



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI PADOVA

Dipartimento di Psicologia Generale

Corso di Laurea Magistrale in Psicologia Cognitiva Applicata

Tesi di Laurea Magistrale

**Nuova batteria per la percezione del tempo in anziani con
invecchiamento sano e patologico**

A new battery for time perception in healthy and pathological ageing

Relatrice
Prof.ssa Giovanna Mioni

Laureanda
Lara Calabrese
Matricola: 2021205

Anno Accademico 2021/2022

Abstract

L'obiettivo del seguente progetto di tesi è la costruzione di una nuova batteria per la percezione del tempo in anziani con invecchiamento sano e patologico. Si è vista la necessità della costruzione di una nuova batteria in quanto l'unica presente ad oggi è principalmente uditiva e non considera alcuni aspetti di percezione del tempo. Lo studio è stato effettuato con un campione di 63 anziani, di cui alcuni con invecchiamento sano e altri con invecchiamento patologico. Prima di somministrare i compiti temporali, tutti i partecipanti sono stati valutati con MMSE. E' stata possibile la partecipazione allo studio solo ai partecipanti con un punteggio grezzo al MMSE maggiore o uguale a 15. Lo studio prevedeva due fasi, a distanza di un mese l'una dall'altra. Nella prima fase sono state inoltre inserite delle prove di valutazione neuropsicologica per poter valutare e confrontare le prestazioni cognitive dei due gruppi. I compiti temporali proposti nelle due fasi erano uguali e richiedevano tutti l'utilizzo del computer. Sono stati proposti sia compiti temporali espliciti (*finger tapping free e 1sec, bisezione, riproduzione e produzione*) che impliciti (*foreperiod e ritmo*). Ciò che ci aspettiamo dai risultati è che le prestazioni dei due gruppi siano significativamente diverse tra loro e che gli anziani sani abbiano prestazioni migliori rispetto agli anziani con deterioramento cognitivo. Inoltre, ipotizziamo che non ci sia un cambiamento significativo tra la fase di test e la fase di retest in quanto non è stato effettuato nessun training tra una fase e l'altra. Questa ricerca potrebbe rivelarsi molto utile per la valutazione della percezione del tempo negli anziani in futuro perché è adatta anche agli anziani con deterioramento cognitivo e perché permette di valutare la percezione del tempo in maniera più completa rispetto a quanto è possibile fare oggi con gli strumenti a disposizione.

INDICE

Abstract.....	3
Capitolo 1. La percezione del tempo	8
1.1. Modelli di riferimento	11
1.2. Tempo retrospettivo e prospettico.....	13
1.3. Percezione del tempo esplicita ed implicita	14
1.4. La percezione del tempo nell’invecchiamento.....	16
1.5. Metodi per valutare la percezione del tempo	17
1.6. Una batteria per la valutazione delle capacità temporali.....	19
Capitolo 2. L’invecchiamento.....	22
2.1. Definizione e diagnosi della demenza.....	22
2.2. Vari tipi di demenze	23
Capitolo 3. Metodo.....	27
3.1. Partecipanti.....	27
3.2. Compito e stimoli	27
3.3. Apparato	36
3.4. Procedura.....	36
Capitolo 4. Risultati	38
4.1. Descrizione del campione	38
4.2. Finger Tapping	39

4.3. Foreperiod	42
4.4. Ritmo.....	44
Capitolo 5. Discussione	45
5.1. Finger Tapping.....	45
5.2. Foreperiod	47
5.3. Ritmo.....	48
Bibliografia	51

Capitolo 1. La percezione del tempo

La percezione del tempo è fondamentale in molte attività che svolgiamo quotidianamente. Ci permette di concettualizzare il tempo trascorso, rendendoci in grado di anticipare gli eventi futuri. La percezione del tempo è indicata come l'esperienza soggettiva del tempo, spesso quantificata dalla percezione della durata del tempo di un evento passato (Allman et al., 2014). La durata del tempo è soggettivamente percepita come più breve o più lunga del suo effettivo trascorrere a causa dell'interazione dinamica tra l'esperienza personale e le condizioni ambientali (Marinho et al., 2019). La stima della durata del tempo richiede diverse funzioni cognitive piuttosto complesse, come ad esempio l'attenzione, la memoria di lavoro e la memoria a lungo termine (Brown, 1997; Taatgen, Van Rijn, & Anderson, 2007), stati d'animo ed emozioni (Wittmann et al. 2006; Droit-Volet & Meck, 2007; Noulhiane et al., 2007), tratti di personalità (Rammsayer, 1997) e livello di benessere soggettivo. L'interazione tra tutti questi fattori determina il modo in cui percepiamo lo scorrere del tempo. Michon (1993) sostiene che ogni individuo ha un "senso del tempo", inteso come un complesso sistema di meccanismi, processi e strategie che ci consentono di interagire con l'ambiente esterno e il mondo interiore. Il tempo è essenziale per garantire il funzionamento ottimale degli organismi: le persone possono guardare sia indietro che avanti nel tempo, ricordando gli eventi passati e anticipando quelli futuri (Block & Zakay, 1997). Ad esempio, guidare un'auto richiede di essere in grado di stimare le durate per intraprendere le azioni appropriate al momento giusto (Block & Zakay, 1997). Non saremmo in grado di effettuare un sorpasso o attraversare una rotonda, se non avessimo abilità temporali che ci consentono di anticipare il tempo che impiegheremo nel percorrere un determinato tratto di strada.

Gli studi di neuroimaging indicano che non è presente un'unica area deputata all'elaborazione temporale: questa ipotesi è confermata dall'assenza di disturbi neurologici che portano ad una totale

compromissione dell'elaborazione temporale (Piras et al., 2014). Sono attivate aree cerebrali diverse a seconda del compito temporale richiesto. La percezione del tempo, del giudizio e dell'elaborazione degli intervalli è gestita da un sistema che coinvolge la corteccia prefrontale, l'area motoria supplementare (SMA), il cervelletto e i gangli della base (Marinho et al., 2019). La corteccia prefrontale ha un ruolo fondamentale nella memoria di lavoro e nelle funzioni di misurazione temporale, la corteccia parietale inferiore nell'attenzione modulatoria e i gangli della base sono implicati nella funzione di cronometro (Lewis & Miall, 2006). Inoltre, la corteccia parietale posteriore è legata ai processi attenzionali (Wencil, 2010) ed è fondamentale nell'elaborazione di informazioni temporali in contemporanea ad informazioni spaziali (Mioni et al., 2020). Alcuni studi effettuati con risonanza magnetica funzionale (fMRI) dimostrano un'attivazione di substrati neurali differenti per tempi espliciti ed impliciti. In particolare, i gangli della base sono attivati da compiti temporali espliciti, con la co-attivazione delle aree prefrontale, premotoria e cerebellare (Coull & Nobre, 2008). Al contrario, i compiti temporali impliciti attivano circuiti di azione corticale, comprendenti le aree parietali inferiori e premotorie (Coull & Nobre, 2008)

La percezione del tempo è un'abilità compromessa da diverse condizioni neurologiche e psichiatriche, come ad esempio il morbo di Parkinson, la schizofrenia, disturbo da deficit di attenzione e iperattività (ADHD) e autismo (Allman, 2012). Tutte queste condizioni compromettono parzialmente l'abilità di percepire il tempo, ma nessuna causa una totale incompetenza nelle abilità di stima temporale. Tuttavia, distorsioni o alterazioni nella capacità di percezione del tempo sono presenti, in varia misura, in molte popolazioni di pazienti e possono o meno accompagnare differenze in altri aspetti dell'elaborazione sensoriale (Brannon et al., 2004, Balci et al., 2009). Analizzare il modo in cui diverse popolazioni cliniche elaborano stimoli temporali differenti può essere particolarmente utile al fine di comprendere meglio il funzionamento dei meccanismi neurobiologici responsabili della percezione del tempo. Gli studi dimostrano che le persone affette da morbo di Parkinson hanno la tendenza a sottostimare le durate, ma tendono a sovrastimarle anche quando incoraggiati a contare

verbalmente i secondi ad alta voce (Pastor et al., 1992; Lange et al., 1995). I pazienti affetti da schizofrenia invece, definita come un disturbo psichiatrico acquisito in cui vi è un'apparente disintegrazione nei processi del pensiero e della reattività emotiva e la presenza di allucinazioni uditive, paranoie e deliri (Allman, 2012), hanno una maggiore variabilità nell'esprimere giudizi temporali. Dimostrano livelli più bassi di attivazione nei circuiti neurali frequentemente associati all'intervallo temporale, inclusa l'area motoria supplementare, l'insula e lo striato (Coull et al., 2011). E' stato osservato che queste differenze di gruppo aumentano in funzione della difficoltà del compito e hanno portato ad affermare che le difficoltà temporali presenti nei pazienti con schizofrenia siano coerenti con un deficit di elaborazione temporale generale e non specifici per intervalli di tempo (Davalos et al., 2003). Un altro disturbo che, a causa delle sue atipicità nelle funzioni della corteccia prefrontale, dei gangli della base e del cervelletto, compromette il corretto funzionamento della percezione temporale è l'autismo. Gli individui con autismo sembrano avere la tendenza ad accorciare durate più lunghe e ad avere una maggiore variabilità di risposta rispetto alle altre popolazioni (Allman, 2012). Anche gli individui portatori di ADHD, le cui caratteristiche principali sono disattenzione, iperattività e impulsività, tendono a produrre giudizi meno accurati (più errori) e ad avere una maggiore variabilità (Pollak et al., 2009). Per quanto riguarda i deficit temporali presenti in individui con ADHD è ancora da determinare se siano dovuti ad una difficoltà nei compiti temporali di per sé o se siano una diretta conseguenza della difficoltà nel mantenere l'attenzione su compiti specifici per periodi di tempo prolungati (Meck, 2005).

Negli ultimi anni alcuni studi si sono interessati alla relazione tra percezione del tempo e invecchiamento e sono emerse alcune differenze tra giovani e anziani. Queste differenze sono probabilmente dovute al diverso livello di competenza tra le due popolazioni prese in esame (anziani e giovani) nelle varie funzioni cognitive implicate nella percezione temporale. Le funzioni cognitive utilizzate nella percezione del tempo (ad esempio memoria o attenzione) possono essere compromesse in individui con deterioramento cognitivo e queste compromissioni potrebbero essere alla base di

deficit di percezione temporale. Uno degli obiettivi dello studio presentato in questo progetto di ricerca è quello di analizzare il modo in cui gli anziani con deterioramento cognitivo percepiscono le durate temporali, mettendoli a confronto con anziani con invecchiamento sano. Si ipotizza che a funzioni cognitive parzialmente o del tutto preservate corrisponderanno minori differenze rispetto alla popolazione giovane. Inoltre, ci si aspetta che negli anziani con deterioramento cognitivo non tutte le capacità temporali siano compromesse, ma solo quelle legate a compiti di percezione del tempo esplicita, che richiedono abilità cognitive spesso non preservate in questo tipo di popolazione.

1.1. Modelli di riferimento

E' possibile distinguere due modelli principali di riferimento per affrontare teoricamente la questione dell'elaborazione del tempo (Grondin, 2010): uno prevede la presenza di un orologio interno e l'altro no. I ricercatori che sostengono quest'ultimo modello definiscono la percezione del tempo in termini di meccanismi cognitivi, senza fare riferimento all'idea che ci sia un orologio interno (Block & Zakay, 2008). Questi ricercatori hanno fornito spiegazioni in termini di meccanismi attenzionali o di memoria e sono spesso interessati a lunghi intervalli (Ornstein, 1969).

Il modello più noto tra quelli che prevedono la presenza di un orologio interno, inteso come un meccanismo centrale responsabile della stima del tempo (Grondin, 2010), è il modello pacemaker-accumulatore (Gibbon et al., 1984; Treisman, 1963). Le basi di questo pacemaker neurale sono state individuate nel sistema dopaminergico e nei gangli della base, in particolare lo striato – nucleo caudato e putamen – e nella substantia nigra (Meck, Penney, & Pouthas, 2008; Buhusi & Meck, 2005). Il pacemaker emette impulsi che vengono accumulati in un contatore e il numero di impulsi contati determina la lunghezza percepita di un intervallo (Grondin, 2010). Per rendere possibile un giudizio temporale è necessario che il numero di impulsi contati dal pacemaker vengano trasmessi ad un sistema di memoria che avrà la funzione di elaborarli. Partendo da questo modello gli stessi autori, nel 1984, hanno formulato il modello temporale scalare, un modello matematico che descrive le proprietà formali dei processi cognitivi che operano nei compiti di percezione del tempo (Allan, 1998).

Secondo il modello scalare (figura 1) esistono tre fasi di elaborazione delle informazioni temporali: percezione del tempo (orologio), memorizzazione (memoria) e risposta (decisione). Una volta presentata una durata (tempo oggettivo) viene trasmessa all'orologio, che la trasformerà in tempo soggettivo. L'orologio interno è soggettivo, varia da persona a persona a seconda di caratteristiche cognitive, personali e/o ambientali ed è per questo che il tempo oggettivo corrisponde raramente al tempo soggettivo. L'orologio interno è costituito da un pacemaker che emette impulsi a un certo tasso medio, un interruttore che è controllato da un segnale di percezione del tempo e un accumulatore che somma gli impulsi (Allan, 1998). L'orologio è in grado di determinare la durata percepita di un intervallo: maggiore è il numero di impulsi, maggiore è la stima della durata dell'intervallo (Capizzi et al., (2022). L'accumulatore, una volta ricevuta una stima degli intervalli temporali

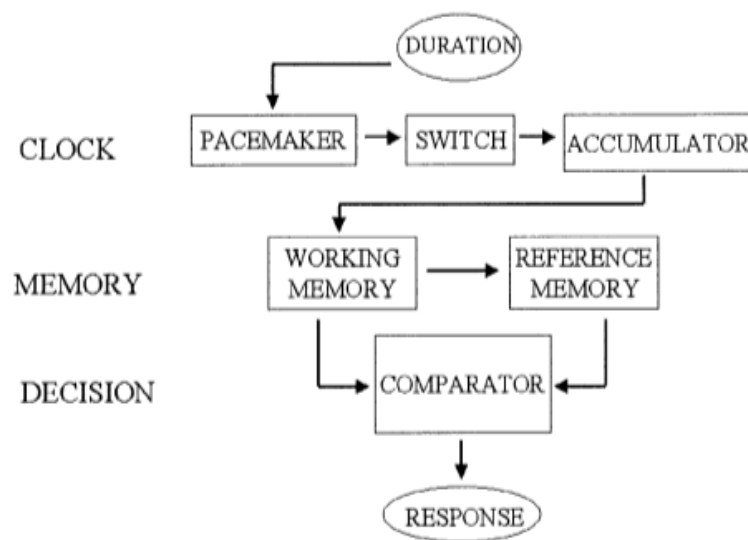


Figura 1. Modello temporale scalare (Allan, 1998)

percepiti, li trasmetterà alla memoria di lavoro, che contiene le informazioni temporali del processo in corso (Allan, 1998). Oltre alla memoria di lavoro è necessaria la presenza di un altro tipo di memoria: la memoria di riferimento, che contiene le informazioni temporali acquisite in passato. Entrambe le memorie trasmettono le informazioni che contengono al comparatore, il quale avrà la funzione di determinare una risposta allo stimolo sulla base del confronto tra le informazioni ricevute dalla memoria di lavoro e quelle ricevute dalla memoria di riferimento. Ogni componente del modello rappresenta una potenziale fonte di variabilità (Allan, 1998), determinata principalmente dalle capacità cognitive che il soggetto che elabora la durata temporale possiede nelle funzioni implicate nel modello. Un esempio molto chiaro del funzionamento di questo meccanismo è quanto avviene nel compito

temporale esplicito di bisezione, dove viene chiesto ai partecipanti di osservare alcune durate e determinare successivamente se si tratta di durate lunghe o brevi. Questo compito richiede ai partecipanti inizialmente di stimare le durate presentate e poi di confrontarle tra loro per determinarne la lunghezza. Prima di determinare la lunghezza è necessario l'utilizzo di memoria di lavoro e capacità decisionali, abilità non sempre preservate in anziani con deterioramento cognitivo. L'orologio interno con l'invecchiamento subisce un rallentamento.

Queste abilità non sono invece richieste nei compiti temporali impliciti, dove l'attività consiste nel rispondere ad uno stimolo nel minor tempo possibile. Anche nei compiti impliciti è presente un generale aumento dei tempi di reazione per punteggi MMSE più bassi e maggiore età, in linea con la presenza di un generale rallentamento dei tempi di reazione nell'invecchiamento sano e patologico (Tales et al., 2012). L'elaborazione implicita del tempo può infatti essere risparmiata in un sano declino cognitivo legato all'età, ma non in uno patologico (Capizzi et al., 2022).

I dati emersi da queste ricerche aggiungono conoscenze importanti alla psicologia dell'invecchiamento, in quanto in futuro l'attività di misurazione del tempo implicito potrebbe essere utilizzata come potenziale strumento diagnostico, facilmente utilizzabile sia da ricercatori che da clinici, in grado di individuare la presenza di un invecchiamento sano o patologico (Capizzi et al., 2022).

1.2. Tempo retrospettivo e prospettico

Nel tempo prospettico i partecipanti vengono informati prima di eseguire il compito che dovranno dare un giudizio legato al tempo, mentre nel tempo retrospettivo non ricevono alcun avviso preventivo (Eisler, Eisler, & Montgomery, 2004), prima svolgono il compito e solo successivamente verrà richiesta una valutazione in merito. Nel tempo retrospettivo i processi di memoria assumono un ruolo rilevante (Block & Zakay, 1997), anche se la struttura degli eventi continua ad essere una determinante fondamentale nel ricordo delle durate (Boltz, 2005). La percezione del tempo retrospettivo è intesa come la capacità di un individuo di riferire la durata di un evento o un'attività

svolti precedentemente. Il ricordo di un evento passato comprende due processi principali: la contestualizzazione, che consiste nell'utilizzo di associazioni per giudicare quanto siano recenti gli eventi e la distanza, che consiste nello stimare la quantità di tempo trascorso tra un evento passato e il presente (Grondin, 2010). Sono necessari modelli basati sulla memoria per spiegare i giudizi retrospettivi (Block & Zakay, 1997). La percezione del tempo ha spesso una valenza soggettiva, che talvolta non corrisponde alla durata temporale oggettiva. James (1890) ha notato che lo stesso intervallo di tempo può essere percepito di durata diversa a seconda che si tratti di tempo passato o presente. Ad esempio, se stiamo partecipando ad un evento interessante (presente) ci sembrerà durare poco mentre se ci ripensiamo a distanza di qualche giorno (passato) ci sembrerà che sia durato di più. La stessa durata (oggettiva) è giudicata come più breve in una valutazione temporale retrospettiva, piuttosto che prospettiva (Eisler et al., 2004). Questo è il motivo per cui giudichiamo di durata inferiore un percorso già fatto, rispetto ad uno che dobbiamo ancora iniziare. Ad esempio, guardandoci indietro ci sembrerà che cinque anni di liceo siano durati poco, ma all'idea di iniziare un nuovo percorso della stessa durata temporale oggettiva avremo la percezione che si tratti di una durata maggiore.

1.3. Percezione del tempo esplicita ed implicita

I compiti di tempo espliciti richiedono ai partecipanti di prestare attenzione alla durata dello stimolo, mentre nei compiti di tempo implicito non vengono fornite istruzioni specifiche su come misurare il tempo, anche se il tempo influisce comunque sulle prestazioni (Mioni et al., 2018). Nei compiti di tempo esplicito, le stime delle durate possono essere fornite sotto forma di discriminazione percettiva (tempo percettivo), in cui viene chiesto ai soggetti di osservare delle durate e successivamente affermare se sono più brevi o più lunghe delle precedenti o sotto forma di una risposta motoria (percezione del tempo motoria), in cui viene chiesto ai soggetti di rappresentare la durata del tempo con un atto motorio sostenuto, ritardato o periodico (Coull & Nobre, 2008). In tutti i compiti espliciti il compito richiesto al soggetto è quello di fornire una stima più accurata possibile della durata temporale precedentemente osservata. Nei compiti temporali impliciti è richiesto ai soggetti di

esprimere un giudizio percettivo sulle caratteristiche dello stimolo o di eseguire uno specifico atto motorio (Coull & Nobre, 2008). Anche se non sono richieste stime evidenti della durata, qualsiasi struttura temporale inerente alla velocità di presentazione dello stimolo o all'esecuzione motoria impegnerà implicitamente i meccanismi di percezione del tempo (Coull & Nobre, 2008). Si parla di tempo implicito quando non ci sono indicazioni temporali precise, ma le informazioni sensomotorie sono strutturate temporalmente e possono essere utilizzate per prevedere la durata di eventi futuri (Coull & Nobre, 2008). Gli stimoli temporali presentati vengono utilizzati per costruire un'aspettativa e riuscire a prevedere con maggiore precisione e velocità quando comparirà lo stimolo target. Le risposte agli stimoli sensoriali che compaiono quando previsto sono più rapide e accurate di quelle che compaiono a intervalli inaspettati (Niemi et al., 1981). L'uso implicito del tempo può essere di due tipi: esogeno, se è subconscio e involontario oppure endogeno, se è consapevole e intenzionale. Un esempio di compito temporale esplicito è il compito di bisezione, dove viene chiesto al partecipante di osservare alcune durate e indicare successivamente se si tratta di durate brevi o lunghe. Un esempio di compito temporale implicito è il foreperiod, dove viene chiesto al partecipante di rispondere allo stimolo presentato, anticipato da un segnale di avvertimento visivo o uditivo, nel minor tempo possibile. I compiti temporali espliciti richiedono capacità cognitive e abilità differenti rispetto ai compiti impliciti ed è confermato da numerosi studi. Ad esempio, lo studio di Mioni et al. (2018) dimostra che nei pazienti affetti da Parkinson è preservata l'abilità temporale nei compiti impliciti, ma non nei compiti espliciti, dove hanno mostrato durate percepite più brevi e una variabilità maggiore rispetto ai controlli a conferma dell'ipotesi di una differenziazione tra tempo esplicito ed implicito. Inoltre, percezione del tempo implicita ed esplicita sono state collegate a regioni neurali distinte. Nello specifico, il tempo esplicito è associato all'area motoria supplementare, gangli della base, cervelletto, corteccie frontali e parietali (Coull e Nobre, 2008; Wiener et al., 2010). Sia i gangli della base che il cervelletto vengono attivati in particolare durante i compiti di riproduzione motoria, in cui viene chiesto ai soggetti di riprodurre alcune durate temporali. Il tempo implicito è invece associato al

funzionamento della corteccia prefrontale laterale destra (Arbula et al., 2017). Le aree cerebrali attivate dalla percezione del tempo esplicita dipendono maggiormente dallo specifico contesto del compito, mentre i compiti impliciti attivano un insieme diverso di regioni.

1.4. La percezione del tempo nell'invecchiamento

Diversi studi hanno riscontrato differenze legate all'età nella percezione del tempo e hanno tentato di spiegare queste differenze mettendole in relazione con i cambiamenti legati all'età nei processi cognitivi coinvolti nella percezione del tempo (Perbal et al., 2002). Le differenze legate all'età nella percezione del tempo sono state spiegate o dal rallentamento dell'orologio interno presente nell'invecchiamento (Craik & Hay, 1999) oppure ad una riduzione delle capacità cognitive implicate nella percezione del tempo come la memoria o l'attenzione. Tuttavia, emergono spiegazioni differenti a seconda dei compiti temporali utilizzati. Nello specifico, il compito di stima verbale e il compito di produzione evidenziano principalmente un rallentamento dell'orologio interno mentre il compito di riproduzione del tempo fornisce informazioni più dettagliate sulle prestazioni mnemoniche dei partecipanti (Block & Zakay, 1997). Inoltre, il rallentamento nell'elaborazione delle informazioni negli anziani è spesso associato alla sensazione soggettiva che il tempo passi più velocemente all'aumentare dell'età (Fraisse, 1984; James, 1890; Whitrow, 1972).

Nello studio di Droit-Volet et al. (2019) che confronta le abilità temporali esplicite e implicite in giovani e anziani sani sono state trovate differenze significative tra i due gruppi nello svolgimento di compiti espliciti, ma non nello svolgimento di compiti impliciti. C'è un calo delle prestazioni temporali esplicite negli anziani sani, ma non in quelle implicite. Questo effetto può essere spiegato dal deterioramento di alcune funzioni cognitive, come attenzione e memoria, fondamentali nello svolgimento di compiti espliciti. Sembrerebbe quindi che gli anziani abbiano capacità temporali peggiori rispetto ai giovani non perché non abbiano più percezione del tempo, ma perché le funzioni cognitive necessarie in alcuni compiti temporali sono deteriorate nell'invecchiamento. E' stato possibile giungere a questa conclusione grazie all'utilizzo di test neuropsicologici, che hanno riportato

deficit attentivi e/o mnemonici proprio negli anziani che avevano avuto prestazioni peggiori nei compiti espliciti. Questo studio presenta però un limite, ovvero prende in considerazione solo anziani con invecchiamento sano, escludendo quelli con deterioramento cognitivo.

Questo limite è stato superato nello studio di Capizzi et al. (2022) dove vengono confrontati anziani con invecchiamento sano e anziani con deterioramento cognitivo. I risultati del presente studio hanno confermato l'ipotesi già formulata in precedenza da Droit-Volet et al. (2019) per cui la percezione temporale implicita rimane preservata in anziani con invecchiamento sano, ma hanno trovato un declino della stessa in anziani con deterioramento cognitivo. I partecipanti forniscono una forte evidenza a favore dell'idea che l'elaborazione implicita del tempo possa essere preservata in un declino cognitivo correlato ad un invecchiamento sano, ma non patologico (Capizzi et al., 2022). Inizialmente, anche sulla base degli studi precedenti, si ipotizzava che la variabile indipendente più significativa nel predire scarse prestazioni nei compiti temporali fosse l'età dei partecipanti (età maggiore, prestazione peggiore) ma i risultati dimostrano che non è così. E' la presenza di un deterioramento cognitivo, rilevato tramite Mini-Mental State Examination (MMSE di Folstein et al., 1975) a influire sulle prestazioni temporali.

1.5. Metodi per valutare la percezione del tempo

Tra i metodi per valutare la percezione del tempo possiamo trovare sia compiti espliciti che compiti impliciti. Come detto in precedenza, si parla di compiti espliciti quando ai soggetti viene esplicitamente richiesto di porre attenzione alle durate temporali e di confrontarle con durate presentate in precedenza. Al contrario, parliamo di compiti impliciti quando non è richiesto esplicitamente di fare attenzione alle durate temporali presentate. Al fine di valutare le abilità temporali del soggetto in modo completo è importante proporre entrambe le tipologie di compiti in quanto, come dimostrato da diversi studi, attivano aree cerebrali differenti e le performance tra le due tipologie di compito potrebbero risultare differenti a seconda delle aree cerebrali attivate. Tra i compiti espliciti possiamo citare il

Finger Tapping (free e 1sec), il compito di Bisezione, Produzione e Riproduzione. Tra i compiti impliciti, il Foreperiod e il compito di Ritmo.

Nel compito di Finger Tapping free viene chiesto al partecipante di premere il tasto indicato dallo sperimentatore sul pc ad intervalli irregolari, senza indicazioni temporali precise. Nel compito di Finger Tapping 1sec il compito richiesto è molto simile, ma viene data un'indicazione temporale: bisogna premere il tasto ad intervalli di un secondo. Non è presente nessuno strumento che dia indizi temporali, il partecipante dovrà giudicare autonomamente l'intervallo di tempo richiesto. Nel compito di bisezione, prima di dare inizio al compito, vengono presentate due esempi di durate (una lunga e una breve). In seguito, verrà richiesto al partecipante di discriminare la durata degli stimoli presentati e indicare se si tratta di una durata breve oppure di una durata lunga. Nel compito di produzione viene richiesto al partecipante di produrre un intervallo di tempo, solitamente segnando la fine e l'inizio della durata, sulla base della consegna fornita. Questo metodo è utile per analizzare le differenze intersoggettive relative all'orologio interno, poiché permette di confrontare una durata "oggettiva" (durata richiesta) con l'intervallo temporale prodotto (Zakay, 1990; Mioni, 2018). Nel compito di riproduzione viene presentato un intervallo di tempo con la richiesta al partecipante di riprodurlo con modalità differenti a seconda che si tratti di uno stimolo uditivo o visivo. In una prima fase viene presentata una durata e nella fase successiva viene richiesto di riprodurla. I risultati possono essere valutati in termini di errore relativo, errore assoluto e coefficiente di variazione (Mioni, 2018). Quest'ultimo è un indice di variabilità temporale: valori alti denotano prestazioni temporali inficcate conseguenti ad una difficoltà nel mantenere la rappresentazione della durata stabile (Mioni et al., 2020). Nel compito di Foreperiod un segnale di avvertimento precede uno stimolo target, a cui il partecipante deve rispondere nel minor tempo possibile (Coull, 2009). Il Foreperiod è l'intervallo di tempo che intercorre tra il segnale di avvertimento e la presentazione dello stimolo target. La variabilità con cui vengono presentati periodi brevi e lunghi influenzerà i tempi di reazione dei partecipanti: più è lungo l'intervallo di tempo che intercorre tra il segnale di avvertimento e lo stimolo target, più le

risposte dei partecipanti dovrebbero essere veloci. E' probabile che i partecipanti utilizzino il segnale di avvertimento come riferimento per stimare il momento in cui verrà presentato lo stimolo target (Klemmer, 1956, 1957). Questo fenomeno è dato dal fatto che il nostro sistema cognitivo è in grado di sfruttare gli stimoli ambientali al fine di avere una prestazione migliore. Nel compito di Ritmo viene presentato un segnale di avvertimento, al seguito del quale viene riprodotto uno schema ritmico regolare. Al termine della serie di stimoli uditivi compare uno stimolo target, al quale il partecipante deve rispondere nel minor tempo possibile. Si ipotizza che i partecipanti, indipendentemente dalla loro condizione clinica, utilizzino inconsciamente il ritmo per produrre risposte più accurate con una riduzione dei tempi di risposta. Tendenzialmente, i partecipanti risultano più veloci nella risposta a stimoli target apparsi dopo uno schema ritmico regolare rispetto a quelli apparsi dopo uno schema irregolare. I partecipanti utilizzano il ritmo come indizio temporale, in modo da riuscire a prevedere con maggior precisione quando comparirà lo stimolo target al quale gli è richiesto di rispondere nel minor tempo possibile.

1.6. Una batteria per la valutazione delle capacità temporali

Numerosi studi dimostrano che sia anziani con invecchiamento patologico che anziani con invecchiamento sano presentano difficoltà nella percezione del tempo. Nonostante il numero di difficoltà presentate dagli anziani rispetto alla popolazione giovane vi sono anche dei compiti temporali in cui le loro abilità sono parzialmente preservate, come ad esempio alcuni compiti impliciti. Per poter valutare il livello e le abilità di percezione del tempo negli anziani, sia con invecchiamento sano che con invecchiamento patologico, è necessario avere degli strumenti che ci consentano di farlo. Ad oggi è presente una sola batteria per la valutazione delle capacità temporali e infatti l'obiettivo di questo progetto di tesi è proprio quello di crearne una nuova, più dettagliata e precisa. L'unica batteria ad oggi presente è la *Battery for the Assessment of Auditory Sensorimotor and Timing Abilities* (BAASTA) costruita per testare le abilità percettive e sensomotorie e per individuare eventuali deficit di tempo/ritmo (Dalla Bella, 2017). Questa batteria include nove compiti (quattro percettivi e cinque

motori). I compiti percettivi includono la discriminazione della durata, il rilevamento dell'anisocronia (con toni e musica) e una versione della *Beat Alignment Test* (BAT, Iversen & Patel, 2008). Le attività di produzione sono il tapping senza ritmo, tapping con ritmo su una sequenza isocrona, tapping con ritmo di musica, sincronizzazione e tapping adattivo (Bègel et al., 2018). E' preferibile l'utilizzo di una batteria piuttosto che di compiti singoli perché la batteria è in grado di valutare molte abilità temporali, mentre i compiti singoli possono valutare le abilità temporali ma solo in modo limitato, non riuscendo a cogliere sottili differenze individuali. Un ulteriore punto di forza di questa batteria è la capacità di mettere alla prova sia la percezione che le abilità temporali utilizzando lo stesso materiale di stimolo (Dalla Bella, 2017). Utilizza sia materiale semplice, come un singolo tono ripetuto, che materiale più complesso, come ritmi musicali. Inoltre, BAASTA è sensibile ai deficit del ritmo. E' stata utilizzata anche per scoprire le alterazioni del ritmo in popolazioni di pazienti come adulti e bambini con balbuzie dello sviluppo (Falk et al., 2015) e pazienti con malattia di Parkinson (Dalla Bella et al., 2017) e per valutare il cambiamento nelle capacità ritmiche percettive e sensomotorie a seguito di un allenamento basato sul ritmo nel morbo di Parkinson (Benoit et al., 2014). Nonostante abbia molti punti di forza presenta comunque dei limiti. Uno dei limiti principali della BAASTA è l'utilizzo di stimoli prettamente uditivi. La maggior parte dei compiti proposti richiedono abilità uditive, andando ad escludere altre modalità con cui è possibile fare una valutazione temporale. L'obiettivo di valutare la percezione del tempo viene raggiunto ma solo parzialmente, perché alcuni aspetti non vengono presi in considerazione. Inoltre, non sono presenti compiti di riproduzione, di foreperiod e non viene valutato il tempo retrospettivo e prospettico.

In aggiunta, nell'articolo di Dalla Bella et al. (2017) non viene menzionata la presenza di una valutazione neuropsicologica ai partecipanti prima o durante la valutazione temporale, mancanza che non permette di confrontare le prestazioni dei partecipanti e di valutare una possibile relazione tra prestazioni cognitive e valutazione temporale.

Altro limite, evidenziato dagli stessi autori, è la durata della valutazione. BAASTA ha una durata piuttosto lunga e questo potrebbe risultare problematico soprattutto nell'eventualità in cui la popolazione testata dovesse essere una popolazione clinica, con patologie o deficit particolari. Quest'ultimo limite credo sia presente anche nella nostra batteria, in quanto le persone anziane con deficit legati all'attenzione o alla memoria, non riescono a porre attenzione ad un determinato compito per periodi di tempo medio-lunghi. Nella nostra sperimentazione, soprattutto negli anziani con decadimento cognitivo, questo limite è stato superato suddividendo le prove in più sessioni, in modo da non perdere l'attenzione e l'interesse del partecipante.

Capitolo 2. L'invecchiamento

L'invecchiamento è un processo, o un insieme di processi, che ha luogo in un organismo vivente e che, col passare del tempo, ne diminuisce la probabilità di sopravvivenza. Il processo di invecchiamento non implica necessariamente una condizione di malattia: si può invecchiare in modo sano o patologico, anche se distinguerli in modo netto non è sempre possibile.

L'invecchiamento è il principale fattore di sviluppo della demenza, la quale presenta un declino graduale con comparsa della sintomatologia molto tempo dopo rispetto al reale inizio del decadimento. Il ritardo nella diagnosi e l'assenza di una cura rendono fondamentale la prevenzione primaria e secondaria.

2.1. Definizione e diagnosi della demenza

Il termine "demenza" indica una disfunzione cronica, progressiva e generalmente irreversibile delle funzioni del sistema nervoso centrale, il cui risultato è un complesso declino cognitivo generalmente accompagnato da disturbi dell'umore, del comportamento e della personalità (Borella & De Beni, 2005).

L'indicazione più chiara della demenza è che la prestazione cognitiva di un individuo si è abbassata rispetto al livello precedente (Kitwood, 2015). Le probabilità di una diagnosi di demenza si alzano notevolmente se ad essere danneggiate non sono solo le capacità mnemoniche ma anche altre funzioni cognitive principali come la comprensione, il giudizio o la programmazione. I criteri diagnostici della sindrome demenziale secondo il DSM-5 (Manuale diagnostico e statistico dei disturbi mentali) pubblicato dalla American Psychiatric Association (APA) sono:

- Evidenza di un significativo declino in almeno due domini cognitivi quali attenzione, funzioni esecutive, apprendimento, memoria, linguaggio, capacità percettivo-motorie o cognizione sociale. I deficit cognitivi non si manifestano esclusivamente nel corso del delirium e non sono meglio spiegati

- I deficit cognitivi non si manifestano esclusivamente nel corso del delirium e non sono meglio spiegati dalla co-occorrenza di un disturbo mentale
- Può presentarsi con o senza disturbi comportamentali clinicamente significativi come sintomi psicotici, disturbi dell'umore, agitazione, apatia ecc.
- I deficit cognitivi interferiscono con l'indipendenza in attività di vita quotidiana e il soggetto ha – come minimo – bisogno di assistenza in attività complesse quali pagare le bollette o gestire i farmaci
- Il deficit cognitivo deve rappresentare un declino rispetto a un precedente livello di funzionamento ed essere riferito dal paziente e/o da un familiare o sostanziato da una valutazione qualificata
- E' correlata eziologicamente a una determinata patologia
- Il graduale declino cognitivo è costantemente progressivo senza evidenza di stabilizzazione

2.2. Vari tipi di demenze

Sulla base dell'eziologia è possibile suddividere le demenze in degenerative (o primarie) e non degenerative (o secondarie). Le demenze degenerative (o primarie) sono quelle chiaramente associate a un danneggiamento del tessuto cerebrale, mentre le demenze non degenerative (o secondarie) sono quelle associate ad altre patologie o disturbi fisiologici (Kitwood, 2015).

In generale è possibile classificare i vari tipi di demenze in lieve, moderata e grave a seconda del grado di autonomia preservata. E' *lieve* se una persona conserva ancora la capacità di gestire le cose in modo indipendente; *moderata* se è necessario qualche aiuto nei compiti ordinari del vivere; *grave* se sono necessari continui aiuti e supporti (Kitwood, 2015).

I cinque tipi più comuni di demenze sono:

- Demenza di tipo Alzheimer
- Demenza fronto-temporale
- Demenza con corpi di Lewy

- Demenza vascolare

Demenza di tipo Alzheimer

La demenza di tipo Alzheimer (AD) è una delle demenze degenerative (o primarie) più comuni: caratterizza circa il 60% delle demenze diagnosticate. Il sintomo caratterizzante dell'AD è il deficit di memoria, con un peggioramento evidente soprattutto a carico della memoria episodica.

Prima di giungere ad una completa perdita di autonomia anche nelle attività quotidiane più semplici, i pazienti affetti da AD mostrano deficit di memoria, cambiamenti di personalità (che spesso sono rilevabili prima del deficit mnesico) caratterizzati da: scarsa motivazione e iniziativa nello svolgere delle attività (apatia), perdita di interessi, ipocondria e spesso accentuazione di tratti precedenti (Borella & De Beni, 2005). Molto comuni anche deficit nelle capacità di orientamento spazio-temporale e nello svolgimento di azioni coordinate finalizzate ad uno scopo. La diagnosi di AD è molto complessa perché molti dei sintomi sono comuni ad altre tipologie di demenze o ad altre malattie neurologiche o sistemiche, come lo stato confusionale acuto, la depressione o ripetuti lievi traumi cranici.

Dal punto di vista neurologico l'AD presenta tre caratteristiche principali: una perdita generale di neuroni, un'atrofia generale del cervello e alcuni segni di degenerazione della struttura cellulare che diventano visibili a livello microscopico (Kitwood, 2015). Riscontrata inoltre una sintesi anomala della proteina tau, responsabile del trasporto di sostanze vitali all'interno dei neuroni (Borella & De Beni, 2005).

Demenza fronto-temporale (FTD)

A differenza di quanto avviene nell'AD, nella quale prevale un deficit mnesico, il deficit d'esordio della FTD è nelle funzioni esecutive, ovvero in tutti quei processi di controllo e di regolazione del comportamento responsabili di differenti attività, quali pianificazione, comportamento strategico, pensiero astratto, ragionamento, aggiornamento e organizzazione delle informazioni, inibizione, monitoraggio, abilità di passare da un compito ad un altro (shifting) e attenzione divisa

(Borella & De Beni, 2005). I sintomi di esordio della FTD possono essere positivi o negativi; positivi se implicano un'attivazione comportamentale e negativi se implicano comportamenti di ritiro, indifferenza, apatia. La FTD è causata da un'atrofia delle regioni frontali e/o temporali che, a seconda della localizzazione del danno, compromettono funzioni esecutive differenti. Ad esempio, disfunzioni dei lobi frontali possono causare apatia e disinibizione, mentre disfunzioni del lobo temporale anteriore possono causare iper-oralità o cambiamenti radicali delle pulsioni sessuali. Diversamente da quanto avviene nell'AD, sono preservate la capacità di analizzare, sintetizzare e riconoscere gli stimoli visivi. Come l'AD, è una taupatia (ovvero è dovuta ad un anomalo funzionamento della proteina tau). Non è sempre facile distinguere AD da FTD dal punto di vista clinico e amnestico, ma presentano differenze significative dal punto di vista neurologico che ne permettono la differenziazione.

Demenza con corpi di Lewy (DLB)

E' una sindrome clinica caratterizzata da importanti e precoci deficit attentivi, disturbi nella capacità di analizzare, sintetizzare e riconoscere stimoli visivi, difficoltà nel comprendere istruzioni progressive, scarse capacità di soluzione dei problemi e un generale rallentamento dei processi mentali (Borella & De Beni, 2005).

Il deficit mnesico in questo tipo di demenza, a differenza di quanto avviene nell'AD, è tardivo. Il deficit prevalente è quello delle funzioni visuo-spaziali, caratterizzato da allucinazioni visive dettagliate e ben strutturate. Frequenti inoltre cadute, sincopi e comportamenti anormali durante la fase di sonno REM.

E' meno diffusa rispetto all'AD, rappresenta circa il 20% del totale di diagnosi demenziali effettuate, ma questo dato potrebbe essere dovuto anche alla difficoltà nel distinguerla dall'AD severo, che soprattutto negli ultimi stadi presenta una sintomatologia affine a quella DLB.

La DLB, a livello cerebrale, presenta aggregati di proteine (i cosiddetti "corpi di Lewy") che si accumulano negli spazi pre-sinaptici causando degenerazione dei neuroni. Si differenzia dall'AD per

una maggiore perdita neuronale rispetto all'AD e per un ridotto volume della corteccia e dell'ippocampo (maggiore nell'AD) (Borella & De Beni, 2005).

Demenza vascolare

La demenza vascolare (DV) fa parte delle demenze non degenerative (o secondarie) ed ha una prevalenza del 10%. E' una sindrome clinica associata ad una malattia cerebrovascolare, quindi a una quantità minore di sangue che affluisce alle aree del cervello (Kitwood, 2015). Vi sono molte forme principali di patologia vascolare a seconda di quali parti del cervello vengono colpite e di quali tipi di vaso sanguigno non riescano a svolgere la loro funzione (O'Brien, 1994).

I danni neurologici principali sono a carico della materia grigia, ma non è raro che venga colpita anche la materia bianca.

Con il termine "demenza vascolare" ci si può riferire a patologie vascolari differenti. Da una parte possiamo trovare una demenza multi-infartuale, dovuta al conseguirsi di tanti piccoli ictus e dall'altra un danno più esteso che presenta un quadro clinico a quello dell'AD.

La DV presenta sia un esordio che un decorso variabile, nel 15-30% dei casi tende a presentarsi 3 mesi dopo un ictus. I cambiamenti cognitivi causati dalla DV sono molto più eterogenei rispetto ad altre tipologie di demenza e questo dipende dai substrati neurali affetti dalla patologia vascolare.

Nel 1993 sono stati stabiliti dei criteri (Roman et al. 1993) per la diagnosi clinica di probabile DV che includono la presenza di:

1. Demenza
2. Disturbi cerebrovascolari (DCV), definiti come la presenza di sintomi focali riferibili a ictus ed evidenti durante esame neurologico e di lesioni cerebrali di natura vascolare, rilevati attraverso tecniche di visualizzazione cerebrale
3. I due precedenti fattori devono essere correlati dal punto di vista temporale (insorgenza della demenza entro tre mesi dall'ictus, oppure una storia di esordio brusco e andamento a gradini).

Capitolo 3. Metodo

3.1. Partecipanti

Hanno partecipato a questo studio 63 anziani (36 femmine e 27 maschi) con un'età media di 75.05 anni ($N = 63$, $M = 75.05$), di cui 19 con deterioramento cognitivo ($MMSE \leq 26$) e 44 con invecchiamento sano ($MMSE > 26$). Di questo campione, 10 anziani sono stati testati all'interno della Residenza Sanitaria per Anziani S. Biagio di Casalecchio di Reno (Bologna), mentre i restanti 53 al loro domicilio. Gli anziani testati al loro domicilio erano residenti nelle province di Bologna, Padova e Pordenone. I partecipanti sono stati reclutati da più sperimentatori, io ho somministrato le prove ad un totale di 20 partecipanti, di cui 10 nella struttura sopracitata e 10 al loro domicilio. Tutti i partecipanti hanno aderito volontariamente alla raccolta dati a seguito di una breve presentazione del progetto di tesi e hanno firmato il modulo informativo di consenso alla partecipazione e al trattamento dei dati. Nel modulo sono stati definiti chiaramente gli scopi, la metodologia, il luogo e la durata della ricerca.

I criteri di inclusione generali sono stati:

- Età cronologica maggiore di 65 anni;
- Punteggio grezzo ottenuto al Mini-Mental State Examination (Folstein et al., 1975) ≥ 15 ;
- Assenza di deficit visivi o uditivi gravi;
- Nessuna diagnosi di disturbo psichico secondo i criteri del DSM-5;
- Assenza di malattie neurodegenerative come Morbo di Parkinson

Nessun partecipante è stato escluso.

3.2. Compito e stimoli

I partecipanti hanno svolto i compiti in un ambiente silenzioso e ben illuminato, a una distanza di circa 60 cm dallo schermo del computer (15,6") con il quale hanno svolto tutti i compiti temporali proposti tramite il software PsychoPy (Peirce, 2019). Sono stati guidati nell'utilizzo del computer con

l'applicazione di adesivi colorati sui tasti da utilizzare in risposta agli stimoli proposti. I compiti somministrati erano sia compiti di percezione del tempo esplicita che di percezione del tempo implicita.

Nello specifico, i compiti di percezione del tempo esplicita proposti sono stati:

Finger tapping. Il finger tapping è basato sulla riproduzione ritmica e prevedeva due differenti condizioni: “*finger tapping free*” e “*finger tapping 1sec*”. Nella prima condizione veniva chiesto al partecipante di premere la barra spaziatrice ad intervalli irregolari a piacimento, fino alla scomparsa della croce bianca su sfondo grigio presente al centro dello schermo. Nella seconda condizione, è sempre presente una croce bianca al centro dello schermo ma viene chiesto al partecipante di premere la barra spaziatrice ad intervalli regolari di un secondo. Anche in questo caso, il compito sarà concluso quando la croce bianca al centro dello schermo scomparirà. Si ipotizza che gli anziani con deterioramento cognitivo abbiano più rallentamenti e più difficoltà rispetto agli anziani sani nello svolgimento del compito richiesto.

Compito di bisezione temporale (figura 2). E' il compito ideale per studiare la percezione e l'elaborazione delle informazioni temporali perché richiede ai soggetti di eseguire una serie di operazioni mentali dipendenti dal tempo (Kopeck, 2010). Nella fase iniziale, anche detta di apprendimento, viene chiesto al partecipante di memorizzare due durate standard, una “breve” (480 ms) e una “lunga” (1920 ms). Nella fase successiva, vengono riprodotte varie durate (400ms, 600ms, 800ms, 1100ms, 1200ms, 1400ms e 1600ms) con la richiesta di indicare se l'intervallo temporale riprodotto fosse più simile alla durata breve o alla durata lunga presentata in precedenza. Le risposte sono state fornite premendo due tasti di risposta (“S” per indicare una durata breve e “L” per durata lunga). I due indici statistici utilizzati per analizzare le prestazioni ottenute sono il *Bisection Point (BP)*, ovvero il valore delle durate degli stimoli percepiti e classificati come brevi o come lunghi (Kopeck, 2010) e il *Weber Ratio (WR)*, indice di variabilità definito dalla soglia differenziale divisa per il punto di bisezione (Mioni et al., 2016). L'obiettivo di questo compito è far confrontare al partecipante degli stimoli temporali con le durate conservate in memoria, al fine di comprendere il

modo in cui il nostro sistema cognitivo misura la durata degli stimoli, memorizza informazioni sulla durata in memoria, richiama tali ricordi e li confronta tra loro (Kopec, 2010).

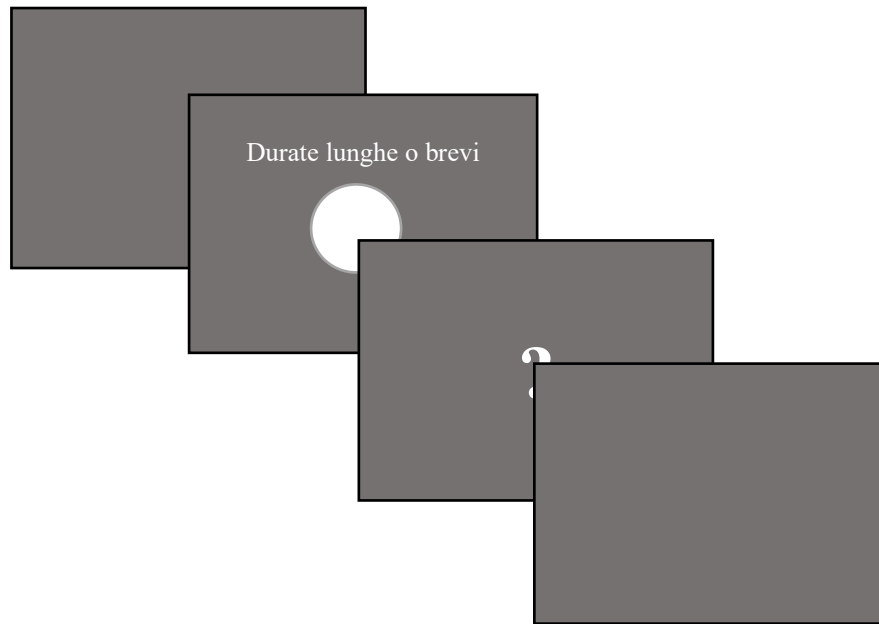


Figura 2. **Compito di Bisezione.** Vengono presentate delle durate (lunghe o brevi) e viene chiesto al partecipante di discriminarle.

Compito di riproduzione (figura 3). In questo compito viene chiesto ai partecipanti di riprodurre la durata dello stimolo precedentemente presentato (durata standard) (Mioni et al., 2016). Inizialmente compare una croce al centro dello schermo. Una volta scomparsa la croce, viene presentato un quadrato con bordo nero e sfondo bianco per una durata che può variare dai 600 ms ai 2200 ms. In questa fase l'unico compito del partecipante è quello di osservare. Alla scomparsa del quadrato nero, comparirà al centro dello schermo la parola "riprodurre" e subito dopo un quadrato, delle stesse dimensioni di quello nero, ma con bordo verde. Il compito del partecipante sarà quello di far rimanere il quadrato con bordo verde per la stessa durata temporale di quello con bordo nero premendo la barra spaziatrice all'inizio e alla fine dell'intervallo. Nel compito di riproduzione del tempo le prestazioni temporali dipendono dall'attenzione e dalla memoria di lavoro, piuttosto che dall'orologio interno (Block et al., 1998; Mioni et al., 2013, 2014; Rammsayer, 2001; Zakay, 1990). Pertanto, nei partecipanti con disfunzioni cognitive dovremmo osservare una minore sensibilità

temporale causata da una minore capacità di porre attenzione al tempo e di mantenere una rappresentazione stabile delle informazioni temporali (Mioni et al., 2016).

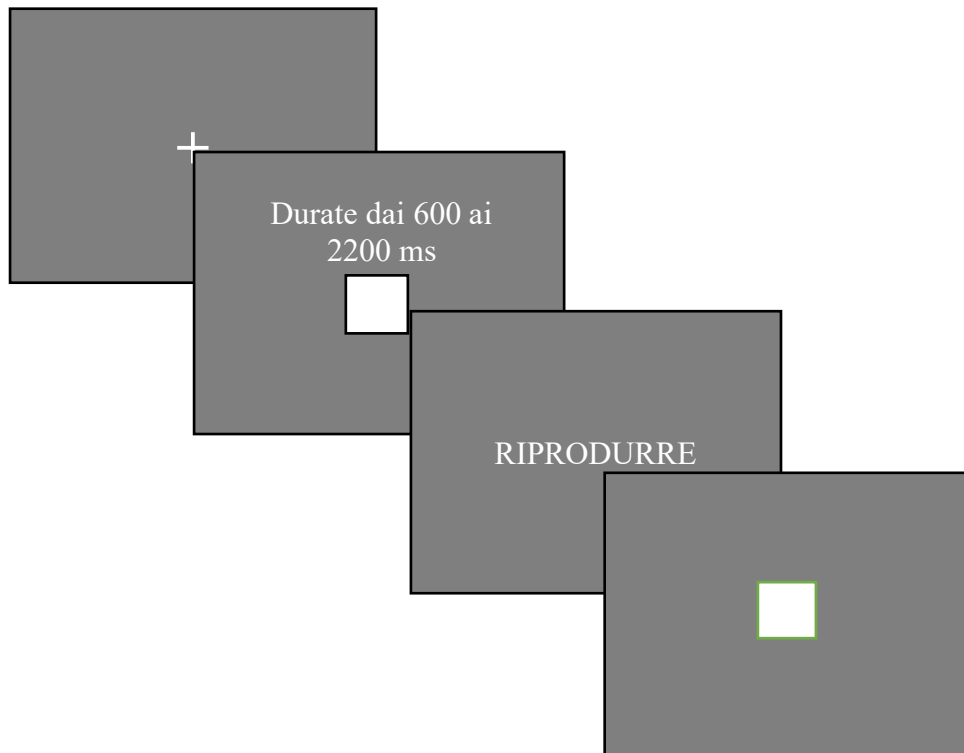


Figura 3. **Compito di Riproduzione.** Il partecipante deve riprodurre la durata del quadrato con bordo nero nel quadrato con bordo verde. Le durate variano dai 600 ai 2200 ms.

Compito di produzione (figura 4). Il compito di produzione è un compito adatto per indagare le differenze individuali a livello dell'orologio interno (Block et al., 1998; Meck, 1996; Rammsayer, 2001). Per un dato intervallo temporale, se il pacemaker è più lento si osserva una sovrapproduzione; viceversa, se l'orologio interno fosse più veloce si osserverebbe una sottoproduzione (Block et al., 1998; Zakay, 1993). Ai partecipanti è richiesto di tradurre una durata oggettivamente etichettata (1 sec, 2 sec o 3 sec) in una durata soggettivamente sperimentata (Mioni et al., 2016). All'inizio di questo compito il partecipante vedrà una croce bianca al centro dello schermo, come per il compito di riproduzione. Una volta scomparsa la croce, comparirà scritta una durata (1 sec, 2 sec o 3 sec). In seguito, al centro dello schermo, vedrà scritto "produrre" e comparirà un quadrato con bordo verde. Il compito del partecipante sarà quello di far rimanere il quadrato con bordo verde per la durata

indicata dal compito (1 sec, 2 sec o 3 sec) premendo la barra spaziatrice all'inizio e alla fine dell'intervallo.

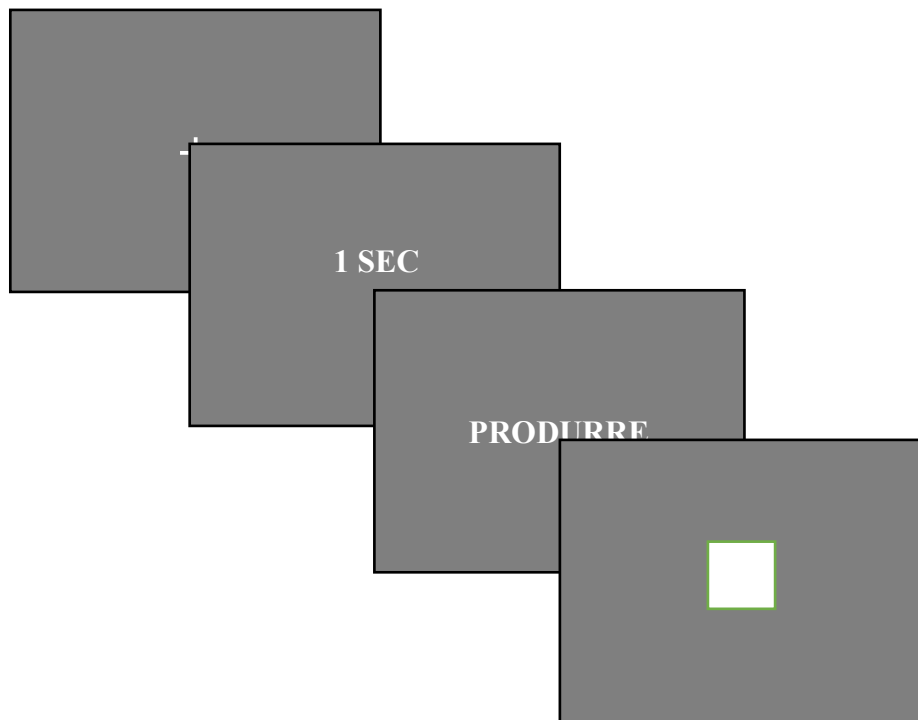


Figura 4. **Compito di Produzione.** Al partecipante viene chiesto di produrre varie durate (1 sec, 2sec o 3sec) facendo restare il quadrato con bordo verde sullo schermo per la durata indicata.

I compiti di produzione e riproduzione sono stati scelti perché richiedono diversi processi cognitivi e possono evidenziare variazioni a livello di orologio interno (compito di produzione) e variazioni dell'attenzione e della memoria di lavoro (compito di riproduzione) (Block, 1990; Block et al., 2010; Grondin, 2010; Mioni et al., 2014). Infatti, il compito di riproduzione recluta l'attenzione e la memoria di lavoro per mantenere attiva la durata target al fine di riprodurla successivamente (Mioni et al., 2016). Al contrario, l'attività di produzione del tempo richiede un minore coinvolgimento dell'attenzione e della memoria di lavoro ed è un compito migliore per rilevare le variazioni dell'orologio interno (Block et al., 1998; Mioni et al., 2013). Inoltre, entrambi i compiti richiedono una componente motoria uguale (Mioni et al., 2016).

I compiti di percezione del tempo implicito sono stati:

Foreperiod (figura 5). Nel compito di Foreperiod un segnale di avvertimento (cerchio vuoto) precede uno stimolo target (croce), a cui il partecipante deve rispondere (Coull, 2009). Il foreperiod è l'intervallo di tempo tra il segnale di avvertimento e lo stimolo target ed è il momento in cui avviene la preparazione temporale. Il partecipante vede inizialmente un cerchio con bordo grigio e sfondo vuoto. Successivamente, ad intervalli che possono variare dai 400 ms ai 1600 ms, comparirà una croce grigia (stimolo target) all'interno del cerchio. Il compito del partecipante sarà quello di premere la barra spaziatrice alla comparsa dello stimolo target nel minor tempo possibile. Probabilmente i partecipanti utilizzano il segnale di avvertimento come riferimento per stimare il momento in cui verrà presentato lo stimolo target (Klemmer, 1956). Infatti, all'aumentare dell'intervallo di tempo diminuiscono i tempi di reazione, sia perché il partecipante ha avuto più tempo per stimare il momento in cui sarebbe comparso lo stimolo target sia perché le probabilità che lo stimolo target compaia aumentano allo scorrere del tempo.

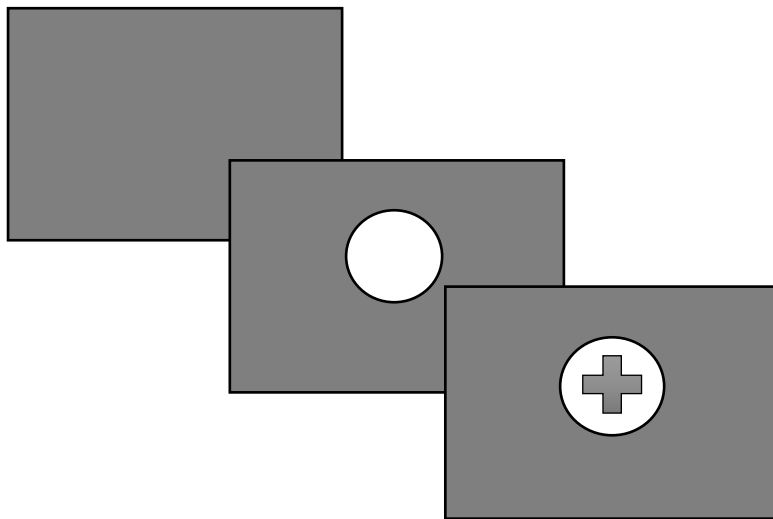


Figura 5. *Foreperiod*. Il partecipante vedrà inizialmente un cerchio con sfondo bianco. A distanza di durate temporali variabili (da 400 a 1600 ms), apparirà una croce al centro del cerchio. All'apparire della croce il partecipante dovrà premere la barra spaziatrice nel minor tempo possibile.

Ritmo (figura 6). In questo task, dopo una serie di suoni con ritmo sincrono o asincrono, il partecipante vedrà al centro dello schermo un asterisco (*). Il suo compito consiste nel rispondere più velocemente possibile alla comparsa dell'asterisco premendo il tasto sinistro del mouse. Si ipotizza

che i tempi di risposta saranno inferiori in presenza di un ritmo regolare e che il vantaggio indotto dalla presentazione di un ritmo regolare prima del target sia ridotto in partecipanti con deterioramento cognitivo. La ripetizione di un ritmo regolare permetterebbe ai partecipanti di aumentare la precisione e la velocità di risposta allo stimolo. Lo studio di de la Rosa (2012) dimostra che è possibile preparare e orientare l'attenzione temporale sulla base di ritmi uditivi regolari. Rohenkohl, Coull e Nobre (2011) hanno mostrato che la presenza di un ritmo regolare migliora le prestazioni dei partecipanti indipendentemente dalle istruzioni del compito di concentrarsi sul ritmo; al contrario, i segnali simbolici sono efficaci solo quando i partecipanti vengono esplicitamente invitati a orientare volontariamente la propria attenzione allo stimolo nel tempo.



Figura 6. Ritmo. A seguito della comparsa di una sequenza ritmica (sincrona e asincrona) comparirà un asterisco. Il partecipante dovrà premere il tasto sinistro del mouse nel minor tempo possibile alla vista dell'asterisco.

Inoltre, è stata effettuata una *domanda retrospettiva*. Lo sperimentatore ha cronometrato due prove temporali (tempo oggettivo) e ha chiesto al partecipante, una volta terminate le prove, di stimarne la durata (tempo soggettivo).

Tutti i compiti temporali sono stati preceduti da una fase iniziale di prova durante la quale il partecipante, dopo aver ricevuto le istruzioni, ha potuto svolgere i compiti richiesti e fare domande in merito ad aspetti non ancora chiari.

Oltre ai compiti temporali descritti sono state somministrate alcune prove neuropsicologiche, al fine di valutare in modo più approfondito le abilità cognitive dei partecipanti. Le prove neuropsicologiche somministrate sono:

Mini-Mental State Examination (MMSE; Folstein et al., 1975). E' stata la prima prova somministrata, al fine di selezionare i partecipanti idonei allo svolgimento delle successive prove temporali e neuropsicologiche. Sono stati inclusi nel campione solo gli anziani con un punteggio grezzo al MMSE ≥ 15 . Non è uno strumento diagnostico, ma può essere utile a valutare la presenza di un deterioramento cognitivo in persone anziane (età ≥ 65 anni). E' composto da 30 item, in parte verbali e in parte di performance, che esplorano l'orientamento spazio-temporale, la memoria a breve e a lungo termine, attenzione e calcolo, memoria differita e linguaggio. Il punteggio totale è dato dalla somma dei punteggi che il partecipante ha ottenuto nei singoli compiti e va da un minimo di 0 (grave compromissione) ad un massimo di 30 (nessuna compromissione). Il punteggio totale va corretto in funzione di età e scolarità del partecipante.

Test di memoria di prosa – Babcock (Spinnler e Tognoni, 1987). In questa prova viene chiesto al partecipante di ascoltare lo sperimentatore leggere un breve racconto e di riferire tutto ciò che ricorda al termine della lettura (rievocazione immediata). Sarà compito dello sperimentatore annotare tutto ciò che il partecipante riferisce di ricordare. Successivamente, a distanza di circa 20 minuti impiegati con attività interferenti non-verbali, verrà rinnovata al partecipante la richiesta di riferire ciò che ricorda (rievocazione differita). Le due rievocazioni vengono valutate separatamente e ad ogni evento rievocato sarà attribuito un punteggio.

15 parole di Rey (Rey, 1958). Lo sperimentatore ripete una lista composta da 15 parole (versione 2) al partecipante. Al termine della ripetizione viene chiesto al partecipante di riportare le parole che ricorda. La stessa lista di parole verrà ripetuta cinque volte e al termine di ogni ripetizione

verranno chieste le parole ricordate. Infine, dopo 15 minuti dall'ultima ripetizione, verrà chiesto di ripetere le parole che si ricordano un'ultima volta.

Trail Making Test (TMT; Mondini, Vestri, Mapelli e Bisiacchi, 2003). Il *TMT* comprende due prove. Nella prima prova (prova A) gli stimoli sono costituiti da una serie di numeri da 1 a 25, cerchiati e stampati in ordine sparso su un foglio formato A4; il numero 1 corrisponde all'inizio, il 25 alla fine. Nella seconda prova (prova B) gli stimoli sono formati sia da numeri che da lettere; il numero 1 corrisponde all'inizio e il 13 alla fine, le lettere vanno dalla A alla N. Ciascuna delle due prove è preceduta da una prova preliminare di comprensione con lo scopo di far capire correttamente al soggetto le regole del compito. Gli stimoli di queste prove sono costruiti con i medesimi principi ma sono di minore quantità (Mondini et al., 2003). Entrambe le prove sono cronometrate perché la velocità di esecuzione è una variabile fondamentale. Lo sperimentatore deve segnare eventuali errori commessi dal partecipante e correggerli. Lo scopo di questo test è valutare la prestazione in compiti di ricerca visiva e spaziale, indagando le capacità attentive del soggetto e la sua abilità nel passare velocemente da uno stimolo di tipo numerico ad uno alfabetico. Si ipotizza che i partecipanti più anziani e con deficit cognitivi più severi impieghino più tempo per svolgere i compiti richiesti.

Test di fluidità verbale (Versione Carlesimo, 1995). In questo test viene chiesto al partecipante di dire il più rapidamente possibile la quantità maggiore di parole che gli vengono in mente e che iniziano con la lettera dell'alfabeto indicata. Non sono considerati validi nomi di persona e parole con lo stesso suffisso (ad esempio barca-barchetta non sono considerate valide). Le lettere presentate sono F, A e S. Per ogni lettera il partecipante ha 60 secondi di tempo, che verranno cronometrati dallo sperimentatore.

Tutti i compiti temporali sono stati svolti anche nella seconda fase, a distanza di un mese dalla prima. Quello che ci aspettiamo è che le prestazioni dei partecipanti, sia con invecchiamento sano che con deterioramento cognitivo, non abbiano subito variazioni significative.

Nella mia analisi e discussione affronterò solo una parte dei compiti temporali svolti. Nello specifico, analizzerò e discuterò i dati del compito di *Finger tapping*, di *Foreperiod* e di *Ritmo*. I

restanti compiti temporali verranno analizzati e discussi dalla collega Sonia Pollet nel suo progetto di tesi.

3.3. Apparato

Tutti i compiti temporali sono stati svolti tramite il software PsychoPy (Peirce, 2019) installato su HP Laptop 15-bs1xx con schermo 15,6". Le prove della valutazione neuropsicologica sono state svolte in modalità cartacea. I partecipanti a cui sono state somministrate le prove in struttura hanno svolto i compiti in una stanza silenziosa e luminosa, lontani dagli altri pazienti. I partecipanti a cui sono state somministrate le prove al loro domicilio hanno svolto il compito in stanze silenziose, lontani da distrazioni o dispositivi tecnologici quali televisioni o cellulari. Per entrambi i gruppi di partecipanti, lo sperimentatore è stato presente per l'intera durata della prova ed è rimasto a disposizione per ogni eventuale chiarimento o domanda da parte del partecipante.

3.4. Procedura

La sperimentazione comprendeva due fasi, a distanza di circa un mese tra loro. Entrambe le fasi sono state svolte tra marzo e maggio 2022. La prima fase comprendeva sia compiti temporali che valutazioni neuropsicologiche, mentre nella seconda sono stati riproposti solo i compiti temporali. La durata delle fasi variava in funzione del gruppo di appartenenza del partecipante. Gli anziani con deterioramento cognitivo hanno impiegato circa 2 ore per lo svolgimento della prima fase e 1 ora per lo svolgimento della seconda, mentre gli anziani con invecchiamento sano hanno avuto bisogno di meno tempo, massimo 2 ore per entrambe le fasi. Per il gruppo degli anziani con deterioramento cognitivo, data la lunghezza del compito e la maggiore difficoltà nel mantenere livelli di attenzione adeguata per lunghi periodi di tempo, la prima fase è stata intervallata da una pausa.

Inizialmente, è stato presentato il consenso informato a seguito di una breve presentazione del progetto di tesi. Una volta firmato il consenso informato, sono state raccolte informazioni demografiche sul partecipante (età, scolarità, genere) ed è stato somministrato il MMSE al fine di determinare l'idoneità alla partecipazione. Il primo compito proposto è stato il *Finger Tapping*, prima nella versione "free" e poi nella versione "1 sec". Successivamente, è stato effettuato il test della

memoria di prosa – Babcock (rievocazione immediata). Nei 20 minuti seguenti, sono stati somministrati il compito di *Bisezione* e il compito di *Foreperiod*, al termine dei quali è stato concluso il test della memoria di prosa precedentemente iniziato con rievocazione differita. Mentre i partecipanti svolgevano i compiti temporali di *Bisezione* e *Foreperiod* lo sperimentatore ha cronometrato il tempo impiegato (tempo oggettivo) e, al termine degli stessi, ha chiesto al partecipante di fare una valutazione soggettiva del tempo trascorso (tempo soggettivo). Negli anziani con deterioramento cognitivo a questo punto le prove venivano interrotte, per essere riprese qualche ora dopo o il mattino seguente. Negli anziani con invecchiamento sano si prosegue con *15 parole di Rey* (rievocazione immediata), compito di *Ritmo*, *TMT*, *15 parole di Rey* (rievocazione differita), *Riproduzione*, *Produzione* e *FAS*. La seconda fase comprende gli stessi compiti temporali ed è stata svolta un mese dopo lo svolgimento della prima.

Capitolo 4. Risultati

Tutte le analisi statistiche sono state svolte con il software Jamovi (versione 2.3; The jamovi project, 2021).

4.1. Descrizione del campione

Il campione analizzato è composto da 63 anziani, di cui 19 con deterioramento cognitivo e 44 con invecchiamento sano (gruppo di controllo). Da un'analisi t-test emerge che gli anziani con deterioramento cognitivo rispetto al gruppo di controllo hanno (Tabella 1):

- un'età più elevata
- un tasso di scolarità inferiore
- punteggio al MMSE inferiore
- punteggi inferiori nella prova di memoria di prosa – Babcock, immediata e differita
- ricordano un numero inferiore di parole nelle 15 parole di Rey, sia immediata che differita
- impiegano più tempo nel TMT, sia nella prova A che nella prova B
- ricordano un numero inferiore di parole nella FAS

Tabella 1. Statistica descrittiva del campione

	Anziani con deterioramento cognitivo	Anziani sani
	N=19	N=45
	M(DS)	M(DS)
Età	81.47(6.31)	72.33(8.48)
Scolarità	6.53(3.08)	11.02(5.25)
MMSE	22.08(3.77)	29.05(0.96)
Babcock - Immediata	3.95(2.66)	5.96(1.36)
Babcock - Differita	4.18(3.32)	6.80(1.22)
15 parole Immediata	30.16(14.36)	40.73(11.65)
15 parole Differita	6.00(5.13)	9.23(3.52)
TMTa	194.64(156.60)	79.76(37.08)
TMTb	355.53(231.99)	149.61(64.08)
FAS	24.74(8.15)	35.55(11.90)

4.2. Finger Tapping

Il compito di Finger Tapping presenta due differenti condizioni: “*finger tapping free*” e “*finger tapping 1 sec*”. Nella condizione “*free*” è indicativo del funzionamento del nostro orologio interno. E’ un compito motorio, di ritmo e in grado di misurare la frequenza interna. Si tratta di un compito temporale esplicito ma analizza anche il funzionamento implicito.

Finger tapping free. Per questo compito è stata svolta una ANOVA a misure ripetute, utilizzando sia la variabile *with-in* che la variabile *between*. E’ stato trovato un effetto di condizione $F(1, 60) = 9.11, p = 0.004$, quindi indipendentemente dal gruppo di appartenenza è presente una differenza significativa tra la condizione di test e la condizione di retest. In generale, la frequenza di tapping è più veloce al test che al retest (figura 7). Le prestazioni variano a seconda del gruppo di appartenenza in quanto è presente un effetto del gruppo, $F(1) = 7.12, p = 0.010$. Presente anche un’interazione $F(1) = 5.70, p = 0.020$.

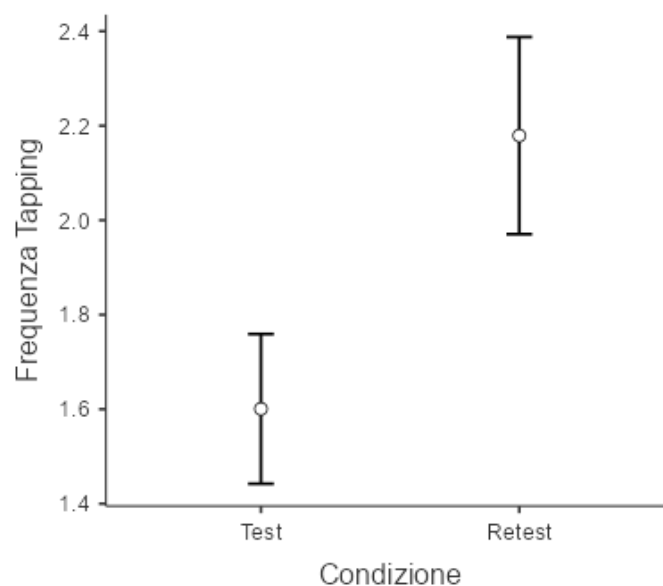


Figura 7. Effetto della condizione

Confrontando i due gruppi (figura 8) possiamo notare che gli anziani con deterioramento cognitivo hanno tempi di risposta più lenti rispetto al gruppo di controllo.

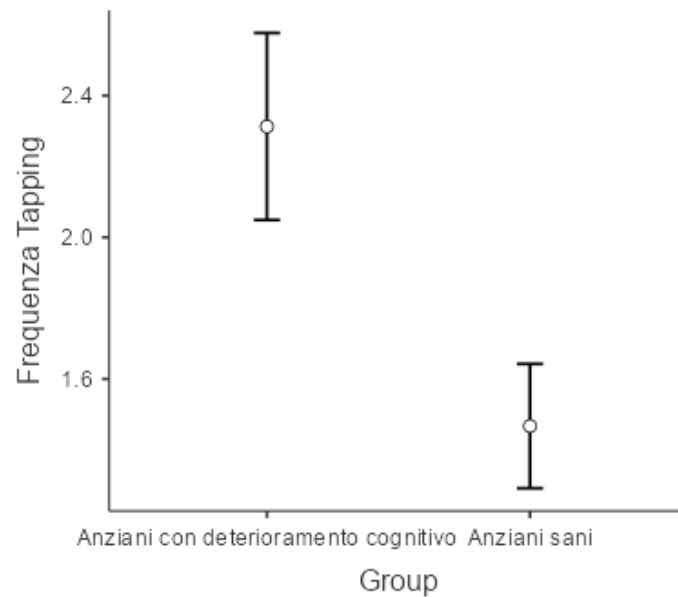


Figura 8. Confronto tra gruppi

Dal grafico seguente (figura 9) possiamo notare che gli anziani sani (in arancione) non presentano differenze significative tra test e retest. Al contrario, gli anziani con deterioramento cognitivo (in blu) presentano differenze tra test e retest.

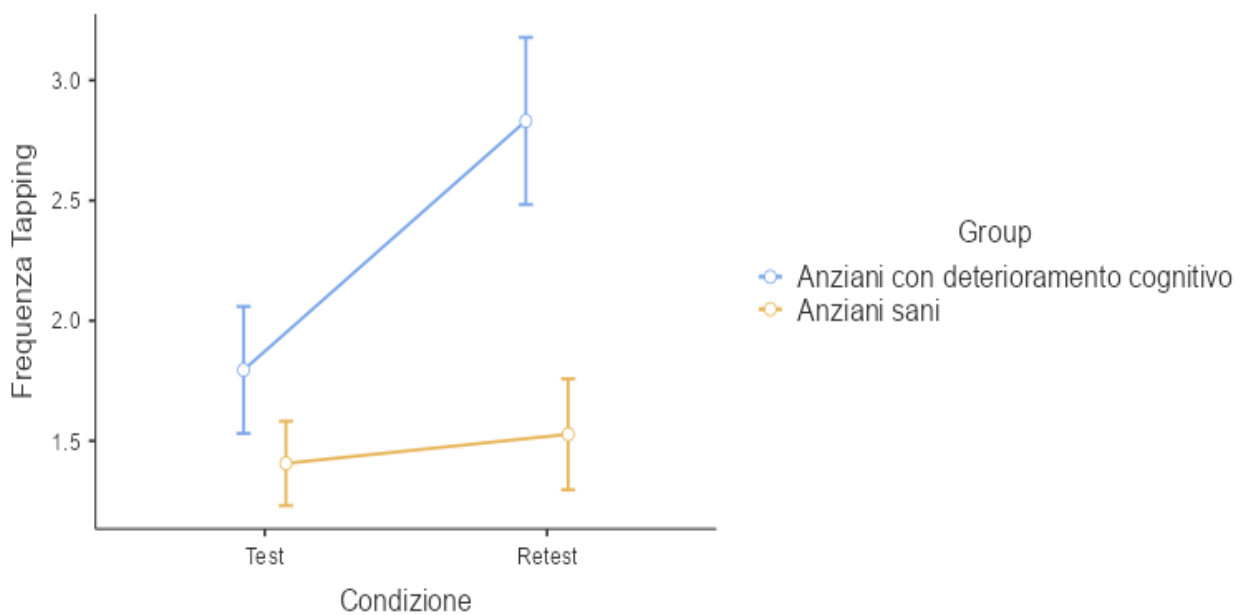


Figura 9. Interazione tra durata e condizione nel compito di Finger Tapping

Finger tapping 1 sec. Per questo compito è stata svolta un'ANOVA a misure ripetute, utilizzando sia la variabile *with-in* che la variabile *between*. Le analisi dimostrano che non è presente nessun effetto di condizione $F(1) = 0.127, p = 0.723$ e nessuna interazione $F(1) = 0.148, p = 0.701$. L'unico effetto presente è quello del gruppo, $F(1) = 7.60, p = 0.008$. Nel grafico (figura 10) possiamo infatti osservare come gli anziani con deterioramento cognitivo siano più lenti rispetto al gruppo di controllo.

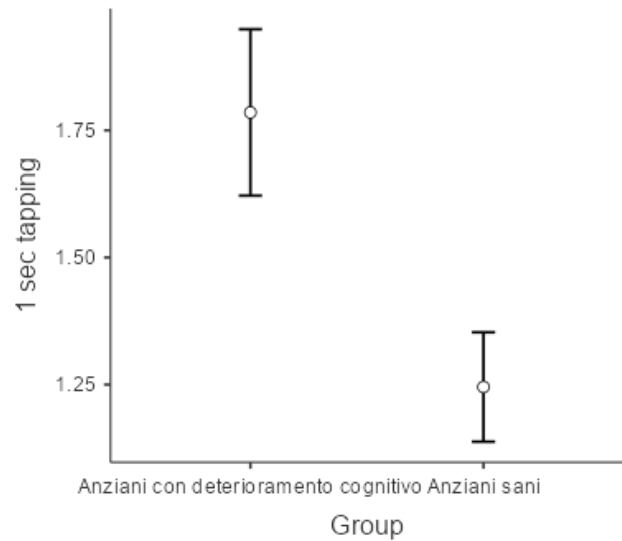


Figura 10. Confronto tra due gruppi nel compito *finger tapping 1sec*

A differenza del compito precedente, qui è possibile notare che in entrambi i gruppi le performance rimangono stabili sia nella condizione di test che nella condizione di retest (figura 11).

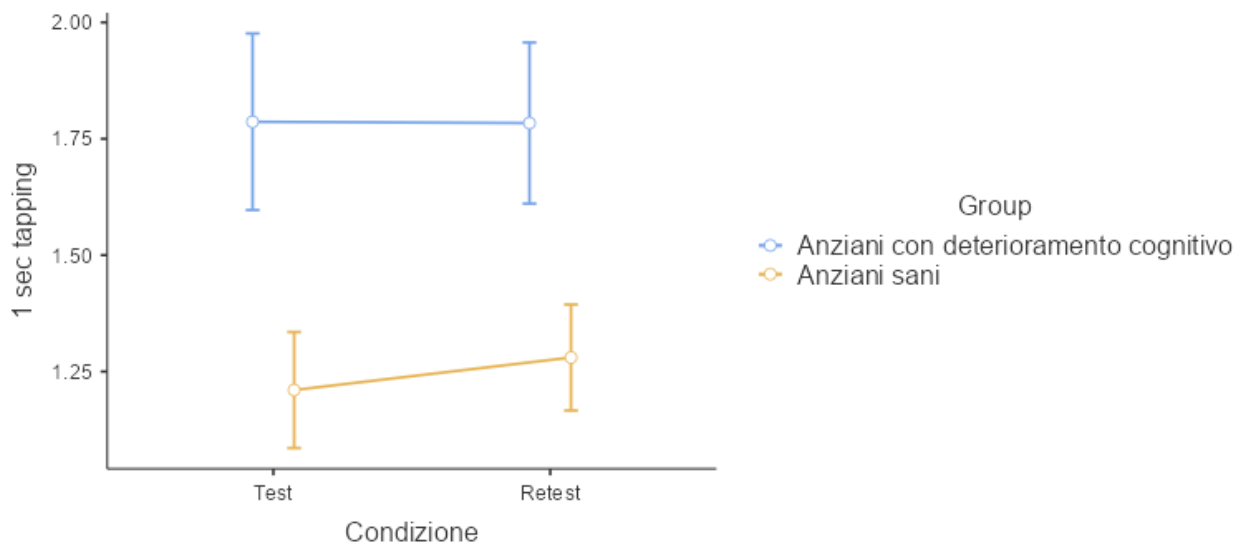


Figura 11. Interazione tra durata e condizione nel compito di *Finger Tapping 1sec.*

4.3. Foreperiod

Per analizzare i risultati di questo compito è stata effettuata un'ANOVA a misure ripetute. È stato trovato un effetto significativo per la condizione $F(1) = 8.119, p = 0.006$ e la durata $F(6) = 61.624, p < .001$. Presente un'interazione tra condizione e durata $F(6) = 3.656, p = 0.002$; i tempi di risposta aumentano nella fase di retest. Inoltre, anche la variabile gruppo è significativa $F(1) = 4.28, p = 0.043$.

Gli anziani con deterioramento cognitivo sono più lenti rispetto al gruppo di controllo (figura 12).

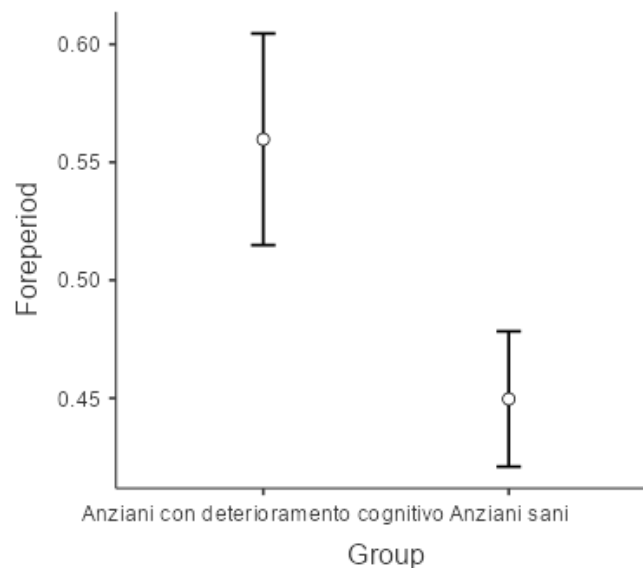


Figura 12. Confronto tra gruppi nel compito di Foreperiod

In generale, a prescindere dal gruppo di appartenenza, tutti i partecipanti sono in media più veloci nella condizione di test rispetto a quella di retest (figura 13).

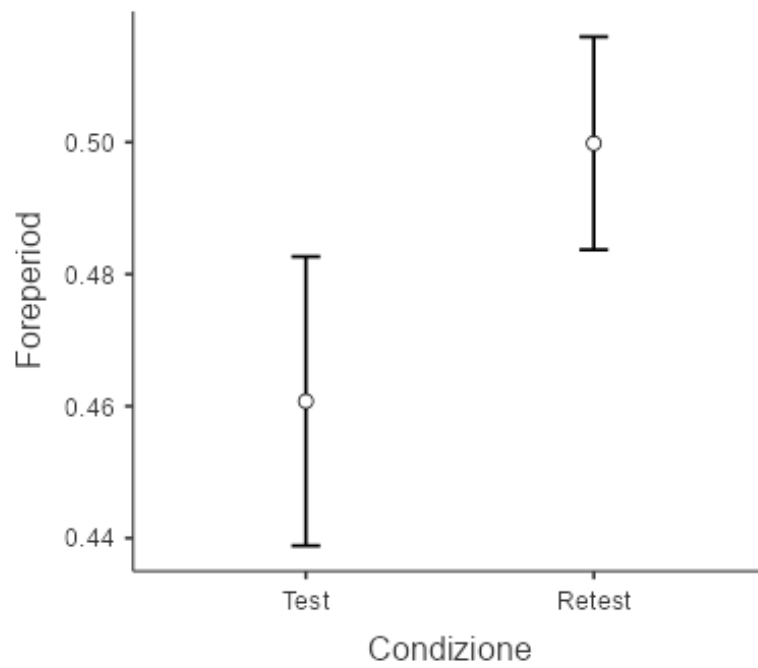


Figura 13. Confronto tra condizioni

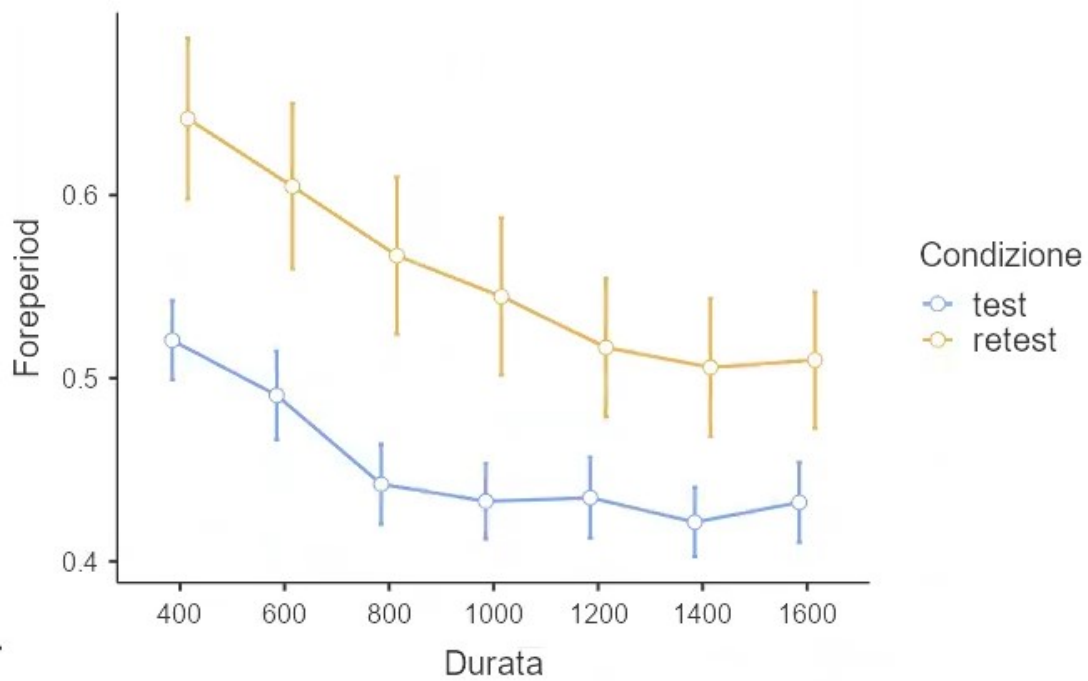


Figura 14. Interazione tra durata e condizione al compito di foreperiod

4.4. Ritmo

Per analizzare i risultati di questo compito è stata svolta un'ANOVA a misure ripetute. Dalle analisi emerge che l'unico effetto presente è quello di ritmo $F(1) = 9.83, p = 0.003$ a prescindere dal gruppo. Per tutte le altre variabili non è presente alcun valore statisticamente significativo.

Tutti i partecipanti hanno tempi di risposta migliori quando vengono presentate sequenze ritmiche sincrone (figura 15).

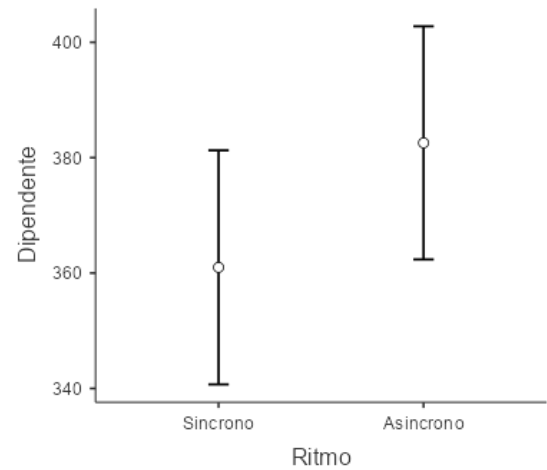


Figura 15. Confronto tra ritmo (sincrono vs asincrono)

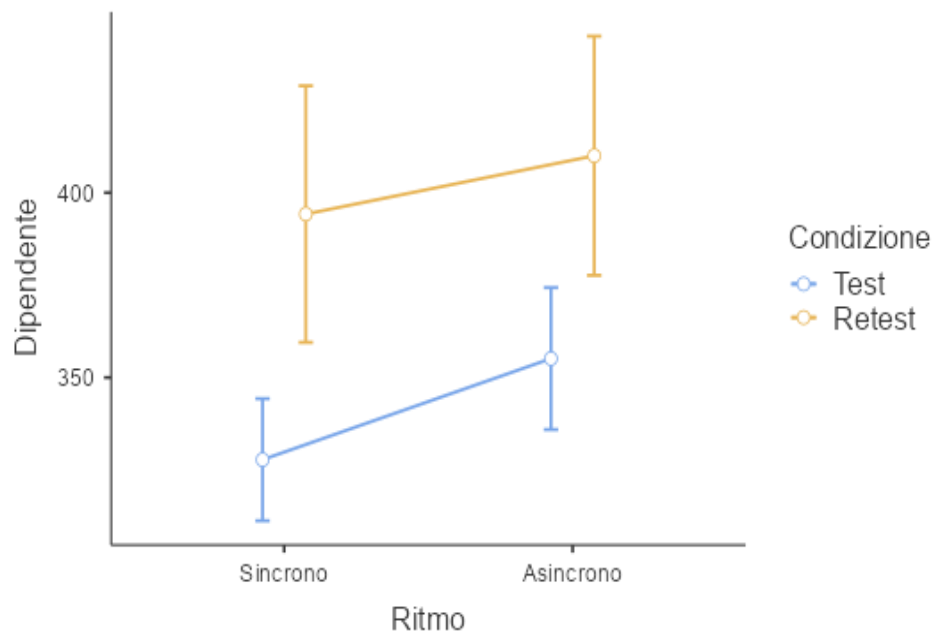


Figura 16. interazione tra condizione e ritmo (sincroni vs. asincrono)

Capitolo 5. Discussione

L'obiettivo del presente progetto di tesi è la costruzione di una nuova batteria per la percezione del tempo in anziani con invecchiamento sano e anziani con decadimento cognitivo. Ad entrambi i gruppi, sono state somministrate sia prove temporali esplicite che prove temporali implicite al fine di selezionare le più adeguate alla costruzione della batteria. Ogni compito, per poter essere inserito nella batteria, è necessario che mantenga una stabilità tra la performance al test e quella al retest. Inoltre, è importante che discrimini i due gruppi. La nostra ipotesi di partenza era che il gruppo di controllo (anziani sani) avesse performance significativamente diverse rispetto agli anziani con deterioramento cognitivo e che, entrambi i gruppi, ottenessero risultati simili nelle due condizioni test-retest.

Io ho svolto le analisi dei compiti temporali impliciti (*Foreperiod e Ritmo*) e di un compito esplicito, il *Finger Tapping* (free e 1sec). I restanti compiti espliciti (*Bisezione, Riproduzione e Produzione*) sono stati analizzati dalla collega Sonia Pollet nel suo progetto di tesi.

5.1. Finger Tapping

Il compito di Finger Tapping è un compito temporale esplicito basato sulla riproduzione ritmica che presenta due differenti condizioni: "*finger tapping free*" e "*finger tapping 1 sec*". Sulla base di quanto presente in letteratura, si ipotizza che le differenze tra i due gruppi siano più evidenti nel *finger tapping free* e che gli anziani con deterioramento cognitivo abbiano tempi di reazione più rallentati rispetto al gruppo di controllo (Perbal et al., 2003). Il *finger tapping 1sec* dovrebbe evidenziare poche differenze perché in generale anche gli anziani con deterioramento cognitivo preservano una buona rappresentazione dell'unità temporale del secondo.

Le analisi del *finger tapping free* hanno riportato che le prestazioni test-retest variano a seconda del gruppo di appartenenza: gli anziani con deterioramento cognitivo hanno in media tempi di risposta maggiori in entrambe le condizioni. Questo è un risultato atteso e di per sé positivo ai fini

della creazione della batteria perché dimostra che il compito è in grado di discriminare i due gruppi. Inoltre, nel gruppo degli anziani sani è stabile la prestazione ottenuta nelle due condizioni test-retest. Anche questo risultato è di per sé positivo, in quanto indica una stabilità tra le condizioni. Lo stesso risultato non è stato trovato nel gruppo degli anziani con deterioramento cognitivo, dove i tempi di risposta sono instabili: vi è un notevole aumento dei tempi di risposta nel retest. Quest'ultimo risultato non conferma le ipotesi di partenza e non rende il compito di *finger tapping free* adeguato all'inserimento nella batteria per anziani con deterioramento cognitivo. Le motivazioni dietro all'aumento dei tempi di risposta nel retest da parte degli anziani con deterioramento cognitivo potrebbero essere molteplici, potrebbero essere annoiati all'idea di dover svolgere un compito già svolto in precedenza o potrebbero esserci altre motivazioni indagabili in futuro con un ampliamento del campione. Un'altra ipotesi è che solo qualche anziano abbia avuto una performance particolarmente rallentata rispetto al resto del campione, ma che l'effetto sia reso fortemente evidente nelle analisi a causa dello scarso numero di partecipanti e dall'alto indice di variabilità tipico della popolazione degli anziani con deterioramento cognitivo. Infatti, il campione degli anziani con deterioramento cognitivo è composto da soli 19 partecipanti e diversi studi riportano come l'indice di variabilità nel gruppo di anziani con deterioramento cognitivo sia significativamente più elevato rispetto al gruppo di controllo (Perbal et al., 2003). Questo dato, insieme alla scarsa numerosità del campione, potrebbe spiegare quanto emerso dalle analisi. In futuro, sarebbe auspicabile studiare in modo più approfondito questi risultati aumentando il numero di partecipanti con deterioramento cognitivo.

Dalle analisi del compito di *finger tapping 1 sec* è emerso che questo compito risponderebbe positivamente ai due requisiti fondamentali per la creazione della batteria. E' presente una differenza significativa tra le prestazioni degli anziani con decadimento cognitivo e il gruppo controllo: i primi sono più lenti nel rispondere agli stimoli rispetto ai secondi. Gli anziani con deterioramento cognitivo presentano un rallentamento nell'elaborazione delle informazioni e tendono a produrre durate più lunghe (Salthouse, 1994). Alcuni autori hanno spiegato queste differenze nell'elaborazione temporale

tra anziani sani e anziani con decadimento cognitivo come una conseguenza di un rallentamento dell'elaborazione delle informazioni derivante da una diminuzione della frequenza dell'orologio interno (Block, Zakay & Hancock, 1998). Inoltre, per entrambi i gruppi, non c'è differenza significativa tra test e retest. I gruppi rimangono stabili nelle diverse condizioni e questo è un risultato positivo perché conferma l'affidabilità del compito.

5.2. Foreperiod

Il compito di *Foreperiod* è un compito implicito che richiede al partecipante di rispondere nel minor tempo possibile ad uno stimolo target presentato al centro dello schermo a seguito della comparsa di un segnale di avvertimento. Il termine *foreperiod* indica l'intervallo di tempo tra il segnale di avvertimento e la comparsa dello stimolo. Si ipotizza che i partecipanti utilizzino il segnale di avvertimento come riferimento per stimare il momento in cui verrà presentato lo stimolo (Klemmer, 1956) e che all'aumentare del *foreperiod* diminuiranno i tempi di reazione. Le analisi dimostrano un'unica interazione tra condizione e durata quindi confermano l'effetto *foreperiod*, secondo il quale i tempi di risposta dei partecipanti diminuirebbero all'aumentare della durata presentata. Questo risultato è positivo in quanto conferma che i segnali temporali migliorano sia la velocità che l'accuratezza della risposta (Droit-Volet et al., 2019). Inoltre, è possibile notare una grande differenza tra test e retest, nello specifico entrambi i gruppi sono molto più lenti nel retest. Il presente dato è inatteso, si ipotizzava che non fosse presente una differenza così ampia tra le due condizioni. Anche in questo caso, l'effetto potrebbe essere dovuto alla scarsa ampiezza del campione. In futuro, sarebbe auspicabile implementare il campione e verificare se l'effetto permane. Solo una volta ampliato il campione ed esplorato i risultati ottenuti sarà possibile valutare se sarà opportuno inserire il compito nella batteria. Al momento, alla luce delle analisi svolte, non sembrerebbe soddisfare i requisiti di inserimento nella batteria.

5.3. Ritmo

Il compito di *Ritmo* è un compito temporale implicito in cui viene chiesto al partecipante di rispondere il più velocemente possibile ad uno stimolo target che verrà presentato al centro dello schermo a seguito di una sequenza ritmica di stimoli uditivi. Alcune sequenze ritmiche saranno regolari mentre altre irregolari. Si ipotizza che i partecipanti siano più veloci nel rispondere allo stimolo target presentato a seguito di una sequenza ritmica regolare perché un ritmo regolare permetterebbe al partecipante di preparare e orientare l'attenzione temporale sulla base del suono (de la Rosa, 2012). E' stato dimostrato che la performance dei partecipanti è influenzata dalle sequenze ritmiche anche se viene chiesto loro di ignorarle (Rohenkohl, Coull e Nobre, 2011). La nostra ipotesi è che le prestazioni dei due gruppi siano significativamente differenti e che gli anziani con decadimento cognitivo abbiano tempi di risposta maggiori. Al contrario di quanto ipotizzato, le analisi dimostrano che indipendentemente dal gruppo l'unico effetto presente è quello del ritmo. La presenza di un effetto del ritmo è un dato atteso, ma non lo è l'assenza di differenze significative tra anziani con deterioramento cognitivo e gruppo di controllo. I dati dimostrano che non è presente nessun effetto del gruppo ma che entrambi i gruppi hanno prestazioni migliori con ritmo sincrono. Questo risultato non è positivo per la creazione della batteria perché dimostra che il compito non è in grado di differenziare i due gruppi ma è un risultato interessante perché evidenzia che nonostante il deterioramento cognitivo gli anziani hanno un miglioramento delle prestazioni in presenza di un ritmo sincrono. Questo dato dimostra che anche gli anziani con deterioramento cognitivo riescono ad utilizzare il ritmo per preparare la loro risposta. Le prestazioni di entrambi i gruppi rimangono stabili nelle due condizioni test-retest, ma per il momento questo dato non è sufficiente per l'inserimento nella batteria. Per poter essere inserito nella batteria il compito, oltre a rimanere stabile al test-retest, avrebbe dovuto discriminare i due gruppi.

Le analisi effettuate dalla mia collega sui compiti temporali espliciti di Bisezione, Produzione e Riproduzione hanno in generale soddisfatto i requisiti di inserimento nella batteria in questa prima

fase. Non sono state rilevate differenze significative tra le condizioni test-retest e le prestazioni sono significativamente differenti tra i due gruppi.

In conclusione, è un progetto di ricerca che richiede ancora molto lavoro. In futuro si potrebbero superare alcuni dei limiti presenti in questo progetto di tesi, come ad esempio la numerosità del campione. Sarebbe molto utile un ampliamento del campione, soprattutto degli anziani con deterioramento cognitivo, al fine di verificare se gli effetti trovati in queste analisi siano generalizzabili anche a un campione più ampio o siano dovuti a prestazioni particolarmente rallentate di alcuni partecipanti. Un altro tentativo che a mio avviso sarebbe opportuno fare è la diminuzione del numero di prove e di conseguenza la durata complessiva della fase di test. La popolazione degli anziani, soprattutto con deterioramento cognitivo, è una popolazione particolarmente complessa da testare. E' difficile che riescano a rimanere concentrati per lunghi periodi di tempo, motivo per cui credo che una diminuzione delle prove o un'ulteriore suddivisione delle stesse possa essere d'aiuto nella raccolta dei dati.

Bibliografia

- Allan, L., (1998). The influence of the scalar timing model on human timing research. *Behavioural Processes*, 44, pp. 101-117
- Allman, M. J., & Meck, W. H. (2012). Pathophysiological distortions in time perception and timed performance. *Brain*, 135(3), 656-677
- Allman, M. J., Teki, S., Griffiths, T. D., & Meck, W. H. (2014). Properties of the internal clock: first-and second-order principles of subjective time. *Annual review of psychology*, 65(1), 743-771.
- American Psychiatric Association (2013), Manuale diagnostico e statistico dei disturbi mentali, Quinta edizione (DSM-5), trad. it. Raffaello Cortina, Milano 2014.
- Arbula, S., Pacella, V., De Pellegrin, S., Rossetto, M., Denaro, L., D'Avella, D., et al. (2017). Addressing the selective role of distinct prefrontal areas in response suppression: a study with brain tumor patients. *Neuropsychologia* 100, 120–130. doi: 10.1016/j.neuropsychologia.2017.04.018
- Balci, F., Meck, W. H., Moore, H., & Brunner, D. (2009). Timing deficits in aging and neuropathology. In *Animal models of human cognitive aging* (pp. 1-41). Humana Press.
- Bégel, V., Seilles, A., & Dalla Bella, S. (2018). Rhythm Workers: a music-based serious game for training rhythm skills. *Music & Science*, 1, 2059204318794369.
- Benoit, C. E., Dalla Bella, S., Farrugia, N., Obrig, H., Mainka, S., & Kotz, S. A. (2014). Musically cued gait-training improves both perceptual and motor timing in Parkinson's disease. *Frontiers in human neuroscience*, 8, 494.
- Block, R. A. (1990). Models of psychological time. In R. A. Block (Ed.), *Cognitive models of psychological time* (pp. 1–35). Lawrence Erlbaum Associates, Inc.
- Block, R. A. (ed.) (2014). *Cognitive Models of Psychological Time*. New York: Psychology Press

- Block, R. A., & Zakay, D. (1997). Prospective and retrospective duration judgments: A meta-analytic review. *Psychonomic Bulletin & Review*, 4, 184-197.
- Block, R. A., & Zakay, D. (2008). Timing and remembering the past, the present, and the future. *Psychology of time*, 367-394.
- Block, R. A., Hancock, P. A., & Zakay, D. (2010). How cognitive load affects duration judgments: A meta-analytic review. *Acta psychologica*, 134(3), 330-343.
- Block, R. A., Zakay, D., & Hancock, P. A. (1998). Human aging and duration judgments: a meta-analytic review. *Psychology and aging*, 13(4), 584.
- Boltz, M. G. (2005). Duration judgments of naturalistic events in the auditory and visual modalities. *Perception & Psychophysics*, 67, 1362-1375.
- Borella E. & De Beni R. (2015), “*Psicologia dell’invecchiamento e della longevità*”. Bologna: il Mulino (pp. 371-381)
- Brannon, E. M., Roussel, L. W., Meck, W. H., & Woldorff, M. (2004). Timing in the baby brain. *Cognitive Brain Research*, 21(2), 227-233.
- Brown, S. W. (1997). Attentional resources in timing: Interference effects in concurrent temporal and nontemporal working memory tasks. *Perception & psychophysics*, 59(7), 1118-1140.
- Buhusi, C. V., & Meck, W. H. (2005). What makes us tick? Functional and neural mechanisms of interval timing. *Nature reviews neuroscience*, 6(10), 755-765.
- Capizzi M, Visalli A, Faralli A, Mioni G (2022) Explicit and implicit timing in older adults: Dissociable associations with age and cognitive decline. *PLoS ONE* 17(3): e0264999. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0264999>–
- Carlesimo, G. A., Caltagirone, C., Gainotti, G., & Nocentini, U. (1995). Batteria per la valutazione del deterioramento mentale: II. Standardizzazione e affidabilità diagnostica nell'identificazione di pazienti affetti da sindrome demenziale. *Archivio di Psicologia, Neurologia e Psichiatria*.

- Carroll, C. A., O'Donnell, B. F., Shekhar, A., & Hetrick, W. P. (2009). Timing dysfunctions in schizophrenia span from millisecond to several-second durations. *Brain & Cognition*, 70, 181-190.
- Coull, J. T. (2009). Neural substrates of mounting temporal expectation. *PLoS biology*, 7(8), e1000166.
- Coull, J. T., and Nobre, A. C. (2008). Dissociating explicit timing from temporal expectation with fMRI. *Current Opinion in Neurobiology*. Opin. Neurobiol. 18, 137–144. doi: 10.1016/j.conb.2008.07.011
- Coull, J. T., Cheng, R. K., & Meck, W. H. (2011). Neuroanatomical and neurochemical substrates of timing. *Neuropsychopharmacology*, 36(1), 3-25.
- Craik, F. I., & Hay, J. F. (1999). Aging and judgments of duration: Effects of task complexity and method of estimation. *Perception & Psychophysics*, 61(3), 549-560.
- Dalla Bella S, Farrugia N, Benoit CE, Begel V, Verga L, Harding E, Kotz SA. BAASTA: Battery for the Assessment of Auditory Sensorimotor and Timing Abilities. *Behav Res Methods*. 2017 Jun;49(3):1128-1145. doi: 10.3758/s13428-016-0773-6. PMID: 27443353.
- Davalos, D. B., Kisley, M. A., & Ross, R. G. (2003). Effects of interval duration on temporal processing in schizophrenia. *Brain and cognition*, 52(3), 295-301.
- de la Rosa M.D., D. Sanabria, M. Capizzi, e A. Correa (2012). Temporal preparation driven by rhythms is resistant to working memory interference. *Frontiers in Psychology*, 3, 308.
- Droit-Volet S, Lorandi F, Coull JT. Explicit and implicit timing in aging. *Acta Psychologica (Amst)*. 2019 Feb;193:180-189. doi: 10.1016/j.actpsy.2019.01.004. Epub 2019 Jan 15. PMID: 30654273.
- Droit-Volet, S. (2016a). Time does not fly but slow down in old age. *Time & Society*, 0 (0), 1-23.
- Droit-Volet, S., & Meck, W. H. (2007). How emotions colour our perception of time. *Trends in cognitive sciences*, 11(12), 504-513.

- Eisler, A. D., Eisler, H., & Montgomery, H. (2004). A quantitative model for retrospective subjective duration. *NeuroQuantology*, 4, 263-291.
- Falk, S., Müller, T., & Dalla Bella, S. (2015). Non-verbal sensorimotor timing deficits in children and adolescents who stutter. *Frontiers in Psychology*, 6, 847.
- Folstein, M. F., Folstein, S., and McHugh, P. (1975). “Mini-Mental State”: a practical method for grading the cognitive state of patients for the clinician. *Journal of Psychiatric Research*. 12, 189–198
- Ford, M. P., Wagenaar, R. C., & Newell, K. M. (2007). The effects of auditory rhythms and instruction on walking patterns in individuals post stroke. *Gait & Posture*, 26, 150-155.
- Fraisse, P. (1984). Perception and estimation of time. *Annual review of psychology*, 35(1), 1-37.
- Gibbon, J., (1991). Origins of scalar timing. *Learning and Motivation*. 22, 3–38
- Gibbon, J., Church, R. M., & Meck, W. H. (1984). Scalar timing in memory. *Annals of the New York Academy of sciences*, 423(1), 52-77.
- Gilden, D. L., & Marusich, L. R. (2009). Contraction of time in attention-deficit hyperactivity disorder. *Neuropsychology*, 23, 265- 269. doi:10.1037/a0014553.
- Grondin, S. Timing and time perception: A review of recent behavioral and neuroscience findings and theoretical directions. *Attention, Perception, & Psychophysics* 72, 561–582 (2010). <https://doi.org/10.3758/APP.72.3.561>
- Iversen, J. R., Patel, A. D., & Ohgushi, K. (2008). Perception of rhythmic grouping depends on auditory experience. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 124(4), 2263-2271.
- James W. The principles of psychology. New York: Holt. 1890
- Kitwood T. (2015), “*Riconsiderare la demenza*”, Erikson (pp. 40-60)
- Klemmer, E. T. (1956). Time uncertainty in simple reaction time. *Journal of experimental psychology*, 51(3), 179.
- Kopec, C. D., & Brody, C. D. (2010). Human performance on the temporal bisection task. *Brain and cognition*, 74(3), 262-272.

- Lange, K. W., Tucha, O., Steup, A., Gsell, W., & Naumann, M. (1995). Subjective time estimation in Parkinson's disease. *Journal of neural transmission. Supplementum*, 46, 433-438.
- Marinho, V., Oliveira, T., Rocha, K., Ribeiro, J., Magalhães, F., Bento, T., et al. (2018). The dopaminergic system dynamic in the time perception: a review of the evidence. *International Journal of Neuroscience*. 128, 262–282. doi: 10.1080/00207454.2017.1385614
- Marinho, V., Pinto, G. R., Figueiredo, R., Ayres, C., Bandeira, J., & Teixeira, S. (2019). The BDNF Val66Met polymorphism promotes changes in the neuronal integrity and alters the time perception. *Journal of Molecular Neuroscience*, 67(1), 82-88.
- McKhann G., Drachman D. & Folstein M. (1984), Clinical diagnosis of Alzheimer's disease: Report of the NINCDS – ADRDA work group, “*Neurology*”, vol. 34, pp.939-944
- Meck, W. H. (1996). Neuropharmacology of timing and time perception. *Cognitive brain research*, 3(3-4), 227-242.
- Meck, W. H. (2005). Neuropsychology of timing and time perception. *Brain and cognition*, 58(1), 1-8.
- Meck, W. H., Penney, T. B., & Pouthas, V. (2008). Cortico-striatal representation of time in animals and humans. *Current Opinion in Neurobiology*, 18, 145-152
- Michon, J. A. (1993). Concerning the time sense: The seven pillars of time psychology. *Psychologica Belgica*, 33, 329-345.
- Mioni G, Capizzi M, Vallesi A, Correa Á, Di Giacopo R and Stablum F (2018) Dissociating Explicit and Implicit Timing in Parkinson's Disease Patients: Evidence from Bisection and Foreperiod Tasks. *Frontiers in Human Neuroscience*. 12:17. doi: 10.3389/fnhum.2018.00017–
- Mioni, G., Grondin, S., Bardic, L., & Stablum, F. (2020). Understanding time perception through non-invasive brain stimulation techniques: A review of studies. *Behavioural Brain Research*.

- Mioni, G., Mattalia, G., & Stablum, F. (2013). Time perception in severe traumatic brain injury patients: a study comparing different methodologies. *Brain and Cognition*, *81*(3), 305-312.
- Mioni, G., Stablum, F., McClintock, S. M., & Grondin, S. (2014). Different methods for reproducing time, different results. *Attention, Perception, & Psychophysics*, *76*(3), 675-681.
- Mioni, G., Stablum, F., Prunetti, E., & Grondin, S. (2016). Time perception in anxious and depressed patients: A comparison between time reproduction and time production tasks. *Journal of Affective Disorders*, *196*, 154-163.
- Mondini, S., Vestri, A., Mapelli, D., & Bisiacchi, P. (2003). *Esame Neuropsicologico Breve*. Milano: Raffaello Cortina Editore.
- Nalls, M. A., McLean, C. Y., Rick, J., Eberly, S., Hutten, S. J., Gwinn, K., et al. (2015). Diagnosis of Parkinson's disease on the basis of clinical and genetic classification: a population-based modelling study. *The Lancet Neurology*. *14*, 1002–1009. doi: 10.1016/S1474-4422(15)00178-7
- Niemi, P., & Näätänen, R. (1981). Foreperiod and simple reaction time. *Psychological bulletin*, *89*(1), 133.
- Noulhiane, M., Mella, N., Samson, S., Ragot, R., & Pouthas, V. (2007). How emotional auditory stimuli modulate time perception. *Emotion*, *7*(4), 697.
- O'Brien M.D. (1994), Vascular dementia: definition, epidemiology e clinical features. In A.Burns e R.Levy (a cura di), *Dementia*, London, Chapman e Hall
- Ornstein, R. (1969). *On the experience of time*. New York: Penguin.
- Pastor, M. A., Artieda, J., Jahanshahi, M., & Obeso, J. A. (1992). Time estimation and reproduction is abnormal in Parkinson's disease. *Brain*, *115*(1), 211-225.
- Peirce, J., Gray, J. R., Simpson, S., MacAskill, M., Richard H"ochenberger, Sogo, H., ... Jonas Kristoffer Lindelov. (2019). PsychoPy2: Experiments in behavior made easy. *Behavior Research Methods*, *51*(1), 195–203. <https://doi.org/10.3758/s13428-018-01193-y>

- Perbal, S., Couillet, J., Azouvi, P., & Pouthas, V. (2003). Relationships between time estimation, memory, attention, and processing speed in patients with severe traumatic brain injury. *Neuropsychologia*, *41*(12), 1599-1610.
- Perbal, S., Droit-Volet, S., Isingrini, M., & Pouthas, V. (2002). Relationships between age-related changes in time estimation and age-related changes in processing speed, attention, and memory. *Aging, Neuropsychology, and Cognition*, *9*(3), 201-216.
- Piras, F., Ciullo, V., Danese, E., Caltagirone, C., & Spalletta, G. (2014). Time dysperception perspective for acquired brain injury. *Frontiers in Neurology*, *4*: 2017.
- Pollak, Y., Kroyzer, N., Yakir, A., & Friedler, M. (2009). Testing possible mechanisms of deficient supra-second time estimation in adults with attention-deficit/hyperactivity disorder. *Neuropsychology*, *23*(5), 679.
- Rammsayer, T. H. (2001). Ageing and temporal processing of durations within the psychological present. *European Journal of Cognitive Psychology*, *13*(4), 549-565.
- Rammsayer, T., & Classen, W. (1997). Impaired temporal discrimination in Parkinson's disease: temporal processing of brief durations as an indicator of degeneration of dopaminergic neurons in the basal ganglia. *The International journal of neuroscience*, *91*(1-2), 45–55. <https://doi.org/10.3109/00207459708986364>
- Rey, A. (1958). L'examen clinique en psychologie. Presse Universitaires de France, Paris.
- Rohenkohl, G., Coull, J. T., & Nobre, A. C. (2011). Behavioural dissociation between exogenous and endogenous temporal orienting of attention. *PLoS ONE*, *6*, e14620.
- Rohenkohl, G., J.T. Coull, & A.C. Nobre (2011). Behavioural dissociation between exogenous and endogenous temporal orienting of attention. *PLoS ONE*, *6*(1), 1–5.
- Román GC, Tatemichi TK, Erkinjuntti T, Cummings JL, Masdeu JC, Garcia JH, Amaducci L, Orgogozo JM, Brun A, Hofman A, et al. Vascular dementia: diagnostic criteria for research studies. Report of the NINDS-AIREN International Workshop. *Neurology*. 1993 Feb;*43*(2):250-60.

- Salthouse, T. A. (1994). How many causes are there for aging-related decrements in cognitive functioning? *Development Review*, 14, 413– 437.
- Spinnler, & Tognoni . (1987).
- Taatgen, N. A., Van Rijn, H., & Anderson, J. R. (2007). An integrated theory of prospective time interval estimation: the role of cognition, attention and learning. *Psychology Review*, 577–598.
- Tales, A., Leonards, U., Bompas, A., Snowden, R. J., Philips, M., Porter, G., ... & Bayer, A. (2012). Intra-individual reaction time variability in amnesic mild cognitive impairment: A precursor to dementia? *Journal of Alzheimer's disease*, 32(2), 457-466.
- The jamovi project (2021). jamovi. (Version 2.3) [Computer Software]. Retrieved from <https://www.jamovi.org>
- Treisman, M., (1963). Temporal discriminations and the indifference interval: Implications for a model of the internal clock. *Psychological Monographs*. 576, 1–31.
- Wearden, J. H., Smith-Spark, J. H., Cousins, R., Edelstyn, N. M. J., Cody, F.W.J., O’Boyle, D. J. (2008). Stimulus timing by people with Parkinson’s disease. *Brain & Cognition*, 67, 264-279. doi:10.1016/j.bandc.2008.01.010
- Wencil, E. B., Coslett, H. B., Aguirre, G. K., Chatterjee, A. (2010). Carving the Clock at Its Component Joints: Neural Bases for Interval Timing. *Journal of Neurophysiology* 104:160-168.
- Whitrow, G. J. (1972). Reflections on the History of the Concept of Time. In *The study of time* (pp. 1-11). Springer, Berlin, Heidelberg.
- Wiener, M., Turkeltaub, P. E., and Coslett, H. B. (2010). Implicit timing activates the left inferior parietal cortex. *Neuropsychologia* 48, 3967–3971. doi: 10.1016/j.neuropsychologia.2010.09.014

- Wittmann, M., Vollmer, T., Schweiger, C., & Hiddemann, W. (2006). The relation between the experience of time and psychological distress in patients with hematological malignancies. *Palliative & supportive care*, 4(4), 357-363.
- Zakay, D. (1990). The role of personal tendencies in the selection of decision-making strategies. *The Psychological Record*, 40(2), 207-213.
- Zakay, D. (1993). Time estimation methods—Do they influence prospective duration estimates? *Perceptioncurr*, 22, 91-101.
- Zakay, D., & Block, R. A. (1997). Temporal Cognition. *Current Directions in Psychological Science*, 6(1), 12–16.

