottando un dispositivo touchscreen con il quale i soggetti possono interagire senza bisogno di utilizzare un mouse.

Un'altra difficoltà che i soggetti avrebbero riscontrato se lo sperimentatore non fosse stato presente era assicurarsi di dedicare a ciascun esercizio il tempo richiesto. Nel programma, infatti non è presente un timer e per soggetti con difficoltà cognitiva sarebbe stato difficoltoso prestare attenzione, oltre che agli esercizi, anche al passare del tempo.

Inoltre, è presente un limite che riguarda la batteria di test utilizzata; la funzionalità nella vita quotidiana, infatti, è stata valutata esclusivamente attraverso l'uso del CFQ. Si tratta di un questionario autovalutativo che richiede ai soggetti di ricordare e riportare la frequenza di alcuni errori della vita

quotidiana. Questo può indurre un certo grado di desiderabilità sociale, ovvero la tendenza a non ammettere certi errori o a sottostimarne la frequenza per dare di sé la migliore immagine possibile, soprattutto in questo caso in cui è stato somministrato come un'intervista, per i motivi già spiegati (vedi paragrafo *Test e questionari per l'esame psicologico*). Questo questionario presenta inoltre alcuni item che non sono più attuali e andrebbero aggiornati (ad esempio "Tralascia di rispondere a lettere importanti per diversi giorni?", a cui la gran parte dei soggetti risponde affermando di non ricevere lettere). Altri item sono poco adatti a soggetti che non sono completamente indipendenti, ad esempio all'item "Le succede di non trovare quello che sta cercando in un supermercato, anche se è lì davanti?" i soggetti rispondono che non sono autonomi in questa attività.

Inoltre, la somministrazione del questionario di soddisfazione è stata effettuata al termine del follow-up, dopo tre mesi dalla fine del training. Questo ha portato a non ottenere le risposte di un partecipante, che ha affermato di non ricordare gli esercizi. Sarebbe stato meglio se questo questionario fosse stato somministrato al post-test, subito dopo la fine del training.

Infine, un ultimo limite della ricerca risiede nel fatto che il confronto è stato effettuato con un gruppo di controllo passivo e composto da soggetti sani. Sarebbe stato meglio se il gruppo di controllo fosse stato composto da soggetti con qualche diagnosi, il che avrebbe consentito di verificare se i risultati, in particolare alla condizione congruente del test di Stroop, sono effettivamente dovuti a un effetto di apprendimento. Tuttavia, se il gruppo di controllo non fosse stato composto da soggetti sani non sarebbe stato etico sottoporli ad alcun training.

In conclusione, nonostante i risultati di questo lavoro non siano molto incoraggianti ci sono alcuni aspetti che possono aver influito sui risultati e di cui studi futuri potrebbero tenere conto. I risultati, infatti, non sono sufficienti per escludere l'utilità di questo training in popolazioni di anziani non sani. Ulteriori ricerche sono necessarie, con campioni più ampi e meno eterogenei, con una valutazione del funzionamento quotidiano più oggettivo e con un gruppo di controllo attivo, a cui somministrare un training che alleni un'altra funzione cognitiva, come la memoria o le funzioni esecutive.

Bibliografía

- Albert, M. S., DeKosky, S. T., Dickson, D., Dubois, B., Feldman, H. H., Fox, N. C., Gamst, A., Holtzman, D. M., Jagust, W. J., Petersen, R. C., Snyder, P. J., Carrillo, M. C., Thies, B., & Phelps, C. H. (2011). The diagnosis of mild cognitive impairment due to Alzheimer's disease: Recommendations from the National Institute on Aging-Alzheimer's Association workgroups on diagnostic guidelines for Alzheimer's disease. *Alzheimer's & Dementia*, 7(3), 270–279. <https://doi.org/10.1016/j.jalz.2011.03.008>
- Azari, N. P., Rapoport, S. I., Salerno, J. A., Grady, C. L., Gonzalez-Aviles, A., Schapiro, M. B., & Horwitz, B. (1992). Interregional correlations of resting cerebral glucose metabolism in old and young women. *Brain Research*, 589(2), 279–290. [https://doi.org/10.1016/0006-8993\(92\)91288-P](https://doi.org/10.1016/0006-8993(92)91288-P)
- Bailey, H., Dunlosky, J., & Hertzog, C. (2010). Metacognitive training at home: Does it improve older adults' learning? *Gerontology*, 56(4), 414–420. <https://doi.org/10.1159/000266030>
- Ball, K., Berch, D. B., Helmers, K. F., Jobe, J. B., Leveck, M. D., Marsiske, M., Morris, J. N., Rebok, G. W., Smith, D. M., Tennstedt, S. L., Unverzagt, F. W., Willis, S. L., & for the ACTIVE Study Group. (2002). Effects of cognitive training interventions with older adults: A randomized controlled trial. *JAMA*, 288(18), 2271–2281. <https://doi.org/10.1001/jama.288.18.2271>
- Baltes, P. B. (1987). Theoretical propositions of life-span developmental psychology: On the dynamics between growth and decline. *Developmental Psychology*, 23(5), 611–626. <https://doi.org/10.1037/0012-1649.23.5.611>

- Baltes, P. B., Staudinger, U. M., & Lindenberger, U. (1999). Lifespan psychology: Theory and application to intellectual functioning. *Annual Review of Psychology*, 50(1), 471–507. <https://doi.org/10.1146/annurev.psych.50.1.471>
- Becker, J. T., Davis, S. W., Hayashi, K. M., Meltzer, C. C., Toga, A. W., Lopez, O. L., Thompson, P. M., & Imaging Methods and Analysis in Geriatrics Research Group. (2006). Three-dimensional patterns of hippocampal atrophy in mild cognitive impairment. *Archives of Neurology*, 63(1), 97–101. <https://doi.org/10.1001/archneur.63.1.97>
- Belleville, S., Chertkow, H., & Gauthier, S. (2007). Working memory and control of attention in persons with Alzheimer's disease and mild cognitive impairment. *Neuropsychology*, 21(4), 458–469. <https://doi.org/10.1037/0894-4105.21.4.458>
- Bennett, D. A., Schneider, J. A., Bienias, J. L., Evans, D. A., & Wilson, R. S. (2005). Mild cognitive impairment is related to Alzheimer disease pathology and cerebral infarctions. *Neurology*, 64(5), 834–841. <https://doi.org/10.1212/01.WNL.0000152982.47274.9E>
- Bennett, D. A., Wilson, R. S., Schneider, J. A., Evans, D. A., Beckett, L. A., Aggarwal, N. T., Barnes, L. L., Fox, J. H., & Bach, J. (2002). Natural history of mild cognitive impairment in older persons. *Neurology*, 59(2), 198–205. <https://doi.org/10.1212/WNL.59.2.198>
- Ben-Yishay, Y., Piasefsky, E. B., & Rattok, J. (1987). A systematic method for ameliorating disorders in basic attention. In *Neuropsychological rehabilitation* (pagg. 165–181). New York, NY: The Guilford Press.

- Bodner, K. A., Goldberg, T. E., Devanand, D. P., & Doraiswamy, P. M. (2020). Advancing computerized cognitive training for MCI and Alzheimer's disease in a pandemic and post-pandemic world. *Frontiers in Psychiatry*, *11*, 1286. <https://doi.org/10.3389/fpsy.2020.557571>
- Bondi, M. W., Salmon, D. P., Galasko, D., Thomas, R. G., & Thal, L. J. (1999). Neuropsychological function and apolipoprotein E genotype in the preclinical detection of Alzheimer's disease. *Psychology and Aging*, *14*(2), 295–303. <https://doi.org/10.1037/0882-7974.14.2.295>
- Brandt, J., Aretouli, E., Neijstrom, E., Samek, J., Manning, K., Albert, M. S., & Bandeen-Roche, K. (2009). Selectivity of executive function deficits in mild cognitive impairment. *Neuropsychology*, *23*(5), 607–618. <https://doi.org/10.1037/a0015851>
- Bridger, R. S., Johnsen, S. Å. K., & Brasher, K. (2013). Psychometric properties of the cognitive failures questionnaire. *Ergonomics*, *56*(10), 1515–1524. <https://doi.org/10.1080/00140139.2013.821172>
- Broadbent, D. E., Cooper, P. F., FitzGerald, P., & Parkes, K. R. (1982). The Cognitive Failures Questionnaire (CFQ) and its correlates. *British Journal of Clinical Psychology*, *21*(1), 1–16. <https://doi.org/10.1111/j.2044-8260.1982.tb01421.x>
- Cabeza, R. (2002). Hemispheric asymmetry reduction in older adults: The HAROLD model. *Psychology and Aging*, *17*(1), 85–100. <https://doi.org/10.1037/0882-7974.17.1.85>

- Cabeza, R., Anderson, N. D., Locantore, J. K., & McIntosh, A. R. (2002). Aging gracefully: compensatory brain activity in high-performing older adults. *NeuroImage*, *17*(3), 1394–1402. <https://doi.org/10.1006/nimg.2002.1280>
- Cattell, R. B. (1963). Theory of fluid and crystallized intelligence: A critical experiment. *Journal of Educational Psychology*, *54*(1), 1–22. <https://doi.org/10.1037/h0046743>
- Cavallini, E., Pagnin, A., & Vecchi, T. (2003). Aging and everyday memory: The beneficial effect of memory training. *Archives of Gerontology and Geriatrics*, *37*(3), 241–257. [https://doi.org/10.1016/S0167-4943\(03\)00063-3](https://doi.org/10.1016/S0167-4943(03)00063-3)
- Chen, J. J., Rosas, H. D., & Salat, D. H. (2011). Age-associated reductions in cerebral blood flow are independent from regional atrophy. *NeuroImage*, *55*(2), 468–478. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2010.12.032>
- Chételat, G., Desgranges, B., de la Sayette, V., Viader, F., Eustache, F., & Baron, J.-C. (2002). Mapping gray matter loss with voxel-based morphometry in mild cognitive impairment. *NeuroReport*, *13*(15), 1939–1943.
- Collie, A., & Maruff, P. (2000). *The neuropsychology of preclinical Alzheimer's disease and mild cognitive impairment—ScienceDirect*. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0149763400000129>
- Covinsky, K. E., Palmer, R. M., Fortinsky, R. H., Counsell, S. R., Stewart, A. L., Kresevic, D., Burant, C. J., & Landefeld, C. S. (2003). Loss of independence in activities of daily living in older adults hospitalized with medical illnesses: increased vulnerability with age. *Journal of the*

- American Geriatrics Society*, 51(4), 451–458.
<https://doi.org/10.1046/j.1532-5415.2003.51152>.
- Craik, F., I. M., & Bialystok, E. (2006). *Cognition through the lifespan: Mechanisms of change—ScienceDirect*.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1364661306000222>
- Davis, S. W., Dennis, N. A., Daselaar, S. M., Fleck, M. S., & Cabeza, R. (2008). Qué PASA? The Posterior–Anterior Shift in Aging. *Cerebral Cortex*, 18(5), 1201–1209. <https://doi.org/10.1093/cercor/bhm155>
- Dennis, N. A., & Cabeza, R. (2011). Neuroimaging of healthy cognitive aging. In *The handbook of aging and cognition*. Routledge.
<https://doi.org/10.4324/9780203837665.ch1>
- Du, A. T., Schuff, N., Amend, D., Laakso, M. P., Hsu, Y. Y., Jagust, W. J., Yaffe, K., Kramer, J. H., Reed, B., Norman, D., Chui, H. C., & Weiner, M. W. (2001). Magnetic resonance imaging of the entorhinal cortex and hippocampus in mild cognitive impairment and Alzheimer’s disease. *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry*, 71(4), 441–447.
<https://doi.org/10.1136/jnnp.71.4.441>
- Earles, J. L., Connor, L. T., Frieske, D., Park, D. C., Smith, A. D., & Zwahr, M. (1997). Age differences in inhibition: Possible causes and consequences. *Aging, Neuropsychology, and Cognition*, 4(1), 45–57.
<https://doi.org/10.1080/13825589708256635>
- Erixon-Lindroth, N., Farde, L., Robins Wahlin, T.-B., Sovago, J., Halldin, C., & Bäckman, L. (2005). The role of the striatal dopamine transporter in

- cognitive aging. *Psychiatry Research: Neuroimaging*, 138(1), 1–12.
<https://doi.org/10.1016/j.psychresns.2004.09.005>
- Fernández-Ballesteros, R., Botella, J., Zamarrón, M. D., Molina, M. Á., Cabras, E., Schettini, R., & Tárraga, L. (2012). Cognitive plasticity in normal and pathological aging. *Clinical interventions in aging*, 7, 15–25.
<https://doi.org/10.2147/CIA.S27008>
- Fiatarone Singh, M. A., Gates, N., Saigal, N., Wilson, G. C., Meiklejohn, J., Brodaty, H., Wen, W., Singh, N., Baune, B. T., Suo, C., Baker, M. K., Foroughi, N., Wang, Y., Sachdev, P. S., & Valenzuela, M. (2014). The Study of Mental and Resistance Training (SMART) Study—Resistance training and/or cognitive training in mild cognitive impairment: A randomized, double-blind, double-sham controlled trial. *Journal of the American Medical Directors Association*, 15(12), 873–880.
<https://doi.org/10.1016/j.jamda.2014.09.010>
- Fichtenholtz, H. M., Dean, H. L., Dillon, D. G., Yamasaki, H., McCarthy, G., & LaBar, K. S. (2004). Emotion–attention network interactions during a visual oddball task. *Cognitive Brain Research*, 20(1), 67–80.
<https://doi.org/10.1016/j.cogbrainres.2004.01.006>
- Filley, C. M., & Cullum, C. M. (2012). Attention and vigilance functions in normal aging. *Applied Neuropsychology*.
<https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/09084282.1994.9645327>
- Gaspari, M., Zini, F., Castellano, D., Pinardi, F., & Stecchi, S. (2017). An advanced system to support cognitive rehabilitation in multiple sclerosis. *2017 IEEE 3rd International Forum on Research and Technologies for*

- Society and Industry (RTSI)*, 1–6.
<https://doi.org/10.1109/RTSI.2017.8065970>
- Grady, C. L., Maisog, J. M., Horwitz, B., Ungerleider, L. G., Mentis, M. J., Salerno, J. A., Pietrini, P., Wagner, E., & Haxby, J. V. (1994). Age-related changes in cortical blood flow activation during visual processing of faces and location. *Journal of Neuroscience*, 14(3), 1450–1462.
<https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.14-03-01450.1994>
- Greenaway, M. C., Lacritz, L. H., Binegar, D., Weiner, M. F., Lipton, A., & Munro Cullum, C. (2006). Patterns of verbal memory performance in mild cognitive impairment, Alzheimer disease, and normal aging. *Cognitive and Behavioral Neurology*, 19(2), 79–84.
<https://doi.org/10.1097/01.wnn.0000208290.57370.a3>
- Harris, Y., & Cooper, J. K. (2006). Depressive symptoms in older people predict nursing Home admission. *Journal of the American Geriatrics Society*, 54(4), 593–597. <https://doi.org/10.1111/j.1532-5415.2006.00687.x>
- Hawkins, H. L., Kramer, A. F., & Capaldi, D. (1992). Aging, exercise, and attention. *Psychology and Aging*, 7(4), 643–653.
<https://doi.org/10.1037/0882-7974.7.4.643>
- Hof, P. R., & Morrison, J. H. (2004). The aging brain: Morphomolecular senescence of cortical circuits. *Trends in Neurosciences*, 27(10), 607–613. <https://doi.org/10.1016/j.tins.2004.07.013>
- Houx, P. J., Jolles, J., & Vreeling, F. W. (1993). Stroop interference: Aging effects assessed with the stroop color-word test. *Experimental Aging Research*, 19(3), 209–224. <https://doi.org/10.1080/03610739308253934>

- Inoue, M., Suhara, T., Sudo, Y., Okubo, Y., Yasuno, F., Kishimoto, T., Yoshikawa, K., & Tanada, S. (2001). Age-related reduction of extrastriatal dopamine D2 receptor measured by PET. *Life Sciences*, *69*(9), 1079–1084. [https://doi.org/10.1016/S0024-3205\(01\)01205-X](https://doi.org/10.1016/S0024-3205(01)01205-X)
- Jennings, J. M., & Jacoby, L. L. (1993). Automatic versus intentional uses of memory: Aging, attention, and control. *Psychology and Aging*, *8*(2), 283–293. <https://doi.org/10.1037/0882-7974.8.2.283>
- Johnson, N. A., Jahng, G.-H., Weiner, M. W., Miller, B. L., Chui, H. C., Jagust, W. J., Gorno-Tempini, M. L., & Schuff, N. (2005). Pattern of cerebral hypoperfusion in Alzheimer disease and mild cognitive impairment measured with arterial spin-labeling MR imaging: Initial experience. *Radiology*, *234*(3), 851–859. <https://doi.org/10.1148/radiol.2343040197>
- Johnson, S. C., Baxter, L. C., Susskind-Wilder, L., Connor, D. J., Sabbagh, M. N., & Caselli, R. J. (2004). Hippocampal adaptation to face repetition in healthy elderly and mild cognitive impairment. *Neuropsychologia*, *42*(7), 980–989. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2003.11.015>
- Johnson, S. C., Baxter, L. C., Wilder, L. S., Pipe, J. G., Heiserman, J. E., & Prigatano, G. P. (2002). Neural correlates of self-reflection. *Brain*, *125*(8), 1808–1814. <https://doi.org/10.1093/brain/awf181>
- Jurado, M. B., & Rosselli, M. (2007). The elusive nature of executive functions: A review of our current understanding. *Neuropsychology Review*, *17*(3), 213–233. <https://doi.org/10.1007/s11065-007-9040-z>
- Kelly, M. E., Loughrey, D., Lawlor, B. A., Robertson, I. H., Walsh, C., & Brennan, S. (2014). The impact of exercise on the cognitive functioning of healthy

- older adults: A systematic review and meta-analysis. *Ageing Research Reviews*, 16, 12–31. <https://doi.org/10.1016/j.arr.2014.05.002>
- Kueider, A. M., Parisi, J. M., Gross, A. L., & Rebok, G. W. (2012). Computerized cognitive training with older adults: A systematic review. *PLOS ONE*, 7(7), e40588. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0040588>
- Labouvie-vief, G., & Gonda, J. N. (1976). Cognitive strategy training and intellectual performance in the elderly. *Journal of Gerontology*, 31(3), 327–332. <https://doi.org/10.1093/geronj/31.3.327>
- Làdavas, E., & Berti, A. (2002). *Neuropsicologia* (Nuova ed). Bologna: Il Mulino.
- Lampit, A., Hallock, H., & Valenzuela, M. (2014). Computerized cognitive training in cognitively healthy older adults: A systematic review and meta-analysis of effect modifiers. *PLOS Medicine*, 11(11), e1001756. <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1001756>
- Leclercq, M., & Zimmermann, P. (2004). *Applied neuropsychology of attention: theory, diagnosis and rehabilitation*. Psychology Press.
- Lee, Y. (2000). The predictive value of self assessed general, physical, and mental health on functional decline and mortality in older adults. *Journal of Epidemiology & Community Health*, 54(2), 123–129. <https://doi.org/10.1136/jech.54.2.123>
- Leenders, K. L., Lammertsma, A. A., Heather, J. D., Buckingham, P., Jones, T., Healy, M. J. R., Gibbs, J. M., Wise, R. J. S., Hatazawa, J., Herold, S., Beaney, R. P., Brooks, D. J., Spinks, T., Rhodes, C., & Frackowiak, R. S. J. (1990). Cerebral blood flow, blood volume and oxygen utilization:

- Normal values and effect of age. *Brain*, 113(1), 27–47.
<https://doi.org/10.1093/brain/113.1.27>
- Leitner, D., Miller, H., & Libben, M. (2019). Comparison of the Buschke selective reminding test and the California verbal learning test—second edition in a heterogeneous sample of people with traumatic brain injury. *Applied Neuropsychology: Adult*, 26(2), 124–138.
<https://doi.org/10.1080/23279095.2017.1362561>
- Levine, B., Stuss, D. T., Winocur, G., Binns, M. A., Fahy, L., Mandic, M., Bridges, K., & Robertson, I. H. (2007). Cognitive rehabilitation in the elderly: Effects on strategic behavior in relation to goal management. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 13(1), 143–152.
<https://doi.org/10.1017/S1355617707070178>
- Lindenberger, U., Wenger, E., & Lövdén, M. (2017). Towards a stronger science of human plasticity. *Nature Reviews Neuroscience*, 18(5), 261–262.
<https://doi.org/10.1038/nrn.2017.44>
- Machulda, M. M., Ward, H. A., Borowski, B., Gunter, J. L., Cha, R. H., O'Brien, P. C., Petersen, R. C., Boeve, B. F., Knopman, D., Tang-Wai, D. F., Ivnik, R. J., Smith, G. E., Tangalos, E. G., & Jack, C. R. (2003). Comparison of memory fMRI response among normal, MCI, and Alzheimer's patients. *Neurology*, 61(4), 500–506.
<https://doi.org/10.1212/01.WNL.0000079052.01016.78>
- MacLeod, C. M. (1991). Half a century of research on the Stroop effect: An integrative review. *Psychological Bulletin*, 109(2), 163–203.
<https://doi.org/10.1037/0033-2909.109.2.163>

- Mansor, N. S., Chow, C. M., & Halaki, M. (2020). Cognitive effects of video games in older adults and their moderators: A systematic review with meta-analysis and meta-regression. *Aging & Mental Health, 24*(6), 841–856. <https://doi.org/10.1080/13607863.2019.1574710>
- McDowd, J. M., & Shaw, R. J. (2000). Attention and aging: A functional perspective. In F. I. M. Craik & T. A. Salthouse (A c. Di), *The handbook of aging and cognition., 2nd ed.* (2000-07017-004; pagg. 221–292). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates Publishers.
- Mclsaac, T. L., Lamberg, E. M., & Muratori, L. M. (2015). Building a framework for a dual task taxonomy. *BioMed Research International, 2015*, 1–10. <https://doi.org/10.1155/2015/591475>
- Miyake, A., Friedman, N. P., Emerson, M. J., Witzki, A. H., Howerter, A., & Wager, T. D. (2000). The unity and diversity of executive functions and their contributions to complex “frontal lobe” tasks: A latent variable analysis. *Cognitive Psychology, 41*(1), 49–100. <https://doi.org/10.1006/cogp.1999.0734>
- Mozolic, J. L., Long, A. B., Morgan, A. R., Rawley-Payne, M., & Laurienti, P. J. (2011). A cognitive training intervention improves modality-specific attention in a randomized controlled trial of healthy older adults. *Neurobiology of Aging, 32*(4), 655–668. <https://doi.org/10.1016/j.neurobiolaging.2009.04.013>
- Nocentini, U., Giordano, A., Vincenzo, S., Panella, M., & Pasqualetti, P. (2006). The Symbol Digit Modalities Test - Oral version: Italian normative data. *Functional neurology, 21*, 93–96.

- Nucci, M., Mapelli, D., & Mondini, S. (2012). Cognitive Reserve Index questionnaire (CRIq): A new instrument for measuring cognitive reserve. *Aging Clinical and Experimental Research*, 24(3), 218–226. <https://doi.org/10.3275/7800>
- Park, D. C., Polk, T. A., Park, R., Minear, M., Savage, A., & Smith, M. R. (2004). Aging reduces neural specialization in ventral visual cortex. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 101(35), 13091–13095. <https://doi.org/10.1073/pnas.0405148101>
- Pauwels, L., Chalavi, S., & Swinnen, S. P. (2018). Aging and brain plasticity. *Aging (Albany NY)*, 10(8), 1789–1790. <https://doi.org/10.18632/aging.101514>
- Peng, P., & Miller, A. C. (2016). Does attention training work? A selective meta-analysis to explore the effects of attention training and moderators. *Learning and Individual Differences*, 45, 77–87. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2015.11.012>
- Peretz, C., Korczyn, A. D., Shatil, E., Aharonson, V., Birnboim, S., & Giladi, N. (2011). Computer-based, personalized cognitive training versus classical computer games: A randomized double-blind prospective trial of cognitive stimulation. *Neuroepidemiology*, 36(2), 91–99. <https://doi.org/10.1159/000323950>
- Petrella, J. R., Krishnan, S., Slavin, M. J., Tran, T.-T. T., Murty, L., & Doraiswamy, P. M. (2006). Mild cognitive impairment: Evaluation with 4-T functional MR imaging. *Radiology*, 240(1), 177–186. <https://doi.org/10.1148/radiol.2401050739>

- Rabbitt, P. (2019). *Cognitive development and the ageing process: Selected works of Patrick Rabbitt*. Routledge.
- Raooifi, S., Chan, S. H., Mukundan, J., & Rashid, S. M. (2014). Metacognition and second/foreign language learning. *English Language Teaching*, 7(1), 36–49.
- Rebok, G. W., Carlson, M. C., & Langbaum, J. B. S. (2007). Training and maintaining memory abilities in healthy older adults: Traditional and novel approaches. *The Journals of Gerontology: Series B*, 62(Special_Issue_1), 53–61. https://doi.org/10.1093/geronb/62.special_issue_1.53
- Rémy, F., Mirrashed, F., Campbell, B., & Richter, W. (2005). Verbal episodic memory impairment in Alzheimer's disease: A combined structural and functional MRI study. *NeuroImage*, 25(1), 253–266. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2004.10.045>
- Resnick, S. M., Pham, D. L., Kraut, M. A., Zonderman, A. B., & Davatzikos, C. (2003). Longitudinal magnetic resonance imaging studies of older adults: A shrinking brain. *Journal of Neuroscience*, 23(8), 3295–3301. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.23-08-03295.2003>
- Ribeiro, F., Guerreiro, M., & De Mendonça, A. (2007). Verbal learning and memory deficits in mild cognitive impairment. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 29(2), 187–197. <https://doi.org/10.1080/13803390600629775>
- Ries, M. L., Schmitz, T. W., Kawahara, T. N., Torgerson, B. M., Trivedi, M. A., & Johnson, S. C. (2006). Task-dependent posterior cingulate activation in

- mild cognitive impairment. *NeuroImage*, 29(2), 485–492.
<https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2005.07.030>
- Rombouts, S. A. R. B., Barkhof, F., Goekoop, R., Stam, C. J., & Scheltens, P. (2005). Altered resting state networks in mild cognitive impairment and mild Alzheimer's disease: An fMRI study. *Human Brain Mapping*, 26(4), 231–239. <https://doi.org/10.1002/hbm.20160>
- Rosano, C., Aizenstein, H. J., Cochran, J. L., Saxton, J. A., De Kosky, S. T., Newman, A. B., Kuller, L. H., Lopez, O. L., & Carter, C. S. (2005). Event-related functional magnetic resonance imaging investigation of executive control in very old individuals with mild cognitive impairment. *Biological Psychiatry*, 57(7), 761–767.
<https://doi.org/10.1016/j.biopsych.2004.12.031>
- Saczynski, J. S., Willis, S. L., & Schaie, K. W. (2010). Strategy use in reasoning training with older adults. *Aging, Neuropsychology, and Cognition*.
<https://doi.org/10.1076/anec.9.1.48.836>
- Santos Monteiro, T., Beets, I. A. M., Boisgontier, M. P., Gooijers, J., Pauwels, L., Chalavi, S., King, B., Albouy, G., & Swinnen, S. P. (2017). Relative cortico-subcortical shift in brain activity but preserved training-induced neural modulation in older adults during bimanual motor learning. *Neurobiology of Aging*, 58, 54–67. <https://doi.org/10.1016/j.neurobiolaging.2017.06.004>
- Saunders, N. L. J., & Summers, M. J. (2010). Attention and working memory deficits in mild cognitive impairment. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 32(4), 350–357.
<https://doi.org/10.1080/13803390903042379>

- Saunders, N. L. J., & Summers, M. J. (2011). Longitudinal deficits to attention, executive, and working memory in subtypes of mild cognitive impairment. *Neuropsychology, 25*(2), 237–248. <https://doi.org/10.1037/a0021134>
- Scarpina, F., & Tagini, S. (2017). The Stroop color and word test. *Frontiers in Psychology, 8*. <https://www.frontiersin.org/article/10.3389/fpsyg.2017.00557>
- Schaie, K. W., & Willis, S. L. (1986). Can decline in adult intellectual functioning be reversed? *Developmental Psychology, 22*(2), 223–232. <https://doi.org/10.1037/0012-1649.22.2.223>
- Shah, T. M., Weinborn, M., Verdile, G., Sohrabi, H. R., & Martins, R. N. (2017). Enhancing cognitive functioning in healthy older adults: A systematic review of the clinical significance of commercially available computerized cognitive training in preventing cognitive decline. *Neuropsychology Review, 27*(1), 62–80. <https://doi.org/10.1007/s11065-016-9338-9>
- Shimada, H., Makizako, H., Doi, T., Park, H., Tsutsumimoto, K., Verghese, J., & Suzuki, T. (2018). Effects of combined physical and cognitive exercises on cognition and mobility in patients with mild cognitive impairment: A randomized clinical trial. *Journal of the American Medical Directors Association, 19*(7), 584–591. <https://doi.org/10.1016/j.jamda.2017.09.019>
- Spaan, P. E. J., Raaijmakers, J. G. W., & Jonker, C. (2005). Early assessment of dementia: The contribution of different memory components. *Neuropsychology, 19*(5), 629–640. <https://doi.org/10.1037/0894-4105.19.5.629>

- Stern, Y. (2009). Cognitive reserve. *Neuropsychologia*, 47(10), 2015–2028.
<https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2009.03.004>
- Sturm, W., & Willmes, K. (2007). Efficacy of a reaction training on various attentional and cognitive functions in stroke patients. *Neuropsychological Rehabilitation*. <https://doi.org/10.1080/09602019108402258>
- Sturm, W., Willmes, K., Orgass, B., & Hartje, W. (1997). Do specific attention deficits need specific training? *Neuropsychological Rehabilitation*, 7(2), 81–103. <https://doi.org/10.1080/713755526>
- Stuss, D. T., & Alexander, M. P. (2000). Executive functions and the frontal lobes: A conceptual view. *Psychological Research*, 63(3–4), 289–298.
<https://doi.org/10.1007/s004269900007>
- Stuss, D. T., Robertson, I. H., Craik, F. I. M., Levine, B., Alexander, M. P., Black, S., Dawson, D., Binns, M. A., Palmer, H., Downey-Lamb, M., & Winocur, G. (2007). Cognitive rehabilitation in the elderly: A randomized trial to evaluate a new protocol. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 13(1), 120–131. <https://doi.org/10.1017/S1355617707070154>
- Tetlow, A., & Edwards, J. (2018). Evaluation of commercially-available computerized cognitive training programs among older adults. *Innovation in Aging*, 2, 671–671. <https://doi.org/10.1093/geroni/igy023.2500>
- Toril, P., Reales, J. M., & Ballesteros, S. (2014). Video game training enhances cognition of older adults: A meta-analytic study. *Psychology and Aging*, 29(3), 706–716. <https://doi.org/10.1037/a0037507>
- Trivedi, M. A., Wichmann, A. K., Torgerson, B. M., Ward, M. A., Schmitz, T. W., Ries, M. L., Kosciak, R. L., Asthana, S., & Johnson, S. C. (2006). Structural

- MRI discriminates individuals with mild cognitive impairment from age-matched controls: A combined neuropsychological and voxel based morphometry study. *Alzheimer's & Dementia*, 2(4), 296–302. <https://doi.org/10.1016/j.jalz.2006.06.001>
- Umiltà, C. (2000). Visuospatial attention. In *Handbook of neuropsychology: Sect 1: Introduction, Sect 2: Attention, Vol. 1, 2nd ed* (pagg. 393–425). Amsterfam: Elsevier Science Publishers B.V.
- van Hooren, S. A. H., Valentijn, S. A. M., Bosma, H., Ponds, R. W. H. M., van Boxtel, M. P. J., Levine, B., Robertson, I., & Jolles, J. (2007). Effect of a structured course involving goal management training in older adults: A randomised controlled trial. *Patient Education and Counseling*, 65(2), 205–213. <https://doi.org/10.1016/j.pec.2006.07.010>
- Velanova, K., Lustig, C., Jacoby, L. L., & Buckner, R. L. (2007). Evidence for frontally mediated controlled processing differences in older adults. *Cerebral Cortex*, 17(5), 1033–1046. <https://doi.org/10.1093/cercor/bhl013>
- Verhaeghen, P., Marcoen, A., & Goossens, L. (1992). Improving memory performance in the aged through mnemonic training: A meta-analytic study. *Psychology and Aging*, 7(2), 242–251. <https://doi.org/10.1037/0882-7974.7.2.242>
- Verhaeghen, P., Steitz, D. W., Sliwinski, M. J., & Cerella, J. (2003). Aging and dual-task performance: A meta-analysis. *Psychology and Aging*, 18(3), 443–460. <https://doi.org/10.1037/0882-7974.18.3.443>
- Wang, H., & Su, M.-Y. (2006). Regional pattern of increased water diffusivity in hippocampus and corpus callosum in mild cognitive impairment. *Dementia*

- and Geriatric Cognitive Disorders*, 22(3), 223–229.
<https://doi.org/10.1159/000094934>
- West, R. L. (1996). An application of prefrontal cortex function theory to cognitive aging. *Psychological Bulletin*, 120(2), 272–292.
<https://doi.org/10.1037/0033-2909.120.2.272>
- Willis, S. L., Tennstedt, S. L., Marsiske, M., Ball, K., Elias, J., Koepke, K. M., Morris, J. N., Rebok, G. W., Unverzagt, F. W., Stoddard, A. M., Wright, E., & ACTIVE Study Group, for the. (2006). Long-term effects of cognitive training on everyday functional outcomes in older adults. *JAMA*, 296(23), 2805–2814. <https://doi.org/10.1001/jama.296.23.2805>
- Wolf, H., Hensel, A., Kruggel, F., Riedel-Heller, S. G., Arendt, T., Wahlund, L.-O., & Gertz, H.-J. (2004). Structural correlates of mild cognitive impairment. *Neurobiology of Aging*, 25(7), 913–924.
<https://doi.org/10.1016/j.neurobiolaging.2003.08.006>
- Zanto, T. P., & Gazzaley, A. (2014). Attention and ageing. In *The Oxford handbook of attention* (pagg. 927–971). New York, NY: Oxford University Press.
- Zatorre, R. J., Fields, R. D., & Johansen-Berg, H. (2012). Plasticity in gray and white: Neuroimaging changes in brain structure during learning. *Nature Neuroscience*, 15(4), 528–536. <https://doi.org/10.1038/nn.3045>
- Zhang, H., Huntley, J., Bhome, R., Holmes, B., Cahill, J., Gould, R. L., Wang, H., Yu, X., & Howard, R. (2019). Effect of computerised cognitive training on cognitive outcomes in mild cognitive impairment: A systematic review and

meta-analysis. *BMJ Open*, 9(8), e027062.

<https://doi.org/10.1136/bmjopen-2018-027062>

Appendice A

Questionario di soddisfazione

Gentile partecipante, ora che il training è concluso la invitiamo a rispondere ad alcune domande in totale sincerità. Per ciascuna affermazione selezioni il punto (da 1 “Per nulla” – a 5 “Molto”) che più rispecchia la sua posizione. Risponda a tutte le domande.

Ritiene di essere soddisfatto dal training da noi proposto?

	1	2	3	4	5	
Per nulla	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Molto

Quanto ritiene che il training sia stato utile a potenziare la sua attenzione?

	1	2	3	4	5	
Per nulla	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Molto

Ritiene che il training abbia potenziato abilità importanti nella vita quotidiana?

	1	2	3	4	5	
Per nulla	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Molto

Ha riscontrato ostacoli e/o difficoltà durante il training?

- Sì
- No

Se sì, quali?

Parteciperebbe di nuovo a un training simile a quello da noi proposto?

	1	2	3	4	5	
Per nulla	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Molto

Suggerirebbe a qualcun altro di partecipare a questo tipo di percorso?

	1	2	3	4	5	
Per nulla	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Molto

In questo spazio può esprimere liberamente riflessioni, critiche, suggerimenti...

Ringraziamenti

I più sentiti ringraziamenti vanno alla mia relatrice, Professoressa Franca Stablum, per avermi dato l'opportunità di lavorare a questo progetto e per avermi seguito lungo tutto il percorso, e al Dott. Dario Signorello per l'aiuto che non mi ha mai fatto mancare.

Ringrazio la Dottoressa Katia Boschello, il centro Agorà e i suoi ospiti che hanno accettato di partecipare alla ricerca.

Grazie anche a tutti i soggetti di controllo, reclutati a Padova e Monfalcone, per la loro partecipazione.

Grazie alla mia famiglia e alle mie coinquiline per avermi sempre sostenuto ed aiutato.