



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA

Dipartimento di Psicologia Generale

Corso di laurea Magistrale in Psicologia Clinica

Tesi di laurea Magistrale

**La pianificazione nell'invecchiamento sano
e nel Mild Cognitive Impairment:
una revisione esplorativa tra valutazione
e prospettive di trattamento**

**Planning in healthy aging and Mild Cognitive Impairment:
an exploratory review of assessment and intervention perspectives**

Relatrice

Prof.ssa Franca Stablum

Laureando: **Claudio Barone**

Matricola: **1153604**

Anno Accademico 2024 - 2025

Indice

Introduzione	3
CAPITOLO 1 – La pianificazione nell’invecchiamento sano e MCI	8
1.1 L’invecchiamento sano e MCI: razionale.....	8
1.2 La pianificazione.....	10
1.2.1 Modello gerarchico di Diamond.....	11
1.3 Basi neuroanatomiche della pianificazione.....	15
CAPITOLO 2 – La valutazione della pianificazione nell’invecchiamento sano e MCI	18
2.1 Metodologia della ricerca bibliografica.....	18
2.1.1 PRISMA Statement 2020.....	18
2.1.2 Fase di identificazione.....	21
2.1.3 Fasi di screening e inclusione.....	22
2.2 Valutare la pianificazione.....	27
2.2.1 La Torre di Londra.....	30
2.2.2 Clock Drawing Test.....	37
2.2.3 Zoo Map Test.....	39
2.2.4 Porteus Maze Test.....	40
2.3 Risultati delle valutazioni della pianificazione.....	41
2.3.1 La valutazione della pianificazione negli anziani sani.....	41
2.3.2 La valutazione della pianificazione in condizione MCI e confronto.....	46
CAPITOLO 3 – I training della pianificazione nell’invecchiamento sano e MCI	50
3.1 Metodologia della ricerca bibliografica.....	52
3.1.1 Fase di identificazione.....	52
3.1.2 Fasi di screening e inclusione.....	53
3.2 Risultati dei training della pianificazione.....	56
3.2.1 Studi con training cognitivi.....	57
3.2.2 Studi con interventi basati sull’attività fisica o integrati.....	60
3.2.3 Limiti metodologici.....	62
3.3 Implicazioni cliniche e prospettive future.....	64
Riferimenti bibliografici	67
Appendici	81

Introduzione

Contesto e rilevanza della ricerca

L'invecchiamento è un processo naturale caratterizzato da cambiamenti biologici, psicologici e sociali. In una società in cui l'aspettativa di vita è in continuo aumento, il numero di anziani è in crescita. Secondo il *World Social Report 2023* delle Nazioni Unite, si prevede che il numero di persone di età pari o superiore a 65 anni nel mondo supererà il doppio dell'attuale, passando da 761 milioni nel 2021 a 1,6 miliardi nel 2050. In Italia, uno dei paesi con la più alta aspettativa di vita, la percentuale di persone over 65 è attualmente superiore al 23%, con importanti implicazioni per i sistemi sanitari, economici e sociali. Tra i cambiamenti legati all'invecchiamento, il declino delle abilità cognitive gioca un ruolo cruciale, influenzando la qualità della vita e il grado di autonomia individuale.

Tra le prime abilità cognitive a risentire di questo fenomeno vi sono le funzioni esecutive (FE). Le funzioni esecutive sono processi cognitivi di alto livello che regolano e coordinano il comportamento permettendo l'adattamento a situazioni nuove (Gilbert, 2008). Queste abilità permettono di pianificare, organizzare, monitorare e adattare le proprie azioni per affrontare situazioni nuove o complesse. Il declino delle FE ha un impatto diretto su capacità fondamentali come la pianificazione, il ragionamento strategico e il controllo inibitorio (Allain et al., 2005; Andrés & Van Der Linden, 2000; Libon et al., 1994), con effetti più evidenti nei compiti che richiedono un elevato controllo attentivo e regolazione cognitiva (Barrett et al., 2004; De Beni et al., 2007). Le funzioni esecutive sono strettamente legate ai lobi frontali, la cui vulnerabilità all'invecchiamento è stata confermata da studi post-mortem e di neuroimaging (Tisserand & Jolles, 2003). Queste ricerche hanno dimostrato che le aree frontali subiscono un deterioramento più precoce e marcato rispetto ad altre regioni cerebrali contribuendo a livelli ridotti di funzionamento delle funzioni esecutive (Baddeley & Della Sala, 1996). Diversi studi hanno trovato risultati a supporto che i deficit delle FE risultano accentuati e accomunano anziani sani e anziani con Mild Cognitive Impairment. Il Mild Cognitive Impairment (MCI) è una condizione che rappresenta uno stato intermedio tra il normale

invecchiamento cognitivo e la demenza. È caratterizzato da una diminuzione delle funzioni cognitive che non compromette significativamente le attività quotidiane, ma che va oltre i cambiamenti attesi legati all'età (Petersen, 2016).

Tra le funzioni esecutive, la pianificazione emerge come una delle più vulnerabili all'invecchiamento e al declino cognitivo precoce. Essa è definita come la capacità di identificare, organizzare e sequenziare le azioni necessarie per risolvere problemi complessi e raggiungere obiettivi specifici (Morris & Ward, 2004). Nonostante il suo ruolo fondamentale per l'autonomia della persona, vi sono relativamente pochi studi che analizzano in modo approfondito questa abilità, sottolineando la difficoltà di isolarla completamente da altri sottocomponenti delle funzioni esecutive, come l'inibizione o la memoria di lavoro. Diversi studi hanno confermato che gli anziani sani mostrano già un calo significativo nei compiti di pianificazione rispetto ai giovani adulti, con un declino ancora più marcato nei soggetti con MCI (Baudic et al., 2006; Köstering et al., 2015). La compromissione della pianificazione negli MCI può rappresentare un fattore predittivo della conversione alla demenza, in particolare nel caso della malattia di Alzheimer (Junquera et al., 2020). Questa ipotesi è supportata da evidenze empiriche che mostrano prestazioni inferiori nelle persone con MCI in compiti che richiedono *set-shifting*, attenzione divisa, memoria di lavoro, controllo inibitorio, flessibilità cognitiva e problem solving (Brandt et al., 2009; Clark et al., 2012; Johns et al., 2012; Schmitter-Edgecombe & Sanders, 2009; Tabert et al., 2006; Yanhong et al., 2013; Zhang et al., 2007).

Deficit alla pianificazione comportano una significativa compromissione nella capacità di svolgere attività quotidiane complesse, valutate attraverso strumenti standardizzati come l'*Instrumental Activities of Daily Living* (IADL): esso misura l'autonomia nelle attività strumentali, come la preparazione dei pasti, la gestione delle finanze e l'utilizzo dei mezzi di trasporto che richiedono un coordinamento cognitivo avanzato, incluse la memoria di lavoro, la flessibilità cognitiva e il controllo esecutivo. Una meta-analisi recente ha evidenziato come un declino nelle IADL sia già presente in soggetti con MCI e rappresenti un indicatore chiave della progressione verso la demenza (Altieri et al., 2021). La compromissione progressiva delle IADL precede spesso la perdita di autonomia nelle *Basic Activities of Daily Living* (BADL), che valutano l'autosufficienza in attività essenziali come vestirsi, alimentarsi e l'igiene personale. Queste ultime risultano significativamente compromesse nelle fasi più avanzate della malattia di

Alzheimer, segnando la transizione da un deterioramento cognitivo lieve a una condizione di dipendenza completa.

Obiettivi della tesi

La presente tesi si configura come una revisione esplorativa della letteratura, finalizzata ad indagare il ruolo della capacità di pianificazione nell'invecchiamento sano e nell'MCI, con particolare attenzione agli strumenti neuropsicologici impiegati per la sua valutazione e ai training relativi. Sebbene si adotterà un approccio sistematico nella raccolta e selezione degli studi, seguendo ove possibile le linee guida del PRISMA 2020 (Page et al., 2021), il carattere della revisione sarà esplorativo, in quanto si propone di mappare e analizzare criticamente le evidenze esistenti, senza limitarsi esclusivamente a una sintesi quantitativa dei dati.

Per una corretta strutturazione degli obiettivi, ho scelto di applicare il framework PCC (*Population, Concept, Context*), un modello raccomandato per formulare domande di ricerca nelle *scoping review* (Peters et al., 2020). Il PCC è un approccio metodologico sviluppato dal Joanna Briggs Institute (JBI) per guidare la costruzione di domande di ricerca nelle revisioni della letteratura di tipo esplorativo (Peters et al., 2020). Il framework si basa su tre elementi fondamentali: - *Population* (popolazione), il gruppo target della ricerca; - *Concept* (concetto), il fenomeno oggetto di studio; *Context* (contesto), l'ambito disciplinare e metodologico in cui viene analizzato il fenomeno. In questa sede l'uso del metodo PCC sarà utilizzato come spunto flessibile per la definizione di un obiettivo chiaro e delimitato. In particolare, applicando il framework al presente lavoro possiamo individuare:

- *Population* (Popolazione): la presente tesi prenderà in considerazione due tipologie di popolazioni: gli anziani senza alcuna compromissione cognitiva, quindi ascrivibili all'etichetta di "invecchiamento sano"; gli anziani con MCI conclamato.
- *Concept* (Concetto): Il concetto centrale della ricerca è la capacità di pianificazione, una funzione esecutiva cruciale per la regolazione del comportamento e il raggiungimento di obiettivi complessi. La revisione

esplorativa si focalizzerà su come questa capacità venga valutata nei soggetti anziani, analizzando i principali strumenti neuropsicologici utilizzati.

La revisione si propone di identificare quali strumenti siano maggiormente impiegati negli studi esistenti e di analizzarne le principali caratteristiche e criticità metodologiche; si passerà poi a una revisione esplorativa dei training utilizzati per la pianificazione.

- *Context* (Contesto): Il contesto della ricerca è costituito da studi empirici pubblicati nell'ambito della psicologia dell'invecchiamento, della neuropsicologia clinica e delle neuroscienze cognitive. Verranno considerati studi cross-sectional e longitudinali. Saranno analizzati solo articoli peer-reviewed con strumenti validati per la pianificazione mentre verranno esclusi studi su altre funzioni esecutive e su pazienti con demenza conclamata.

Alla luce di queste considerazioni, l'obiettivo della tesi può essere così formulato:

“Attraverso una revisione esplorativa della letteratura: definire la pianificazione come funzione esecutiva inquadrandola da un punto di vista teorico e di fondamenta neuro-psico-anatomiche; esaminare come la capacità di pianificazione differisca tra individui con invecchiamento sano e quelli con MCI; indagare gli strumenti neuropsicologici utilizzati per tale valutazione, valutandone efficacia e criticità, e i principali training; fornire quindi una sintesi critica nell'ambito degli studi empirici pubblicati nelle banche date di settore identificandone le principali criticità metodologiche, paradigmatiche e sviluppi futuri”.

Struttura della tesi

La presente tesi è suddivisa in tre capitoli.

Il primo capitolo sarà dedicato alla definizione della pianificazione come funzione esecutiva, presentando i principali modelli teorici che ne hanno descritto il funzionamento e il ruolo nei processi cognitivi complessi. Particolare attenzione verrà dedicata alla relazione tra pianificazione e altre funzioni esecutive, come la memoria di lavoro e la flessibilità cognitiva. Successivamente, verranno discusse le basi neuroanatomiche di questa funzione, illustrando il contributo delle strutture corticali e sottocorticali, e il loro

coinvolgimento nei processi di controllo cognitivo e regolazione del comportamento finalizzato a obiettivi.

Il secondo capitolo, dopo un resoconto dei metodi utilizzati per la ricerca bibliografica, si concentrerà sugli strumenti neuropsicologici più comunemente utilizzati per misurare la pianificazione in soggetti con invecchiamento sano e con MCI. In seguito, proporrà una panoramica chiara e strutturata dei risultati delle valutazioni della pianificazione nelle due popolazioni prese in esame. In questa sezione verrà effettuata un'analisi critica dei dati riportati nel capitolo precedente, quindi delle differenze nella pianificazione tra soggetti sani e con MCI. La discussione si focalizzerà anche sulle principali criticità metodologiche e sui limiti degli studi dedicati.

Il terzo e ultimo capitolo punterà a mostrare un resoconto sullo stato della letteratura riguardo i training della pianificazione nelle due popolazioni considerate. Verranno mostrati i metodi utilizzati per la ricerca degli articoli presi in esame e verranno discussi trattamenti e risultati relativi. Infine, la discussione si focalizzerà sui principali limiti degli studi dedicati e si tenterà di articolare una riflessione sulle implicazioni cliniche di una valutazione accurata e del trattamento della pianificazione nell'invecchiamento e sulle prospettive future della ricerca in questo ambito.

CAPITOLO 1 – La pianificazione nell'invecchiamento sano e MCI

1.1 L'invecchiamento sano e MCI: razionale

La prospettiva life-span rappresenta un quadro teorico fondamentale nello studio dello sviluppo umano, secondo cui i processi psicologici, cognitivi ed emotivi si trasformano lungo l'intero arco della vita, dall'infanzia fino alla vecchiaia (Baltes et al., 2006). Questo approccio si fonda su principi chiave quali: la multidirezionalità, ovvero la coesistenza di guadagni e perdite in diverse traiettorie; la plasticità, cioè la capacità di cambiamento e adattamento potenzialmente presente ad ogni età (Hertzog et al., 2008); la contestualità, ovvero l'interazione di fattori biologici, storici e culturali; l'influenza cumulativa della storia di vita dell'individuo. Le funzioni esecutive rappresentano un ambito privilegiato per osservare tale dinamica. In linea di massima nel corso dello sviluppo tipico, tali funzioni iniziano a svilupparsi nella prima infanzia, migliorano gradualmente fino a raggiungere il massimo livello di efficienza nell'età adulta, per poi declinare progressivamente nella tarda età adulta e nella vecchiaia, in un pattern di crescita e successiva riduzione descritto come una curva a forma di U capovolta (Zelazo et al. 2004). Secondo l'approccio life-span, quindi, è quantomeno ingenuo parlare a priori di eventuali modificazioni in queste abilità in termini esclusivi di deterioramento, ma è appropriato indagare le variazioni nella pianificazione anche nell'ottica di ristrutturazione adattiva che tiene conto delle risorse disponibili, delle esperienze pregresse e delle strategie compensatorie messe in atto dall'individuo nel contesto della propria traiettoria di vita.

La pianificazione, intesa come funzione esecutiva di ordine superiore, richiede, come vedremo meglio nel corso di questo capitolo, l'integrazione coordinata di più processi cognitivi, tra cui memoria di lavoro, flessibilità cognitiva e controllo inibitorio (Diamond, 2013). Questi stessi processi si configurano come domini vulnerabili all'invecchiamento e frequentemente compromessi nel MCI, anche nelle sue fasi precoci (Traykov et al., 2007). In tale prospettiva, studiare la pianificazione in soggetti con MCI consente non solo di estendere la comprensione della traiettoria evolutiva di questa funzione lungo lo

spettro dell'invecchiamento, ma anche di analizzarne la gradualità e eterogeneità, evitando una lettura dicotomica tra normalità e patologia. L'inclusione di individui con MCI nell'indagine delle abilità di pianificazione trova fondamento sia sul piano teorico che empirico. Il MCI è una condizione clinica caratterizzata da un declino misurabile in uno o più domini cognitivi, comunemente la memoria, ma anche le funzioni esecutive, l'attenzione o il linguaggio, che va oltre quanto atteso per l'età e il livello di scolarizzazione dell'individuo, ma che non compromette in modo significativo l'autonomia funzionale nella vita quotidiana (Petersen et al., 1999; Winblad et al., 2004). Secondo i criteri proposti dal International Working Group on Mild Cognitive Impairment (Winblad et al., 2004), la diagnosi di MCI richiede la presenza dei seguenti elementi: 1) preoccupazione soggettiva per un cambiamento cognitivo, confermata idealmente anche da un *informant*; 2) prestazioni cognitive inferiori rispetto alla norma attesa per età e livello di istruzione; 3) conservazione dell'autonomia funzionale nelle attività della vita quotidiana; 4) assenza di demenza. Il profilo cognitivo del MCI può essere ulteriormente classificato in sottotipi: amnestico, in cui il deficit principale riguarda la memoria, e non-amnestico in cui risultano compromessi altri domini cognitivi, come attenzione, linguaggio, funzioni esecutive o abilità visuospatiali, mentre la memoria resta relativamente preservata. Il sottotipo amnestico più comunemente tende ad associarsi a una maggiore probabilità di progressione verso la malattia di Alzheimer, mentre la forma non-amnestica può evolvere verso altre forme di demenza come la demenza frontotemporale o quella a corpi di Lewy (Sanford, 2017). Benché il sottotipo amnestico rappresenti la forma più frequentemente studiata, crescenti evidenze documentano come, oltre alla memoria, anche le funzioni esecutive risultino spesso compromesse nei soggetti con MCI, in particolare nei sottotipi multipli o non amnestici (Brandt et al., 2009; Kirova et al., 2015; Belleville et al., 2007). La letteratura evidenzia come deficit di pianificazione nel MCI non siano rari (Zhang et al., 2007; Rainville et al., 2012) dunque includere questa popolazione nello studio consente di indagare la variabilità delle capacità pianificatorie in età avanzata con maggiore sensibilità, in linea con un approccio life-span allo sviluppo cognitivo.

1.2 La pianificazione

La pianificazione è una funzione esecutiva comunemente definita come la capacità di un individuo di organizzare il proprio comportamento in relazione a un obiettivo attraverso un insieme di passi intermedi (Owen, 1997; Luria, 1978). In psicologia cognitiva la rappresentazione della sequenza di queste operazioni è definita come “piano” (Shallice, 1982) e l’importanza della formulazione di tale sequenza è così centrale in letteratura da costituire in alcuni casi il nucleo semantico attorno a cui storicamente viene esaurita l’intera descrizione di questa funzione esecutiva (Hayes-Roth & Hayes-Roth, 1979). Sebbene non esista una definizione univoca condivisa, molti studi convergono su una visione della pianificazione come costruito multifasico, articolato in componenti distinte ma interdipendenti. Difatti, da un punto di vista teorico, la pianificazione può essere facilmente scomposta in due fasi: formulazione ed esecuzione (Shallice, 1982). La prima fase indica l’abilità della persona di rappresentare un piano per giungere alla risoluzione di un problema, attraverso operazioni intermedie orientate specificatamente a un obiettivo. Per tale motivo alcuni studi misurano la pianificazione come funzione non ben distinta dal *problem solving* (Aretouli & Brandt, 2010). La fase dell’esecuzione invece si riferisce alla capacità di guidare e monitorare l’esecuzione del piano verso il raggiungimento dell’obiettivo prefissato (Allain et al., 2005).

Questa distinzione è stata rielaborata da Mumford et al. (2002). Secondo il loro modello la pianificazione è costituita da tre sottocomponenti: formulazione del piano iniziale, rifinitura del piano ed esecuzione del piano. Durante la prima fase la persona esamina l’ambiente per individuarne le risorse, vengono utilizzate esperienze e conoscenze pregresse per poi definire obiettivi e anticipare potenziali conseguenze. Si forma così il piano iniziale, il quale verrà rifinito e aggiornato (seconda fase) tenendo conto di ipotetici risultati, problematiche, tempistiche e azioni alternative. La terza e ultima fase vede il piano attuarsi, con possibili correzioni online.

Morris e Ward (2005, *as cited in* Brown & Schmitter-Edgecombe, 2020) rielaborano questa concettualizzazione e con il loro modello riorganizzano i comportamenti di pianificazione in: *initial planning*, ovvero l’attività di pianificazione che avviene prima che si inizi a risolvere attivamente il problema, e *concurrent (online) planning*, ovvero attività di pianificazione che viene attivata durante la risoluzione del problema. In questo

ultimo caso la pianificazione non è pre-elaborata, ma si costruisce in itinere, mentre si agisce o si risponde. In maniera concorde a questi ultimi modelli, Köstering et al. (2014) propongono una visione neurocognitiva del costrutto di pianificazione, secondo la quale tale funzione esecutiva è fortemente supportata da memoria di lavoro, aggiornamento e controllo inibitorio, risultando quindi una funzione composta e integrata. Nel loro studio viene ipotizzato che con l'aumentare della complessità del problema le persone tendano a passare da una pianificazione iniziale a una concorrente, il tutto per ridurre il carico della memoria di lavoro: è infatti più facile iniziare e pianificare "passo dopo passo", anziché mantenere in memoria un piano complesso fin dall'inizio.

Le distinzioni concettuali tra formulazione, esecuzione, pianificazione iniziale e concorrente arricchiscono la comprensione del costrutto, suggerendo che non esiste un singolo processo di pianificazione, bensì una famiglia di processi distribuiti su diversi livelli di complessità e astrazione. Poiché la persona deve creare sequenze di eventi ipotetici, considerare le conseguenze potenziali, mettere in atto i passaggi richiesti e monitorarne il prodotto, la pianificazione risulta quindi una funzione esecutiva di ordine superiore. Queste strategie, anticipatoria e online, coinvolgono infatti funzioni di base come la memoria di lavoro, il controllo inibitorio e la flessibilità esecutiva (Diamond, 2013, *as cited in* Ávila et al. 2015).

1.2.1 Modello gerarchico di Diamond

La pianificazione, quindi, è una funzione cognitiva complessa che fa parte delle funzioni esecutive, un insieme di abilità avanzate necessarie per ideare, valutare e selezionare le azioni più appropriate al raggiungimento di obiettivi specifici. Le funzioni esecutive sono un termine ombrello che racchiude un insieme di abilità cognitive di ordine superiore, essenziali per il comportamento orientato agli obiettivi, risoluzione di problemi complessi e la capacità di adattamento. Esse permettono di comprendere concetti astratti, pianificare in anticipo e regolare le proprie azioni in risposta ai cambiamenti dell'ambiente (Cristofori et al., 2019). Sebbene fondamentali, queste funzioni sono tradizionalmente difficili da definire con precisione e da analizzare separatamente, poiché sono strettamente interconnesse.

In letteratura, il modello di Diamond (2013) è sicuramente uno dei più condivisi fra gli studiosi per quanto riguarda la definizione delle funzioni esecutive. Secondo questo modello vi sono tre funzioni di basso livello coinvolte nell'esecuzione di compiti cognitivi più complessi (Diamond, 2013; Miyake et al., 2000):

- Memoria di lavoro: sistema cognitivo che consente l'immagazzinamento temporaneo e la manipolazione delle informazioni necessarie per compiti complessi come la comprensione del linguaggio, l'apprendimento e il ragionamento (Baddeley, 2010).
- Flessibilità cognitiva (*Shifting*): capacità di passare fluidamente da un compito, sia concreto che mentale, a un altro, adattandosi e modificando la strategia in base alle richieste della situazione (Monsell e Driver, 2000).
- Inibizione: capacità di regolare il proprio comportamento, i pensieri e/o emozioni con il fine di agire in modo adeguato o necessario, contrastando una forte predisposizione interna o attrazione esterna. Possiamo distinguerla a sua volta in:
 - o Inibizione di risposte prepotenti: la capacità di resistere a comportamenti automatici o istintivi;
 - o Controllo dell'interferenza: la capacità di ignorare stimoli irrilevanti o distraenti per focalizzarsi sul compito (Miyake et al., 2000).

La pianificazione e la memoria di lavoro

La memoria di lavoro è il sistema cognitivo responsabile del mantenimento e della gestione temporanea delle informazioni mentre si eseguono compiti complessi, come il ragionamento, la comprensione e l'apprendimento (Baddeley, 2010). Diversi studi hanno indagato la relazione tra pianificazione e memoria di lavoro, essendo quest'ultima di cruciale importanza per lo svolgimento di compiti e attività di qualsiasi genere. L'ipotesi alla base è che la capacità di pianificare un compito o un'attività necessiti del mantenimento e della gestione delle informazioni, quindi della memoria di lavoro, per poter anticipare ed organizzare le giuste azioni finalizzate al raggiungimento dell'obiettivo preposto (Phillips et al., 2003; Köstering, Leonhart, et al., 2016).

Numerosi studi utilizzano il Tower of London (ToL; si approfondirà nel capitolo 2) come strumento per misurare la capacità di pianificazione, e tra questi, alcuni hanno evidenziato

una forte correlazione tra la *performance* del ToL e le abilità di memoria di lavoro, suggerendo che, partecipanti con una memoria di lavoro più efficiente tendono a pianificare in modo più accurato e a commettere meno errori. Tuttavia, si osservano differenze di prestazione legate all'età: gli anziani ottengono risultati peggiori rispetto ai giovani adulti anche controllando la variabile memoria di lavoro. Questa differenza suggerisce che altri fattori possano contribuire al declino delle capacità di pianificazione negli anziani, come la flessibilità cognitiva e la velocità di elaborazione (Phillips et al., 2003).

Nella letteratura, si è inoltre osservato come la memoria di lavoro agisca da mediatore parziale, riducendo l'effetto diretto della pianificazione sulla performance visuocostruttiva negli anziani (Ávila et al., 2015), in particolare nei compiti che richiedono l'organizzazione e l'integrazione di informazioni visuo-spaziali.

In età avanzata, la pianificazione sembra dipendere sempre più dalle abilità fluide, ovvero la capacità di ragionare in modo astratto e adattarsi a nuove situazioni indipendentemente dalle conoscenze pregresse (Köstering, Leonhart et al., 2016). A supporto di ciò, la compromissione della pianificazione negli anziani non sembra uniforme, piuttosto, pare dipendere dal contesto del compito. Attraverso l'utilizzo di test più ecologici (es: *Plan-a-Day Task*), si è osservato che, se il compito richiede esclusivamente risorse cognitive di base (es: velocità di elaborazione), allora il declino legato all'età è evidente. Tuttavia, se il compito permette di fare affidamento sull'esperienza e sulle conoscenze pregresse, gli anziani possono mantenere prestazioni simili a quelle dei giovani (Phillips et al., 2006). Questi risultati suggeriscono che la memoria di lavoro è cruciale per la pianificazione, ma il suo peso può variare a seconda dell'età e della tipologia del compito.

La pianificazione e la flessibilità cognitiva

La flessibilità cognitiva è la capacità dell'essere umano di modificare le proprie strategie di elaborazione cognitiva per affrontare situazioni nuove e impreviste nell'ambiente (Cañas et al., 2003). Secondo il modello di Diamond (2013), la flessibilità cognitiva è una delle funzioni esecutive di base e rappresenta un prerequisito fondamentale per lo sviluppo delle funzioni esecutive di ordine superiore, come la pianificazione, che richiede la capacità di adattarsi e riorganizzare le azioni per raggiungere un obiettivo.

Non sono molti gli studi in letteratura che hanno indagato la relazione tra flessibilità cognitiva e pianificazione, ma come abbiamo visto nello studio di Ávila et al. (2015), questa agisce come mediatore parziale assieme alla memoria di lavoro tra pianificazione e abilità visuocostruttive negli anziani, supportando l'ipotesi che la capacità di pianificare si costruisca anche sull'abilità di *shifting*. In uno secondo studio (Corbo et al., 2024), è stato osservato che in anziani sani la flessibilità cognitiva non sembra essere un predittore significativo delle capacità di pianificazione. Piuttosto, la pianificazione sembra essere supportata in misura maggiore da altre abilità cognitive o da strategie compensative, che derivano dall'esperienza e dalla familiarità con compiti complessi. Differentemente, nelle persone con MCI invece la flessibilità cognitiva predice significativamente la pianificazione. Questo risultato sembra suggerire che con declino cognitivo lieve, la flessibilità cognitiva assume un ruolo cruciale nel supportare funzioni esecutive più complesse, probabilmente a causa della maggiore fragilità dei meccanismi compensativi. A conferma di ciò, anche una revisione successiva ha osservato che la flessibilità cognitiva è una delle funzioni esecutive più vulnerabili nei soggetti con MCI, caratterizzati da una maggiore rigidità cognitiva e difficoltà nel modificare strategie in risposta ai cambiamenti ambientali. Lo studio non ha valutato direttamente la pianificazione ma gli autori sottolineano come il deficit di flessibilità cognitiva possa compromettere la capacità di organizzare, monitorare e adattare piani d'azione, suggerendo un collegamento indiretto ma rilevante tra queste due funzioni esecutive di ordine superiore (Guarino et al., 2020).

La pianificazione e l'inibizione

L'inibizione di risposte prepotenti è la capacità di sopprimere risposte dominanti o automatiche per favorire l'esecuzione del compito richiesto (Friedman & Miyake, 2004). Questa capacità è una condizione necessaria per il comportamento orientato agli obiettivi. Sebbene non vi siano studi che hanno direttamente indagato la relazione tra inibizione e pianificazione negli anziani, dallo studio di Ávila et al. (2015) è emerso che, nonostante il controllo inibitorio sia riconosciuto come una delle tre funzioni esecutive di base, non emerge come mediatore significativo tra pianificazione e abilità costruttive, fornendo una prova contraria al modello di Diamond, nonostante gli autori riportino come limite una

valutazione della funzione di inibizione non approfondita, che potrebbe aver influito sui risultati finali. Questo studio suggerisce che, almeno per compiti visuocostruttivi negli anziani, la capacità di inibire risposte prepotenti non risulta essenziale, mentre il contributo principale sembra essere dato da memoria di lavoro e flessibilità cognitiva. Altre ricerche meno recenti, hanno indagato l'andamento di pianificazione e inibizione nel normale invecchiamento, rilevando come seguano due traiettorie diverse. Se la pianificazione mostra un chiaro declino legato all'età, non pare essere così per le abilità di inibizione, che tendono ad essere più preservate (Verhaeghen & De Meersman, 1998a, 1998b). A conferma di questa ipotesi, uno studio che ha preso in esame un gruppo sperimentale composto da anziani MCI, ha registrato prestazioni significativamente peggiori nei compiti di pianificazione rispetto ai controlli sani, mentre nessuna differenza significativa nei compiti di inibizione (es.: accuratezza go/no-go) (Zhang et al., 2007).

1.3 Basi neuroanatomiche della pianificazione

Numerose evidenze confermano il coinvolgimento della corteccia prefrontale (PFC), in particolare delle sue porzioni dorsolaterali, nel supportare le funzioni esecutive. Focalizzandosi più specificamente sulla pianificazione, molti studi convergono nell'attribuire alla corteccia prefrontale dorsolaterale (DLPFC) un ruolo centrale.

Già Owen (1997) aveva evidenziato che pazienti con lesioni frontali, nello svolgimento del Tower of London (ToL), mostravano una compromissione significativa nella qualità delle soluzioni e un allungamento dei tempi di riflessione tra una mossa e la successiva, pur mantenendo tempi di pianificazione iniziale (pre-mossa) simili a quelli dei controlli. Questo pattern suggerisce che tali pazienti tendano ad avviare la risoluzione del problema senza aver elaborato un piano completo in anticipo, adottando quindi uno stile di risoluzione impulsivo e inefficiente, caratterizzato da continue revisioni "in corso d'opera". La Torre di Londra è infatti uno degli strumenti più utilizzati per indagare l'attivazione cerebrale correlata alla pianificazione. Diversi studi, combinando il ToL con tecniche di neuroimaging come la PET e la fMRI, hanno contribuito a chiarire i correlati neurali sottostanti. Si è osservato che, durante l'esecuzione del ToL, si attiva selettivamente la regione medio-dorsolaterale sinistra (area 9/46), implicata nei processi di pensiero anticipatorio e nella generazione di sequenze finalizzate (Owen, 1997; Morris

et al., 1993). Tuttavia, la DLPFC sinistra non è l'unica area coinvolta: con l'aumento della difficoltà del compito, si osserva una maggiore attività emodinamica anche nel cervelletto, nella corteccia cingolata anteriore, nel precuneo e nel globus pallidus (Schall et al., 2003). Inoltre, lo studio di van den Heuvel et al. (2003) ha evidenziato che l'aumento della complessità del ToL comporta una maggiore attivazione anche del nucleo caudato e di aree visuo-spaziali parietali, supportando l'idea di una rete neurale distribuita e interconnessa.

Ulteriori studi hanno confermato che tra le aree maggiormente attivate durante la pianificazione vi sono anche il precuneo bilaterale (BA 7), la corteccia parietale inferiore bilaterale (BA 40), la corteccia premotoria bilaterale (BA 6), la corteccia insulare destra e i nuclei caudati (Baker et al., 1996; Morris et al., 1993; Owen et al., 1997; van den Heuvel et al., 2003). L'aumento della complessità del ToL è stato inoltre associato a un'intensificazione dell'attivazione nella DLPFC sinistra (BA 9/46), nella corteccia prefrontale rostrale sinistra (BA 10) e nel nucleo caudato destro, indicando un coinvolgimento crescente del sistema fronto-striatale. In particolare, l'attivazione della corteccia prefrontale rostrale sembra essere specificamente legata alla creazione e al mantenimento di sotto-obiettivi finalizzati al raggiungimento dello scopo, piuttosto che alla difficoltà generale del compito o alle richieste di memoria di lavoro e di elaborazione visuo-spaziale (Wagner et al., 2006).

Anche se numerosi studi hanno evidenziato un ruolo cruciale dell'emisfero sinistro, in particolare della DLPFC sinistra, nella pianificazione complessa, altre ricerche hanno riportato un coinvolgimento significativo dell'emisfero destro, soprattutto in compiti che richiedono l'impiego dell'*imagery* visiva o la manipolazione di rappresentazioni astratte. Ad esempio, una versione modificata del ToL che richiedeva ai partecipanti di pianificare mentalmente le mosse ha mostrato attivazioni frontali bilaterali, con una predominanza dell'emisfero destro (Baker et al., 1996). Anche van den Heuvel et al. (2003) hanno osservato un forte coinvolgimento della DLPFC destra (BA 9 e 46) nella condizione di pianificazione, con una progressiva bilateralizzazione dell'attivazione all'aumentare della complessità, che includeva anche la DLPFC sinistra e la corteccia prefrontale rostrale sinistra.

Una meta-analisi di Nitschke et al. (2016), basata su 31 dataset di neuroimaging funzionale, ha confermato il coinvolgimento bilaterale della DLPFC (BA 9/46), in

particolare nel settore medio del giro medio frontale, ritenuto cruciale per l'elaborazione di piani complessi e *goal-directed*. Oltre alla DLPFC, sono risultate significativamente coinvolte anche i *frontal eye fields*, la pre-SMA, il precuneo, i nuclei caudati, l'insula anteriore e l'IPL. Queste strutture compongono un'ampia rete fronto-parietale associata al controllo cognitivo complesso. La meta-analisi sottolinea una prevalente attivazione bilaterale, ma evidenzia anche una possibile lateralizzazione funzionale in base ai sottoprocessi cognitivi coinvolti: l'emisfero sinistro sembrerebbe più implicato nella fase iniziale di internalizzazione e mantenimento delle regole generali, mentre l'emisfero destro nelle fasi più avanzate e complesse, legate alla manipolazione delle informazioni e alla costruzione del piano vero e proprio (Kaller et al., 2012; Ruh et al., 2012).

In sintesi, sebbene la corteccia prefrontale dorsolaterale sinistra giochi un ruolo centrale nella pianificazione, l'elaborazione di piani complessi e mentalmente simulati coinvolge una rete neurale ampia e flessibile, che include regioni prefrontali destre, aree parietali posteriori visuo-spaziali e strutture sottocorticali come il nucleo caudato e il cervelletto, in un sistema dinamico modulato anche dalla difficoltà e dalla natura del compito.

CAPITOLO 2 - La valutazione della pianificazione nell'invecchiamento sano e MCI

2.1 Metodologia della ricerca bibliografica

Il seguente capitolo quindi si configura come una revisione esplorativa della letteratura, con l'obiettivo di illustrare e discutere strumenti e risultati della valutazione della pianificazione in popolazioni di anziani sani e MCI. Per arrivare allo scopo preposto è stata utilizzato, almeno in parte, il PRISMA Statement 2020 (Page et al., 2021), metodologia standardizzata di ricerca bibliografica che attraverso una serie di fasi e item predefiniti mira a focalizzare il lavoro su risultati quanto più validi ed esaurienti.

2.1.1 PRISMA Statement 2020

PRISMA è l'acronimo di *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses*, e costituisce una linea guida internazionale per il reporting trasparente e completo delle revisioni sistematiche, con o senza meta-analisi. Nonostante il carattere semplicemente esplorativo di questa tesi si è scelto tale metodo poiché esso è utile non solo a chi scrive per assicurare sistematicità e una buona esaustività, ma anche a chi legge, facilitando la lettura, la riproducibilità della ricerca e la valutazione critica del materiale raccolto.

Il PRISMA Statement 2020 è composto principalmente da tre parti: una checklist di 27 item che copre tutte le parti fondamentali di una revisione sistematica (titolo, abstract, introduzione, metodi, risultati, discussione e informazioni aggiuntive come conflitti di interesse o disponibilità dei dati); una checklist in versione ridotta pensata per assicurare che anche gli abstract di tali revisioni presentino tutte le informazioni necessarie, utile ad esempio in contesti dove l'abstract è l'unica parte disponibile, come nei congressi; un diagramma di flusso che rappresenta graficamente il percorso seguito nella selezione degli studi, dalla ricerca iniziale, alla rimozione dei duplicati, allo screening di titoli e abstract, fino alla valutazione del testo completo e all'inclusione finale.

In questo paragrafo vengono presentate le linee guida del PRISMA Statement 2020, con riferimento specifico alla sezione Metodi della checklist ufficiale (Page et al., 2021), al fine di confrontarle con le procedure adottate nella presente revisione, in particolare per quanto riguarda la ricerca bibliografica, la strategia di selezione degli studi e il processo di raccolta dei dati. La sezione Metodi del PRISMA 2020 è più articolata rispetto alla precedente versione del 2009 (Moher et al., 2009) e comprende 11 voci principali (item 5–15), alcune delle quali sono suddivise in sotto-item che esplicitano in modo dettagliato gli standard per una corretta descrizione dei metodi utilizzati. Nella Tabella 1 sono riportati gli item relativi alla sezione Metodi del PRISMA 2020, accompagnati da una colonna in cui si specifica, per ciascuna voce, se è stata rispettata nella presente revisione.

Item	Descrizione	Linea guida rispettata	Linea guida non rispettata
Criteri di eleggibilità	Specificare i criteri di inclusione ed esclusione per la revisione e il modo in cui gli studi sono stati raggruppati per le sintesi.	X	
Fonti di informazioni	Specificare tutti i database, i registri, i siti Web, le organizzazioni, gli elenchi di riferimento e le altre fonti ricercate o consultate per identificare gli studi. Specificare la data dell'ultima ricerca o consultazione di ciascuna fonte.	X	
Strategia di ricerca	Presentare le strategie di ricerca complete per tutti i database, i registri e i siti web, compresi i filtri e i limiti utilizzati.	X	
Processo di selezione	Specificare i metodi utilizzati per decidere se uno studio soddisfa i criteri di inclusione della revisione, compreso quanti revisori hanno esaminato ogni record e ogni report, se hanno lavorato in modo indipendente e, se applicabile, i dettagli degli strumenti di automazione utilizzati nel processo.	X	
Processo di raccolta dei dati	Specificare i metodi utilizzati per raccogliere i dati dai report, compreso il numero di revisori che hanno raccolto i dati da ogni report, se hanno lavorato in modo indipendente, qualsiasi processo per ottenere o confermare i dati degli investigatori dello studio e, se applicabile, i dettagli degli strumenti di automazione utilizzati nel processo.		X
Item di dati	a. Elencare e definire tutti gli outcome per i quali sono stati ricercati i dati. Specificare se sono stati cercati tutti i risultati compatibili con ogni dominio dell'outcome in ogni studio (ad es. per tutte le misure, time points, analisi), e in caso contrario, i metodi utilizzati per decidere quali risultati raccogliere.		X
	b. Elencare e definire tutte le altre variabili per le quali sono stati ricercati i dati (ad es. caratteristiche dei partecipanti e degli interventi, fonti di finanziamento). Descrivere eventuali assunzioni fatte in merito a informazioni mancanti o poco chiare.	X	
Valutazione del rischio di bias dello studio	Specificare i metodi utilizzati per valutare il rischio di bias negli studi inclusi, inclusi i dettagli degli strumenti utilizzati, il numero di revisori che hanno valutato ogni studio e se hanno lavorato in modo indipendente e, se applicabile, i dettagli degli strumenti di automazione utilizzati nel processo.		X
Misure degli effetti	Specificare per ciascun outcome le misure di effetto (ad es. rischio relativo, differenza tra medie) utilizzata nella sintesi o nella presentazione dei risultati.	X	
Metodi di sintesi	a. Descrivere i processi utilizzati per decidere quali studi sono eleggibili per ciascuna sintesi (ad es. inserire in una tabella le caratteristiche dell'intervento dello studio e confrontare i gruppi pianificati per ciascuna sintesi).	X	
	b. Descrivere tutti i metodi necessari per preparare i dati per la presentazione o la sintesi, come la gestione di statistiche riepilogative mancanti o la conversione dei dati.	X	
	c. Descrivere tutti i metodi utilizzati per inserire in tabella o visualizzare i risultati di singoli studi e sintesi.	X	
	d. Descrivere tutti i metodi utilizzati per sintetizzare i risultati e fornire una motivazione per le scelte. Se è stata eseguita una meta-analisi, descrivere i modelli, i metodi per identificare la presenza e l'entità dell'eterogeneità statistica e i pacchetti software utilizzati.		X
	e. Descrivere tutti i metodi utilizzati per esplorare le possibili cause di eterogeneità tra i risultati dello studio (ad es. analisi dei sottogruppi, meta-regressione).		X
	f. Descrivere qualsiasi analisi di sensibilità condotta per valutare l'affidabilità dei risultati sintetizzati.		X
Reporting della valutazione di bias	Descrivere tutti i metodi utilizzati per valutare il rischio di bias dovuto a risultati mancanti in una sintesi (derivanti dal reporting di bias).		X
Valutazione della certezza	Descrivere tutti i metodi utilizzati per valutare la certezza (o la confidenza) nell'insieme delle evidenze per un outcome.		X

Tabella 1. Item della sezione Metodi del PRISMA 2020, con relativa descrizione. Per ciascuna voce, viene indicata se è stata rispettata o meno la linea guida riportata.

2.1.2 Fase di identificazione

Per la ricerca e la selezione di articoli pertinenti sono stati utilizzati due motori di ricerca: Pubmed e PsychINFO (EBSCO), ovvero le principali piattaforme utilizzate in campo psicologico e medico. Per iniziare è stata condotta un'indagine preliminare per identificare le parole chiave più efficaci e stabilire le modalità di utilizzo di queste negli strumenti online.

È stata esclusa fin da subito la ricerca per *subjects* (utilizzabile tramite la sigla DE in PsychINFO) in quanto in letteratura non esistono *subjects* come “planning” o “planning skills” o “planning abilities”. Inoltre, ricerche che coinvolgono soggetti affini come “DE planned behavior” o “DE goal setting”, pur se ristretti ad invecchiamento e MCI, restituiscono migliaia di risultati non specifici, spesso relativi a tematiche lontane dall'obiettivo di questo elaborato, fra cui la motivazione, la psicologia delle organizzazioni, del lavoro e dei consumatori, l'intelligenza artificiale, l'impulsività e molto altro.

Per garantire maggiore pertinenza, le ricerche sono state quindi impostate in modo da intercettare le parole chiave all'interno del titolo o dell'abstract (utilizzando il campo title/Abstract in PubMed e AB in PsychINFO), ed escludendo due termini spesso fonte di rumore: “motor” e “prospective memory”.

Poiché l'obiettivo era esaminare la letteratura per due condizioni, invecchiamento sano e MCI, sono state costruite due query distinte per ciascuna, così da cogliere diverse formulazioni presenti nella letteratura:

1. una query focalizzata con diciture più esplicite, come “cognitive planning”, “planning ability” o “planning process”;
2. una query più ampia, centrata sul termine generico “planning”, filtrato però dalla presenza nel testo del concetto di “executive function”.

Ciascuna di queste due varianti è stata applicata sia in PubMed sia in PsychINFO, per un totale di otto ricerche (quattro per l'invecchiamento sano e quattro per l'MCI), come illustrato nella Tabella 2. A queste sono state applicati i filtri per includere i soli risultati in lingua inglese, peer-reviewed e per escludere tesi e dissertazioni. Non è stato applicato alcun limite di età in questa fase della ricerca poiché si è ritenuto di non voler escludere studi che potevano comunque presentare risultati validi per l'invecchiamento sano e MCI pur presentando dati anche su fasce d'età minore dei 60-65 anni. Infine, è utile precisare

che per la condizione MCI, mentre in PsycINFO le ricerche con i termini “MCI” o “Mild Cognitive Impairment” restituiscono risultati praticamente sovrapponibili, in PubMed si osserva una lieve differenza. Per questo motivo, nelle query relative a PubMed è stata utilizzata la formulazione “Mild Cognitive Impairment OR MCI”. Il numero di risultati, divisi per query e con specifiche su popolazione e motore di ricerca, è stato riportato nella Tabella 2.

Motore di ricerca	Query	Inv. sano / MCI	Nr. risultati
Pubmed	(cognitive planning[title/Abstract] OR planning ability[title/Abstract] OR planning process[title/Abstract]) AND (aging[title/Abstract] OR older adults[title/Abstract] OR elderly[title/Abstract]) NOT motor NOT prospective memory	Invecchiamento sano	129
Pubmed	(planning[title/Abstract]) AND executive function AND (aging[title/Abstract] OR older adults[title/Abstract] OR elderly[title/Abstract]) NOT motor NOT prospective memory	Invecchiamento sano	120
PsychINFO	(AB "cognitive planning" OR AB "planning ability" OR AB "planning process") AND (AB "aging" OR AB "older adults" OR AB "elderly") NOT "motor" NOT "prospective memory"	Invecchiamento sano	71
PsychINFO	AB "planning" AND "executive function" AND (AB "aging" OR AB "older adults" OR AB "elderly") NOT "motor" NOT "prospective memory"	Invecchiamento sano	96
Pubmed	(cognitive planning[title/Abstract] OR planning ability[title/Abstract] OR planning process[title/Abstract]) AND (Mild Cognitive Impairment OR MCI) NOT motor NOT prospective memory	MCI	45
Pubmed	(planning[title/Abstract]) AND executive function AND (MCI OR Mild Cognitive Impairment) NOT motor NOT prospective memory	MCI	257
PsychINFO	(AB "cognitive planning" OR AB "planning ability" OR AB "planning process") AND (Mild Cognitive Impairment OR MCI) NOT "motor" NOT "prospective memory"	MCI	9
PsychINFO	AB "planning" AND executive function AND (Mild Cognitive Impairment OR MCI) NOT "motor" NOT "prospective memory"	MCI	33

Tabella 2. Prospetto delle query utilizzate per la ricerca sulla valutazione della pianificazione nell’invecchiamento sano/MCI e del numero dei risultati trovati in data 15 gennaio 2025.

2.1.3 Fasi di screening e inclusione

La selezione degli articoli è stata condotta seguendo i principi metodologici suggeriti dalle linee guida PRISMA 2020 (Page et al., 2021), con riferimento in particolare all’item 8 (*selection process*) e all’Item 16a (*study selection*). Dopo l’identificazione dei risultati attraverso le otto query costruite per le condizioni di interesse, invecchiamento sano e MCI, è stata avviata una procedura in due fasi: una prima fase di screening su titolo e abstract e una successiva valutazione integrale dei testi selezionati, con applicazione dei criteri di inclusione ed esclusione definiti a priori.

Nella fase iniziale le ricerche condotte su PubMed e PsycINFO hanno restituito complessivamente 760 articoli. Nello specifico, e come indicato dalla Tabella 2, per la condizione relativa all'invecchiamento sano sono stati individuati 249 risultati da PubMed e 167 da PsycINFO, per un totale di 416 articoli; mentre per il fattore MCI sono emersi 302 risultati da PubMed e 42 da PsycINFO, arrivando a 344 articoli.

In vista delle successive fasi di selezione, i risultati sono stati aggregati per condizione clinica, unendo i contributi ottenuti dai due database all'interno di ciascun gruppo, invecchiamento sano e MCI. Questo approccio ha consentito di mantenere una distinzione sistematica tra le due popolazioni target e di strutturare in modo coerente i successivi processi di deduplicazione, screening di titolo/abstract e analisi full-text. A seguito dell'unione dei risultati per condizione, è stata effettuata una rimozione manuale dei duplicati interna a ciascun insieme: per l'invecchiamento sano sono stati eliminati 117 duplicati portando il totale degli articoli unici a 299, mentre per il MCI 48 duplicati, arrivando a 296 risultati.

Tutti i contributi rimanenti sono stati sottoposti a una fase di screening su titolo e abstract, volta a identificare gli articoli potenzialmente eleggibili ed escludere quelli manifestamente non pertinenti. Sono stati esclusi in questa fase gli articoli in lingue diverse dell'inglese e dell'italiano (presenti in minima parte nonostante l'applicazione iniziale del filtro relativo), studi in cui il termine "planning" era impiegato in accezioni non cognitive, ad esempio in ambito motorio, gestionale e organizzativo dei contesti di cura o educativi, così come quelli relativi a popolazioni cliniche o anagrafiche non in linea con gli obiettivi del presente lavoro (età inferiore a 60 anni, soggetti con demenze avanzate, patologie neurologiche gravi o disturbi psichiatrici maggiori). Sono stati inoltre esclusi contributi come revisioni narrative, articoli teorici, protocolli di studio, abstract di conferenze. Al termine dello screening di titoli e abstract, sono stati selezionati per la lettura integrale: 26 articoli riferiti all'invecchiamento sano che al netto di 2 di cui non è stato possibile il recupero dello studio intero diventano 24, e 15 articoli riferiti alla condizione MCI, per un totale di 39 risultati da sottoporre ad un'analisi full-text. Come previsto dall'Item 8 del PRISMA 2000, nella fase successiva ciascun articolo selezionato è stato letto nella sua versione integrale e valutato rispetto a una lista di criteri di inclusione definiti precedentemente. Sono stati considerati eleggibili solo gli studi che soddisfacevano contemporaneamente tutti i seguenti criteri:

1. Valutazione esplicita della pianificazione come funzione esecutiva distinta, trattata e operazionalizzata separatamente rispetto ad altri processi cognitivi.
2. Utilizzo di strumenti di valutazione o protocolli validati.
3. Campione composto da soggetti anziani sani (≥ 60 anni) per la prima condizione e da partecipanti con diagnosi di Mild Cognitive Impairment (MCI) per la seconda condizione. Sono stati considerati eleggibili anche studi con campioni misti, a condizione che i dati relativi a queste sottopopolazioni fossero analizzati separatamente.
4. Presentazione di risultati quantitativi riferiti alla pianificazione, comprensivi almeno di statistiche descrittive (media, deviazione standard, percentuali di correttezza) e preferibilmente anche di analisi statistiche comparative o inferenziali (es. confronti tra gruppi, correlazioni, regressioni).

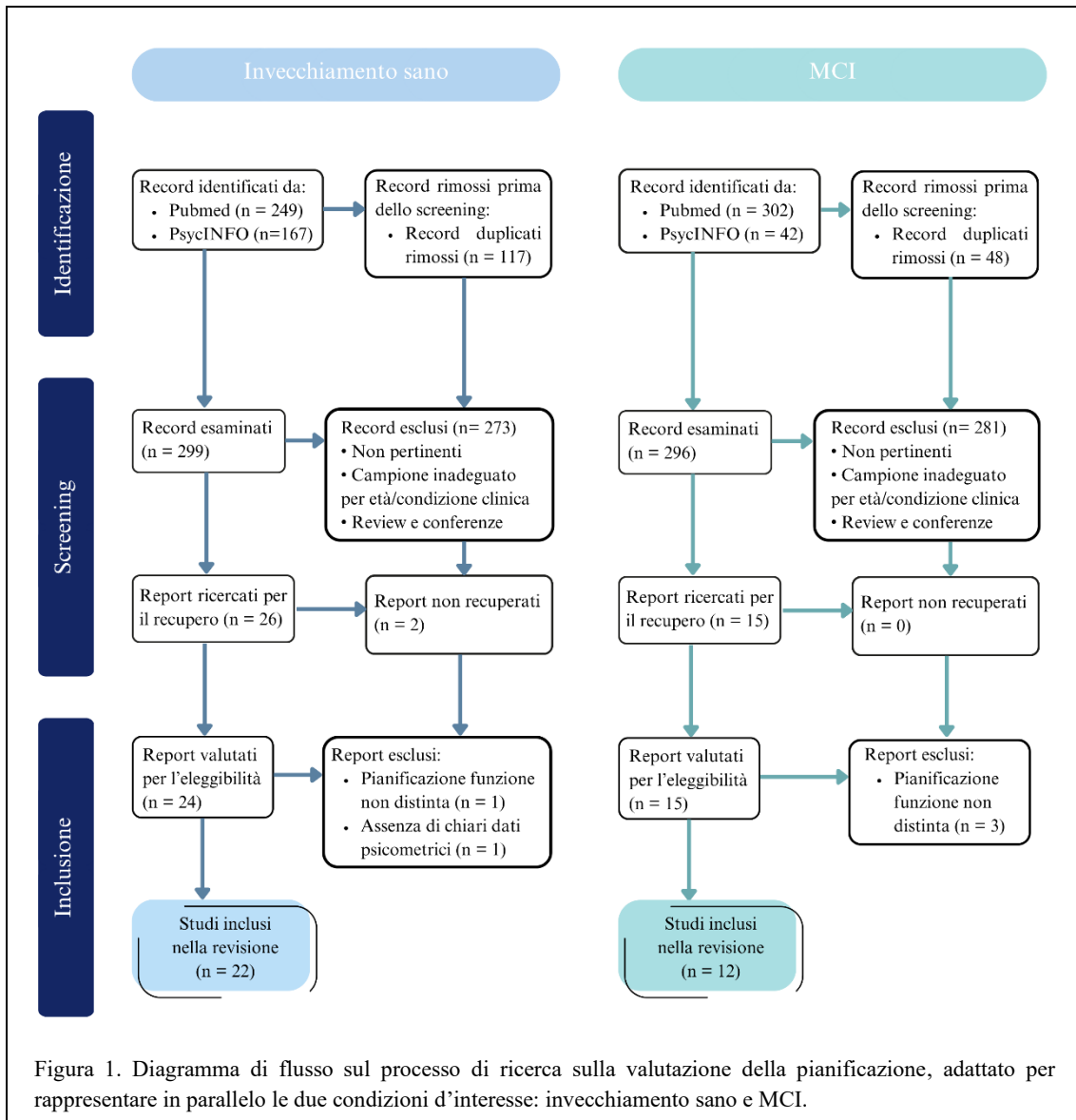
Al termine della lettura full-text, sono stati inclusi nel corpus finale 22 articoli riferiti all'invecchiamento sano (Tabella 3) e 12 articoli riferiti alla condizione MCI (Tabella 4). Di questi, 7 studi riportano dati utili per entrambi le condizioni, quindi sono presenti in entrambe le tabelle citate. Tutti i passaggi descritti sono stati tracciati all'interno di un diagramma di flusso ispirato al modello PRISMA 2020 (Figura 1), adattato graficamente per rappresentare in parallelo i due percorsi distinti della revisione (invecchiamento sano e MCI) secondo le tre fasi principali: identificazione, screening e inclusione. Sebbene non rispecchi fedelmente la struttura canonica, il diagramma mantiene lo stile e i principi delle linee guida, offrendo una rappresentazione trasparente e coerente del processo di selezione, in linea con l'Item 16a.

Articoli	Criterio 1 valutazione di pianificazione come funzione distinta	Criterio 2 utilizzo di strumenti di valutazione validati	Criterio 3 campione di soggetti sani con età ≥ 60	Criterio 4 presenza di dati psicometrici su valutazione	Inclusione sì/no
Allain et al. (2005)	✓	✓	✓	✓	Sì
Avila et al. (2015)	✓	✓	✓	✓	Sì
Brown & Schmitter-Edgecombe (2020)	✓	✓	✓	✓	Sì
Brown & Schmitter-Edgecombe (2024)	✓	✓	✓	✓	Sì
Clark et al. (2012)	✓	✓	✓	✓	Sì
Corbo et al. (2024)	✓	✓	✓	✓	Sì
de Paula et al. (2012)	✓	✓	✓	✓	Sì
Dion et al. (2022)	✓	✓	✓	✓	Sì
Ferguson et al. (2021)	✓	✓	✓	✓	Sì
Hudon et al. (2025)	✓	✓	✓	?	No
Jablonska et al. (2022)	✓	✓	✓	✓	Sì
Köstering et al. (2014)	✓	✓	✓	✓	Sì
Köstering, Leonhart et al. (2016)	✓	✓	✓	✓	Sì
Lin et al. (2007)	X	✓	✓	✓	No
Phillips et al. (2003)	✓	✓	✓	✓	Sì
Phillips et al. (2006)	✓	✓	✓	✓	Sì
Phillips et al. (2021)	✓	✓	✓	✓	Sì
Sanders & Schmitter-Edgecombe (2012)	✓	✓	✓	✓	Sì
Sanders & Schmitter-Edgecombe (2017)	✓	✓	✓	✓	Sì
Sanders et al. (2014)	✓	✓	✓	✓	Sì
Satler et al. (2017)	✓	✓	✓	✓	Sì
Sorel & Pennequin (2008)	✓	✓	✓	✓	Sì
Unterrainer et al. (2024)	✓	✓	✓	✓	Sì
Zhang et al. (2007)	✓	✓	✓	✓	Sì

Tabella 3. Articoli selezionati dalla fase di screening per la condizione “invecchiamento sano” e sottoposti ad analisi full -text per inclusione/esclusione secondo i criteri indicati.

Articoli MCI	Criterio 1 valutazione di pianificazione come funzione distinta	Criterio 2 utilizzo di strumenti di valutazione validati	Criterio 3 campione di soggetti con MCI	Criterio 4 presenza di dati psicometrici su valutazione	Inclusione sì/no
Aretouli & Brandt (2010)	✓	✓	✓	✓	Sì
Ávila et al. (2015)	✓	✓	✓	✓	Sì
Brandt et al. (2009)	✓	✓	✓	✓	Sì
Corbo et al. (2024)	✓	✓	✓	✓	Sì
de Paula et al (2012)	✓	✓	✓	✓	Sì
Dion et al. (2022)	✓	✓	✓	✓	Sì
Junquera et al. (2020)	✓	✓	✓	✓	Sì
Johns et al. (2012)	✓	✓	✓	✓	Sì
Kim et al. (2009)	X	✓	✓	✓	No
Köstering et al. (2015)	✓	✓	✓	✓	Sì
Köstering, Schmidt et al. (2016)	✓	✓	✓	✓	Sì
Manera et al. (2015)	X	✓	✓	✓	No
Sanders et al. (2014)	✓	✓	✓	✓	Sì
Umegaki et al. (2021)	X	✓	✓	✓	No
Zhang et al. (2007)	✓	✓	✓	✓	Sì

Tabella 4. Articoli selezionati dalla fase di screening per la condizione “MCI” e sottoposti ad analisi full -text per inclusione/esclusione secondo i criteri indicati.



2.2 Valutare la pianificazione

Nel contesto dell'invecchiamento sano e del deterioramento cognitivo lieve (MCI), la pianificazione rappresenta una funzione esecutiva cruciale, poiché coinvolta nell'organizzazione sequenziale e strategica di azioni orientate a uno scopo, quindi di particolare interesse clinico per la sua associazione con l'autonomia funzionale, il problem solving quotidiano e la capacità di adattamento a situazioni nuove o complesse. Tuttavia, la pianificazione viene raramente valutata in modo isolato: è più comune

trovarla integrata in protocolli più ampi di valutazione, che includono anche flessibilità cognitiva, memoria di lavoro e inibizione. In letteratura non sono quindi molti gli studi che si focalizzano unicamente sulla pianificazione, ma è più comune rintracciare invece ricerche che la inseriscono in una valutazione neuropsicologica più estesa.

Una revisione sistematica rappresentativa di questo approccio è quella di Faria et al. (2015), che ha analizzato 25 studi pubblicati nei cinque anni precedenti, con l'obiettivo di identificare gli strumenti neuropsicologici più frequentemente utilizzati per valutare le funzioni esecutive in soggetti di età superiore ai 50 anni, tenendo conto dei diversi livelli educativi. La ricerca è stata condotta tramite database PubMed (30 luglio 2014) utilizzando i termini: "neuropsychological tests", "executive functions" e "mild cognitive impairment", senza restrizioni di lingua. I criteri di inclusione prevedevano: (1) età >50 anni; (2) campioni di soggetti sani, con MCI o demenza; (3) utilizzo di test neuropsicologici per la valutazione delle funzioni esecutive; (4) articoli pubblicati negli ultimi 5 anni; (5) studi trasversali o longitudinali. I criteri di esclusione comprendevano: (1) articoli di revisione; (2) studi con pazienti psichiatrici o neurologici diversi da MCI o demenza. Dai risultati, emerge che solo 3 dei 25 studi inclusi (12%) si sono concentrati esclusivamente sulla pianificazione, mentre la maggior parte ha valutato tale funzione all'interno di batterie più ampie, combinate con altri domini esecutivi (es. flessibilità, memoria di lavoro). Relativamente al dominio della pianificazione, il test più utilizzato è il *Clock Drawing Test* (CDT), un compito che richiede di rappresentare un orologio con un orario specifico. Questo test è spesso utilizzato per la sua semplicità d'uso e rapidità ma valuta solo indirettamente la funzione presa in esame: si focalizza sulla capacità di organizzare spazialmente e simbolicamente le informazioni ma non permette di valutare in modo specifico la formulazione o il monitoraggio di un piano d'azione articolato. Test di pianificazione più specifici, ma meno frequentemente impiegati secondo gli stessi Faria et al. (2015), includono il *Rey Complex Figure Copy*, l'*Action Program Test*, il *Key Search Test*, lo *Zoo Map Test*, e il *Tower of London* (ToL).

Questa tendenza trova riscontro anche nelle riflessioni teoriche di Hanna-Pladdy (2007), secondo cui la pianificazione è un processo articolato, che richiede la capacità di anticipare mentalmente i passaggi necessari per raggiungere un obiettivo, generare alternative, prendere decisioni e gestire la sequenza e la gerarchia delle azioni. Proprio per la complessità e la molteplicità delle componenti coinvolte, risulta difficile costruire

strumenti che valutino la pianificazione in modo “puro”: molti test standard, come la Rey-Osterrieth Complex Figure, il Block Design o il Picture Arrangement della WAIS, non sono stati progettati per valutare direttamente la pianificazione, ma possono comunque offrire indicazioni indirette su come il soggetto organizza e struttura il compito, ad esempio nella disposizione degli elementi, nella coerenza dell’ordine scelto o nella capacità di mantenere un obiettivo. Tuttavia, il fatto che questi compiti siano pensati per misurare altre funzioni, come la memoria visuo-spaziale o il ragionamento narrativo, limita la possibilità di trarre conclusioni specifiche sui processi pianificatori. La difficoltà nell’isolare la pianificazione come costrutto autonomo spiega perché anche test mirati come il ToL o la Tower of Hanoi siano raramente utilizzati da soli, ma piuttosto con relativa cautela e spesso affiancati ad altre misure.

Anche i risultati dello screening condotto per questa tesi confermano questa prassi. Seguendo le linee guida del PRISMA 2020, è stata effettuata una selezione sistematica in più fasi: una ricerca a partire da 4 query per database (Pubmed e PsychINFO-EBSCO) una prima valutazione dei titoli e degli abstract risultanti, e successivamente una lettura completa dei full text degli articoli a cui applicare i criteri di inclusione. Le seguenti riflessioni si riferiscono agli studi inclusi alla fine di questo processo, 22 per l’invecchiamento sano e 12 per MCI. Nonostante questa review esplorativa sia sicuramente più focalizzata sulla pianificazione di quella sistematica di Faria et al. (2015), è emerso che solamente 5 (Allain et al., 2005; Köstering et al., 2014; 2015; Köstering, Schmidt et al., 2016; Sanders & Schmitter-Edgecombe, 2017) su 34 articoli si occupano di misure legate esclusivamente al dominio in esame. Inoltre, come indicato in Tabella 5, è possibile notare che la maggioranza degli studi utilizza il TOL per entrambe le condizioni (invecchiamento sano e MCI): tale test sarà approfondito largamente nel paragrafo successivo, mentre per strumenti emersi con minore frequenza, come lo *Zoo Map Test*, il *Porteus Maze Test* e, sulla scia della review di Faria et al. (2015), il CDT, verrà proposta una panoramica sintetica ma dettagliata.

Test sulla pianificazione	Frequenza assoluta invecchiamento sano	Frequenza relativa invecchiamento sano	Frequenza assoluta MCI	Frequenza relativa MCI
Tower of London (varie versioni)	11	50%	6	50%
Tower of Hanoi	2	9.09%	-	-
Trail Making Test	1	4.55%	1	8.33%
Porteus Maze Test	1	4.55%	3	25%
Map Task	2	9.09%	1	8.33%
Zoo Map Test	2	9.09%	2	16.67%
Digital Clock Drawing Test	1	4.55%	1	8.33%
D-KEFS Tower Test	1	4.55%	2	16.67%
Overnight Trip Task	1	4.55%	-	-
Day Out Task	1	4.55%	-	-

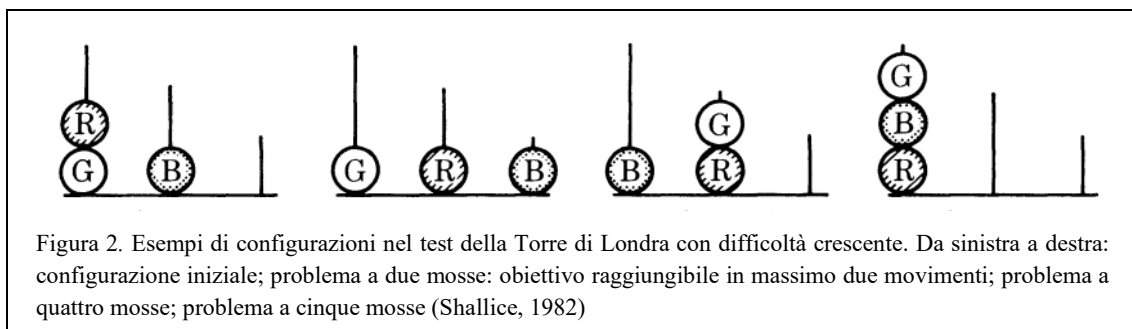
Tabella 5. Frequenza assoluta e frequenza relativa dei test di valutazione della pianificazione negli studi presi in considerazione nelle due condizioni. Totali: 22 studi per l'invecchiamento sano; 12 studi per MCI.

2.2.1 La Torre di Londra

Il test Torre di Londra (*Tower of London* - ToL) è stato sviluppato da Shallice nel 1982 partendo dall'idea del test Torre di Hanoi (Tower of Hanoi – ToH), ma rispondendo ad alcuni suoi limiti per poter creare un test con difficoltà graduale. Similmente al ToL, nella Torre di Hanoi il partecipante deve spostare una serie di dischi di dimensioni crescenti da un piolo iniziale a uno obiettivo, muovendo un solo disco alla volta e senza mai posizionarne uno più grande sopra uno più piccolo. Shallice aveva individuato alcune criticità del ToH che lo rendono uno strumento poco accurato per misurare la pianificazione, fra cui l'assenza di una manipolazione sistematica della difficoltà, di una chiara identificazione dei sotto obiettivi e di una pianificazione strategica anticipatoria per la sua risoluzione, aspetto invece peculiare del ToL.

Il ToL, di contro, si propone l'obiettivo di valutare la capacità di pianificazione strategica, ovvero comportamenti orientati a un obiettivo specifico, spesso deficitaria in individui con lesioni ai lobi frontali. Il compito ha dimostrato sensibilità particolare nel rilevare deficit specifici di pianificazione nei pazienti con questo tipo di lesioni. Ad oggi, il ToL è anche comunemente incluso come strumento per la valutazione di quadri cognitivi diversi, come l'MCI.

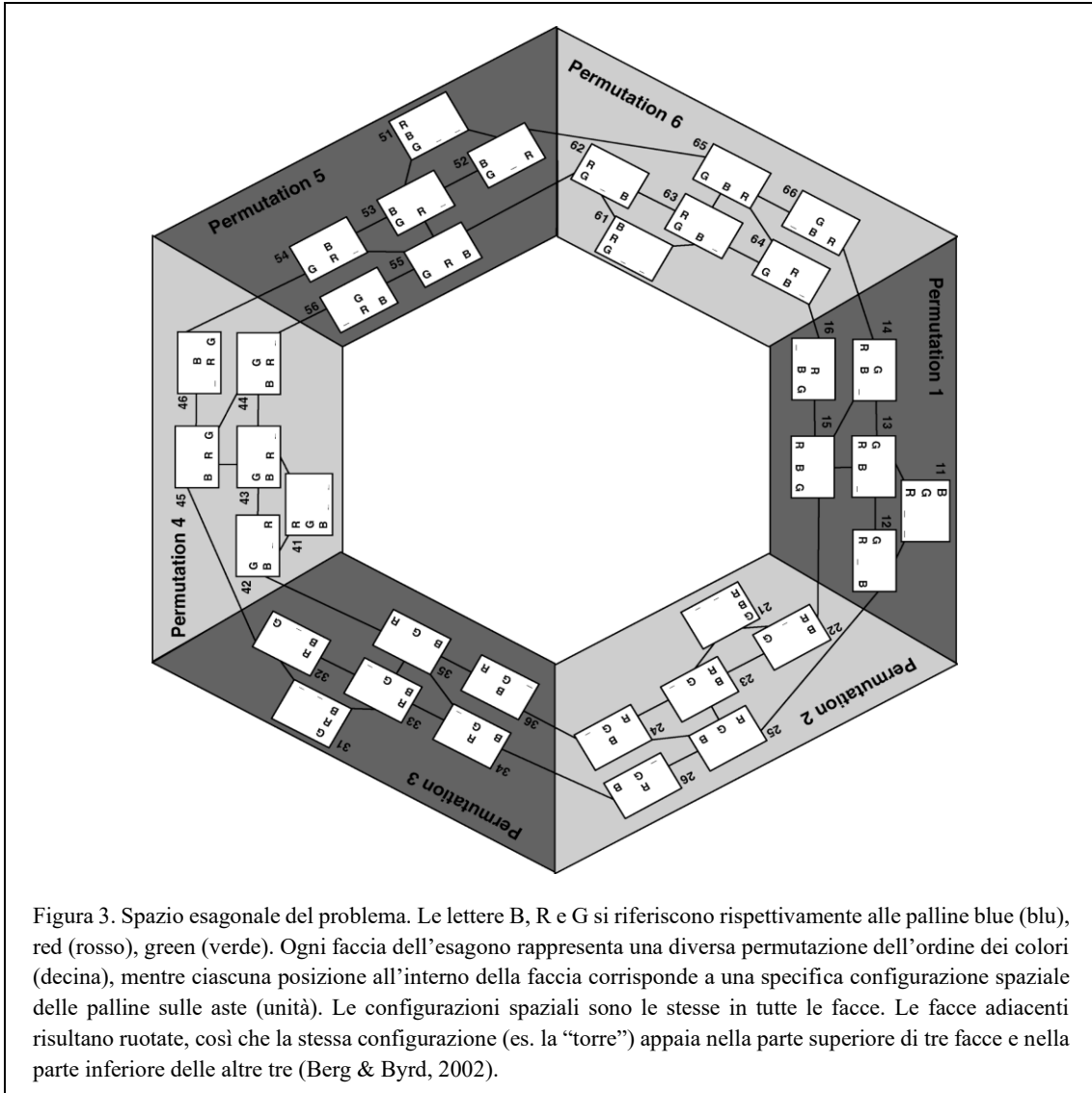
Nella sua versione classica, il ToL consiste in uno strumento composto da tre aste di dimensioni decrescenti (una con tre posizioni disponibili, una con due e una con una sola) su cui sono posizionate una configurazione variabile di tre palline di colore diverso. L'obiettivo di ogni prova è quello di riorganizzare le palline per ottenere una configurazione obiettivo con il minor numero di mosse possibili e seguendo determinate regole: si può muovere una sola pallina alla volta e ogni pallina può essere collocata solo sulla cima di una pila. La difficoltà delle prove varia a seconda del numero di mosse intermedie richieste per raggiungere la soluzione. Per la risoluzione dei problemi è quindi richiesta una pianificazione anticipata dei passi da compiere, formulazione di sotto-obiettivi, il monitoraggio *online* delle azioni e per finire, l'inibizione di risposte impulsive (Shallice, 1982).



Lo spazio del problema

Lo spazio del problema (*problem space*) rappresenta tutte le possibili configurazioni del ToL, ovvero tutti i modi in cui le palline possono essere disposte. Da questo schema è possibile capire tutti i passaggi necessari e ottimali da fare per passare da una certa configurazione ad un'altra (Figura 3). Si tratta quindi di uno schema a forma di esagono che permette di visualizzare le varie soluzioni possibili. Le posizioni sono codificate con un numero composto da due cifre: la decina indica la permutazione dei colori (cioè la "faccia" dell'esagono) mentre l'unità indica la configurazione spaziale. Ad esempio, la configurazione 11 sarà composta dalla prima configurazione spaziale, anche definita "a torre" (tutte le palline disposte sulla prima asta) con la seconda permutazione di colore; la configurazione 36 sarà composta dalla terza configurazione spaziale "piatta" (ogni pallina disposta su un'asta diversa) e con la terza permutazione di colore. Dunque, un

problema del ToL potrebbe essere definito come “11-36”, dove 11 è la configurazione iniziale e 36 la configurazione obiettivo. Le mosse intermedie vengono anch’esse codificate, ma sostituendo il trattino (“-“) con i due punti (es. 32:34).



Le tipologie di problemi

Come forse intuibile dalla rappresentazione grafica dei problemi, questi possono essere categorizzati a seconda di alcune proprietà comuni (Berg & Byrd, 2002):

1. Iso-problemi: caratterizzati dalla stessa sequenza di mosse, ma con diversa permutazione del colore. Presentano la stessa difficoltà e spesso risultano tra loro equivalenti anche agli occhi dei partecipanti.
2. Problemi spazialmente unici: caratterizzati dalla sequenza di mosse ottimale - minor numero di mosse per giungere alla configurazione obiettivo- unica, quindi diversa da quella di tutti gli altri problemi. Due problemi si possono definire tali se differiscono per almeno una mossa. In totale, ci sono 210 problemi unici, da 1 a 8 mosse ottimali. Per ciascuno di questi ci sono 5 iso-problemi arrivando ad un totale di 1260 problemi. Questa vastità rende il ToL un fornitore vario e flessibile di problemi da cui poter scegliere per progettare la miglior sequenza di problemi.
3. Problemi nidificati (*nested problems*): la soluzione ottimale è contenuta interamente in un altro problema più lungo. Ad esempio: problema X= 2 mosse, Y= X + terza mossa. Questa tipologia di problemi è utile per aumentare gradualmente la difficoltà e dunque controllare il grado di apprendimento durante il compito.

Variabili misurate

La Torre di Londra, come fin qui descritto, risulta essere uno strumento complesso e altresì flessibile che fornisce al clinico una varietà di problemi che possono essere utilizzati per una valutazione che tenga conto in modo oggettivo del grado di difficoltà deciso nel testing. Gli *outcome* di risposta che si ottengono dal suo utilizzo sono come lenti di ingrandimento su alcuni aspetti specifici, che, sommati, chiarificano il quadro generale sulla pianificazione.

In Italia, lo studio di Boccia et al. (2017) ha fornito una standardizzazione del ToL su un ampio campione di popolazione, con età compresa tra 15 e 86 anni. All'interno dello studio vengono descritti sei principali indici, ciascuno che descrive un aspetto diverso della performance al test.

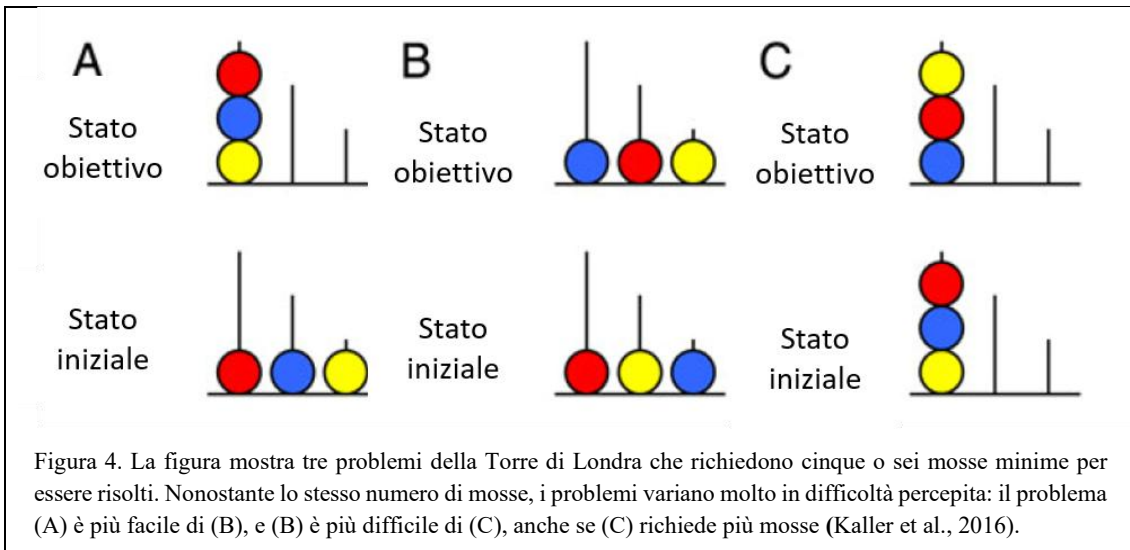
1. Punteggio totale: configurazione obiettivo ottenuta in 1, 2 o 3 tentativi (punteggio massimo = 48);
2. Tempo di pianificazione (sec): tempo che intercorre tra la consegna del test e il primo movimento;

3. Tempo di esecuzione (sec): tempo totale meno il tempo di pianificazione;
4. Perseverazioni: somma delle ripetizioni del primo movimento errato;
5. Violazione delle regole: violazione delle regole standard del compito (1= almeno una violazione; 0 = nessuna violazione);
6. Automonitoraggio: valutazione personale della accuratezza della propria risposta (1 = prestazione errata riconosciuta come errata o prestazione corretta riconosciuta come corretta; 0 = prestazione errata non riconosciuta come tale).

Tra questi sei indici, è particolarmente rilevante il tempo di pianificazione (spesso indicato come *first move time*), che tende ad aumentare in presenza di problemi più complessi.

Inizialmente, un tempo di pianificazione più lungo veniva interpretato come indicatore di una riflessione più accurata e deliberata. Tuttavia, studi successivi hanno messo in discussione questa lettura, suggerendo invece che un *first move time* prolungato potrebbe riflettere difficoltà nella formulazione di un piano efficace. A supporto di questa seconda interpretazione, vi sono evidenze che mostrano come l'esperienza nel compito porti a una riduzione significativa di questo indice, anche a parità di difficoltà dei problemi (Berg & Byrd, 2002), suggerendo che tempi più brevi possano riflettere una pianificazione più efficiente.

Una critica che è stata mossa al ToL è il ridurre la misura della difficoltà del problema al solo numero minimo di mosse necessarie per risolverlo. Tuttavia, numerosi studi hanno identificato altri parametri che influenzano la difficoltà dei singoli problemi nel ToL (Kaller et al., 2011). Un esempio viene riportato nella figura 4. Tra i parametri identificati vi sono la *search depth*, *goal hierarchy* (o *goal ambiguity*), numero di percorsi ottimali, alternative subottimali e conflitto globale-locale.



La *search depth* rappresenta il numero di mosse che devono essere pianificate prima che sia possibile eseguire la prima mossa utile, cioè quella che porta un oggetto nella sua posizione finale. Questo parametro implica una pianificazione anticipata e un uso importante della memoria di lavoro, poiché la persona deve tenere a mente una sequenza di azioni intermedie necessarie a preparare il percorso per la mossa obiettivo.

Con *goal hierarchy*, invece, si intende il grado di chiarezza o ambiguità dell'ordine delle mosse finali da compiere per raggiungere lo stato obiettivo. Una configurazione poco ambigua è, ad esempio, la "torre" in cui tutte le palline devono essere impilate su un'unica asta: in questo caso, è intuitivo stabilire l'ordine di impilamento (es. verde-blu-rossa), poiché vi è una sequenza evidente. In una configurazione parzialmente o completamente ambigua, le palline devono essere posizionate su due o tre aste diverse. In queste situazioni, non è immediatamente chiaro quale oggetto debba essere sistemato per primo: il soggetto deve esplorare e confrontare più possibilità d'azione, caratterizzando il problema come ad alta *goal hierarchy*, ovvero con elevata ambiguità nella pianificazione finale.

Tra gli altri parametri strutturali influenti categorizzati nella ricerca di Kaller et al. (2011) troviamo: il numero di percorsi ottimali, ovvero quante strade portano alla soluzione nel numero minimo di mosse; alternative subottimali, ad esempio mosse che la persona esegue correttamente verso l'obiettivo ma che portano a soluzioni composte da più mosse e richiedono più tempo e risorse mentali; conflitto globale-locale: mosse necessarie ma

che sembrano allontanare dalla soluzione poiché aumentano la distanza visiva dell'oggetto dalla sua posizione finale.

Dati questi aspetti cruciali, è stato creato un set standardizzato dei compiti del ToL che prendesse in considerazione anche la *search depth* e il *goal hierarchy*. Questo set è stato adottato nella versione ToL-Freiburg (ToL-F), che ha dimostrato adeguata affidabilità test-retest (Köstering et al., 2015) e validità di costrutto in un ampio campione sano dall'adolescenza alla vecchiaia (Debelak et al., 2016).

Tower of London - Freiburg version

Il ToL – F (*Tower of London – Freiburg version*; Kaller et al., 2016) è una versione computerizzata e standardizzata della classica versione ToL che è stata implementata con l'obiettivo di migliorare affidabilità e validità soprattutto per l'ambito clinico e diagnostico. Rispetto al ToL classico, la struttura, l'obiettivo e le regole restano invariate: tre aste di misura decrescente e tre palline (rossa, verde, e blu) da disporre in una configurazione obiettivo con il minor numero di mosse possibili e spostandole una alla volta. La differenza principale è la migliore struttura interna al test ottenuta tramite l'impostazione dei parametri (es.: *goal hierarchy*, *search depth*) per ottenere una maggiore affidabilità e validità del test. In particolare, il gruppo di ricerca composto da Kaller et al. (2011, 2016) avevano inizialmente creato un set completo di 32 problemi progettato in modo da tenere sotto controllo i vari parametri, di questi sono stati mantenuti 24 problemi che offrono un ampio spettro di difficoltà, migliore affidabilità psicométrica e tempi di somministrazione ragionevoli. Questi 24 problemi variano da 4 a 7 mosse minime per raggiungere l'obiettivo e sono i problemi inclusi nel ToL-F. La sua affidabilità è stata testata su un ampio campione di adulti e anziani e si è mostrata elevata lungo tutto l'arco della vita adulta ($\alpha = 0.713\text{--}0.755$, split-half $r > 0.70$) contro la scarsa affidabilità del ToL classico ($\alpha = 0.25$, split-half $r = 0.19$; Humes et al., 1997) supportando la validità clinica e diagnostica di questo strumento.

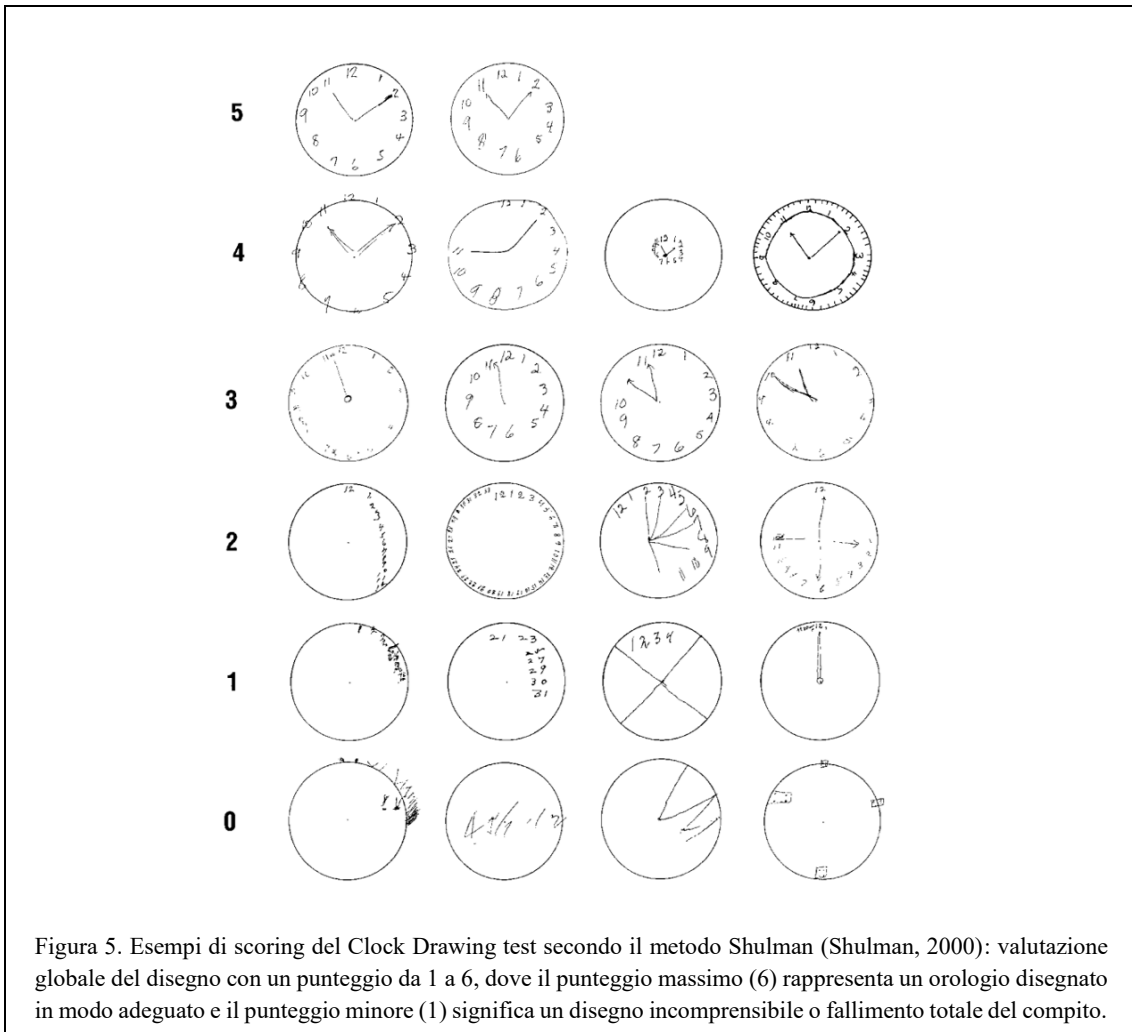
2.2.2 Clock Drawing Test

Il *Clock Drawing Test* (CDT; Freedman et al., 1994, *as cited in* Shulman, 2000) è ampiamente utilizzato nella valutazione neuropsicologica. Inizialmente è stato utilizzato come test per misurare disfunzioni parietali come neglect visuospatiale e disattenzione (Kaplan, 1988), mentre oggi viene utilizzato per valutare un'ampia gamma di funzioni cognitive: le abilità prassiche di costruzione, le abilità di rappresentazione mentale che permettono di recuperare l'immagine corretta dell'orologio, le abilità di pianificazione della disposizione dei numeri e, infine, valutare la capacità logica nel segnare un determinato orario. Essendosi dimostrato un test valido nello screening delle demenze (Pinto & Peters, 2009) oltreché rapido e di facile utilizzo, è spesso incluso in batterie di screening neuropsicologiche come nell'ENB-2 (Esame Neuropsicologico Breve 2; Mondini et al., 2011) e nel MoCa (*Montreal Cognitive Assessment*; Nasreddine et al., 2005).

Il compito originale consiste nel consegnare alla persona un foglio A4 con disegnato un quadrante tondo e l'istruzione è di disegnare un orologio composto da numeri e lancette posizionate su un orario specifico (11:10). Esistono diverse versioni del CDT, che hanno differenze nella modalità di somministrazione, istruzioni (con o senza cerchio pre-disegnato, orari richiesti differenti) e metodi di scoring diversi. Ad esempio, nell'ENB-2 lo scoring del CDT valuta tre elementi la cui somma darà il punteggio totale al test: correttezza dei numeri (0-4 punti), disposizione dei numeri (0-3 punti), disposizione delle lancette e la loro differente lunghezza (0-3 punti). Nel MoCa, invece, il partecipante deve disegnare l'orologio per intero, compreso il quadrante, il punteggio totale è di 3 ed è così distribuito: contorno (0-1 punto), numeri (0-1 punto) e lancette (0-1 punto). La meta-analisi di Park et al. (2018) evidenzia che lo scoring più accurato in termini di sensibilità diagnostica per la demenza è quello di Shulman (2000) che prevede una valutazione globale del disegno con un punteggio da 1 a 6: dove il punteggio massimo (6) rappresenta un orologio disegnato in modo adeguato e il punteggio minore (1) significa un disegno incomprensibile o fallimento totale del compito (Figura 5). I risultati della meta-analisi mostrano che il sistema di scoring di Shulman ha una sensibilità dell'82% ed una specificità del 75,7% e un'area sotto la curva (AUC) di 0,857, risultando il più accurato

tra i sistemi di punteggio analizzati per discriminare quadri di funzionamento cognitivo compromesso.

Nonostante molteplici studi confermano l'utilità del CDT come strumento per discriminare persone con declino cognitivo da individui sani (Arahamian et al., 2009; Pinto & Peters, 2009; Shulman, 2000), il CDT è stato spesso utilizzato anche per la valutazione specifica della funzione cognitiva di nostro interesse, la pianificazione, come descritto anche da Faria et al. (2015), che in una revisione sistematica ha identificato il CDT tra i sette test neuropsicologici più utilizzati per valutare le funzioni esecutive negli anziani, associandolo in particolare al dominio della pianificazione, insieme ad altri strumenti classici come il ToL e il BADS (*Behavioural Assessment of the Dysexecutive Syndrome* – BADS; Wilson et al., 1996).



2.2.3 Zoo Map Test

La BADS (*Behavioral Assessment of the Dysexecutive Syndrome*) è una batteria neuropsicologica che valuta le funzioni esecutive in contesti ecologici, con lo scopo di misurare abilità come pianificazione, inibizione, flessibilità cognitiva e problem solving in situazioni simili alla vita quotidiana. All'interno della batteria sono compresi sei subtest, tra cui lo *Zoo Map Test*, spesso utilizzato in ambito di ricerca per valutare la pianificazione (Allain et al., 2005; Faria et al., 2015). Lo *Zoo Map Test* prevede di fornire al partecipante una mappa rappresentante uno zoo assieme ad istruzioni relative ai luoghi da visitare (es.: la gabbia dei leoni) e regole da seguire (es. utilizzare i percorsi segnati una sola volta).

Nel compito sono previste due prove. In entrambe, i partecipanti devono far visita a 6 luoghi (in totale sono 12), ma le istruzioni di ciascuna prova sono diverse. Nella prima prova, i partecipanti devono pianificare autonomamente il percorso per visitare una selezione di luoghi ed evitarne altri, rispettando nel frattempo alcune regole. Questa prima parte è ad alta richiesta e permette di valutare la pianificazione spontanea in una condizione minimamente strutturata, poiché i partecipanti per poter evitare errori devono saper stabilire in anticipo l'ordine con cui visitare i luoghi, in presenza di minori indicazioni. Diversamente, nella seconda prova vengono fornite istruzioni più numerose e precise sull'ordine in cui i luoghi devono essere visitati. A differenza della prima parte, questa è altamente strutturata: riduce fortemente l'impiego della pianificazione autonoma ed è considerata a bassa richiesta.

La performance viene valutata con il seguente scoring:

- Punteggio sequenza: 1 punto per ogni sequenza corretta, ovvero ogni luogo visitato secondo istruzioni;
- Tempo di pianificazione: tempo di riflessione
- Tempo di esecuzione: tempo impiegato per disegnare l'intero percorso
- Totale errori: utilizzo ripetuto dei percorsi, deviazioni dai percorsi, mancanza di una linea continua, visite a luoghi inappropriati.

Questo test è stato ampiamente utilizzato per indagare le differenze tra pianificazione spontanea ed esecuzione guidata. Tuttavia, nonostante la sua diffusione, diversi autori hanno sottolineato alcuni limiti metodologici, tra cui la difficoltà nel distinguere in modo

netto la fase di formulazione da quella di esecuzione, dato che non viene richiesto esplicitamente di scrivere il piano prima dell'avvio (Sanders & Schmitter-Edgecombe, 2012). Nonostante ciò, il compito rimane una delle poche prove neuropsicologiche a includere un contesto ecologico per la valutazione della pianificazione, rendendolo ancora oggi uno strumento utile soprattutto all'interno di batterie più ampie per lo studio delle funzioni esecutive.

2.2.4 Porteus Maze Test

Il *Porteus Maze Test* (PMT) è uno strumento neuropsicologico sviluppato da Stanley Porteus agli inizi del ventesimo secolo come test che integrasse lo *Stanford-Binet Intelligence Test*, ideato per valutare la capacità di pianificazione in situazioni controllate. L'origine del test è fondata sull'idea che la pianificazione anticipata (*prehearsal*) costituisse un elemento base dell'intelligenza (Porteus, 1965 *as cited in* Tuvblad et al., 2017).

Il compito richiede al partecipante di risolvere il percorso del labirinto tracciando un percorso continuo con una matita, evitando di attraversare linee, imboccare vicoli ciechi o sollevare lo strumento. La *Vineland Revision* è la versione standard più ampiamente utilizzata e comprende 12 labirinti unici con difficoltà crescente. Le altre due versioni (*Extension e Supplement Series*) sono ideate per controllare l'effetto pratica ed entrambe integrano ma non sostituiscono la versione originale. Lo scoring del PMT avviene considerando tre indici:

- *Test Age* (TA): il livello del labirinto più alto superato correttamente e il numero totale di tentativi.
- *Qualitative Score* (Q-Score): errori nello stile di esecuzione e strategia (es.: direzioni errate, linee ondulate). La valutazione è di tipo qualitativo.
- Il *Test Quotient* (TQ): rapporto tra età cronologica del soggetto e il Test Age. Utilizzato per valutare la capacità di pianificazione in relazione all'età del soggetto.

Il successo complessivo nel progredire attraverso i vari livelli del test è misurato con il TA e il Q-Score. Se il punteggio TA riflette la capacità di pianificare (*prehearsal*), il Q-Score rappresenta comportamenti impulsivi che ostacolano l'esecuzione del test (es:

comportamento disattento). Gli errori che influenzano questi punteggi sono denominati rispettivamente *Test Age Errors* ed Errori Qualitativi (*Qualitative Errors*) (Gow & Ward, 1982). Poiché il PMT è un test non verbale, esso è ampiamente utilizzato anche in contesti in cui le differenze linguistiche possono costituire un ostacolo. Nonostante non si tratti di uno strumento recente e la letteratura non fornisca istruzioni di somministrazione chiare e standardizzate (Krikorian & Bartok, 1998), esso rimane comunque un test economico, rapido (10-15 minuti) e di comune utilizzo anche nella ricerca.

Il PMT è stato impiegato anche in ambito clinico per valutare la pianificazione in soggetti con MCI. In questa popolazione il punteggio TA si è rivelato efficace nel discriminare soggetti con compromissione cognitiva, e il Q-Score ha permesso di avere una misura sul livello di disinibizione comportamentale. Alcuni studi supportano l'evidenza che persone con MCI tendano a ottenere punteggi inferiori rispetto ai controlli cognitivamente integri, soprattutto nei labirinti più complessi (Zhang et al., 2007).

2.3 Risultati delle valutazioni della pianificazione

La presente sezione sintetizza e confronta i risultati emersi dagli articoli inclusi nella revisione sistematica riguardanti la valutazione della pianificazione come funzione esecutiva distinta nei soggetti anziani sani (invecchiamento sano) e nei soggetti con MCI. Come specificato nella parte iniziale di questo capitolo (2.1.3) la selezione degli studi è avvenuta tramite lettura integrale di 39 articoli: 24 per la condizione "invecchiamento sano" e 15 per la condizione MCI. Di questi, sono stati inclusi nella revisione finale 22 articoli per l'invecchiamento sano e 12 per l'MCI, sulla base del rispetto simultaneo dei cinque criteri di inclusione definiti in fase metodologica. Tali studi costituiscono la base per le analisi successive e sono sintetizzati in Appendice A.

2.3.1 La valutazione della pianificazione negli anziani sani

Negli studi che hanno indagato la pianificazione negli anziani cognitivamente sani emerge un quadro coerente: con l'avanzare dell'età, si osserva un declino specifico della funzione pianificatoria, rilevabile anche in assenza di deterioramento clinico manifesto. La pianificazione, intesa come la capacità di anticipare, organizzare e sequenziare azioni

finalizzate a un obiettivo, risulta particolarmente sensibile alla complessità del compito, alla velocità di elaborazione, alla disponibilità di risorse cognitive residue (es. memoria di lavoro, flessibilità cognitiva) e a fattori socioculturali come il livello di istruzione e lo status socioeconomico. I risultati vengono di seguito organizzati per strumento di valutazione, integrando le variabili modulanti ove pertinenti.

Il test ToL è lo strumento più frequentemente impiegato. Köstering, Leonhart et al. (2016) hanno esaminato un ampio campione composto da 106 anziani cognitivamente sani (età media = 71.50; SD = 6.58) e 69 giovani adulti (età media = 28.84; SD = 8.77). I risultati hanno mostrato un chiaro declino associato all'età nella percentuale di problemi risolti con il numero minimo di mosse: i giovani hanno ottenuto una media dell'83.27% (SD = 10.17) di accuratezza complessiva, contro il 64.15% (SD = 14.21) degli anziani. Il divario si conferma anche nei sottotipi di problemi: nei problemi con bassa richiesta di profondità di ricerca (*search depth*), i giovani raggiungono una media dell'85.75% (SD = 11.08), rispetto al 68.48% (SD = 15.77) degli anziani; nei problemi con alta richiesta di profondità di ricerca, la media è dell'80.80% (SD = 13.51) per i giovani e del 59.83% (SD = 17.81) per gli anziani. Anche Köstering et al. (2014) esplorando la sensibilità del ToL manipolano la *search depth* e l'ambiguità dell'obiettivo (*goal ambiguity*) in un campione di 61 anziani (età media = 68.2; SD = 4.9) e 42 giovani (età media = 25.6; SD = 3.7). L'effetto principale della *search depth* è marcato ($F(1,101) = 26.85, p < .001; \eta^2 = .21$) e interagisce significativamente con l'età ($F(4,101) = 3.81, p = .006; \eta^2 = .13$). Gli anziani mostrano maggiori difficoltà nei problemi che richiedono più passaggi intermedi, mentre l'ambiguità dell'obiettivo ha un impatto meno evidente.

Phillips et al. (2006), su un campione di 39 anziani (età media = 69.5; SD = 5.5) e 39 giovani (età media = 24.8; SD = 2.0), evidenziano che gli anziani eseguono più mosse rispetto al minimo richiesto ($M = 9.6; SD = 5.7$) rispetto ai giovani ($M = 3.5; SD = 3.4$), con una correlazione positiva tra età e numero di mosse ($r = .555, p < .001$). I modelli di regressione indicano che l'età contribuisce significativamente alla variabilità della performance ($\Delta R^2 = .054, p = .022$), con un effetto che si rafforza quando si controllano variabili come istruzione ($\Delta R^2 = .124, p = .002$) e velocità di elaborazione ($\Delta R^2 = .133, p = .001$). Ferguson et al. (2021), con un approccio polinomiale su un campione totale di 350 adulti dai 10 agli 86 anni (inclusi 78 anziani; età media = 72.71; SD = 5.64; rapporto F:M = 49:29), mostrano un declino progressivo a partire dalla terza decade, con un plateau

oltre i 70 anni; l'inclusione di quoziente intellettivo e status socioeconomico aumenta la varianza spiegata fino al 20% ($R^2 = .20$, $p < .001$), suggerendo che le differenze interindividuali giocano un ruolo rilevante.

Satler et al. (2017) utilizzano una versione adattata del ToL su un campione di 33 anziani sani (età media = 70.8; SD = 7.07). I risultati indicano: punteggio di successo medio = 34.12 (SD = 14.11), tempo di esecuzione = 241.19 secondi (SD = 76.10), *rule breaking* = 1.96 (SD = 2.33), *closing-in behavior* = 0.11 (SD = 0.50), *hesitation behavior* = 18.18 (SD = 10.93). Queste misure offrono un profilo dettagliato dei comportamenti pianificatori, arricchendo l'analisi qualitativa della performance.

Studi longitudinali, seppur rari, confermano questi risultati. Unterrainer et al. (2024) analizzano un ampio campione di 1.254 anziani tra i 60 e gli 80 anni (età media di baseline = 68.7; SD = 5.4). I risultati mostrano un declino della performance al ToL lungo un periodo di cinque anni ($F(1,4016) = 334.36$, $p < .001$), con un effetto dell'età moderato ($\eta^2 = .059$). Anche l'interazione tra tempo di esecuzione ed età è significativa ($F(1,4016) = 28.86$, $p < .001$; $\eta^2 = .002$), indicando un peggioramento legato all'invecchiamento progressivo.

Anche il test ToH viene utilizzato per valutare la pianificazione in condizioni controllate. Sorel e Pennequin (2008) lavorano su un campione suddiviso in tre gruppi: 15 giovani (età media = 24.3), 15 anziani giovani (età media = 65.1) e 16 anziani con età maggiore (età media = 75.6). Il tempo medio di completamento della versione a quattro dischi aumenta significativamente con l'età ($F(2,43) = 7.41$, $p < .01$): dai 91.38 secondi (SD = 25.40) nei giovani ai 148.38 secondi (SD = 48.61) negli anziani più anziani. Inoltre, cresce significativamente anche il numero di errori procedurali ($F(2,43) = 8.29$, $p < .01$). Le analisi di regressione identificano nella velocità di elaborazione il predittore principale della prestazione ($R^2 = .3686$), seguita dalla flessibilità cognitiva nei compiti più semplici ($R^2 = .5833$).

Un approccio complementare ai test tradizionali è rappresentato dai compiti con elevata validità ecologica, che valutano la pianificazione in contesti più simili alla vita quotidiana. In questi paradigmi, è possibile osservare sia la qualità della formulazione del piano sia la sua esecuzione. Ad esempio, Sanders & Schmitter-Edgecombe (2017) hanno utilizzato l'*Amap Task*, un compito ecologico svolto in un appartamento reale, che richiede di pianificare e poi eseguire una serie di azioni seguendo una mappa. I risultati di questo

studio hanno riportato che gli adulti anziani (OAs; età media = 71.3) includono un numero significativamente inferiore di sotto-compiti nella loro pianificazione (formulazione meno accurata: $t(46) = 2.46, p < .05$), e mostrano prestazioni inferiori nella fase esecutiva, sia in termini di accuratezza ($F(1,92) = 11.8, p = .001$), sia di efficienza ($F(1,92) = 5.67, p < .05$) rispetto ai giovani adulti (YAs; età media = 20.5). Questo indica che, rispetto ai giovani, gli anziani non solo pianificano meno in dettaglio, ma eseguono anche i compiti in modo più disorganizzato e con più errori. Nel *Day Out Task* (DOT), un compito naturalistico che richiede la pianificazione e l'organizzazione di otto attività quotidiane simulate, Brown e Schmitter-Edgecombe (2020) hanno confrontato le performance di 154 adulti cognitivamente sani (età media ≈ 68 anni), suddivisi in due gruppi: uno con una fase di pianificazione iniziale ($n = 78$) e uno senza ($n = 76$). I risultati non hanno evidenziato differenze significative tra i gruppi in termini di accuratezza, efficienza o durata dell'esecuzione. Tuttavia, nel solo gruppo con pianificazione, la qualità del piano iniziale si è dimostrata predittiva di alcuni aspetti della performance. In particolare, l'efficienza del piano (*Plan Efficiency*), ovvero la coerenza e l'ordine funzionale con cui venivano organizzate le attività, ha predetto in modo significativo l'efficienza esecutiva ($\beta = .51, p < .001; \Delta R^2 = .21$). Inoltre, piani contenenti un numero maggiore di *Task Relevant Associations*, ovvero legami concettualmente pertinenti tra sotto-obiettivi, come la combinazione di oggetto, luogo e azione (“prendere la mappa dal tavolo della sala da pranzo”), erano associati a una durata inferiore nell'esecuzione del compito ($\beta = -.23, p = .05; \Delta R^2 = .09$). Questi risultati suggeriscono che non è tanto la semplice pianificazione a migliorare la performance, quanto la qualità e la profondità con cui viene formulato il piano iniziale. Brown e Schmitter-Edgecombe (2024), in un campione di 65 anziani cognitivamente sani (età media = 70.92; SD = 8.07), hanno validato l'*Overnight Trip Task* (OTT), un compito ecologico di pianificazione proposto in due versioni: una cartacea (clinic OTT), in cui si richiede di scrivere cosa portare per un viaggio ipotetico seguendo una storia con regole e contingenze, e una reale (RW-OTT), in cui i partecipanti preparano fisicamente una borsa a casa propria sulla base delle stesse istruzioni. I risultati mostrano che il punteggio cartaceo predice in modo indipendente e significativo la qualità della prestazione reale ($t = 3.23, p = .002; \Delta R^2 = .12$), anche considerando altri fattori cognitivi. Inoltre, il clinic OTT si è dimostrato in grado di predire, seppur più modestamente, anche

il livello di autonomia riferito nelle attività quotidiane (IADL-C: $t = 2.12$, $p = .04$; $\Delta R^2 = .07$).

Allain et al. (2005) hanno esplorato la pianificazione negli anziani attraverso un compito a elevata validità ecologica, lo *Zoo Map Test*, tratto dalla batteria BADS. Il campione includeva 18 anziani cognitivamente sani (età media = 80.3 anni) e 16 giovani (età media = 28.6 anni). I risultati hanno mostrato che, nella condizione di formulazione autonoma, ad alto carico di pianificazione, gli anziani faticavano maggiormente rispetto ai giovani: impiegavano più tempo a disegnare il percorso (tempo di esecuzione: $M = 227.5$ s vs 97.3 s; $F = 10.1$, $p = .002$), ottenevano punteggi più bassi nella corretta sequenza delle tappe (sequencing score: $M = 4.9$ vs 2.4 ; $F = 7.9$, $p = .006$) e commettevano un numero significativamente maggiore di errori, come deviare dai percorsi o ripassare più volte sullo stesso ($M = 3.3$ vs 0.7 ; $F = 8.5$, $p = .004$). Tuttavia, il tempo di pianificazione mentale (*thinking time*) non differiva significativamente tra i gruppi ($F = 0.9$, $p = .35$), suggerendo che la difficoltà non riguarda tanto il tempo dedicato alla pianificazione quanto la qualità della strategia elaborata. Nel complesso, lo studio evidenzia una compromissione selettiva della pianificazione autonoma negli anziani: pur mantenendo intatte le capacità di eseguire piani già strutturati, risultano meno efficaci nell'organizzare in modo indipendente una sequenza complessa di azioni orientate a un obiettivo.

Nonostante la coerenza dei risultati, emergono diverse criticità metodologiche. Molti studi si basano su campioni altamente istruiti e selezionati su base volontaria in un contesto urbano (es. Köstering, Leonhart et al., 2016; Phillips et al., 2021; Jablonska et al., 2022; Dion et al., 2022), introducendo un potenziale bias di selezione. In alcuni casi, i gruppi analizzati contano meno di 20 partecipanti, limitando la potenza statistica delle analisi (es. Sorel e Pennequin, 2008; Allain et al., 2005). Inoltre, l'ampia prevalenza di disegni cross-sectional impedisce di monitorare l'evoluzione intraindividuale delle capacità pianificatorie nel tempo e l'assenza di follow-up non permette di verificare la predittività funzionale. Nonostante l'impatto della competenza tecnologica non sia stato esplicitamente considerato, l'uso di strumenti digitali, come versioni computerizzate del Tower of London (Unterrainer et al., 2024; Phillips et al., 2006; Jablonska et al., 2022) o test con acquisizione digitale dei tracciati grafici come il *Digital Clock Drawing Test* (Dion et al., 2022), potrebbe penalizzare i partecipanti con scarsa familiarità tecnologica, compromettendo la validità ecologica dei risultati. In sintesi, la letteratura evidenzia un

declino della pianificazione negli anziani sani, più marcato nei compiti con alta complessità cognitiva o richiedenti elaborazione autonoma.

2.3.2 La valutazione della pianificazione in condizione MCI e confronto

La letteratura esaminata sui soggetti con MCI restituisce un quadro complesso ma coerente: la pianificazione risulta compromessa in modo più marcato rispetto all'invecchiamento sano, con differenze che emergono sia a livello di accuratezza sia nei tempi di esecuzione e nei pattern strategici.

L'utilizzo ricorrente del test ToL in versioni standard e computerizzate mostra una convergenza di risultati tra studi diversi. Nei soggetti con MCI, la prestazione globale è sistematicamente inferiore rispetto a quella degli anziani sani, con punteggi medi più bassi (es. de Paula et al., 2012: MCI = 27.50; controlli = 29.95, $p < .001$), maggior numero di mosse (Johns et al., 2012: MCI = 7.19; controlli = 6.30) e tempi di completamento più lunghi (34.00 vs 23.30 secondi), anche a parità di carico cognitivo. Nella versione computerizzata ToL-F (Köstering et al., 2015), i MCI risolvono in media il 44.54% dei problemi nel numero minimo di mosse, mentre i controlli ottengono circa il 55%, con un effetto statisticamente significativo ($F = 6.02$, $p = .018$). Le difficoltà aumentano all'aumentare della profondità di pianificazione richiesta (*goal hierarchy, search depth*), come già osservato anche nei soggetti sani (Köstering et al., 2014), ma nei MCI l'effetto è più drastico, evidenziando una soglia più bassa di tolleranza alla complessità.

Un ulteriore elemento di differenziazione qualitativa riguarda il controllo strategico: i MCI mostrano tassi più elevati di *rule breaks* e *online-planning errors* (Köstering, Schmidt et al., 2016), indicativi di una minore capacità di mantenere le regole del compito e di adattare il piano in corso d'opera. Nei controlli sani, anche in età avanzata, questi errori sono meno frequenti e correlano debolmente con la performance globale, mentre nei MCI rappresentano marcatori sensibili della compromissione.

Nei compiti ad alta validità ecologica, il divario tra MCI e anziani cognitivamente sani si fa più netto. Sanders et al. (2014), impiegando l'*Amap Task*, una simulazione domestica in ambiente reale, hanno rilevato differenze significative sia nella formulazione che nell'esecuzione del piano. I soggetti con MCI riportano in media un numero significativamente inferiore di attività correttamente pianificate su carta (*formulation*

accuracy: $M = 7.70$; $SD = 5.25$; controlli = 12.46 ; $SD = 4.50$; $p < .001$; $d = 0.96$), e risultano anche meno efficienti nella strutturazione del percorso (*formulation efficiency*: $MCI = 0.92$; $OA = 2.00$; $p < .001$). Nella fase esecutiva, completano un numero inferiore di compiti corretti (*execution accuracy*: $M = 15.05$ vs 17.32 ; $p = .001$) e impiegano più tempo (7.89 minuti vs 6.86 ; $p < .05$). Inoltre, l'esecuzione è meno strategica (*execution efficiency*: $MCI = 1.43$; $OA = 3.14$; $p < .001$) e meno coerente con il piano iniziale (*route adherence*: $M = 0.28$ vs 0.66 ; $p < .001$), con un effetto molto marcato ($d = 1.38$). Questi dati indicano una compromissione simultanea delle fasi di pianificazione e di attuazione, che si traduce in piani meno strutturati e in azioni meno efficienti e coerenti, anche in condizioni di alta rilevanza ecologica. La formulazione e l'esecuzione risultano quindi indipendentemente compromesse, in linea con quanto osservato negli anziani sani da Brown e Schmitter-Edgecombe (2020, 2024), ma con valori decisamente più bassi e pattern più disorganizzati nei MCI.

Anche l'uso di tecnologie digitali consente di evidenziare differenze tra MCI e anziani sani. Dion et al. (2022), utilizzando il *Digital Clock Drawing Test* (dCDT), hanno confrontato la precisione esecutiva nella condizione di disegno su comando, misurata attraverso il *digit misplacement* (errore angolare medio). I partecipanti con MCI riportano uno scarto maggiore ($M = 112.18^\circ$, $SD = 63.08$) rispetto ai non-MCI ($M = 68.76^\circ$, $SD = 32.59$), con una differenza significativa anche dopo aver controllato per la riserva cognitiva, ovvero eliminando statisticamente l'effetto confondente di questo fattore ($F(1,186) = 21.08$, $p < .001$, $\eta^2 = 0.103$). Anche nella condizione di copia del disegno si osserva una differenza significativa, seppur meno marcata (MCI: $M = 84.34^\circ$, $SD = 37.55$; non-MCI: $M = 65.26^\circ$, $SD = 25.76$; $F(1,187) = 6.99$, $p = .037$). Risultati critici in questa misura, seppur meno utilizzata nella letteratura sulla pianificazione, si associano a prestazioni peggiori in compiti visuo-spaziali e astratti (es. *Matrix Reasoning*, $r = -.318$) e a una ridotta connettività funzionale tra il nucleo basale di Meynert e la corteccia cingolata anteriore ($p < .001$). Sul piano delle relazioni fra funzioni esecutive, la pianificazione nei MCI mostra un pattern di interdipendenza più rigido rispetto ai controlli. Ávila et al. (2015) evidenziano, con un'analisi di mediazione, che l'effetto della pianificazione sulla copia visuo-costruttiva è in parte mediato dalla memoria di lavoro e dalla flessibilità cognitiva, mentre l'inibizione non ha un ruolo statisticamente significativo. Anche Corbo et al. (2024), come indicato già nel capitolo 1, mostrano che

nei MCI la flessibilità cognitiva predice la pianificazione ($R^2 = 0.27$, $p = .008$), mentre nei controlli sani questa relazione non risulta significativa. Questo potrebbe suggerire che l'integrazione esecutiva nei MCI sia dunque meno plastica e più vulnerabile alla disfunzione di altri singoli domini.

Due studi inclusi nella revisione offrono prospettive cliniche diverse ma complementari sul ruolo della pianificazione nei soggetti con MCI. Junquera et al. (2020) mostrano che la classificazione *dysexecutive* dell'MCI, ottenuta tramite cluster analysis su un insieme di funzioni esecutive, tra cui la pianificazione (valutata attraverso lo *Zoo Map Test*), predice significativamente la conversione a demenza dopo un anno, spiegando il 63% della varianza ($F(1, 68) = 116.25$, $p < .001$, $R^2 = 0.63$). Al contrario, la classificazione tradizionale dell'MCI, che non si basa su profili cognitivi differenziati, non è risultata un predittore significativo della conversione ($F(1, 68) = 5.09$, $p = .955$, $R^2 = 0.07$). Aretouli e Brandt (2010), d'altro canto, concentrandosi sul funzionamento quotidiano, osservano che solo la memoria di lavoro, tra tre componenti esecutive (pianificazione/problem solving, *working memory* e *judgment*), predice modestamente le difficoltà funzionali nei MCI (IQCODE: $R^2 = .071$, $p = .003$) mentre la pianificazione non mostra effetti significativi. Questi risultati suggeriscono che il valore clinico della pianificazione può variare sensibilmente in funzione dell'*outcome* considerato: risulta predittiva nei confronti dell'evoluzione patologica, ma meno rilevante per la spiegazione delle difficoltà nella vita di tutti i giorni nella popolazione con lieve compromissione cognitiva, almeno secondo gli articoli inclusi in questa revisione esplorativa.

Nonostante la coerenza dei risultati, gli studi inclusi presentano diverse criticità metodologiche. In primo luogo, la numerosità dei campioni è spesso ridotta (es. in Dion et al., 2022, MCI: $n = 28$; in Sorel & Pennequin, 2008, anziani sani: $n = 15$; in Phillips et al., 2003, anziani sani: $n = 36$; in Zhang et al., 2007, MCI: $n = 32$), riducendo la potenza statistica e la generalizzabilità. Questo fattore potrebbe essere rilevante per la spiegazione di un dato apparentemente anomalo che emerge in Ávila et al. (2015), dove il gruppo di controllo ha ottenuto punteggi medi al Tower of London inferiori rispetto ai gruppi con *amnesic* MCI (aMCI) e *multiple domain amnesic* MCI (mdaMCI) ($M = 21.54$ vs 25.79 e 22.28 , rispettivamente). Gli autori attribuiscono questa inversione alla variabilità interindividuale e all'assenza di differenze significative tra controlli e soggetti aMCI su tutte le misure neuropsicologiche. Tuttavia, ciò solleva interrogativi sull'affidabilità

diagnostica o sulla composizione del campione di controllo. Inoltre, la presenza di sottotipi MCI eterogenei, come aMCI, mdaMCI e *non-amnestic* MCI (naMCI), è riportata in modo descrittivo, ma non sempre gestita analiticamente, limitando la possibilità di esplorare differenze intra-gruppo. In diversi casi (es. Köstering et al., 2015; de Paula et al., 2012), non vengono valutate parallelamente funzioni esecutive accessorie, impedendo di isolare la specificità del deficit. Infine, la scarsa replicabilità di alcuni compiti pur con buona validità ecologica (es. *Amap task*), l'elevato livello educativo di molti partecipanti, la scarsa rappresentatività etnica e l'assenza di follow-up longitudinali contribuiscono a ridurre la robustezza dei risultati.

In sintesi, rispetto all'invecchiamento sano, la compromissione della pianificazione nei MCI risulta più ampia e marcata. I dati disponibili evidenziano un pattern di deterioramento che coinvolge non solo la pianificazione iniziale ma anche l'adattamento online, la coerenza esecutiva e la tenuta strategica. Gli strumenti ecologici e digitali si dimostrano particolarmente sensibili nel rilevare queste alterazioni. Tuttavia, la variabilità metodologica e la carenza di standardizzazione rendono necessarie ulteriori ricerche con disegni longitudinali, campioni ampi e strumenti comparabili, per chiarire il ruolo predittivo e diagnostico della pianificazione nei quadri di deterioramento cognitivo lieve.

CAPITOLO 3 – I training della pianificazione nell’invecchiamento sano e MCI

Nel panorama degli interventi rivolti al potenziamento delle funzioni esecutive nell’invecchiamento, la pianificazione costituisce un’area ancora poco esplorata e spesso inglobata all’interno di programmi volti a migliorare più domini cognitivi in modo congiunto. Tale marginalità emerge chiaramente anche nelle più recenti revisioni sistematiche. Un esempio emblematico è rappresentato dal lavoro di Ye et al. (2024): la revisione ha incluso 42 studi sull’esercizio aerobico negli adulti di mezza età e anziani sani, ma ha potuto analizzare gli effetti sulla pianificazione soltanto in 5 di essi (presenti campioni d’età media di 69 anni). Non solo il numero risulta esiguo, ma anche la modalità di valutazione si rivela metodologicamente debole: quattro studi su cinque hanno utilizzato test di ragionamento astratto, come le matrici di Raven, che risulta scarsamente specifico rispetto ai processi pianificatori in senso stretto poiché non permette di cogliere aspetti peculiari legati all’organizzazione sequenziale, alla gestione gerarchica degli obiettivi o all’autocorrezione online, elementi centrali nella definizione neuropsicologica della pianificazione. Solo uno studio ha impiegato un test più vicino all’uso ecologico della pianificazione, ovvero il *Clock Drawing Test*. In linea con queste premesse, i risultati aggregati della meta-analisi non hanno evidenziato un effetto significativo dell’esercizio aerobico su questo dominio ($g = 0.094$, $p = .440$). Tuttavia, gli stessi autori riconoscono che l’assenza di effetto potrebbe essere attribuita proprio al numero troppo esiguo di studi disponibili e alla scarsa rappresentatività metodologica dei test impiegati, raccomandando espressamente che future ricerche si focalizzino in modo più mirato sulla pianificazione.

Una conferma in tal senso proviene dalla revisione esplorativa di Cai et al. (2024) che, pur includendo un numero molto più ampio di studi ($n = 91$), rileva che solo 7 studi includevano misure esplicite di pianificazione, a fronte di una larga maggioranza di articoli focalizzati su memoria di lavoro, inibizione e *shifting*. Pur affermando che l’esercizio fisico, in particolare nelle sue forme combinate (MIX), ha un impatto positivo

sulle funzioni esecutive senza svolgere una meta-analisi quantitativa con calcolo di *effect size*, gli autori non forniscono un'analisi separata degli esiti specifici per la pianificazione. Un'ulteriore conferma di questa marginalità emerge anche nel contesto dei training rivolti a soggetti con MCI. La revisione sistematica condotta da Gates et al. (2011), pur focalizzandosi sull'efficacia dei training nella prevenzione del declino cognitivo, include solo 10 studi, di cui 6 con esercizi cognitivi ripetitivi, 4 basati su strategie mnemoniche, e nessuno di questi si propone di potenziare direttamente la pianificazione come funzione target. Le misure adottate per valutare gli esiti cognitivi sono prevalentemente globali o riferite alla memoria, e quando compaiono miglioramenti sul funzionamento quotidiano, ad esempio nelle attività strumentali della vita quotidiana (IADL), l'effetto è attribuito al training nel suo complesso, senza distinzione dei contributi specifici delle singole componenti esecutive. Gli autori sottolineano l'esigenza di futuri studi che distinguano con maggiore chiarezza le modalità e gli obiettivi dei training cognitivi, raccomandando in particolare l'inclusione di misure ecologiche e clinicamente rilevanti, come appunto l'impatto su IADL. Anche in questo caso, dunque, la pianificazione risulta più evocata che direttamente indagata, e la sua presenza resta implicita o secondaria rispetto ad altri domini.

Queste considerazioni sollevano interrogativi importanti sia dal punto di vista della ricerca che della pratica clinica: ci si chiede, ad esempio, se esistano programmi di training che mirino direttamente alla pianificazione e come essa venga definita e misurata nei protocolli, pur trattata come esito secondario e non come obiettivo primario.

Per rispondere a queste domande si è ritenuto utile condurre una revisione esplorativa degli studi che includano la pianificazione come componente esecutiva coinvolta esplicitamente nei training rivolti a soggetti anziani sani e con MCI, con lo scopo di tracciare una mappatura qualitativa utile a chiarire lo stato dell'arte e a identificare aree di criticità e potenzialità future. Il presente capitolo si pone quindi in continuità con quanto discusso nel Capitolo 2, completando l'analisi della pianificazione non più dal lato della valutazione, ma da quello dell'intervento, ossia rispetto alle strategie adottate per potenziare questa abilità.

3.1 Metodologia della ricerca bibliografica

Coerentemente con quanto descritto nel Capitolo 2.1, anche per l'identificazione degli studi relativi agli interventi di potenziamento della pianificazione è stata adottata una metodologia strutturata e trasparente, ispirata al PRISMA Statement 2020 (Page et al., 2021). L'obiettivo di questa fase è selezionare, tramite criteri predefiniti, studi in cui si utilizzano training sulle funzioni esecutive, in cui la pianificazione sia esplicitamente coinvolta, in popolazioni di anziani sani e soggetti con MCI. Pur trattandosi di una revisione a scopo esplorativo, è stata mantenuta una distinzione sistematica tra le due condizioni cliniche, replicando l'approccio metodologico già utilizzato nel capitolo precedente, al fine di garantire coerenza, replicabilità e chiarezza nell'analisi dei risultati.

3.1.1 Fase di identificazione

La ricerca bibliografica è stata condotta a marzo 2025, utilizzando due motori di ricerca: PubMed e PsycINFO (tramite piattaforma EBSCO) per ciascuna delle due condizioni di interesse, invecchiamento sano e MCI. Sono state quindi utilizzate 4 query distinte, come illustrato nella Tabella 6, a cui sono stati applicati filtri per selezionare esclusivamente studi in lingua inglese, sottoposti a peer-review, ed escludere tesi di laurea o dissertazioni. Coerentemente alla ricerca effettuata per la valutazione della pianificazione, non è stato impostato alcun limite anagrafico al fine di non escludere a priori studi che, pur includendo anche partecipanti sotto i 60-65 anni, potessero comunque fornire dati rilevanti per l'invecchiamento sano o per la condizione MCI. Questa struttura ha permesso di mantenere separate le due popolazioni target fin dalla fase di raccolta dei dati, rendendo più agevole la successiva analisi dei risultati.

I risultati ottenuti per la condizione invecchiamento sano sono stati: 22 articoli da PubMed e 18 da PsycINFO (EBSCO). Inoltre, sono stati inseriti da fonte esterna, ovvero da Google Scholar, 2 studi attinenti a questa condizione (Kalbe et al., 2018; Lima-Silva et al., 2012), che al netto dei 10 duplicati trovati portano a un totale di 32 risultati utili da sottoporre allo screening. Per la condizione "MCI" sono invece stati identificati 3 articoli da PubMed e 2 da PsycINFO, di cui 1 duplicato per un totale di 5 risultati unici. Tutti i risultati sono

stati esportati in formato digitale e organizzati in base alla popolazione di riferimento per permettere un'analisi più agevole di titolo e abstract nella fase successiva.

Motore di ricerca	Query	Inv. sano / MCI	Nr. risultati
Pubmed	planning[Title/Abstract] AND training[Title/Abstract] AND (executive function) AND (aging[Title/Abstract] OR older adults[Title/Abstract] OR elderly[Title/Abstract] OR MCI[Title/Abstract])	Invecchiamento sano	22
PsychINFO	AB planning AND AB training AND executive function AND (AB aging OR AB older adults OR AB elderly)	Invecchiamento sano	18
Pubmed	planning[Title/Abstract] AND training[Title/Abstract] AND executive function AND (mild cognitive impairment[Title/Abstract] OR MCI[Title/Abstract])	MCI	3
PsychINFO	AB planning AND AB training AND executive function AND (AB mild cognitive impairment OR AB MCI)	MCI	3

Tabella 6. Prospetto delle query utilizzate per la ricerca dei training dell'invecchiamento sano/MCI e del numero dei risultati trovati nel marzo 2025.

3.1.2 Fasi di screening e inclusione

La fase di screening iniziale è stata condotta esclusivamente attraverso la lettura di titolo e abstract degli articoli, con l'obiettivo di individuare studi potenzialmente eleggibili per l'inclusione. Per la condizione "invecchiamento sano", i risultati provenienti da PubMed (22 articoli), PsycINFO (8 articoli unici dopo la deduplicazione) e da fonte esterna (2 articoli da Google Scholar) sono stati unificati e sottoposti a screening congiunto, per un totale di 32 articoli.

Di questi, 20 articoli sono stati scartati per i seguenti motivi:

- in 10 casi l'intervento non riguardava la pianificazione;
- in 4 casi il campione non era costituito da anziani sani (ma da caregiver, soggetti con MCI o altre patologie);
- in 2 casi si trattava di studi ancora in fase di sviluppo, privi di risultati sperimentali;
- in 3 casi erano meta-analisi, revisioni o commenti editoriali privi di dati originali;
- in 1 caso si trattava di uno studio osservazionale senza intervento.

In totale, per la condizione "invecchiamento sano", 12 articoli sono stati ammessi alla fase full-text per essere valutati secondo i criteri di inclusione predefiniti.

Per la condizione “MCI”, i 5 articoli identificati da entrambi i motori di ricerca sono stati anch’essi sottoposti a una fase di screening su titolo e abstract. 1 risultato è stato escluso in quanto si trattava di una revisione sistematica, pertanto i restanti 4 studi sono stati selezionati per la fase successiva.

Durante l’analisi full-text, sono stati ritenuti eleggibili solo gli studi che soddisfacevano contemporaneamente tutti i seguenti criteri:

1. Utilizzo di training di qualsiasi tipo (cognitivi, fisici, integrati), con un outcome misurabile ed effettivamente indicato.
2. Presenza esplicita della pianificazione tra le funzioni esecutive coinvolte nell’intervento, anche qualora non costituisca l’unico focus del training né l’obiettivo primario dell’articolo.
3. Campione di soggetti sani di età ≥ 60 anni per la condizione invecchiamento sano; campione con diagnosi di MCI per la seconda condizione. In entrambi i casi sono ammessi anche studi con campioni misti, purché i dati relativi al sottogruppo di interesse siano riportati separatamente.

Al termine della fase di lettura full-text, 11 articoli sono stati inclusi per la condizione invecchiamento sano e 1 articolo per la condizione MCI. Il dettaglio dei criteri di inclusione applicati per ciascun contributo sarà riportato nelle Tabelle 7 e 8, mentre il diagramma di flusso (Figura 6), adattato per i training, illustrerà il processo completo dalla fase di identificazione a quella di inclusione finale.

Articoli invecchiamento sano	Criterio 1 intervento di training	Criterio 2 pianificazione esplicitamente coinvolta	Criterio 3 campione di soggetti sani con età ≥ 60	Inclusione si/no
Buitenweg et al. (2017)	✓	✓	✓	Si
de Almondes et al. (2017)	✓	✓	✓	Si
Goghari & Lawlor-Savage (2017)	✓	✓	✓	Si
Kalbe et al. (2018)	✓	✓	✓	Si
Lima-Silva et al. (2012)	✓	✓	✓	Si
Mirelman et al. (2013)	✓	X	✓	No
Rute-Pérez et al. (2023)	✓	✓	✓	Si
Shellington et al. (2018)	✓	✓	✓	Si
Stephens & Berryhill (2016)	✓	✓	✓	Si
Turner et al. (2020)	✓	✓	✓	Si
Villalva-Sánchez et al. (2021)	✓	✓	✓	Si
Yu et al. (2025)	✓	✓	✓	Si

Tabella 7. Articoli sui training della pianificazione, selezionati dalla fase di screening per la condizione “invecchiamento sano” e sottoposti ad analisi full -text per inclusione/esclusione secondo i criteri indicati.

Articoli MCI	Criterio 1 intervento di training	Criterio 2 pianificazione esplicitamente coinvolta	Criterio 3 campione di soggetti con MCI	Inclusione si/no
Cheung et al. (2024)	✓	✓	✓	Si
Manera et al. (2015)	✓	X	✓	No
Mirelman et al. (2013)	✓	X	✓	No
Tsai et al. (2021)	X	✓	✓	No

Tabella 8. Articoli sui training della pianificazione, selezionati dalla fase di screening per la condizione “MCI” e sottoposti ad analisi full -text per inclusione/esclusione secondo i criteri indicati.

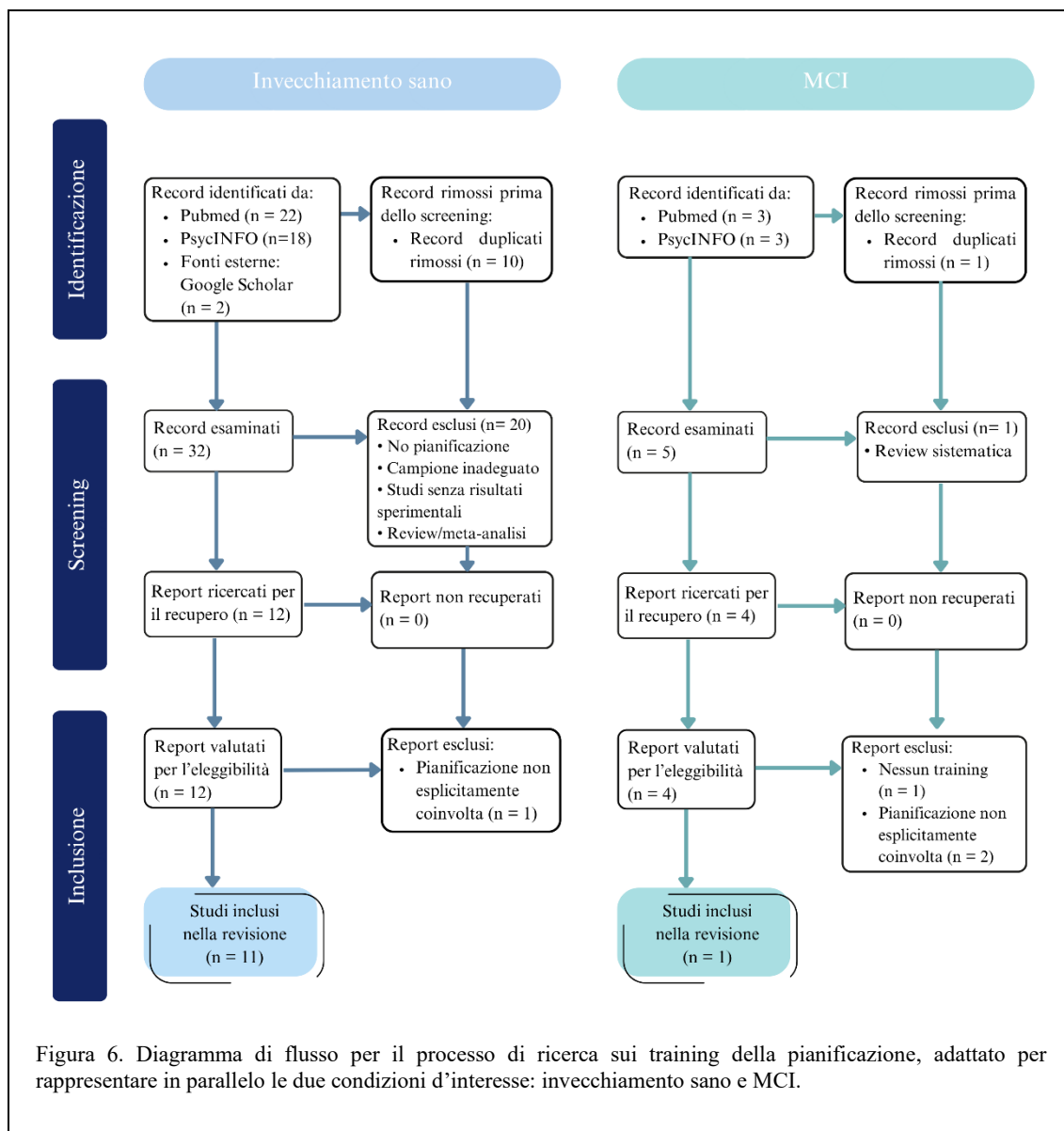


Figura 6. Diagramma di flusso per il processo di ricerca sui training della pianificazione, adattato per rappresentare in parallelo le due condizioni d'interesse: invecchiamento sano e MCI.

3.2 Risultati dei training della pianificazione

Nella descrizione degli studi selezionati sono state riportate unicamente le informazioni pertinenti al tema di interesse, la pianificazione, tralasciando i risultati relativi ad altri domini cognitivi valutati. Una panoramica sulle caratteristiche dei campioni in esame, gli strumenti di valutazione utilizzati, i training e i principali risultati, viene riportata nella tabella in Appendice B.

3.2.1 Studi con training cognitivi

Dei 12 studi inclusi in questa revisione, 7 hanno impiegato esclusivamente training cognitivi per il potenziamento di abilità e funzioni esecutive, fra cui la pianificazione. Questi interventi, attraverso esercizi mirati, compiti ecologici o strategie di regolazione cognitiva risultano eterogenei per modalità e durata. I risultati principali di ciascun contributo sono presentati di seguito.

L'intervento GOALS (*Goal-Oriented Attention Self-Regulation*) (Novakovic-Agopian et al., 2011) è stato sviluppato per migliorare il controllo dell'attenzione e la regolazione delle funzioni esecutive incentivando l'utilizzo di strategie dirette a obiettivi di vita reali. Nello studio di Turner et al. (2019), questo tipo di intervento è stato applicato a un campione di anziani con difficoltà autoriferite di attenzione, ed è stato confrontato con un gruppo di controllo composto da anziani che partecipavano a un intervento informativo sull'educazione alla salute cerebrale (*Brain Health Education – BHE*). Il training GOALS consisteva in esercizi di autoriflessione e regolazione dell'attenzione, strategie di mindfulness e gestione degli obiettivi, nonché compiti di applicazione pratica su attività quotidiane (es.: pianificare un viaggio, gestire un progetto personale, ecc.). Al termine del training, entrambi i gruppi hanno mostrato un miglioramento significativo nella performance alla D-KEFS *Tower Test*, misura neuropsicologica della pianificazione ($F(1,19) = 8.67, p = .008, \eta^2 = 0.31$), ma senza differenze significative tra i gruppi: ciò suggerisce che il miglioramento osservato non sia specificamente attribuibile al training GOALS. Quindi basandosi su questo studio non è possibile esprimersi sulla rilevanza clinica del training, anche a causa dell'assenza di controlli passivi che permetterebbero di monitorare, ad esempio, l'effetto pratica.

Un approccio più recente e digitalizzato è quello proposto da Rute-Pérez et al. (2023), che hanno valutato l'efficacia del training cognitivo computerizzato VIRTRAEEL, confrontandolo con un programma tradizionale su carta. Il training prevedeva 9 sessioni (45–60 minuti ciascuna) con esercizi adattivi su più domini cognitivi, tra cui la pianificazione. Quest'ultima veniva esercitata con compiti ecologici interattivi, come il *Gift Purchase*, dove il partecipante doveva pianificare l'acquisto di regali rispettando preferenze individuali e vincoli di budget. La pianificazione veniva valutata tramite il test *Keys Search* della batteria BADS: i risultati hanno mostrato un miglioramento significativo nel gruppo VIRTRAEEL rispetto al controllo ($F = 5.612, p = .021, \eta^2_p = .239$),

sebbene con una dimensione dell'effetto contenuta ($d = 0.2$). Nessun miglioramento è stato osservato nel gruppo di controllo. Effetti più marcati del training sono emersi su altri domini, in particolare l'apprendimento verbale, la memoria di lavoro e il ragionamento astratto. Lo studio rappresenta quindi un esempio di training cognitivo online efficace, con impatto positivo anche sulla pianificazione, pur in misura limitata.

Grazie alla loro capacità di afferrare aspetti più concreti legati alla vita reale, l'utilizzo di test ecologicamente validi per lo studio delle funzioni esecutive, in particolare della pianificazione, è un aspetto cruciale. Uno studio che ha impiegato degli strumenti di valutazione ecologicamente validi è la ricerca di Stephens & Berryhill (2016). Questi hanno implementato un programma di training sulla memoria di lavoro associata alla stimolazione transcranica a corrente diretta (tDCS). L'obiettivo era osservare se questa combinazione potesse migliorare non solo la prestazione nei compiti allenati, ma anche nelle abilità quotidiane, che vedevano implicata anche la pianificazione. I gruppi erano tre: Active 1, Active 2, Sham. Rispettivamente, stimolazione leggera (1mA), stimolazione più intensa (2mA) e placebo. Il training cognitivo consisteva in una serie di compiti stimolanti la memoria di lavoro come *Operation Span*, *n-Back* e compiti visuo-spaziali. I test ecologici che sono stati utilizzati per testare il *far transfer* sono il *Weekly Calendar Planning Activity* (WCPA) e l'OT-DORA (test sulle abilità di guida e pianificazione del percorso). Al termine del training, i partecipanti del gruppo Active 2 (2mA) hanno mostrato miglioramenti significativamente superiori nei compiti di trasferimento lontano rispetto al gruppo Sham, in particolare nei compiti ecologicamente validi (WCPA: $p = .006$, $\eta^2 = .116$; OT-DORA: $F(2, 89) = 6.120$, $p = .003$, $\eta^2 = .123$). In quest'ultimo, entrambi i gruppi Active (1mA e 2mA) hanno ottenuto risultati significativamente migliori rispetto allo Sham, senza differenze tra loro. In conclusione, La stimolazione a 2 mA sembra ottimizzare i benefici cognitivi, con effetti su compiti ecologici rilevanti anche per la vita quotidiana.

Goghari & Lawlor-Savage (2017) hanno implementato un programma di training finalizzato a esercitare la capacità di pianificazione e ragionamento logico (Logic and Planning Training- LPT). Il training veniva svolto da casa attraverso la piattaforma BrainGymmer che offre esercizi mirati alla logica e alla pianificazione quali ad esempio: *Square Logic* (risolvere puzzle numerici), *Out of Order* (riordinare immagini in base a caratteristiche comuni) e *Patterned Logic* (completare schemi logici con il pezzo

mancante). Nonostante tutti i partecipanti avessero riportato un'alta motivazione a completare il training, non si sono osservati miglioramenti significativi nella valutazione post sulla pianificazione. Il risultato non può essere quindi frutto di una mancata motivazione, potrebbe essere invece dovuto alla brevità del training: solo 20 ore di esercizio totali.

Dello stesso anno, il lavoro di de Almondes et al., (2017) ha focalizzato l'attenzione sugli effetti benefici di un programma di allenamento cognitivo, ma anche di un intervento di igiene del sonno. L'obiettivo dello studio era osservare i possibili effetti benefici di un training cognitivo, una psicoeducazione sull'igiene del sonno e la combinazione di entrambi i training. Il gruppo che ha seguito il training cognitivo (CTG) doveva svolgere compiti per potenziare le varie funzioni esecutive, tra cui la pianificazione. I protocolli si sono basati su studi precedenti (Lima-Silva et al., 2012). Il gruppo sull'igiene del sonno (SHG) partecipava ad incontri di psicoeducazione per migliorare la qualità del sonno, infine, il gruppo combinato (THG) partecipava ad entrambi gli interventi. Al termine dei training, si sono registrati miglioramenti significativi nella performance di pianificazione in tutti e tre i gruppi sperimentali, mentre si è registrato un peggioramento significativo nel gruppo di controllo. Per concludere, dallo studio non si è evinta una differenza significativa tra intervento singolo e combinato.

Lo studio di Lima-Silva et al. (2012) è stato altresì incluso in questa raccolta. Il loro lavoro prevedeva un training che il gruppo sperimentale (EG) svolgeva in gruppo, gli esercizi erano progettati per stimolare le funzioni esecutive, tra cui la pianificazione. Ad esempio, attività di ordinamento sequenziale cronologico (es: ordinare le stagioni), esercizi di problem solving (es: gioco del tris), fluency (dire parole che iniziano con una determinata lettera), attenzione selettiva (es: cerca le differenze) e memoria di lavoro (ricordare sequenze numeriche e ripeterle al contrario). Oppure vi erano attività più ecologiche, quali giochi motori con pianificazione (esecuzione di coreografie) o simulazioni di vita quotidiana (simulare spesa al supermercato). Nonostante la ricchezza e la varietà di esercizi pensati, non sono stati registrati miglioramenti significativi nelle funzioni esecutive degli anziani. Gli autori hanno quindi sottolineato la necessità del protocollo di essere rafforzato e prolungato, oppure che gli anziani sani e attivi potrebbero già beneficiare di stimolazione extra-cognitiva attraverso le attività sociali.

Il TAPASS (*Training Project Amsterdam Seniors and Stroke*; van de Ven et al., 2015) è un training online sulla flessibilità cognitiva, utilizzato nello studio di Buitenweg et al., (2017) con l'obiettivo valutare il possibile transfer degli effetti a diverse funzioni esecutive, inclusa la pianificazione. I gruppi sperimentali erano così divisi: gruppo *Frequent Switching* (FS) che seguivano un programma con alternanza frequente di diversi giochi cognitivi (ogni 3 minuti cambiava il compito); gruppo *Infrequent Switching* (IS), il programma prevedeva un'alternanza di compiti meno frequente (ogni 10 minuti cambiava il compito); gruppo di controllo attivo, svolgeva dei compiti simili per tempo e difficoltà, ma con minore varietà e alternanza. Al termine del training, è stato condotto un follow-up a quattro settimane per valutare gli eventuali effetti a lungo termine dell'intervento. Sebbene siano stati rilevati miglioramenti significativi in alcune abilità cognitive, come la flessibilità cognitiva, non sono emersi effetti specifici per gruppo nella performance di pianificazione misurata tramite il ToL. I miglioramenti osservati in tutti i gruppi suggeriscono che il progresso nelle prestazioni potrebbe essere attribuibile a un effetto di test-retest, piuttosto che a un impatto diretto del training.

3.2.2 Studi con interventi basati sull'attività fisica o integrata

Quasi la metà degli studi inclusi prevede training con esercizi fisici, in particolare di tipo aerobico, e compiti motori, per osservarne gli effetti sulle abilità cognitive.

Ad esempio, lo studio di Shellington et al., (2018) ha preso in esame un campione di soggetti cognitivamente sani con diabete di tipo 2, i quali sono statisticamente più a rischio di declino cognitivo e demenza (Sadanand et al., 2016), e li ha sottoposti ad intervento di allenamento cognitivo e fisico utilizzando lo *Square-Stepping Exercise* (SSE) (Teixeira et al., 2013). Lo SSE consiste in un compito di memoria visuospatiale in cui i partecipanti devono memorizzare e ripetere schemi di passi su una griglia di 4 colonne e 10 righe. Tra gli obiettivi principali dello studio vi era l'analisi degli effetti del SSE sia sulla funzione cognitiva globale, sia su domini specifici, inclusa la pianificazione, valutati dopo 12 e 24 settimane di training. I risultati non hanno mostrato miglioramenti significativi nella funzione cognitiva globale, ma hanno evidenziato un miglioramento significativo nella pianificazione tra la dodicesima e la ventiquattresima settimana ($F = 5.8, p = 0.03, \eta^2 = 0.28$).

Lo studio di Villalva-Sanchez et al. (2021) aveva come obiettivo confrontare gli effetti dell'allenamento aerobico (AET) e dell'allenamento teatrale (TT) sulle funzioni cognitive degli anziani, inclusa la pianificazione, e valutare se entrambe le attività potessero essere delle adeguate strategie di protezione contro il declino cognitivo. Per il gruppo AET, il training consisteva in allenamento aerobico con l'esercizio *Newcomb ball* da 6 a 24 mesi. Il gioco includeva passaggi, lanci e ricezione della palla. Il gruppo TT invece, partecipava ad un laboratorio teatrale (memorizzare dialoghi e recitare testi) per una durata da 5 a 19 mesi. Al termine dei training, dalle analisi si è evinto un miglioramento significativo in tutte le abilità misurate per il gruppo AET, tra cui la pianificazione ($F(3,16) = 3.8216$, $p = .030$, $\eta^2 = 0.519$). Il gruppo TT ha mostrato prestazioni migliorate solo in flessibilità cognitiva e inibizione.

Un altro studio molto recente che ha utilizzato l'esercizio aerobico come modalità di intervento è la ricerca di Yu et al. (2025), in cui è stata impiegata la modalità *exergaming* tramite Xbox Kinect, utilizzando i giochi Kinect Sports e Kinect Adventures per 10 settimane. Il gruppo sperimentale ha mostrato miglioramenti significativi nella memoria di lavoro, in particolare nel *Digit Span Test*. Inoltre, è stato osservato un incremento significativo nel Tempo di Inizio Totale (TIT) del Tower of London ($p = .043$, $d = 0.35$), che gli autori interpretano come indice di maggiore controllo inibitorio e pianificazione strategica. Tuttavia, come discusso nei capitoli precedenti, questa interpretazione è oggetto di dibattito: un TIT più lungo potrebbe anche riflettere indecisione o difficoltà nella formulazione del piano, come suggerito da altri studi (Berg & Byrd, 2002).

Fra i risultati che presentano interventi integrati possiamo citare lo studio di Kalbe et al., (2018), nel quale gli autori esaminano gli effetti a un anno di distanza di un training cognitivo combinato con attività fisica (CPT) rispetto al solo training cognitivo (CT) e a una combinazione di CPT con counseling motivazionale individuale (CPT+C). Il training cognitivo NEUROvitalis consisteva in compiti di memoria, attenzione e funzioni esecutive; l'allenamento fisico comprendeva invece esercizi di forza, flessibilità, coordinazione e resistenza; la consulenza motivazionale era finalizzata ad aumentare l'attività fisica autonoma. Nonostante siano stati registrati anche a distanza di un anno dei miglioramenti significativi in abilità quali memoria verbale, di lavoro, attenzione, non sono stati evidenziati dei miglioramenti significativi nella pianificazione in nessun gruppo, in questo caso valutata con lo *Zoo Maps Test*.

Infine, si inserisce in questa categoria anche lo studio di Cheung et al. (2024), unico articolo con campione MCI ad aver soddisfatto i tre criteri di inclusione indicati nel capitolo 3.1.2. Cheung e colleghi hanno valutato se il *Chanwuyi Lifestyle Medicine Program* (CLMP), ovvero un intervento che integra elementi della medicina dello stile di vita con i principi del *Chan* (Zen) buddhismo e della medicina tradizionale cinese (MTC), potesse migliorare memoria, attenzione e funzioni esecutive in anziani con MCI e confrontarne l'efficacia con un altro tipo di training cognitivo, lo *Strategic Memory Training* (SMT). I partecipanti che hanno preso parte al CLMP hanno modificato il loro stile di vita in base allo stile *Chanwuyi*: dieta vegetale, esercizio fisico, meditazione e esercizi mente-corpo *Nei Gong*. I partecipanti del gruppo SMT, invece, partecipavano a sessioni di apprendimento ed esercizio con strategie di memoria sia esterne (agende, post-it), che interne (es: associazioni semantiche). Al termine dei rispettivi training si è osservato un miglioramento significativo del +8.6% ($p=.03$) nei compiti di pianificazione (prova di copia, *Rey-Osterrieth Complex Figure Test* - RCFT) per il gruppo CLMP, ma non per il gruppo SMT. In generale, anche per le altre abilità valutate, come la memoria di lavoro, il gruppo CLMP è sembrato beneficiare maggiormente del training.

3.2.3 Limiti metodologici

Dall'insieme degli studi analizzati emerge un quadro composito: se da un lato alcune modalità di training fisico e integrato mostrano risultati promettenti, in particolare in termini di engagement e sostenibilità, dall'altro gli interventi cognitivi, anche se ben strutturati, non sempre producono miglioramenti significativi nella pianificazione o mostrano effetti generalizzati non attribuibili in modo univoco al training. Tali evidenze sono però limitate da una prevalenza di studi condotti su anziani sani, mentre il numero di studi che coinvolgono soggetti con MCI e valutano in modo specifico la pianificazione risulta ancora esiguo.

Le considerazioni relative all'efficacia degli interventi sulla pianificazione vanno però analizzate alla luce di una serie di criticità metodologiche ricorrenti, che limitano la generalizzabilità dei risultati e, in alcuni casi, la solidità delle conclusioni. Questi limiti, pur con specificità differenti a seconda del tipo di training e della popolazione target, convergono su alcuni aspetti chiave.

Un primo elemento trasversale è rappresentato dalla dimensione ridotta dei campioni, spesso al di sotto delle soglie considerate adeguate all'osservazione di effetti robusti.

In numerosi studi (Turner et al., 2019; Rute-Pérez et al., 2023; Stephens & Berryhill, 2016; Lima-Silva et al., 2012; Shellington et al., 2018; Cheung et al., 2024), i partecipanti erano pochi o distribuiti in sottogruppi ulteriormente ridotti, con inevitabili conseguenze sul potere statistico. Anche nell'unico studio che ha incluso anziani con MCI (Cheung et al., 2024), le dimensioni campionarie risultano troppo ridotte (n totale = 24) per trarre conclusioni affidabili. A ciò si aggiunge, in alcuni casi, una forte asimmetria tra i gruppi sperimentali e di controllo (es. Rute-Pérez et al., 2023), o l'assenza di un gruppo di controllo non trattato, che impedisce di distinguere chiaramente gli effetti dell'intervento da quelli di un decorso naturale o di un semplice effetto di test-retest (Kalbe et al., 2018; Villalva-Sánchez et al., 2021). In altri studi, invece, è stata segnalata la mancanza di gruppi di controllo attivo adeguati, ossia gruppi sottoposti a un intervento alternativo ma non mirato direttamente alla pianificazione, utili per controllare il peso di variabili non specifiche come la stimolazione sociale, l'aspettativa di miglioramento o l'impegno cognitivo generale (Shellington et al., 2018; Goghari & Lawlor-Savage, 2017).

Un secondo limite ricorrente riguarda l'assenza di follow-up a lungo termine. Solo uno studio (Kalbe et al., 2018) ha previsto una valutazione a distanza di un anno, mentre tutti gli altri si sono fermati a misurazioni post-intervento a breve termine. Ciò impedisce di stabilire se i miglioramenti osservati, laddove presenti, siano mantenuti nel tempo, o se si tratti di effetti transitori. Inoltre, diversi autori hanno sottolineato come l'assenza di controllo su eventuali attività svolte successivamente all'intervento (Kalbe et al., 2018) o di un monitoraggio dell'aderenza (es. compiti a casa) costituisca un ulteriore ostacolo alla validazione di effetti duraturi.

Un altro aspetto critico risiede nelle caratteristiche dei partecipanti. Per ovvi motivi molti studi inclusi in questa revisione esplorativa presentano campioni composti da anziani sani, altamente istruiti e motivati, già cognitivamente attivi (Turner et al., 2019; Buitenweg et al., 2017; Lima-Silva et al., 2012). Questa selezione, se da un lato garantisce una buona aderenza al trattamento, dall'altro può ridurre la sensibilità al cambiamento, soprattutto per le funzioni esecutive complesse come la pianificazione, per cui si ipotizza un effetto ceiling. In alcuni casi è stata riscontrata la mancanza di randomizzazione vera e propria (Lima-Silva et al., 2012; Rute-Pérez et al., 2023), o di un'adeguata

stratificazione iniziale dei gruppi in base a variabili cognitive rilevanti. In Turner et al. (2019) e Cheung et al. (2024), ad esempio, i gruppi presentavano già al baseline differenze significative in memoria di lavoro o attenzione.

Infine, in diversi studi, la valutazione della pianificazione è stata condotta attraverso compiti ecologici o batterie composite che coinvolgono simultaneamente più funzioni esecutive (Stephens & Berryhill, 2016; Yu et al., 2025), rendendo più difficile attribuire eventuali miglioramenti osservati a un cambiamento specifico della capacità pianificatoria.

In sintesi, sebbene molti studi dimostrino risultati promettenti, i risultati mettono in luce importanti limiti metodologici che vanno affrontati in ricerche future, al fine di consolidare l'evidenza sull'efficacia dei training cognitivi, fisici o integrati nel potenziare la pianificazione nelle due popolazioni coinvolte.

3.3 Implicazioni cliniche e prospettive future

L'analisi comparata dei dodici studi inclusi nella presente revisione offre spunti potenzialmente rilevanti per delineare alcune direzioni operative nella pratica clinica e nella ricerca applicata. In primo luogo, gli interventi che si sono dimostrati più promettenti nel potenziamento della pianificazione condividono alcune caratteristiche fondamentali: prevedono attività a struttura flessibile, favoriscono l'autonomia strategica, ovvero la capacità del soggetto di applicare in modo indipendente strategie cognitive, e integrano strategie metacognitive, come l'automonitoraggio strategico nella tecnica *stop-relax-focus* (per aiutare i pazienti a interrompere automatismi, prendere consapevolezza e ri-orientarsi verso l'obiettivo), e attività motorie strutturate (es. GOALS, CLMP, VIRTRAE). Queste evidenze supportano l'idea che il training della pianificazione non debba limitarsi a esercizi cognitivi isolati, ma possa trarre beneficio da un'integrazione tra stimolazione strategica, attività fisica e motivazionale, counseling, e supporti digitali. Interventi di questo tipo, adattabili a contesti domiciliari o comunitari, potrebbero essere implementati non solo per il recupero, ma anche per la prevenzione della disabilità funzionale legata al declino pianificatorio.

Fra quelli inclusi nella revisione esplorativa di questo capitolo, più studi auspicano lo sviluppo di protocolli personalizzati, calibrati sul profilo cognitivo, funzionale e

motivazionale del soggetto, con follow-up a lungo termine per monitorare la stabilità degli effetti. Altri lavori sottolineano la necessità di affiancare alla misurazione cognitiva classica anche indici ecologici (es. *Multiple Errands Test*, *Functional Activities Questionnaire*), neurofisiologici (es. *heart rate variability* - HRV, *imaging*) e predittori individuali (es. scolarità, polimorfismi genetici), al fine di identificare i soggetti più responsivi e orientare interventi mirati capaci di rafforzare la pianificazione come leva concreta per la tutela dell'autonomia e la prevenzione del declino cognitivo e funzionale. In questo quadro, risulta particolarmente rilevante considerare il ruolo predittivo che la compromissione esecutiva, e in particolare quella pianificatoria, può avere nei processi di deterioramento cognitivo. Evidenze recenti indicano infatti che la compromissione delle funzioni esecutive rappresenta un fattore chiave nel predire la conversione da MCI a demenza. Tra queste, lo studio di Junquera et al. (2020) ha mostrato che un profilo cognitivo caratterizzato da marcati deficit esecutivi, inclusi scarsi punteggi nei test di pianificazione come il ToL, è fortemente associato al rischio di conversione. In particolare, il cosiddetto cluster *dysexecutive*, identificato tramite analisi su otto test cognitivi, è risultato significativamente più predittivo della conversione rispetto alla classificazione tradizionale basata sul solo declino mnestico. Il modello fondato su questo profilo ha spiegato il 63% della varianza nella progressione a demenza ($F(1, 68) = 116.25$, $p < .001$, $R^2 = 0.63$), anche controllando per la gravità del deterioramento cognitivo iniziale. Inoltre, i partecipanti con profilo *dysexecutive* mostravano una maggiore compromissione dell'autonomia funzionale nelle attività strumentali della vita quotidiana (IADL), suggerendo che la presenza di deficit pianificatori, pur non testata isolatamente come predittore, concorra in modo rilevante al deterioramento clinico e funzionale già nelle fasi prodromiche.

Alla luce di questi risultati, il potenziamento della pianificazione diviene rilevante dal punto di vista clinico: intervenire precocemente su questa funzione, prima che il deterioramento si stabilizzi o si estenda ad altri ambiti, può rappresentare una strategia utile non solo per rallentare la progressione verso forme più gravi di compromissione cognitiva, ma anche per preservare l'autonomia funzionale nella vita quotidiana. Come sottolinea Hanna-Pladdy (2007), la pianificazione è una funzione esecutiva complessa che implica la capacità di identificare uno scopo, generare alternative, prendere decisioni sequenziali e ordinare azioni in modo strategico, coinvolgendo memoria di lavoro,

inibizione, mantenimento dell'intenzione, controllo attentivo e flessibilità cognitiva, e la sua compromissione può determinare fallimenti nel raggiungimento degli obiettivi quotidiani. In ambito clinico, tuttavia, la valutazione della pianificazione presenta ancora alcune criticità. Nello studio in questione, si evidenzia come molti test neuropsicologici tradizionali, tra cui il *Picture Arrangement* del WAIS, la *Rey-Osterrieth Complex Figure* o versioni standard del ToL, siano stati sviluppati in contesti sperimentali controllati e, pur fornendo misure formalmente corrette, spesso manchino di validità ecologica. Questi strumenti, quindi, non sempre riuscirebbero a predire con accuratezza il comportamento pianificatorio nella vita quotidiana, soprattutto nei pazienti con lesioni frontali che possono ottenere punteggi nella norma ma manifestare disorganizzazione marcata nel funzionamento reale. Proprio per questo, l'autrice sottolinea l'importanza di adottare strumenti alternativi più sensibili alla complessità del comportamento esecutivo in contesti ecologici, come il BADS, il *Multiple Errands Test* (MET) o il *Naturalistic Action Test* (NAT). Questi risulterebbero più accurati nel rilevare deficit di pianificazione applicati a contesti reali, come il *multitasking*, la gestione sequenziale di compiti, l'inibizione di risposte impulsive o l'autocorrezione online, aspetti che risultano critici per mantenere l'autonomia in attività complesse quali organizzare una spesa, pianificare un viaggio o gestire l'aderenza terapeutica. Tuttavia, studi come quello di Satler et al. (2017) mostrano che anche test più strutturati, come il ToL, se analizzati nella componente qualitativa (es. numero e tipo di errori, strategie usate), possono fornire informazioni clinicamente rilevanti e predittive della compromissione funzionale. In particolare, gli autori hanno riscontrato che le prestazioni al ToL correlano significativamente con l'autonomia nelle attività strumentali della vita quotidiana (IADL), misurata con il *Functional Activities Questionnaire* (FAQ), suggerendo che una lettura più ecologica anche di strumenti classici può incrementarne l'utilità diagnostica e prognostica.

In questa prospettiva, il training mirato sulla pianificazione non può rappresentare solo un obiettivo cognitivo, ma uno strumento per sostenere concretamente la funzionalità e l'indipendenza della persona, riducendo il rischio di disabilità e il carico assistenziale. Lo sviluppo di interventi e strumenti più ancorati a compiti con obiettivi ecologici può rappresentare dunque un'importante direzione per la ricerca e la pratica clinica futura.

Riferimenti bibliografici

Allain, P., Nicoleau, S., Pinon, K., Etcharry-Bouyx, F., Barré, J., Berrut, G., Dubas, F., & Le Gall, D. (2005). Executive functioning in normal aging: A study of action planning using the Zoo Map Test. *Brain and Cognition*, *57*(1), 4–7. <https://doi.org/10.1016/j.bandc.2004.08.011>

Almondes, K. M. de, Leonardo, M. E. M., & Moreira, A. M. S. (2017). Effects of a cognitive training program and sleep hygiene for executive functions and sleep quality in healthy elderly. *Dementia & Neuropsychologia*, *11*(1), 69–78. <https://doi.org/10.1590/1980-57642016dn11-010011>

Altieri, M., Garramone, F., & Santangelo, G. (2021). Functional autonomy in dementia of the Alzheimer's type, mild cognitive impairment, and healthy aging: A meta-analysis. *Neurological Sciences*, *42*(5), 1773–1783. <https://doi.org/10.1007/s10072-021-05142-0>

Andrés, P., & Van der Linden, M. (2000). Age-related differences in supervisory attentional system functions. *The Journals of Gerontology: Series B, Psychological Sciences and Social Sciences*, *55*(6), P373–P380. <https://doi.org/10.1093/geronb/55.6.p373>

Aprahamian, I., Martinelli, J. E., Neri, A. L., & Yassuda, M. S. (2009). The Clock Drawing Test: A review of its accuracy in screening for dementia. *Dementia & Neuropsychologia*, *3*(2), 74–81. <https://doi.org/10.1590/S1980-57642009DN30200002>

Aretouli, E., & Brandt, J. (2010). Everyday functioning in mild cognitive impairment and its relationship with executive cognition. *International Journal of Geriatric Psychiatry*, *25*(3), 224–233. <https://doi.org/10.1002/gps.2325>

Ávila, R. T., de Paula, J. J., Bicalho, M. A., Moraes, E. N., Nicolato, R., Malloy-Diniz, L. F., & Diniz, B. S. (2015). Working memory and cognitive flexibility mediates visuoconstructional abilities in older adults with heterogeneous cognitive ability. *Journal of the International Neuropsychological Society*, *21*(5), 392–398. <https://doi.org/10.1017/S135561771500034X>

Baddeley, A. (2010). Working memory. *Current Biology*, *20*(4), R136–R140. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2009.12.014>

- Baddeley, A., & Della Sala, S. (1996). Working memory and executive control. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences*, 351(1346), 1397–1403; discussion 1403–1404. <https://doi.org/10.1098/rstb.1996.0123>
- Baker, S. C., Rogers, R. D., Owen, A. M., Frith, C. D., Dolan, R. J., Frackowiak, R. S. J., & Robbins, T. W. (1996). Neural systems engaged by planning: A PET study of the Tower of London task. *Neuropsychologia*, 34(6), 515–526. [https://doi.org/10.1016/0028-3932\(95\)00133-6](https://doi.org/10.1016/0028-3932(95)00133-6)
- Baltes, P. B., Reuter-Lorenz, P. A., & Rösler, F. (Eds.). (2006). *Lifespan development and the brain: The perspective of biocultural co-constructivism*. Cambridge University Press.
- Barrett, L. F., Tugade, M. M., & Engle, R. W. (2004). Individual differences in working memory capacity and dual-process theories of the mind. *Psychological Bulletin*, 130(4), 553–573. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.130.4.553>
- Baudic, S., Barba, G. D., Thibaudet, M. C., Smaghe, A., Remy, P., & Traykov, L. (2006). Executive function deficits in early Alzheimer’s disease and their relations with episodic memory. *Archives of Clinical Neuropsychology*, 21(1), 15–21. <https://doi.org/10.1016/j.acn.2005.07.002>
- 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>
- Berg, W. K., & Byrd, D. (2002). The Tower of London spatial problem-solving task: Enhancing clinical and research implementation. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 24(5), 586–604. <https://doi.org/10.1076/jcen.24.5.586.1006>
- Boccia, M., Marin, D., D’Antuono, G., Ciurli, P., Incoccia, C., Antonucci, G., Guariglia, C., & Piccardi, L. (2017). The Tower of London (ToL) in Italy: Standardization of the ToL test in an Italian population. *Neurological Sciences*, 38(7), 1263–1270. <https://doi.org/10.1007/s10072-017-2957-y>
- 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>
- Brown, K. D., & Schmitter-Edgecombe, M. (2020). Effects of initial planning on task execution performance of older adults: A naturalistic assessment paradigm. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 42(1), 1–13. <https://doi.org/10.1080/13803395.2019.1680610>

- Brown, K. D., & Schmitter-Edgecombe, M. (2024). A clinic-based measure of everyday planning ability: The Overnight Trip Task. *Archives of Clinical Neuropsychology : the Official Journal of the National Academy of Neuropsychologists*, *39*(1), 51–64. <https://doi.org/10.1093/arclin/acad052>
- Buitenweg, J. I. V., van de Ven, R. M., Prinssen, S., Murre, J. M. J., & Ridderinkhof, K. R. (2017). Cognitive flexibility training: A large-scale multimodal adaptive active-control intervention study in healthy older adults. *Frontiers in Human Neuroscience*, *11*, Article 529. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2017.00529>
- Cai, Z., Cai, R., & Sen, L. (2024). Effects of different types of physical exercise on executive function of older adults: A scoping review. *Frontiers in Psychology*, *15*, 1376688. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2024.1376688>
- Cañas, J., Quesada, J., Antolí, A., & Fajardo, I. (2003). Cognitive flexibility and adaptability to environmental changes in dynamic complex problem-solving tasks. *Ergonomics*, *46*(5), 482–501. <https://doi.org/10.1080/0014013031000061640>
- Cheung, M.-C., Sze, S. L., & Chan, A. S. (2024). Chanwuyi Lifestyle Medicine Program improves memory and executive functions of older adults with mild cognitive impairment. *American Journal of Alzheimer's Disease and Other Dementias*, *39*, Article 15333175241255744. <https://doi.org/10.1177/15333175241255744>
- Clark, L. R., Schiehser, D. M., Weissberger, G. H., Salmon, D. P., Delis, D. C., & Bondi, M. W. (2012). Specific measures of executive function predict cognitive decline in older adults. *Journal of the International Neuropsychological Society*, *18*(1), 118–127. <https://doi.org/10.1017/S1355617711001524>
- Corbo, I., Troisi, G., Marselli, G., & Casagrande, M. (2024). The role of cognitive flexibility on higher level executive functions in mild cognitive impairment and healthy older adults. *BMC Psychology*, *12*(1), 317. <https://doi.org/10.1186/s40359-024-01807-5>
- Cristofori, I., Cohen-Zimmerman, S., & Grafman, J. (2019). Executive functions. In M. D'Esposito & J. H. Grafman (Eds.), *Handbook of clinical neurology: Vol. 163. The frontal lobes* (pp. 197–219). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-804281-6.00011-2>

- Debelak, R., Egle, J., Köstering, L., & Kaller, C. P. (2016). Assessment of planning ability: Psychometric analyses on the unidimensionality and construct validity of the Tower of London task (TOL-F). *Neuropsychology, 30*(3), 346–360. <https://doi.org/10.1037/neu0000238>
- De Beni, R., Borella, E., & Carretti, B. (2007). Reading comprehension in aging: The role of working memory and metacomprehension. *Aging, Neuropsychology, and Cognition, 14*(2), 189–212. <https://doi.org/10.1080/13825580500229213>
- Diamond, A. (2013). Executive functions. *Annual Review of Psychology, 64*, 135–168. <https://doi.org/10.1146/annurev-psych-113011-143750>
- Dion, C., Tanner, J. J., Formanski, E. M., Davoudi, A., Rodriguez, K., Wiggins, M. E., Amin, M., Penney, D., Davis, R., Heilman, K. M., Garvan, C., Libon, D. J., & Price, C. C. (2022). The functional connectivity and neuropsychology underlying mental planning operations: data from the digital Clock Drawing Test. *Frontiers in Aging Neuroscience, 14*, 868500. <https://doi.org/10.3389/fnagi.2022.868500>
- Faria, C. A., Alves, H. V. D., & Charchat-Fichman, H. (2015). The most frequently used tests for assessing executive functions in aging. *Dementia & Neuropsychologia, 9*(2), 149–155. <https://doi.org/10.1590/1980-57642015DN92000009>
- Ferguson, H. J., Brunsdon, V. E. A., & Bradford, E. E. F. (2021). The developmental trajectories of executive function from adolescence to old age. *Scientific Reports, 11*(1), 1382. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-80866-1>
- Freedman, M., Leach, L., Kaplan, E., Winocur, G., Shulman, K. I., & Delis, D. C. (1994). *Clock drawing: A neuropsychological analysis*. Oxford University Press.
- Friedman, N. P., & Miyake, A. (2004). The relations among inhibition and interference control functions: A latent-variable analysis. *Journal of Experimental Psychology: General, 133*(1), 101–135. <https://doi.org/10.1037/0096-3445.133.1.101>
- Gates, N. J., Sachdev, P. S., Fiatarone Singh, M. A., & Valenzuela, M. (2011). Cognitive and memory training in adults at risk of dementia: A systematic review. *BMC Geriatrics, 11*, 55. <https://doi.org/10.1186/1471-2318-11-55>
- Gilbert, S. J., & Burgess, P. W. (2008). Executive function. *Current Biology, 18*(3), R110–R114. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2007.12.014>

- Goghari, V. M., & Lawlor-Savage, L. (2017). Comparison of cognitive change after working memory training and logic and planning training in healthy older adults. *Frontiers in Aging Neuroscience*, 9, Article 39. <https://doi.org/10.3389/fnagi.2017.00039>
- Gow, L., & Ward, J. (1982). The Porteus Maze Test in the measurement of reflection/impulsivity. *Perceptual and Motor Skills*, 54(3 Pt 2), 1043–1052. <https://doi.org/10.2466/pms.1982.54.3c.1043>
- Guarino, A., Forte, G., Giovannoli, J., & Casagrande, M. (2020). Executive functions in the elderly with mild cognitive impairment: A systematic review on motor and cognitive inhibition, conflict control and cognitive flexibility. *Aging & Mental Health*, 24(7), 1028–1045. <https://doi.org/10.1080/13607863.2019.1584785>
- Hanna-Pladdy, B. (2007). Dysexecutive syndromes in neurologic disease. *Journal of Neurologic Physical Therapy*, 31(3), 119–127. <https://doi.org/10.1097/NPT.0b013e31814a63c2>
- Hayes-Roth, B., & Hayes-Roth, F. (1979). A cognitive model of planning. *Cognitive Science*, 3, 245–262. https://doi.org/10.1207/s15516709cog0304_1
- Hertzog, C., Kramer, A. F., Wilson, R. S., & Lindenberger, U. (2008). Enrichment effects on adult cognitive development: Can the functional capacity of older adults be preserved and enhanced? *Psychological Science in the Public Interest*, 9(1), 1–65.
- Hudon, C., St-Hilaire, A., Landry, M., Belzile, F., & Macoir, J. (2025). Normative data for the Tower of London (Drexel version) in the Quebec-French population aged between 50 and 88 years. *Applied Neuropsychology. Adult*, 32(4), 953–959. <https://doi.org/10.1080/23279095.2023.2227382>
- Humes, G. E., Welsh, M. C., Retzlaff, P., & Cookson, N. (1997). Towers of Hanoi and London: Reliability and validity of two executive function tasks. *Assessment*, 4(3), 249–257. <https://doi.org/10.1177/107319119700400305>
- Jablonska, K., Stanczyk, M., Piotrowska, M., Szymaszek, A., Lukomska, B., Bednarek, H., & Szlag, E. (2022). Age as a moderator of the relationship between planning and temporal information processing. *Scientific Reports*, 12(1), 1548. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-05316-6>

Johns, E. K., Phillips, N. A., Belleville, S., Goupil, D., Babins, L., Kelner, N., Ska, B., Gilbert, B., Massoud, F., de Boysson, C., Duncan, H. D., & Chertkow, H. (2012). The profile of executive functioning in amnesic mild cognitive impairment: Disproportionate deficits in inhibitory control. *Journal of the International Neuropsychological Society*, *18*(3), 541–555. <https://doi.org/10.1017/S1355617712000069>

Junquera, A., García-Zamora, E., Olazarán, J., Parra, M. A., & Fernández-Guinea, S. (2020). Role of executive functions in the conversion from mild cognitive impairment to dementia. *Journal of Alzheimer's Disease*, *77*(2), 641–653. <https://doi.org/10.3233/JAD-200586>

Kalbe, E., Roheger, M., Paluszak, K., Meyer, J., Becker, J., Fink, G. R., Kukolja, J., Rahn, A., Szabados, F., Wirth, B., & Kessler, J. (2018). Effects of a cognitive training with and without additional physical activity in healthy older adults: A follow-up 1 year after a randomized controlled trial. *Frontiers in Aging Neuroscience*, *10*, Article 407. <https://doi.org/10.3389/fnagi.2018.00407>

Kaller, C. P., Rahm, B., Köstering, L., & Unterrainer, J. M. (2011). Reviewing the impact of problem structure on planning: A software tool for analyzing tower tasks. *Behavioural Brain Research*, *216*(1), 1–8. <https://doi.org/10.1016/j.bbr.2010.07.029>

Kaller, C. P., Heinze, K., Mader, I., Unterrainer, J. M., Rahm, B., Weiller, C., & Köstering, L. (2012). Linking planning performance and gray matter density in mid-dorsolateral prefrontal cortex: moderating effects of age and sex. *NeuroImage*, *63*(3), 1454–1463. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2012.08.032>

Kaller, C. P., Debelak, R., Köstering, L., Egle, J., Rahm, B., Wild, P. S., Blettner, M., Beutel, M. E., & Unterrainer, J. M. (2016). Assessing planning ability across the adult life span: Population-representative and age-adjusted reliability estimates for the Tower of London (TOL-F). *Archives of Clinical Neuropsychology*, *31*(2), 148–164. <https://doi.org/10.1093/arclin/acv088>

Kaplan, E. (1988). A process approach to neuropsychological assessment. In T. Boll & B. K. Bryant (Eds.), *Clinical neuropsychology and brain function: Research, measurement, and practice* (pp. 127–167). American Psychological Association. <https://doi.org/10.1037/10063-004>

Kim, B. S., Kim, Y. B., & Kim, H. (2019). Discourse measures to differentiate between mild cognitive impairment and healthy Aging. *Frontiers in Aging Neuroscience*, *11*, 221. <https://doi.org/10.3389/fnagi.2019.00221>

- Kirova, A. M., Bays, R. B., & Lagalwar, S. (2015). Working memory and executive function decline across normal aging, mild cognitive impairment, and Alzheimer's disease. *BioMed Research International*, 2015, Article 748212. <https://doi.org/10.1155/2015/748212>
- Köstering, L., Leonhart, R., Stahl, C., Weiller, C., & Kaller, C. P. (2016). Planning decrements in healthy aging: Mediation effects of fluid reasoning and working memory capacity. *The Journals of Gerontology. Series B, Psychological Sciences and Social Sciences*, 71(2), 230–242. <https://doi.org/10.1093/geronb/gbu107>
- Köstering, L., Schmidt, C. S. M., Weiller, C., & Kaller, C. P. (2016). Analyses of rule breaks and errors during planning in computerized tower tasks: Insights from neurological patients. *Archives of Clinical Neuropsychology*, 31(7), 738–753. <https://doi.org/10.1093/arclin/acw059>
- Köstering, L., Schmidt, C. S. M., Egger, K., Amtage, F., Peter, J., Klöppel, S., Beume, L.-A., Hoeren, M., Weiller, C., & Kaller, C. P. (2015). Assessment of planning performance in clinical samples: Reliability and validity of the Tower of London task (TOL-F). *Neuropsychologia*, 75, 646–655. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2015.07.017>
- Köstering, L., Stahl, C., Leonhart, R., Weiller, C., & Kaller, C. P. (2014). Development of planning abilities in normal aging: Differential effects of specific cognitive demands. *Developmental Psychology*, 50(1), 293–303. <https://doi.org/10.1037/a0032467>
- Krikorian, R., & Bartok, J. A. (1998). Developmental data for the Porteus Maze Test. *The Clinical Neuropsychologist*, 12(3), 305–310. <https://doi.org/10.1076/clin.12.3.305.1725>
- Libon, D. J., Glosser, G., Malamut, B. L., Kaplan, E., Goldberg, E., Swenson, R., & Sands, L. P. (1994). Age, executive functions, and visuospatial functioning in healthy older adults. *Neuropsychology*, 8(1), 38–43. <https://doi.org/10.1037/0894-4105.8.1.38>
- Lima-Silva, T. B., Fabrício, A. T., Silva, L. D. S. V. E., de Oliveira, G. M., da Silva, W. T., Kissaki, P. T., da Silva, A. P. F., Sasahara, T. F., Ordonez, T. N., de Oliveira, T. B., Aramaki, F. O., Buriti, A., & Yassuda, M. S. (2012). Training of executive functions in healthy elderly: Results of a pilot study. *Dementia & Neuropsychologia*, 6(1), 35–41. <https://doi.org/10.1590/S1980-57642012DN06010006>

Lin, H., Chan, R. C., Zheng, L., Yang, T., & Wang, Y. (2007). Executive functioning in healthy elderly Chinese people. *Archives of Clinical Neuropsychology : the Official Journal of The National Academy of Neuropsychologists*, 22(4), 501–511. <https://doi.org/10.1016/j.acn.2007.01.028>

Luria, A. R. (1967). *Le funzioni corticali superiori nell'uomo* (E. Bisiach, Trad.). Giunti-Barbera. (Opera originale pubblicata nel 1962)

Manera, V., Petit, P. D., Derreumaux, A., Orvieto, I., Romagnoli, M., Lyttle, G., David, R., & Robert, P. H. (2015). 'Kitchen and cooking,' a serious game for mild cognitive impairment and Alzheimer's disease: a pilot study. *Frontiers in Aging Neuroscience*, 7, 24. <https://doi.org/10.3389/fnagi.2015.00024>

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>

Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J., Altman, D. G., & PRISMA Group (2009). Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: The PRISMA statement. *PLoS Medicine*, 6(7), e1000097. <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1000097>

Mondini, S., Mapelli, D., Vestri, A., Arcara, G., & Bisiacchi, P. (2011). *Esame neuropsicologico breve 2*. Raffaello Cortina Editore.

Monsell, S., & Driver, J. (Eds.). (2000). *Control of cognitive processes: Attention and performance XVIII*. The MIT Press.

Morris, R. G., Ahmed, S., Syed, G. M., & Toone, B. K. (1993). Neural correlates of planning ability: Frontal lobe activation during the Tower of London test. *Neuropsychologia*, 31(12), 1367–1378. [https://doi.org/10.1016/0028-3932\(93\)90104-8](https://doi.org/10.1016/0028-3932(93)90104-8)

Morris, R., & Ward, G. (Eds.). (2004). *The cognitive psychology of planning*. Psychology Press. <https://doi.org/10.4324/9780203493564>

Mumford, M. D., Schultz, R. A., & Osburn, H. K. (2002). Planning in organizations: Performance as a multi-level phenomenon. In F. J. Yammarino & F. Dansereau (Eds.), *The many faces of multi-level issues* (pp. 3–65). Elsevier Science/JAI Press. [https://doi.org/10.1016/S1475-9144\(02\)01026-3](https://doi.org/10.1016/S1475-9144(02)01026-3)

Nasreddine, Z. S., Phillips, N. A., Bédirian, V., Charbonneau, S., Whitehead, V., Collin, I., Cummings, J. L., & Chertkow, H. (2005). The Montreal Cognitive Assessment, MoCA: A brief screening tool for mild cognitive impairment. *Journal of the American Geriatrics Society*, 53(4), 695–699. <https://doi.org/10.1111/j.1532-5415.2005.53221.x>

Nitschke, K., Köstering, L., Finkel, L., Weiller, C., & Kaller, C. P. (2017). A Meta-analysis on the neural basis of planning: Activation likelihood estimation of functional brain imaging results in the Tower of London task. *Human brain mapping*, 38(1), 396–413. <https://doi.org/10.1002/hbm.23368>

Novakovic-Agopian, T., Chen, A. J., Rome, S., Abrams, G., Castelli, H., Rossi, A., McKim, R., Hills, N., & D'Esposito, M. (2011). Rehabilitation of executive functioning with training in attention regulation applied to individually defined goals: A pilot study bridging theory, assessment, and treatment. *The Journal of Head Trauma Rehabilitation*, 26(5), 325–338. <https://doi.org/10.1097/HTR.0b013e3181f1ead2>

Owen, A. M. (1997). Cognitive planning in humans: Neuropsychological, neuroanatomical and neuropharmacological perspectives. *Progress in Neurobiology*, 53(4), 431–450. [https://doi.org/10.1016/s0301-0082\(97\)00042-7](https://doi.org/10.1016/s0301-0082(97)00042-7)

Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., Shamseer, L., Tetzlaff, J. M., Akl, E. A., Brennan, S. E., Chou, R., Glanville, J., Grimshaw, J. M., Hróbjartsson, A., Lalu, M. M., Li, T., Loder, E. W., Mayo-Wilson, E., McDonald, S., ... Moher, D. (2021). The PRISMA 2020 statement: An updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ*, 372, n71. <https://doi.org/10.1136/bmj.n71>

Park, J., Jeong, E., & Seomun, G. (2018). The clock drawing test: A systematic review and meta-analysis of diagnostic accuracy. *Journal of Advanced Nursing*, 74(12), 2742–2754. <https://doi.org/10.1111/jan.13810>

Paula, J. J., Neves, F., Levy, A., Nassif, E., & Malloy-Diniz, L. F. (2012). Assessing planning skills and executive functions in the elderly: preliminary normative data for the Tower of London Test. *Arquivos de Neuro-psiquiatria*, 70(10), 828–829. <https://doi.org/10.1590/s0004-282x2012001000015>

Peters, M. D. J., Marnie, C., Tricco, A. C., Pollock, D., Munn, Z., Alexander, L., McInerney, P., Godfrey, C. M., & Khalil, H. (2020). Updated methodological guidance for the conduct of scoping reviews. *JBIE Evidence Synthesis*, 18(10), 2119–2126. <https://doi.org/10.11124/JBIES-20-00167>

- Petersen, R. C. (2016). Mild cognitive impairment. *Continuum: Lifelong Learning in Neurology*, 22(2, Dementia), 404–418. <https://doi.org/10.1212/CON.0000000000000313>
- Petersen, R. C., Smith, G. E., Waring, S. C., Ivnik, R. J., Tangalos, E. G., & Kokmen, E. (1999). Mild cognitive impairment: Clinical characterization and outcome. *Archives of Neurology*, 56(3), 303–308. <https://doi.org/10.1001/archneur.56.3.303>
- Phillips, L. H., Gilhooly, K. J., Logie, R. H., Della Sala, S., & Wynn, V. E. (2003). Age, working memory, and the Tower of London task. *European Journal of Cognitive Psychology*, 15(2), 291–312. <https://doi.org/10.1080/09541440244000148>
- Phillips, L. H., Kliegel, M., & Martin, M. (2006). Age and planning tasks: The influence of ecological validity. *International Journal of Aging and Human Development*, 62(2), 175–184. <https://doi.org/10.2190/EM1W-HAYC-TMLM-WW8X>
- Phillips, L. H., Lawrie, L., Schaefer, A., Tan, C. Y., & Yong, M. H. (2021). The effects of adult ageing and culture on the Tower of London task. *Frontiers in Psychology*, 12, 631458. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.631458>
- Pinto, E., & Peters, R. (2009). Literature review of the Clock Drawing Test as a tool for cognitive screening. *Dementia and Geriatric Cognitive Disorders*, 27(3), 201–213. <https://doi.org/10.1159/000203344>
- Porteus, S. D. (1965). *Porteus maze tests: Fifty years' application*. Pacific Books.
- Rainville, C., Lepage, E., Gauthier, S., Kergoat, M. J., & Belleville, S. (2012). Executive function deficits in persons with mild cognitive impairment: A study with a Tower of London task. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 34(3), 306–324. <https://doi.org/10.1080/13803395.2011.639298>
- Ruh, N., Rahm, B., Unterrainer, J. M., Weiller, C., & Kaller, C. P. (2012). Dissociable stages of problem solving (II): First evidence for process-contingent temporal order of activation in dorsolateral prefrontal cortex. *Brain and Cognition*, 80(1), 170–176. <https://doi.org/10.1016/j.bandc.2012.02.012>
- Rute-Pérez, S., Rodríguez-Domínguez, C., Vélez-Coto, M., Pérez-García, M., & Caracuel, A. (2023). Effectiveness of computerized cognitive training by VIRTRAEEL on memory and executive function in older people: A pilot study. *Brain Sciences*, 13(4), 684. <https://doi.org/10.3390/brainsci13040684>

- Sadanand, S., Balachandar, R., & Bharath, S. (2016). Memory and executive functions in persons with type 2 diabetes: A meta-analysis. *Diabetes/Metabolism Research and Reviews*, 32(2), 132–142. <https://doi.org/10.1002/dmrr.2664>
- Sanders, C., Low, C., & Schmitter-Edgecombe, M. (2014). Assessment of planning abilities in individuals with mild cognitive impairment using an open-ended problem-solving task. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 36(10), 1084–1097. <https://doi.org/10.1080/13803395.2014.983462>
- Sanders, C., & Schmitter-Edgecombe, M. (2012). Identifying the nature of impairment in planning ability with normal aging. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 34(7), 724–737. <https://doi.org/10.1080/13803395.2012.670210>
- Sanders, C., & Schmitter-Edgecombe, M. (2017). Examining the impact of formal planning on performance in older adults using a naturalistic task paradigm. *Neuropsychological Rehabilitation*, 27(5), 759–776. <https://doi.org/10.1080/09602011.2015.1107599>
- Sanford, A. M. (2017). Mild cognitive impairment. *Clinics in Geriatric Medicine*, 33(3), 325–337. <https://doi.org/10.1016/j.cger.2017.02.005>
- Satler, C., Guimarães, L., & Tomaz, C. (2017). Planning ability impairments in probable Alzheimer's disease patients: Evidence from the Tower of London test. *Dementia & Neuropsychologia*, 11(2), 137–144. <https://doi.org/10.1590/1980-57642016dn11-020006>
- Schall, U., Johnston, P., Lagopoulos, J., Jüptner, M., Jentzen, W., Thienel, R., Dittmann-Balçar, A., Bender, S., & Ward, P. B. (2003). Functional brain maps of Tower of London performance: A positron emission tomography and functional magnetic resonance imaging study. *NeuroImage*, 20(2), 1154–1161. [https://doi.org/10.1016/s1053-8119\(03\)00338-0](https://doi.org/10.1016/s1053-8119(03)00338-0)
- Schmitter-Edgecombe, M., & Sanders, C. (2009). Task switching in mild cognitive impairment: Switch and nonswitch costs. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 15(1), 103–111. <https://doi.org/10.1017/S1355617708090140>
- Shallice, T. (1982). Specific impairments of planning. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences*, 298(1089), 199–209. <https://doi.org/10.1098/rstb.1982.0082>

- Shellington, E. M., Reichert, S. M., Heath, M., Gill, D. P., Shigematsu, R., & Petrella, R. J. (2018). Results from a feasibility study of square-stepping exercise in older adults with type 2 diabetes and self-reported cognitive complaints to improve global cognitive functioning. *Canadian Journal of Diabetes*, 42(6), 603–612.e1. <https://doi.org/10.1016/j.jcjd.2018.02.003>
- Shulman, K. I. (2000). Clock-drawing: Is it the ideal cognitive screening test? *International Journal of Geriatric Psychiatry*, 15(6), 548–561. [https://doi.org/10.1002/1099-1166\(200006\)15:6<548::aid-gps242>3.0.co;2-u](https://doi.org/10.1002/1099-1166(200006)15:6<548::aid-gps242>3.0.co;2-u)
- Sorel, O., & Pennequin, V. (2008). Aging of the planning process: the role of executive functioning. *Brain and cognition*, 66(2), 196–201. <https://doi.org/10.1016/j.bandc.2007.07.006>
- Stephens, J. A., & Berryhill, M. E. (2016). Older adults improve on everyday tasks after working memory training and neurostimulation. *Brain Stimulation*, 9(4), 553–559. <https://doi.org/10.1016/j.brs.2016.04.001>
- Tabert, M. H., Manly, J. J., Liu, X., Pelton, G. H., Rosenblum, S., Jacobs, M., Zamora, D., Goodkind, M., Bell, K., Stern, Y., & Devanand, D. P. (2006). Neuropsychological prediction of conversion to Alzheimer disease in patients with mild cognitive impairment. *Archives of General Psychiatry*, 63(8), 916–924. <https://doi.org/10.1001/archpsyc.63.8.916>
- Teixeira, C. V., Gobbi, S., Pereira, J. R., Vital, T. M., Hernández, S. S., Shigematsu, R., & Gobbi, L. T. (2013). Effects of square-stepping exercise on cognitive functions of older people. *Psychogeriatrics*, 13(3), 148–156. <https://doi.org/10.1111/psyg.12017>
- Tisserand, D. J., & Jolles, J. (2003). On the involvement of prefrontal networks in cognitive ageing. *Cortex*, 39(4–5), 1107–1128. [https://doi.org/10.1016/s0010-9452\(08\)70880-3](https://doi.org/10.1016/s0010-9452(08)70880-3)
- Traykov, L., Raoux, N., Latour, F., Gallo, L., Hanon, O., Baudic, S., Bayle, C., Wenisch, E., Remy, P., & Rigaud, A. S. (2007). Executive functions deficit in mild cognitive impairment. *Cognitive and Behavioral Neurology*, 20(4), 219–224. <https://doi.org/10.1097/WNN.0b013e31815e6254>
- Turner, G. R., Novakovic-Agopian, T., Kornblith, E., Adnan, A., Madore, M., Chen, A. J. W., & D'Esposito, M. (2019). Goal-oriented attention self-regulation (GOALS) training in older adults. *Aging & Mental Health*, 24(3), 464–473. <https://doi.org/10.1080/13607863.2018.1534080>

- Tuvblad, C., May, M., Jackson, N., Raine, A., & Baker, L. A. (2017). Heritability and longitudinal stability of planning and behavioral disinhibition based on the Porteus Maze Test. *Behavior Genetics, 47*(2), 164–174. <https://doi.org/10.1007/s10519-016-9827-x>
- Umegaki, H., Suzuki, Y., Komiya, H., Watanabe, K., Yamada, Y., Nagae, M., & Kuzuya, M. (2021). Frequencies and neuropsychological characteristics of errors in the Clock Drawing Test. *Journal of Alzheimer's Disease: JAD, 82*(3), 1291–1300. <https://doi.org/10.3233/JAD-210456>
- Unterrainer, J. M., Petersen, J., Schmidt, P., Ernst, M., Wirtz, M. A., Reinwarth, A. C., Wicke, F., Ghaemi Kerahrodi, J., Michal, M., Münzel, T., König, J., Lackner, K. J., Pfeiffer, N., Tüscher, O., Galle, P. R., Beutel, M., & Wild, P. S. (2024). Different risk and protective factors predict change of planning ability in middle versus older age. *Scientific Reports, 14*(1), 25275. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-76784-1>
- van den Heuvel, O. A., Groenewegen, H. J., Barkhof, F., Lazeron, R. H., van Dyck, R., & Veltman, D. J. (2003). Frontostriatal system in planning complexity: A parametric functional magnetic resonance version of the Tower of London task. *NeuroImage, 18*(2), 367–374. [https://doi.org/10.1016/s1053-8119\(02\)00010-1](https://doi.org/10.1016/s1053-8119(02)00010-1)
- van de Ven, R. M., Schmand, B., Groet, E., Veltman, D. J., & Murre, J. M. (2015). The effect of computer-based cognitive flexibility training on recovery of executive function after stroke: Rationale, design and methods of the TAPASS study. *BMC Neurology, 15*, 144. <https://doi.org/10.1186/s12883-015-0397-y>
- Verhaeghen, P., & De Meersman, L. (1998a). Aging and the negative priming effect: A meta-analysis. *Psychology and Aging, 13*(3), 435–444. <https://doi.org/10.1037/0882-7974.13.3.435>
- Verhaeghen, P., & De Meersman, L. (1998b). Aging and the Stroop effect: A meta-analysis. *Psychology and Aging, 13*(1), 120–126. <https://doi.org/10.1037/0882-7974.13.1.120>
- Villalva-Sánchez, Á. F., Salgado-Ceballos, H., Rodríguez-Camacho, M. A., Guzmán-Cortés, J. A., & Bernal Hernández, J. (2021). Comparison of the cognitive benefits of doing aerobic exercise versus performing theater in healthy older adults. *Activities, Adaptation & Aging, 46*(1), 1–19. <https://doi.org/10.1080/01924788.2021.1910152>

Yanhong, O., Chandra, M., & Venkatesh, D. (2013). Mild cognitive impairment in adult: A neuropsychological review. *Annals of Indian Academy of Neurology*, *16*(3), 310–318. <https://doi.org/10.4103/0972-2327.116907>

Ye, M., Song, T., Xia, H., Hou, Y., & Chen, A. (2024). Effects of aerobic exercise on executive function of healthy middle-aged and older adults: A systematic review and meta-analysis. *International Journal of Nursing Studies*, *160*, 104912. <https://doi.org/10.1016/j.ijnurstu.2024.104912>

Yu, T., Wu, P., Wu, W., Chang, Y., Chiang, C., & Chu, I. (2025). Effects of exergame training on executive function and heart rate variability in middle-aged and older adults: A randomized controlled study. *European Journal of Sport Science*, *25*(2), [page non disponibili]. <https://doi.org/10.1002/ejsc.12249>

Wagner, G., Koch, K., Reichenbach, J. R., Sauer, H., & Schlösser, R. G. (2006). The special involvement of the rostrolateral prefrontal cortex in planning abilities: An event-related fMRI study with the Tower of London paradigm. *Neuropsychologia*, *44*(12), 2337–2347. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2006.05.014>

Wilson, B. A., Alderman, N., Burgess, P. W., Emslie, H. C., & Evans, J. J. (1996). *The Behavioural Assessment of the Dysexecutive Syndrome*. Thames Valley Test Company.

Winblad, B., Palmer, K., Kivipelto, M., Jelic, V., Fratiglioni, L., Wahlund, L. O., Nordberg, A., ... Petersen, R. C. (2004). Mild cognitive impairment—Beyond controversies, towards a consensus: Report of the international working group on mild cognitive impairment. *Journal of Internal Medicine*, *256*(3), 240–246. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2796.2004.01380.x>

Zelazo, P. D., Craik, F. I., & Booth, L. (2004). Executive function across the life span. *Acta Psychologica*, *115*(2-3), 167–183. <https://doi.org/10.1016/j.actpsy.2003.12.005>

Zhang, Y., Han, B., Verhaeghen, P., & Nilsson, L.-G. (2007). Executive functioning in older adults with mild cognitive impairment: MCI has effects on planning, but not on inhibition. *Aging, Neuropsychology, and Cognition*, *14*(6), 557–570. <https://doi.org/10.1080/13825580600788118>

Appendici

Articoli	Tipo di disegno	Campioni	Strumento di valutazione	Risultati
Allain et al. (2005)	Trasversale	Anziani sani (n = 18), età media = 80.3 (SD = 5.9), scolarità = 6.4 anni; Giovani (n = 16), età media = 28.6 (SD = 10.8), scolarità = 10.8 anni	Zoo Map Test	Sequencing score: anziani = M = 4.9; SD = 1.5; giovani = M = 2.4; SD = 1.8 (p = .006); Errori: anziani = M = 3.3; SD = 1.5; giovani = M = 0.7; SD = 0.7 (p = .004); Anziani con maggiori difficoltà nella formulazione del piano.
Aretouli & Brandt (2010)	Trasversale	Totale n = 192; MCI (n = 124): AS = 36, AM = 45, NAS = 26, NAM = 17; età media = 76.3; scolarità ≈ 15.7; Anziani sani (n = 68); età media = 72.4, scolarità = 15.9	Porteus Maze Test; Tower Test (D-KEFS)	Le prestazioni nei test di pianificazione non predicono la funzionalità quotidiana nei MCI (IQCODE, ADL-PI); p > .05. La componente esecutiva più rilevante è la working memory ($\beta = -.281$, p = .003). I MCI risultano comunque peggiori dei controlli in entrambe le misure (p < .001).
Ávila et al. (2015)	Trasversale	Totale n = 129, età media = 70–76; 4 gruppi: controllo sano (n = 26), MCI amnestico (n = 38), MCI multidominio (n = 29), Alzheimer lieve (n = 36). Scolarità media da 3.8 a 7 anni	Tower of London (ToL) versione Portella	Controlli: M = 21.54; SD = 9.14; aMCI: M = 25.79; SD = 8.85; mdaMCI: M = 22.28; SD = 9.78; AD: M = 16.28; SD = 8.13. Il gruppo Alzheimer mostra le peggiori prestazioni pianificatorie (p = .001). Il gruppo aMCI mostra performance comparabili ai controlli (ns), mentre mdaMCI mostra un leggero declino (ns).
Brown & Schmitter-Edgecombe (2020)	Trasversale	Anziani sani (n = 154), età media = 68; scolarità media = 16.7 anni. Due gruppi: con pianificazione (n = 78) e senza pianificazione (n = 76)	Day Out Task (DOT)	Nessuna differenza tra i gruppi nei punteggi di esecuzione. Nei soli pianificatori: Plan Efficiency predice una esecuzione più efficiente ($\beta = 0.51$; p < .001); Task Relevant Associations predice una minore durata del compito ($\beta = -0.23$; p = .05).
Brown & Schmitter-Edgecombe (2024)	Trasversale	Anziani sani (n = 65); età media = 70.9; scolarità media = 16.7 anni	Overnight Trip Task (OTT) – versioni clinic e real-world	Clinic-OTT: M = 11.22; RW-OTT: M = 12.38. Correlazione tra le due versioni: r = 0.35 (p = .005). Clinic-OTT predice variabilità nella performance reale (RW-OTT) ($\beta = 0.34$; p = .002).
Clark et al. (2012)	Longitudinale	Totale n = 71; anziani sani (n = 51); MCI (n = 20); età media ≈ 77.5; scolarità ≈ 15.6 anni. Decliners = 15 (10 anziani sani, 5 MCI); non-decliners = 56 (41 anziani sani, 15 MCI)	Tower Test (D-KEFS)	Nessuna differenza tra decliners e non-decliners (Tower Test: decliners = M = 20.47; non-decliners = M = 19.30; p = .18). Nessuna differenza tra decliners e non-decliners (p = .18).
Corbo et al. (2024)	Trasversale	Anziani sani (n = 45), età media = 64.1; SD = 6.80, scolarità = 15.7 anni; MCI (n = 45), età media = 65.2; SD = 8.14, scolarità = 14.6 anni	Tower of London (ToL)	Anziani sani = M = 37.9; SD = 3.89 — MCI = M = 36.9; SD = 4.53. Differenza significativa (F(2, 83) = 6.07; p = .016). La pianificazione è ridotta nel gruppo MCI.

de Paula et al. (2012)	Trasversale	Anziani sani (n = 305), suddivisi in 4 gruppi: <80 anni con bassa scolarità (<8 anni, n = 102); <80 anni con alta scolarità (≥8 anni, n = 110); >80 anni con bassa scolarità (n = 49); >80 anni con alta scolarità (n = 44)	Tower of London (ToL)	<80, alta scolarità: M = 31.16; SD = 2.78; <80, bassa scolarità: M = 29.88; SD = 3.78; >80, alta scolarità: M = 28.67; SD = 3.73; >80, bassa scolarità: M = 27.17; SD = 3.52. Differenze significative tra i gruppi (p < .01). Le performance diminuiscono con l'età (p = .001) e aumentano con la scolarità (p < .001).
Dion et al. (2022)	Trasversale	Anziani sani (n = 173), età media = 68.5; scolarità = 16.3 anni; MCI (n = 28), età media = 70.6; scolarità = 14.3 anni	Clock Drawing Test digitale (dCDT), variabile di digit misplacement (comando/copia)	Comando: MCI = M = 112.18; SD = 63.08; anziani sani = M = 68.76; SD = 32.59 (F(1,186) = 21.08; p < .001). Copia: MCI = M = 84.34; SD = 37.55; Anziani sani = M = 65.26; SD = 25.76 (F(1,187) = 6.99; p = .037). MCI con maggiore digit misplacement sia in condizione comando che copia.
Ferguson et al. (2021)	Trasversale	Totale n = 350. Gruppi rilevanti: adulti 30–49 (n = 76), middle-aged 50–64 (n = 74), anziani 65–86 (n = 78); IQ medio > 110 nei più anziani	Tower of Hanoi (ToH)	Punteggio medio: giovani adulti: M = 56.74; adulti: M = 55.16; middle-aged: M = 47.90; anziani: M = 49.29. Curva: miglioramento fino ai 30 anni, declino da 30 a 70, lieve ripresa oltre i 70 anni. Differenze significative (p < .001) anche controllando per QI.
Jablonska et al. (2022)	Trasversale	Giovani (n = 110), età media = 23.3 (SD = 2.0); Anziani (n = 91), età media = 67.6 (SD = 3.8); solo anziani con MMSE ≥ 27	Tower of London–Freiburg (TOL-F)	PA (accuratezza) totale: Giovani = M = 16.7; SD = 3.2 — Anziani = M = 12.8; SD = 2.7 (t = 9.2; p < .001). Differenze significative in tutte le 4 categorie GA/SD (es. GAhigh–SDhigh: Giovani = 4.1; Anziani = 3.1). Initial Thinking Time (ITT) più lungo nei giovani nella maggior parte delle condizioni.
Johns et al. (2012)	Trasversale	aMCI (n = 40): età media = 72.4, SD = 8.6; scolarità = 13.1 anziani sani (n = 32): età media = 71.8, SD = 5.0; scolarità = 14.4	Tower of London (ToL)	aMCI: tempo totale maggiore (M = 34.00 s) rispetto agli anziani sani (M = 23.30 s), p < .05, η² = .20; numero di mosse: MCI > anziani sani (M = 7.19 vs 6.30), p < .05, η² = .08;
Junquera et al. (2020)	Longitudinale (1 anno)	Totale n = 145; Anziani sani (n = 51), età media = 73.3; scolarità = 10.2; MCI (n = 94), età media = 74.8, scolarità = 8.7; suddivisi in aMCI (n = 26), maMCI (n = 50), naMCI (n = 18)	Zoo Map Test (BADs)	Anziani sani: M = 1.93, SD = 1.14; MCI: M = 1.04, SD = 1.35; t = 4.36, p < .001, d = 0.62. Tutti i sottotipi MCI (aMCI, maMCI, naMCI) hanno punteggi significativamente inferiori agli anziani sani (p < .001). I MCI converter hanno punteggi significativamente peggiori (M = -0.80) rispetto agli MCI stabili (M = 0.82), t = 3.646, p = .001, d = -1.457.
Köstering et al. (2014)	Trasversale	Anziani sani (n = 106), età 60.7–89.5; suddivisi in 5 gruppi di età: 60–65 (n = 21), 66–69 (n = 22), 69–72 (n = 21), 72–76 (n = 21), >76 (n = 21); MMSE medio = 29.01, scolarità media = 14.5 anni	Tower of London (ToL)	Accuratezza media: 60–65 = 70.6%; 66–69 = 67.1%; 69–72 = 60.7%; 72–76 = 58.3%; >76 = 64.4%. Declino significativo con l'età (F(4,101) = 4.15; p = .004). Effetto specifico di SD nei gruppi 66–76 anni (p < .01); nessun effetto nei gruppi 60–65 e >76. Nessuna interazione significativa con GA.
Köstering et al. (2015)	Trasversale	MCI (n = 29), età media = 74.1; scolarità = 4.00; Anziani sani, controlli (n = 155), età media = 52.6, scolarità = 4.18 (scala 1–5)	Tower of London – Freiburg version (ToL-F)	Accuracy: MCI = 44.5%, Anziani sani = 62.7%; F(1,56) = 6.02, p = .018. I MCI risolvono meno problemi rispetto ai controlli, indicando un deficit di pianificazione.

Köstering, Leonhart et al. (2016)	Trasversale	Anziani sani (n = 106), età media = 71.5 ± 6.58, scolarità = 14.5 anni; Adulti giovani (n = 69), età media = 28.8 ± 8.8	Tower of London (ToL)	Accuracy: anziani = M = 64.15%; SD = 14.21; giovani = M = 83.27%; SD = 10.17. Il gruppo anziano mostra una compromissione significativa della pianificazione rispetto ai giovani (p < .001).
Köstering, Schmidt et al. (2016)	Trasversale	MCI (n = 29): età media = 74.1 ± 5.1; scolarità: 58.6% diploma professionale; 24.1% laureati; Anziani sani (n = 29), abbinati per età, sesso, istruzione	Tower of London – Freiburg version (ToL-F)	MCI: più rule breaks (Md = 0.167) rispetto ai controlli (Md = 0.083), p = .0948; online planning errors simili (p = .16). I MCI mostrano più errori, ma la differenza non è significativa e la sensibilità discriminante è bassa.
Phillips et al. (2003)	Trasversale	Anziani (n = 36), età media = 72.4; SD = 5.8, scolarità = 12.58 anni; SD = 3.74; Giovani (n = 36), età media = 20.5; SD = 1.6, scolarità = 15.44 anni; SD = 1.44	Tower of London; in condizioni Single Task e Dual Task	Single task: nessuna differenza nei problemi risolti (t(70) = 0.413, ns); anziani significativamente più lenti nei movimenti (t(70) = -5.78, p < .001). Dual task: interazione significativa tra età ed executive load su accuratezza (F(1,68) = 9.20, p < .005); i giovani peggiorano nei compiti ad alto carico (es. random generation), gli anziani in quelli a basso carico (es. articulatory suppression)
Phillips et al. (2006)	Trasversale	Anziani sani (n = 39), età media = 69.5; SD = 5.5, scolarità = 9.9 anni; Giovani (n = 39), età media = 24.8; SD = 2.0, scolarità = 13.2 anni	Tower of London (ToL) (numero di mosse in eccesso)	Giovani: M = 3.5; SD = 3.4; Anziani: M = 9.6; SD = 5.7; F(1,76) = 49.1; p < .001. Gli anziani compiono un numero significativamente maggiore di mosse in eccesso, indicando una ridotta efficienza nella pianificazione.
Phillips et al. (2021)	Trasversale	Totale n = 191 UK: giovani n = 33, età media = 21.85; anziani n = 40, età = 68.37; Malaysia: giovani n = 73, età media = 20.68; anziani n = 45, età media = 70.33; educazione più alta nel campione UK	Tower of London (ToL)	Accuracy: effetto principale dell'età significativo (F(1,184) = 24.684, p < .001, η² = .118); interazione significativa età × cultura (F(1,184) = 4.888, p = .028, η² = .026). Post-hoc: nei malesi t = 5.91, p < .001, d = 1.06; nei britannici t = 1.81, p = .075, d = 0.43. Il declino nella pianificazione con l'età è più marcato nei malesi, mediato dalla working memory a livelli di scolarità bassi e medi.
Sanders & Schmitter-Edgecombe (2012)	Trasversale	Anziani sani (n = 50), età media = 72.78; scolarità = 16.28; Giovani (n = 50), età media = 22.21; scolarità = 14.96	Map Task (formulazione + esecuzione); Zoo Map Test (BADS, versioni 1 e 2)	Map Task – Formulazione: accuracy: anziani M = 12.9; giovani M = 14.4; F(1,96) = 5.17, p < .05; efficienza: anziani M = 2.06; giovani M = 3.32; F = 14.6, p < .001. Esecuzione: accuracy: M = 15.7 vs 17.6; F = 11.5, p = .001; efficienza: M = 2.62 vs 4.06; F = 11.4, p = .001. Zoo Map: Versione 1 (formulazione): errori M = 1.79 vs 0.75; sequenziamento M = 4.64 vs 6.38; p < .01. Versione 2 (esecuzione): differenze minime o nulle. Gli anziani mostrano deficit marcati soprattutto nella formulazione autonoma.
Sanders & Schmitter-Edgecombe (2017)	Trasversale	Anziani sani (n = 64), età media = 71.3; scolarità = 16.8; Giovani (n = 32), età media = 20.5; scolarità = 14.7	Amap Task, 2 fasi: formulazione scritta ed esecuzione (in due condizioni: formal = con piano scritto, informal = senza).	Formulazione: accuratezza: anziani M = 10.9; giovani M = 14.6; t(46) = 2.46, p < .05. Efficienza: anziani M = 1.5; giovani M = 2.1; t(46) = 1.74, p = .088 (ns). Esecuzione (tutte le condizioni): accuratezza: anziani < giovani; F(1,92) = 11.8, p = .001. Efficienza: anziani < giovani; F(1,92) = 5.67, p < .05. Efficienza maggiore in condizione formal vs informal: F(1,92) = 7.55, p = .007. Il formal planning migliora l'efficienza esecutiva ma non l'accuratezza.

Sanders et al. (2014)	Trasversale	MCI (n = 37), età media = 72.9, scolarità = 14.7; Anziani sani (n = 37), età media = 70.3, scolarità = 15.8	Amap Task (formulazione scritta ed esecuzione); Zoo Map Test (BADS, versioni 1 e 2)	Amap Task formulazione: MCI meno accurati (M = 7.7 vs 12.5) ed efficienti (M = 0.9 vs 2.0), p < .001. Amap Task esecuzione: accuratezza (M = 15.1 vs 17.3), efficienza (M = 1.4 vs 3.1), p < .01. MCI più lenti e meno aderenti al piano. Zoo Map V1: più errori, p < .05; V2: assenza di differenze per ipotetico effetto ceiling. MCI con maggiore compromissione sia nella generazione che nell'attuazione del piano.
Satler et al. (2017)	Trasversale	AD probabile (n = 21), età media = 78.9; scolarità = 7.0; Controlli anziani sani (n = 33), età media = 70.8; scolarità = 11.8	Tower of London (ToL) versione Krikorian	Controlli anziani: accuratezza M = 34.1 (su 60), tempo di esecuzione M = 241 s, errori di regola M = 2.0. I pazienti AD risultano significativamente più lenti, meno accurati e più impulsivi.
Sorel & Pennequin (2008)	Trasversale	Gruppo 1: Giovani (n = 15), età media = 21.4; Gruppo 2: Adulti (n = 15), età media = 68.1; scolarità = 11.4 anni Gruppo 3: Anziani sani (n = 15), età media = 78.75; scolarità = 9.6 anni	Tower of Hanoi (3 e 4 dischi)	ToH 3 dischi: tempo = 45.3 s vs 71.6 s (p < .01); mosse = 9.4 vs 11 (ns); errori = 0.4 vs 1.25 (p < .01). ToH 4 dischi: tempo = 123 s vs 148.4 s (ns); mosse = 28.5 vs 30.6 (ns); errori = 1.46 vs 1.94 (ns). Con l'età aumentano tempi ed errori in modo significativo nei compiti specifici.
Unterrainer et al. (2024)	Longitudinale	Totale n = 4018; Anziani sani (≥60 anni al T1), n = 1254; età media ~66.6; scolarità media = 14.04 anni	Tower of London – Freiburg version (ToL-F)	Performance in calo nel tempo: T1 = 13.41 (SD = 3.46), T2 = 13.11 (SD = 3.61); differenza significativa: F(1,4016) = 28.86, p < .001. Pianificazione peggiore nei portatori APOE ε4 (β = -0.53, p = .022) e ε2 (β = -0.60, p = .020); peggioramento anche con antidepressivi (β = -0.98, p = .034), abuso alcolico (β = -0.44, p = .032) e malattie autoimmuni (β = -0.015, p = .035). Fattori protettivi: vivere in coppia (β = 0.48, p = .043); effetto scolarità solo marginale (β = 0.066, p = .092).
Zhang et al. (2007)	Trasversale	Totale n = 64; MCI (n = 32), età media = 73.7; scolarità = 10.7; controlli anziani (n = 32), età media = 73.5; scolarità = 12.1	Trail Making Test B-A (TMT B-A); Porteus Maze Test	TMT B-A: controlli M = 43.8 s (SD = 39.3), MCI M = 67.5 s (SD = 46.1); t = -2.11, p < .05; Porteus Maze: controlli M = 15.1 (SD = 2.2), MCI M = 11.8 (SD = 2.5); t = 5.32, p < .05; Il gruppo MCI mostra prestazioni significativamente inferiori, con rallentamento e minore accuratezza nei compiti di pianificazione.

Appendice A. Sintesi degli studi inclusi alla fine del processo di selezione sulla valutazione della pianificazione nell'invecchiamento sano e MCI. All'interno sono riportati il tipo di disegno, i dati sul campione, lo strumento di valutazione della pianificazione e i principali risultati relativi.

D-KEFS = Delis-Kaplan Executive Function System; IQCODE = Informant Questionnaire on Cognitive Decline in the Elderly; ADL-PI = Activities of Daily Living – Prevention Instrument; aMCI = amnesic Mild Cognitive Impairment; mdaMCI = multiple-domain amnesic Mild Cognitive Impairment; PA = Planning Accuracy; GA = Goal Ambiguity; SD = Search Depth; naMCI = non-amnesic Mild Cognitive Impairment; md = mediana; BADS = Behavioural Assessment of the Dysexecutive Syndrome; ns = non significativo.

Autori	Campione	Valutazione pianificazione	Training	Durata training	Risultati su pianificazione
Buitenweg et al. (2017)	Totale n = 158 (FS = 56, IS = 33, Controllo = 50) Età media: FS = 67.8; IS = 67.9; Controllo = 67.6	Tower of London (ToL)	Training con giochi cognitivi su ragionamento, memoria di lavoro, attenzione. FS: 10 giochi/3 min; IS: 3 giochi/10 min. Controllo attivo: giochi visivamente simili	12 settimane (5x/settimana). Sessione: 30 min	Miglioramento significativo in tutti i gruppi; nessun effetto del training
Cheung et al. (2024)	MCI (n = 24): SMT = 12; CLMP = 12; Età media: SMT = 70; CLMP=68	Rey-Osterrieth Complex Figure Test (RCFT) – fase di copia	SMT: psicoeducazione, apprendimento di: tecniche mnemoniche interne ed esterne; strategie di recupero ed esercizi per applicarle alla vita reale. CLMP: Chanwuyi Lifestyle (attività fisica quotidiana, meditazione, esercizi corpo-mente per rilassamento)	10 settimane (1xsettimana) Sessione: 90 minuti	SMT: nessun miglioramento CLMP: +8.6% miglioramento post (F(1,22) = 5.63, p = .03, η ² = .20)
de Almondes et al. (2017)	Totale n = 41 (CTG = 11, SHG = 10; THG = 10; Controllo = 10) Età media: CTG = 72.2, SHG = 66.4, THG = 72.0, controllo = 66.9	Tower of London (ToL)	CTG: esercizi mirati a FE anche pianificazione. SHG: psicoeducazione sul sonno, THG: entrambi training. Controllo: nessun intervento	6 settimane (1x/settimana) Sessione: 90 minuti	CTG, SHG, THG: Miglioramento nella ToL, CTG: p = .011, SHG: p=0.007, THG: p=0.012) Controllo: peggioramento nella ToL
Goghari & Lawlor-Savage (2017)	Totale n = 61 (LPT = 32; Controllo = 29) Età media: LPT = 70.81; Controllo = 70.24	Tower Test (TT)	BrainGymmer games: Square Logic, Out of Order, Patterned Logic. Controllo: nessuna attività	8 settimane (5x/settimana) Sessione: 30 minuti (10 min/gioco)	Nessun miglioramento
Kalbe et al. (2018)	Totale n = 81 (CT = 23, CPT = 28, CPT+C = 30) Età media: CT = 67.5; CPT = 68.2; CPT+C = 68.7	Zoo Maps test (BADS)	CT: Cognitive training <i>NEUROvitalis</i> - CPT: <i>NEUROvitalis</i> + attività fisica - CPT+C: aggiunta di consulenza motivazionale	7 settimane (2x/settimana) sessione: 90 min	Nessun miglioramento significativo
Lima-Silva et al. (2012)	Totale n = 43 (EG = 26, Controllo = 17) Età media: EG = 66.2; Controllo = 67.1	Clock Drawing Test (CDT)	Training con esercizi mirati alle FE (ordinamento cronologico, problem solving, simulazione di attività quotidiane come calcolo resto, giochi strategici come labirinti). Controllo: nessuna attività.	6 settimane (1x/settimana) Sessione: 2 ore circa (40-60 min in gruppo grande; 60 min in gruppo piccolo)	Nessun miglioramento

Ruth-Pérez et al. (2023)	Totale n= 75 (VIRTRAE = 55, Controllo = 20). Età media: SSE = 72.6; Controllo = 76	Keys Search - Behavioral Assessment of the Dysexecutive Syndrome (BADS)	VIRTRAE: Virtual Training for the Elderly Controllo: stimolazione cognitiva con esercizi carta e penna.	5 settimane (2x/settimana) Sessione: 45-60 min	VIRTRAE: Miglioramento (F = 5.612, p = .021, $\eta^2_p = .239$) Controllo: nessun miglioramento
Shellington et al. (2018)	Totale n = 25 (SSE = 12, Controllo = 13) Età media: SSE = 65.9 anni, Controllo = 71.2 anni	Planning Domain – Cambridge Brain Science (CBS)	SSE: Square-Stepping Exercise Controllo: nessun training	24 settimane (2x/settimana) Sessione: 1 ora (45 minuti di esercizio + stretching)	SSE: Miglioramento tra V1-V2 (F = 5.8, p = 0.03, $\eta^2 = 0.28$); Controllo: nessun miglioramento
Stephens & Berryhill (2016)	Totale n = 90 Età media: Sham = 69,9; Active1 = 68.6; Active2 = 68.6.	Weekly Calendar Planning Activity (WCPA) OT-DORA Road Law & Road Craft Test	Training con compiti di memoria di lavoro: Subtract 2 Span, Operation Span, N-back visivo, Letter Span + tDCS: Sham: 20 sec stim.; Active 1:1 mA; Active 2: 2mA	5 giorni consecutivi. Sessione: 45 minuti, tDCS per 15 min.	WCPA: Active2 > Sham (F(2,89) = 5.512, p = .006, $\eta^2 = .116$) OT-DORA: Active1, Active2 > Sham (F(2,89) = 6.120, p = .003, $\eta^2 = .123$)
Turner et al. (2019)	Totale n = 30 (GOAL = 15, BHE = 15) Età media: GOALS= 67.6, Controllo= 68.1	D-KEFS Tower Test Neuropsychological Assessment Battery (NAB) Mazes test.	GOAL: Goal-Oriented Attention Self-Regulation Controllo: Brain Health Education (BHE)	5 settimane (10 sessioni di gruppo 2h ciascuna 2x/settimana + 3 individuali di 1h ciascuna)	GOALS e BHE: miglioramento di entrambi ((F (1, 19) = 8.67, p = 0.008, $\eta^2 = 0.31$)
Villalva-Sanchez et al. (2021)	Totale n = 20 (AET = 10; TT = 10) Età media = 64.8	Tower of London (ToL)	Gruppo AET: training aerobico con <i>Newcomb ball</i> ; Gruppo TT: laboratorio di teatro	AET: 6-24 mesi (media=14.2) (3x/settimana); Sessione: 60 min. TT: 5-19 mesi (media=10.9) (3x/settimana); Sessione: 2h	AET: miglioramento significativo (F(3,16) = 3.8216, p = .030, $\eta^2 = 0.519$) TT: nessun miglioramento.
Yu et al. (2025)	Totale n = 91 (Exergame = 46, Controllo = 45) Età media: EX = 63.7; Controllo = 62.4	Tower of London (ToL)	Exergame: Kinect Sports, Kinect Adventures. Controllo: mantenimento dello stile di vita abituale	10 settimane (2x/settimana) Sessione: 50 minuti (30 di esercizio + 20 di stretching)	Exergame: Miglioramento TIT: (p = 0.043, d = 0.35) Controllo: nessun miglioramento

Appendice B. Sintesi degli studi inclusi alla fine del processo di selezione sui training della pianificazione nell'invecchiamento sano e MCI. All'interno sono riportati dati sul campione, lo strumento di valutazione della pianificazione, il training utilizzato, la durata dell'intervento e i risultati riguardanti la pianificazione.

FS = frequent switching; IS = infrequent switching; SMT = Strategic Memory Training; CLMP = Chanwuyi Lifestyle Medicine Program; CTG = cognitive training group; SHG = sleep hygiene group; THG = cognitive training and hygiene group; LPT = logic and planning training; CT = cognitive training; CPT = cognitive training with physical activity; CPT+C = cognitive training with physical activity and motivational counseling; EG = experimental group; FE = funzioni esecutive; AET = Aerobic Exercise Training; TT = Theater Training; EX = Exergame; TIT = Total initiation time.

Ringraziamenti

Ringrazio la Prof.ssa Stablum per la professionalità, la disponibilità e la puntualità mostratami sin dall'inizio della stesura di questa tesi. La Sua pazienza mi ha dato la prova che per questa Università uno studente può essere altro, una persona col proprio vissuto, oltre a un numero di matricola. Ringrazio la mia famiglia e i miei nonni per avermi sostenuto, ascoltato e lasciato crescere senza mai aver smesso di credere in me. Ringrazio mia sorella Miryam poiché con la sua determinazione è diventata un esempio per me, una preziosa spinta a rimettermi in gioco. Ringrazio i miei amici per la loro presenza che mai ho dato per scontato, seconda famiglia quando la prima è a migliaia di chilometri di distanza. Infine, ringrazio la mia compagna, Sara, che con la sua costanza, la sua empatia e col suo amore, mi ha mostrato che oltre ogni fine c'è sempre un nuovo lucente inizio.