



**UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA**

**Dipartimento di Psicologia dello Sviluppo e della Socializzazione – DPSS  
Dipartimento di Psicologia Generale – DPG**

**Corso di laurea in Scienze Psicologiche dello Sviluppo,  
della Personalità e delle Relazioni Interpersonali**

**Tesi di laurea triennale**

**Percezione implicita del tempo in compiti di ritmo  
regolare e irregolare in anziani sani e con decadimento  
cognitivo**

**Implicit timing in tasks of regular and irregular rhythm in elderly  
individuals both healthy and with cognitive impairment**

***Relatrice: Prof.ssa Giovanna Mioni***

***Laureanda: Gloria Rossetti  
Matricola: 2054023***

**Anno Accademico 2023/2024**

# INDICE

<b>1. INTRODUZIONE .....</b>	<b>2</b>
<b>1.1 La percezione del tempo .....</b>	<b>2</b>
<b>1.2 Percezione esplicita e implicita del tempo .....</b>	<b>3</b>
<b>1.3 La previsione temporale in compiti di ritmo regolare e irregolare .....</b>	<b>4</b>
<b>1.4 Percezione del tempo implicito in anziani in compiti di ritmo .....</b>	<b>6</b>
<b>1.5 Integrazione multisensoriale nel compito <i>Sound-Induced Flash Illusion</i> .....</b>	<b>7</b>
<b>1.6 Obiettivi e ipotesi.....</b>	<b>9</b>
<b>2. METODO .....</b>	<b>11</b>
<b>2.1 Partecipanti .....</b>	<b>11</b>
<b>2.2 Apparato e strumenti .....</b>	<b>11</b>
<b>2.3 Stimoli.....</b>	<b>13</b>
<b>2.3.1 Compito di ritmo visivo .....</b>	<b>13</b>
<b>2.3.2 Compito di ritmo uditivo .....</b>	<b>14</b>
<b>2.3.3 Sound Induced Flash Illusion.....</b>	<b>15</b>
<b>2.4 Procedura.....</b>	<b>17</b>
<b>3. ANALISI DEI DATI.....</b>	<b>18</b>
<b>3.1 Compiti di ritmo .....</b>	<b>19</b>
<b>3.2 Sound Induced Flash Illusion.....</b>	<b>20</b>
<b>4. DISCUSSIONE E CONCLUSIONI.....</b>	<b>21</b>
<b>BIBLIOGRAFIA .....</b>	<b>24</b>

# INTRODUZIONE

## 1.1 La percezione del tempo

Negli ultimi decenni, la percezione del tempo è stata oggetto di numerose ricerche a causa della sua pervasività nell'esperienza umana. La percezione temporale è un'abilità molto complessa, connessa ad altre funzioni cognitive, che può subire modifiche nel corso della vita.

Tra i molteplici modelli elaborati per spiegarla prevalgono, ad oggi, quelli che ipotizzano l'esistenza di un orologio interno (Grondin, 2010). La teoria più influente è la *Scalar Expectancy Theory* (SET), che paragona l'orologio interno a una sorta di pacemaker che emette pulsazioni con una frequenza costante (Church et al., 1994). Queste pulsazioni vengono immagazzinate in un accumulatore (*accumulator*) e la loro somma determina la percezione della durata temporale (Grondin, 2010). Essa sarà percepita come più lunga, all'aumentare del numero delle pulsazioni accumulate (Capizzi et al., 2022).

Come si può notare nella *Figura 1*, tra il pacemaker e l'accumulatore è presente un interruttore (*switch*) che regola il flusso di pulsazioni dirette all'accumulatore stesso.

La SET ipotizza che le pulsazioni immagazzinate nell'accumulatore vengano trasferite nella memoria di lavoro a breve termine (*working memory*).

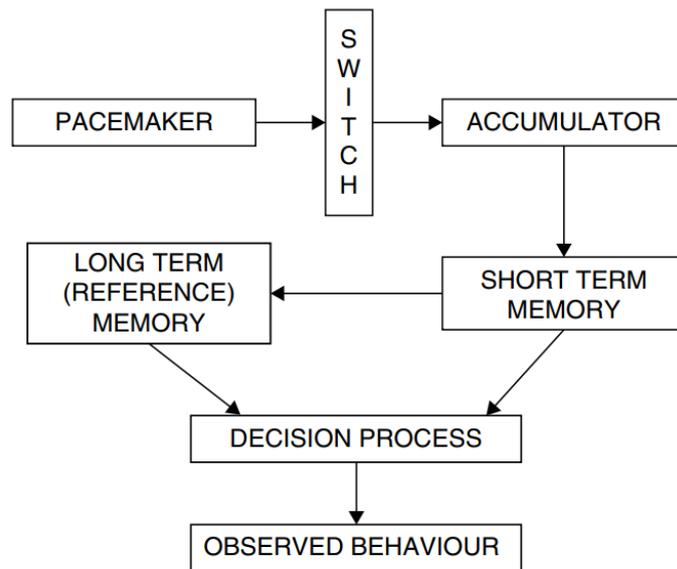
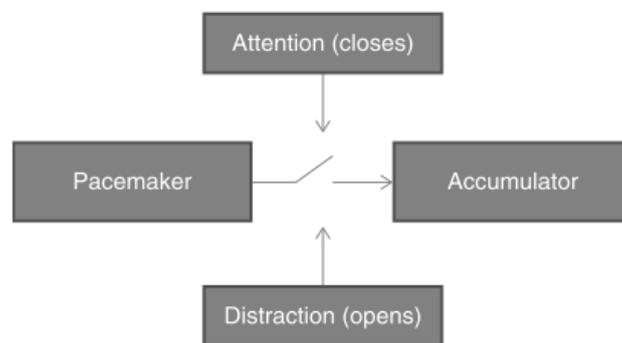


Figura 1: Rappresentazione della SET (Scalar Expectancy Theory). Fonte:(Wearden, 2016).

A loro volta, i contenuti della memoria di lavoro vengono confrontati con le durate di riferimento precedentemente immagazzinate nella memoria a lungo termine (*reference memory*). Infine, un processo decisionale mette a confronto queste due rappresentazioni temporali e determina l'emissione di un comportamento osservabile (Wearden, 2016).

Un altro approccio è stato teorizzato da Zakay e Block con l'elaborazione dell'"*Attentional Gate Model*" (AGM; Zakay & Block, 1997), tramite il quale hanno messo in evidenza il ruolo centrale dell'attenzione nella stima delle durate temporali. Essi hanno ipotizzato l'esistenza di un meccanismo detto "*attentional gate*", una sorta di filtro attentivo che agisce sullo *switch* come rappresentato nella *Figura 2*. Lo switch rimane chiuso solamente quando si pone attenzione al tempo, consentendo il passaggio delle pulsazioni dal pacemaker all'accumulatore. Se l'attenzione viene deviata da questa attività e focalizzata su altre, lo switch si apre riducendo il flusso delle pulsazioni verso l'accumulatore e risultando in una sottostima della durata temporale (Wearden, 2016; Mioni et al., 2020).



*Figura 2: Rappresentazione del meccanismo dell'attentional gate.*

## **1.2 Percezione esplicita e implicita del tempo**

Il tempo è elaborato attraverso due meccanismi distinti: uno implicito e automatico, che si sviluppa molto precocemente e non varia con l'età, e un altro esplicito e conscio che emerge intorno ai tre anni anche grazie allo sviluppo del linguaggio (Droit-Volet & Coull, 2016).

A livello sperimentale, i compiti di tempo esplicito richiedono al soggetto di fare una stima accurata della durata temporale degli stimoli e di determinare se tale durata è più

breve o più lunga rispetto a durate standard precedentemente memorizzate. Al contrario, i compiti di tempo implicito non richiedono un giudizio temporale esplicito. Ad esempio, le istruzioni di un compito possono richiedere al soggetto di eseguire delle azioni motorie senza specificare di prestare attenzione al tempo. Tuttavia, anche in assenza di richieste esplicite di valutare la durata temporale, l'esecuzione di un'azione motoria implica comunque una struttura temporale e quindi coinvolge implicitamente meccanismi temporali (Coull & Nobre, 2008).

Nell'ambito della percezione del tempo implicita è stato in particolare osservato che quando i partecipanti esperiscono una regolarità temporale, sono in grado di adattare il loro comportamento spontaneamente a tale struttura temporale. Un esempio di tale fenomeno è stato proposto dai ricercatori Droit-Volet e Coull e fa riferimento alla capacità di sincronizzare il battito delle mani a un determinato ritmo. Questo "ritmo" permette di anticipare il momento in cui l'evento successivo (ovvero il suono seguente nella sequenza) si verificherà (Droit-Volet & Coull, 2016).

### **1.3 La previsione temporale in compiti di ritmo regolare e irregolare**

La "*previsione temporale*" è un'abilità fondamentale che permette di anticipare il momento nel tempo in cui si verificherà un determinato evento. Tale abilità porta a dirigere risorse attentive verso un preciso istante temporale rendendo più efficiente l'emissione di una risposta nel momento in cui l'evento avrà effettivamente luogo.

La previsione temporale può essere guidata volontariamente e in maniera esplicita, tramite la presentazione di stimoli esterni, oppure può essere attivata implicitamente da regolarità temporali (Bolger et al., 2014).

I primi studi sulla preparazione temporale si sono concentrati sulla modalità esplicita, utilizzando il paradigma sperimentale del "*foreperiod*", che prevede la manipolazione dell'intervallo di tempo tra un segnale di avvertimento e lo stimolo target al quale il partecipante deve rispondere. In particolare, sono rilevanti i tempi di risposta registrati nei paradigmi di "*foreperiod*" variabile in cui vengono presentati, in modo randomizzato, intervalli temporali brevi o lunghi. In questi compiti, la probabilità che lo stimolo target compaia aumenta con il passare del tempo e i partecipanti comprendono che, se lo stimolo non compare nell'intervallo corto, dovrà necessariamente farlo in

quello lungo. Di conseguenza, i tempi di risposta negli intervalli lunghi risultano essere minori di quelli negli intervalli corti in quanto aumenta la preparazione temporale dei partecipanti (Vatakis et al., 2018).

Studi successivi si sono invece concentrati sulla preparazione temporale attivata implicitamente da segnali ritmici. Secondo la *Dynamic Attending Theory* (Ellis & Jones, 2010; Large & Jones, 1999), la ripetizione di pattern di ritmo regolari sincronizza le oscillazioni attenzionali dei partecipanti, permettendo loro di migliorare sia la precisione che la velocità di risposta. Il ritmo può quindi orientare l'attenzione nel tempo in modo automatico (Vatakis et al., 2018).

In uno studio di de la Rosa (de la Rosa et al., 2012) è stata investigata la preparazione temporale in relazione alla presentazione di sequenze di ritmi uditivi. Lo studio in esame prevedeva la somministrazione di due esperimenti:

- Nel primo esperimento, sono stati presentati, in sequenza, una croce di fissazione colorata (rossa, blu o verde), una serie di segnali uditivi di avvertimento, un *foreperiod* e, infine, uno stimolo target uditivo. La presentazione degli stimoli di avvertimento è stata manipolata in modo da dar vita a un ritmo che poteva essere regolare (ovvero costituito da una serie di suoni presentati alla stessa distanza temporale l'uno dall'altro) oppure irregolare. Il compito dei partecipanti era quello di cliccare, il più velocemente possibile, il tasto "b" sulla tastiera, nel momento in cui compariva sullo schermo lo stimolo uditivo target.

I risultati hanno mostrato che i partecipanti rispondevano più velocemente nel caso in cui lo stimolo target fosse preceduto da un serie di suoni dal ritmo regolare. È stato dimostrato, quindi, che la regolarità permetteva di anticipare la presentazione dello stimolo target e quindi di dare risposte più velocemente.

- Nel secondo esperimento, de la Rosa ha voluto indagare se tale effetto persistesse anche nel caso in cui i partecipanti venissero coinvolti contemporaneamente anche in un compito di *working memory* che consisteva nel ricordare quante volte compariva una croce di fissazione di un determinato colore. I dati non hanno evidenziato particolari interferenze dovute al compito aggiuntivo.

Tale effetto è stato confermato anche da studi successivi, come quello condotto nel 2015 da alcuni ricercatori dell'Università di Granada (Cutanda et al., 2015), in cui i tempi di risposta risultavano essere più brevi quando la presentazione dello stimolo uditivo target era preceduta da stimoli di avvertimento con ritmo regolare.

E' stato dimostrato come il ritmo rappresenti un mezzo efficace per orientare l'attenzione nel tempo anche quando gli stimoli vengono presentati in modalità visiva e non solo uditiva (Capizzi & Correa, 2018). In un esperimento di Correa e Nobre (Correa & Nobre, 2008), viene presentato un pallino giallo che si muove da un lato all'altro dello schermo e che a un certo punto viene nascosto da una banda verticale scura. Prima di raggiungere questa banda, il pallino compare nove volte in posizioni diverse e viene manipolato il tempo che intercorre tra le varie presentazioni. Lo stimolo visivo può essere presentato a intervalli regolari di 550 ms, dando quindi l'idea di ritmo, oppure può attraversare lo schermo a intervalli irregolari. Compito dei partecipanti è quello di reagire alla ricomparsa del pallino dopo che è passato dietro la banda scura e di vedere se al centro del pallino giallo è presente un punto nero. In questo esperimento è stato osservato che la previsione temporale indotta da ritmi regolari porta a tempi di reazione migliori anche in modalità visiva.

Dagli studi fino ad ora condotti, emerge che la previsione temporale è migliore in esperimenti che usano la modalità uditiva. L'accuratezza nella percezione dei diversi fenomeni temporali sembra infatti essere influenzata dalla modalità in cui il fenomeno è percepito e gli stimoli uditivi sono percepiti in modo più accurato rispetto agli stimoli visivi (Glenberg & Jona, 1991; Grahn, 2012).

#### **1.4 Percezione del tempo implicito in anziani in compiti di ritmo**

Come riportato precedentemente, la percezione implicita del tempo sembra essere soggetta a una generale preservazione e stabilità nell'arco di vita (Droit-Volet & Coull, 2016). Ciò emerge anche da uno studio condotto da Hiroyasu e Yotsumoto (Hiroyasu & Yotsumoto, 2020) il cui scopo è quello di mettere in evidenza le differenze nella percezione del tempo in giovani e anziani utilizzando delle sequenze ritmiche regolari o irregolari. La scelta di utilizzare compiti di ritmo è stata fatta al fine di minimizzare il coinvolgimento dei processi cognitivi di attenzione e memoria.

Dal primo esperimento condotto, che prevede un compito di ritmo esplicito e uno di ritmo implicito in cui i partecipanti devono rispondere alla presentazione di stimoli “*oddball*” (con durata inferiore rispetto agli stimoli standard), è emerso che gli effetti dell’età sono osservabili unicamente nel compito di tempo esplicito confermando l’ipotesi della stabilità dell’elaborazione implicita del tempo. Sia i giovani che gli anziani mostrano tempi di risposta minori nel caso in cui i ritmi presentati siano regolari.

I ricercatori si sono però spinti oltre con l’obiettivo di indagare il ruolo delle funzioni cognitive generali nella percezione implicita del tempo e capire se una maggiore difficoltà del compito (un maggiore carico cognitivo) potesse portare a risultati diversi. Essi hanno infatti condotto un secondo esperimento nel quale al compito di tempo implicito viene aggiunto un compito di memoria. Dai risultati sono emersi tempi di risposta più lunghi negli anziani nel caso del doppio compito cosa che invece non si verifica nel caso dei giovani dove i tempi di risposta non vengono influenzati dal compito di memoria (de la Rosa et al., 2012). Si ipotizza che tale declino sia dovuto alla quantità limitata di risorse attentive caratteristica della popolazione anziana.

Tuttavia, la ricerca sugli effetti dell’invecchiamento sulla percezione implicita del tempo è piuttosto limitata. Pochi studi sono stati condotti sulla popolazione anziana sana, mentre non è quasi mai stata presa in considerazione la parte di popolazione anziana affetta da decadimento cognitivo.

### **1.5 Integrazione multisensoriale nel compito *Sound-Induced Flash Illusion***

Dal mondo esterno giungono costantemente numerosi stimoli sensoriali. Con il termine “integrazione multisensoriale” ci si riferisce all’abilità di combinare le informazioni provenienti da vari canali sensoriali al fine di formare una percezione coerente dell’ambiente circostante.

L’integrazione sensoriale può talvolta indurre in errore quando la percezione di una modalità sensoriale viene influenzata da informazioni contrastanti provenienti da una seconda modalità. Queste informazioni vengono integrate e possono dar luogo a illusioni soggettive (Keil, 2020). Uno degli esempi classici in cui si verifica tale effetto è il *McGurk effect*, nel quale l’informazione visiva altera la percezione

dell'informazione che arriva in modalità uditiva, suggerendo che la vista è la modalità sensoriale dominante nell'uomo (Hirst et al., 2020).

Tuttavia, Shams, Kamitani e Shimojo (Shams et al., 2000) hanno dimostrato che non sempre la vista domina la nostra percezione. Anche la percezione visiva può infatti essere influenzata da altre modalità sensoriali, in particolare dall'udito.

Gli studiosi hanno ideato un compito sperimentale nel quale un cerchio bianco lampeggia per un numero variabile di volte su uno sfondo nero. Tutto ciò è accompagnato dalla presentazione di un numero variabile di suoni. Viene chiesto agli individui di identificare il numero di flash che compaiono sullo sfondo nero. I partecipanti hanno riportato di aver visto più di un flash ogni volta che il singolo flash era accompagnato da più di un suono. A questo fenomeno è stato poi attribuito il nome di “*Sound-Induced Flash Illusion*” ed è stato replicato in numerosi studi successivi (Keil, 2020; Shams et al., 2000).

Ci sono due tipologie di “*Sound-Induced Flash Illusion*”:

- Nella “*fission illusion*”, due stimoli uditivi ravvicinati vengono presentati contemporaneamente alla comparsa di un singolo flash. Questa combinazione di eventi può ingannare e indurre a credere di aver visto due stimoli visivi invece che uno.
- La “*fusion illusion*” avviene invece quando vengono presentati uno stimolo uditivo e due stimoli visivi. In questo caso, l'illusione consiste nella percezione di un solo stimolo visivo (Keil, 2020).

E' stato dimostrato che il manifestarsi della *fission illusion* è legato all'intervallo tra i due stimoli uditivi. Per indagare fino a che punto questo fenomeno si verifica, è stato condotto un esperimento nel quale ogni flash viene accompagnato da due stimoli uditivi uno dei quali viene presentato simultaneamente al flash. In ogni prova è stata manipolata la distanza temporale alla quale viene presentato il secondo suono che può presentarsi 25, 70, 115, 160, 205, 260 ms prima o dopo il flash.

Secondo i risultati dello studio (Shams et al., 2002), la frequenza con cui l'illusione viene percepita sembra diminuire quando il secondo stimolo uditivo viene presentato a 70ms di distanza dallo stimolo visivo, sebbene rimanga significativa fino a 115 ms, per poi scomparire con intervalli di 270ms.

Studi successivi hanno voluto indagare se una riduzione di tale portata fosse osservabile anche in una popolazione di anziani sani. Nonostante la suscettibilità all'illusione diminuisca con l'aumentare dell'intervallo temporale, gli anziani sani sono comunque suscettibili alla *Sound Induced Flash Illusion* per intervalli temporali più ampi rispetto a soggetti più giovani (Setti et al., 2011).

Le prestazioni in compiti di integrazione multisensoriale sembrano essere influenzate, oltre che dall'età, anche dalle funzioni cognitive. In uno studio condotto su larga scala (Hernandez et al., 2019), è stato infatti osservato che i partecipanti con punteggi più alti al MoCA, uno strumento di screening per il decadimento cognitivo, sono meno suscettibili alle illusioni rispetto a individui con punteggi più bassi.

L'utilizzo della *Sound Induced Flash Illusion*, un test veloce e che non richiede il linguaggio, potrebbe essere pertanto utile per evidenziare segni di decadimento cognitivo indagando l'integrazione multisensoriale.

## **1.6 Obiettivi e ipotesi**

Il presente studio ha l'obiettivo di indagare le differenze nella percezione implicita del tempo in un campione di giovani, di anziani sani e di anziani con decadimento cognitivo utilizzando un compito di ritmo visivo e uno di ritmo uditivo. In particolare, ci si aspetta di osservare tempi di reazione più brevi nei compiti in cui viene presentata una sequenza ritmica regolare, sia nei giovani che negli anziani. Si ipotizza che le differenze tra i gruppi possano manifestarsi attraverso tempi di risposta generalmente più lenti da parte degli anziani, dovuti alla quantità limitata di risorse attentive disponibili causata dall'invecchiamento.

Si ipotizza inoltre che l'accuratezza delle risposte sia influenzata dalla modalità sensoriale in cui viene presentata la sequenza ritmica. Nello specifico, si suppone che i tempi di risposta siano migliori quando la sequenza ritmica è presentata in modalità uditiva.

Lo studio prevede anche la somministrazione di un terzo esperimento per indagare l'integrazione multisensoriale nei partecipanti, utilizzando il paradigma della "*Sound Induced Flash Illusion*". In linea con la letteratura, ci si aspetta che la percezione dell'illusione diminuisca con l'aumentare dell'intervallo temporale tra gli stimoli uditivi

e che i partecipanti anziani, in particolare quelli con decadimento cognitivo, risultino soggetti all'illusione per intervalli di tempo più ampi rispetto al gruppo di giovani.

## METODO

### 2.1 Partecipanti

Lo studio è stato condotto su un campione di 32 partecipanti di cui:

- 7 giovani
- 14 anziani sani (Mini Mental State Examination MMSE >26)
- 11 anziani con decadimento cognitivo (MMSE < 26).

Di questo campione, gli anziani con decadimento cognitivo sono stati reclutati presso alcuni centri diurni e RSA d'Italia mentre i restanti partecipanti sono stati testati presso le loro abitazioni.

I soggetti sono stati reclutati da più sperimentatori: in particolare 21 partecipanti (7 giovani, 8 anziani sani e 6 con decadimento cognitivo) sono stati testati dalla sottoscritta.

In seguito a una breve presentazione del progetto di tesi, ai partecipanti è stato fatto firmare il modulo informativo e di consenso alla partecipazione e al trattamento dei dati.

I criteri di inclusione generali per i gruppi di anziani sono stati:

- Età cronologica maggiore di 65 anni;
- Assenza deficit visivi o uditivi gravi;
- Assenza di gravi disturbi psichici;
- Assenza di malattia di Parkinson.

### 2.2 Apparato e strumenti

Gli stimoli sono stati presentati per mezzo di un personal computer (ASUS VivoBook Flip 14), dotato di processore AMD Ryzen 3 4300U con Radeon Graphics 2.70 GHz sul monitor integrato da 14 pollici con una risoluzione spaziale di 1920 x 1080.

I partecipanti sono stati fatti sedere a una distanza di 50-55cm dallo schermo e il computer è stato rialzato in modo che lo schermo del portatile fosse all'altezza dei loro occhi.

Le risposte agli stimoli sono state date tramite l'utilizzo di una tastiera bluetooth. Per facilitare l'esecuzione del compito "*Sound Induced Flash Illusion*" sono state applicate due etichette adesive sulla tastiera: in corrispondenza del tasto relativo alla lettera "S", è

stata posta l'etichetta indicante il numero 1 mentre in corrispondenza del tasto relativo alla lettera "K", l'etichetta indicante il numero 2.

I compiti sono stati creati tramite la versione 3.3.14 di OpenSesame, una piattaforma gratuita e open-source che viene utilizzata per la costruzione di esperimenti nelle scienze sociali (Mathôt et al., 2012).

Ai partecipanti anziani è stato somministrato il MMSE oppure il MoCa: si tratta di due test neuropsicologici che valutano il funzionamento cognitivo generale e permettono di stabilire l'eventuale presenza di decadimento cognitivo. Per quanto riguarda gli anziani reclutati presso strutture sanitarie, i punteggi ottenuti ai test sono stati ricavati dalle valutazioni neuropsicologiche che vengono condotte ogni sei mesi. Agli anziani che hanno partecipato allo studio presso le loro abitazioni, i test sono invece stati somministrati precedentemente all'esecuzione dei task a computer.

Nello specifico gli strumenti che sono stati utilizzati sono:

- **MMSE: *Mini Mental State Examination*** (Folstein et al., 1975), è un breve test neuropsicologico usato per valutare la funzione cognitiva generale di un individuo. È costituito da due sezioni: la prima richiede risposte verbali e valuta l'orientamento, la memoria e l'attenzione mentre la seconda implica la capacità di nominare, la capacità di eseguire comandi verbali e scritti, di scrivere frasi in maniera spontanea e di riprodurre un poligono complesso. Questo strumento è composto da 11 domande e il tempo di somministrazione varia dai 5 ai 10 minuti, rendendolo di facile da somministrare a pazienti anziani.

Il punteggio massimo è 30 e esso viene corretto in base all'età e agli anni di scolarizzazione del soggetto.

- **MoCA: *Montreal Cognitive Assessment*** (Nasreddine et al., 2005), è uno strumento di screening che valuta le funzioni cognitive generali quali: richiamo dalla memoria a breve termine, abilità visuo-spaziali, vari aspetti legati alle funzioni esecutive, attenzione, concentrazione, memoria di lavoro, linguaggio e orientamento nello spazio e nel tempo. Il punteggio massimo che si può ottenere è 30 e il test richiede un tempo di somministrazione pari a 10 minuti.

Al fine di potere confrontare i risultati ottenuti in tali test è stata utilizzata la tabella di conversione (Nasreddine et al., 2005).

## 2.3 Stimoli

Durante la sessione sperimentale, tramite la piattaforma OpenSesame (Mahôt, Schreij e Theeuwes, 2012), ai partecipanti vengono somministrati tre task: un compito di ritmo visivo, uno di ritmo uditivo e un compito basato sul paradigma sperimentale della “*Sound-Induced Flash Illusion*”. L’ordine di presentazione è casuale e la somministrazione richiede un tempo totale di 15-20 minuti.

Tutti i compiti prevedono una prima parte di prova per dare la possibilità ai partecipanti di comprendere le richieste di ciascun task e familiarizzare con il compito. Inizialmente sullo schermo compare una schermata di benvenuto, seguita da una schermata con le istruzioni per lo svolgimento del compito che vengono sia fatte leggere all’anziano che ripetute dallo sperimentatore in modo da assicurarsi che vengano comprese. Al termine di questa fase, quando il partecipante si sente pronto ad iniziare, viene istruito a premere la barra spaziatrice per avviare la fase di prova.

### 2.3.1 Compito di ritmo visivo

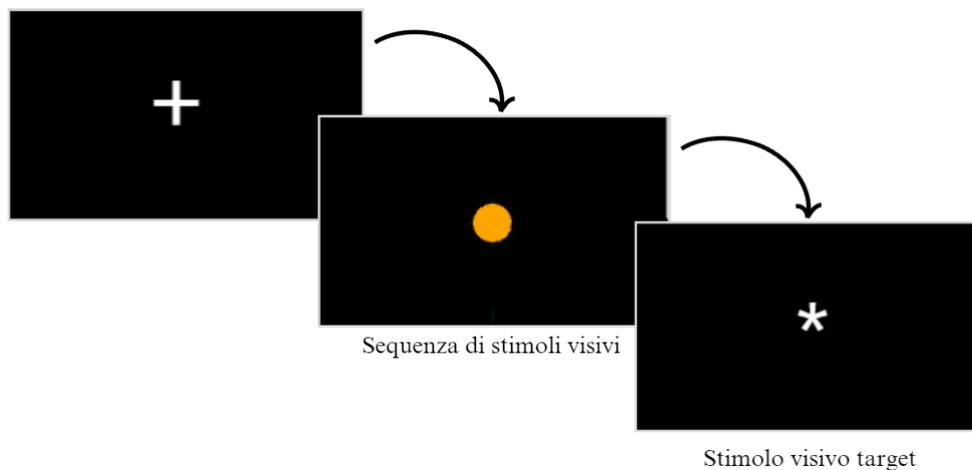
Il compito di ritmo visivo prevede la presentazione, al centro dello schermo, di una serie di stimoli visivi (costituiti da un pallino giallo) a vari intervalli temporali. Successivamente, la serie di stimoli viene interrotta e sullo schermo compare un asterisco. Al partecipante viene chiesto di rispondere alla comparsa dell’asterisco premendo la barra spaziatrice sulla tastiera il più velocemente possibile. Nella fase di prova l’individuo riceve un feedback positivo: “Bravo!” se preme la barra spaziatrice nel momento giusto mentre se non lo fa lo si invita a provare di nuovo grazie alla comparsa sul monitor della scritta “Prova ancora...”. Tale feedback non viene più fornito nel momento in cui finisce la fase di prova e il partecipante viene avvisato del fatto che, se risponderà prima della comparsa dell’asterisco, tale simbolo non comparirà e quella specifica prova dovrà essere ripetuta.

Durante la sequenza di prova compaiono (in ordine come nella *Figura 3*):

- Una schermata nera con una croce di fissazione della durata di 500ms o 1500ms per fare in modo che l’individuo focalizzi l’attenzione sul compito che sta per svolgere.

- Una schermata nera sulla quale compaiono cinque stimoli visivi (pallini gialli). Essi possono presentarsi a intervalli regolari di 500ms oppure a intervalli irregolari di 100ms, 300ms, 500ms, 700ms e 900ms.
- Una terza schermata nera con l'asterisco alla quale il partecipante deve rispondere premendo la barra spaziatrice.

**Figura 3:**



### 2.3.2 Compito di ritmo uditivo

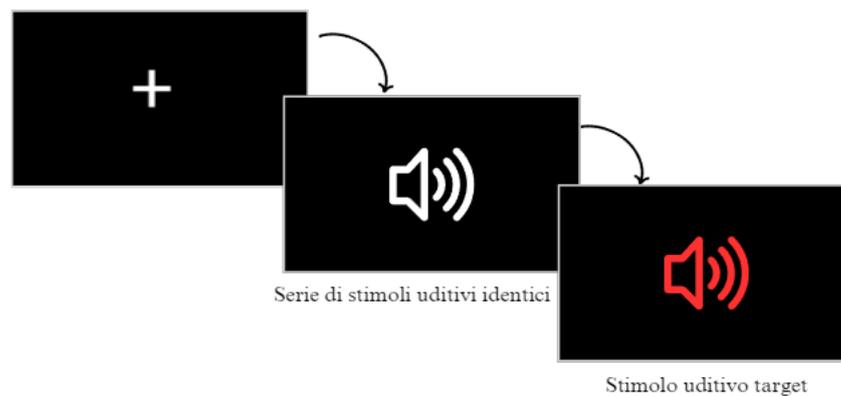
Il compito di ritmo uditivo consiste nella presentazione di una serie di suoni identici seguiti da uno stimolo uditivo diverso. Viene chiesto ai partecipanti di riconoscere quest'ultimo premendo il più velocemente possibile la barra spaziatrice sulla tastiera. Anche in questo compito è presente una fase di prova durante la quale l'individuo riceve un feedback positivo: "Bravo!" se riconosce lo stimolo uditivo target. In caso contrario lo si invita a tentare di nuovo grazie alla comparsa sul monitor della scritta "Prova ancora...". Questo feedback non verrà più fornito al partecipante una volta finita la fase di prova.

Ogni sessione del compito di ritmo uditivo è così strutturata (*Figura 4*):

- Una schermata nera al centro della quale compare un punto di fissazione costituito da una croce in modo da richiamare l'attenzione dell'individuo sull'attività che si accinge a svolgere.

- Una serie di suoni identici che possono essere presentati a intervalli regolari di 500ms (dando così la sensazione di ritmo) oppure a intervalli di 100ms, 300ms, 500ms, 700ms o 900ms.
- Lo stimolo uditivo target, diverso dai suoni precedenti, che deve essere riconosciuto dai partecipanti.

**Figura 4:**



### 2.3.3 Sound Induced Flash Illusion

In quest'ultimo compito l'obiettivo è quello di analizzare gli effetti della “*Sound Induced Flash Illusion*”. In particolare, è stato creato un task che riproduce la “*fission illusion*”.

Al centro dello schermo del computer compare uno stimolo visivo (costituito da un flash bianco) e contemporaneamente ad esso vengono presentati due stimoli uditivi a distanze temporali variabili. Il compito del partecipante è quello di stabilire quanti stimoli visivi (quindi quanti flash) vede comparire sullo schermo. Se ritiene di aver visto un solo stimolo visivo deve premere sulla tastiera il tasto corrispondente alla lettera “S”, precedentemente contrassegnato tramite un'etichetta indicante il numero 1. Dovrà invece premere il tasto relativo alla lettera “K”, sul quale è stata posta un'etichetta indicante il numero 2, se gli sembrerà di vedere due stimoli visivi.

Questo compito si compone di una prima parte, che può essere suddivisa in due fasi, durante la quale gli stimoli uditivi e quelli visivi vengono presentati separatamente:

1. La prima fase consiste nella presentazione, in ordine casuale, di uno oppure due stimoli uditivi. Alla fine di ogni sequenza di stimoli viene chiesto al

partecipante di indicare se sente un solo suono oppure se ne sente due tramite la comparsa sullo schermo della scritta “Rispondi con 1 = 1 suono o 2 = 2 suoni”.

2. Nella seconda fase vengono invece presentati degli stimoli visivi: gli individui vedranno comparire sullo schermo un unico flash bianco oppure una successione di due flash. Anche in questo caso, tramite la comparsa della scritta “Rispondi con 1 = 1 flash o 2 = 2 flash” viene chiesto loro di indicare il numero di stimoli che gli viene presentato.

Questa prima fase è necessaria per verificare che i partecipanti riescano a discriminare il numero di stimoli (visivi o uditivi) che viene loro presentato.

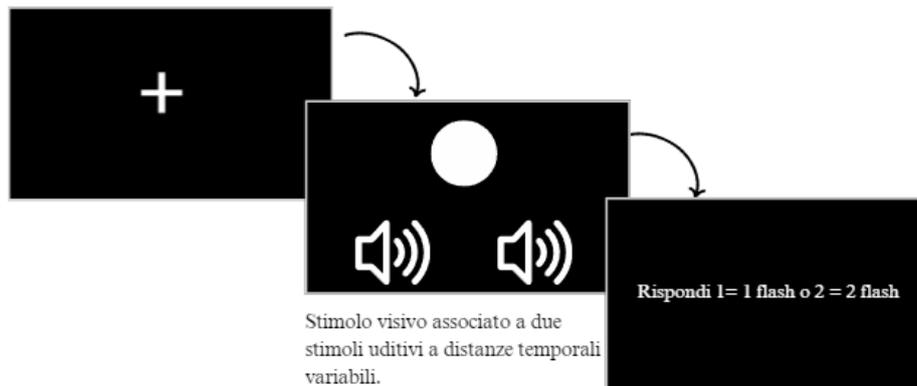
Successivamente si passa alla seconda parte dell’esperimento che richiede capacità di integrazione multisensoriale in quanto stimoli visivi e uditivi vengono presentati contemporaneamente. In particolare nel presente studio compare sullo schermo sempre un unico flash, associato a due stimoli uditivi presentati a diversi intervalli. Quanto più i due suoni sono ravvicinati nel tempo, tanto più il partecipante avrà la sensazione di vedere due flash anziché uno.

Più precisamente il compito è così strutturato (vedi *Figura 5*):

- Una schermata nera al centro della quale compare un punto di fissazione con il fine di richiamare l’attenzione degli individui sull’attività che stanno per svolgere.
- Una schermata nera sulla quale viene presentato un flash bianco associato a due stimoli uditivi presentati a distanze temporali variabili di 50ms, 100ms, 150ms, 200ms o 250ms.
- Una schermata nera in cui compare la scritta “Rispondi con 1 = 1 flash o 2 = 2 flash” per sollecitare la risposta da parte del partecipante.

Il compito è formato da 4 sessioni di prova. In ogni sessione si ripetono per due volte, in ordine casuale, 15 sequenze di stimoli. In totale quindi vengono presentate 30 sequenze per ciascuna delle sessioni di prova. Tra una sessione e la successiva viene data la possibilità di fare una pausa e di riprendere l’attività una volta che ci si sente pronti. Durante l’esecuzione del compito non viene dato alcun tipo di riscontro rispetto alla correttezza della risposta data e una volta terminata la somministrazione compare una schermata di ringraziamento.

**Figura 5:**



## **2.4 Procedura**

I partecipanti sono stati testati in una sessione della durata totale di 15-20 minuti all'interno di stanze silenziose e prive di fonti di distrazione. Prima di iniziare i compiti a computer è stato fatto firmare il consenso informato con il quale si chiedeva di acconsentire alla raccolta e al trattamento dei dati.

Per quanto riguarda gli anziani con decadimento cognitivo, sono stati visionati i punteggi che quest'ultimi avevano ottenuto nel MMSE (*Mini Mental State Examination*) o nel MoCA (*Montreal Cognitive Assessment*). Questi partecipanti sono stati testati presso delle strutture sanitarie. I restanti partecipanti hanno invece eseguito i compiti presso le loro abitazioni e agli anziani sani, precedentemente a tale attività, sono stati somministrati, da parte dello sperimentatore, gli stessi test neuropsicologici.

A questo punto, la strumentazione è stata predisposta e i partecipanti sono stati invitati a sedersi a una distanza di 50-55cm dallo schermo del computer. Inoltre, il computer portatile è stato rialzato in modo tale che lo schermo fosse allineato con gli occhi dei partecipanti.

Successivamente è stata avviata la sessione sperimentale: il partecipante ha letto sullo schermo del computer le istruzioni per svolgere i compiti, queste sono state ripetute dallo sperimentatore per garantirne l'avvenuta comprensione e è stato eseguito il compito.

## ANALISI DEI DATI

L'analisi dei dati raccolti è stata effettuata utilizzando il software Jamovi (The Jamovi Project, 2022).

Inizialmente è stata condotta un'analisi descrittiva del campione, suddividendo gli individui nei rispettivi gruppi di appartenenza: giovani, anziani sani e anziani con decadimento cognitivo (come riportato in tabella).

	Gruppo	età	scolarità	MMSE
<b>Media</b>	Anziani con decadimento	80.5	8.64	24.4
	Anziani sani	71.7	11.4	28.4
	giovani	23.7	13.7	\
<b>SD</b>	Anziani con decadimento	8.96	4.80	2.38
	Anziani sani	6.68	3.10	1.43
	giovani	6.32	1.89	\
<b>Minimo</b>	Anziani con decadimento	65	3	20.0
	Anziani sani	65	7	26.9
	giovani	21	13	\
<b>Massimo</b>	Anziani con decadimento	94	17	28.0
	Anziani sani	90	17	30.0
	giovani	38	18	\

È stata poi eseguita un'ANOVA a una via per determinare se fossero presenti delle differenze significative tra i tre gruppi. L'età e la scolarità sono risultate statisticamente significative (rispettivamente  $F(2,16) = 159.26, p < 0.001$  e  $F(2,18) = 5.59, p = 0.013$ ). Le analisi post hoc hanno evidenziato una differenza di età rilevante tra il gruppo dei giovani e quello degli anziani (sia sani che con decadimento cognitivo) con un  $p_{tuckey} < 0.001$ . Inoltre è emersa una differenza di età, sebbene più contenuta, anche tra il gruppo di anziani sani e quello degli anziani con decadimento ( $p_{tuckey} = 0.017$ ).

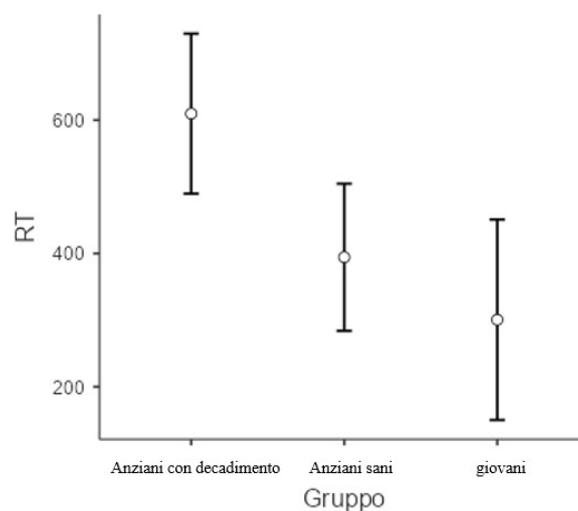
Per quanto riguarda la scolarità, dai test post hoc emergono differenze rilevanti a livello statistico tra il gruppo degli anziani con decadimento cognitivo e il gruppo di giovani con un  $p_{tuckey} < 0.018$ . La differenza si attenua nel confronto tra la scolarità degli anziani sani e quella dei giovani, risultando non significativa ( $p_{tuckey} = 0.384$ ). Non emergono

valori rilevanti nemmeno dal confronto tra la scolarità di anziani sani e anziani con decadimento ( $p_{tuckey} = 0.165$ ).

### 3.1 Compiti di ritmo

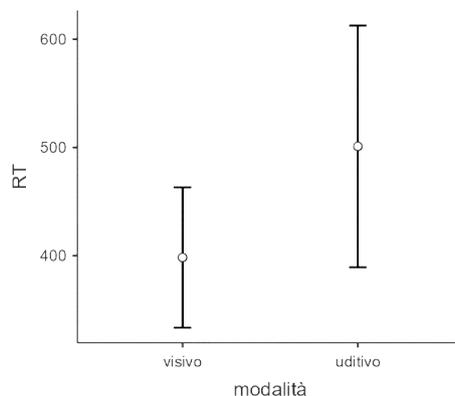
Per ogni compito è stata eseguita un'ANOVA a misure ripetute sia per i fattori *between-subjects* (tra soggetti) che per i fattori *within-subjects* (entro soggetti).

Nello specifico i risultati mostrano un effetto statisticamente significativo del fattore gruppo ( $F(2,28) = 6.32, p = 0.005$ ). Dai test post hoc emergono infatti differenze significative nei tempi di risposta (RT) complessivi tra il gruppo degli anziani con decadimento cognitivo e quello dei giovani ( $p_{tuckey} = 0.007$ ) e tra il gruppo degli anziani con decadimento cognitivo e quello degli anziani sani ( $p_{tuckey} = 0.030$ ). Non emergono invece differenze significative nei tempi di risposta tra il gruppo degli anziani sani e quello dei giovani ( $p_{tuckey} = 0.565$ ).



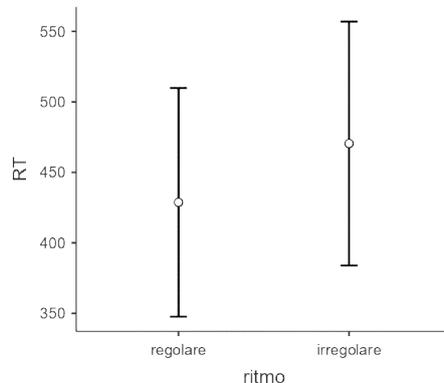
**Figura 6:** Effetto del gruppo

Un altro fattore statisticamente significativo è rappresentato dalla modalità sensoriale di presentazione degli stimoli ( $F(1,30) = 7.551, p = 0.010$ ), con tempi di risposta inferiori nella modalità visiva. L'interazione modalità \* gruppo invece non risulta essere statisticamente significativa ( $p = 0.791$ ).



**Figura 7:** Effetto della modalità

Infine è stata condotta un'analisi rispetto al ritmo di presentazione degli stimoli che è risultato statisticamente significativo ( $F(1,30) = 11.759, p = 0.002$ ). Come è possibile osservare anche nel grafico (*Figura 8*) i tempi di risposta risultano essere inferiori quando il ritmo presentato è regolare.



**Figura 8:** Effetto del ritmo

### 3.2 Sound Induced Flash Illusion

Nel compito di integrazione multisensoriale non sono emerse differenze significative attribuibili all'effetto del gruppo. La maggior parte dei partecipanti non risulta essere sensibile all'illusione e tende a vedere sempre un unico flash. Solo pochi individui hanno sperimentato l'effetto, e ciò è avvenuto esclusivamente quando l'intervallo di tempo tra i due stimoli uditivi era ridotto, ossia 50ms e 100ms.

## DISCUSSIONE E CONCLUSIONI

Il presente elaborato si è focalizzato sulla percezione implicita del tempo, esaminando, in particolare, le differenze tra i giovani, gli anziani sani e gli anziani con decadimento cognitivo. Per indagare tale costrutto sono stati utilizzati compiti di ritmo al fine di minimizzare il coinvolgimento di processi cognitivi quali memoria e attenzione. Questi compiti prevedono la presentazione di una sequenza di stimoli, uditivi o visivi, secondo un ritmo regolare oppure irregolare.

I risultati ottenuti rivelano un importante effetto del gruppo: nei vari compiti, gli anziani con decadimento cognitivo hanno mostrato tempi di risposta significativamente più lunghi rispetto agli altri due gruppi. Al contrario, anziani sani e giovani non hanno mostrato differenze significative nelle prestazioni, confermando quanto emerso dalla letteratura: la componente implicita del tempo sembra conservarsi e rimanere stabile nel corso della vita (Droit-Volet & Coull, 2016).

L'effetto del gruppo potrebbe essere quindi attribuito alla presenza del decadimento cognitivo. Tuttavia è importante considerare che l'analisi dei dati ha rilevato differenze significative di età tra i tre gruppi. In particolare, confrontando i due gruppi di anziani, il campione di anziani con decadimento cognitivo presenta un'età media superiore rispetto agli anziani sani. Per escludere che il rallentamento nei tempi di risposta sia dovuto all'età e quindi attribuire tale tendenza esclusivamente al decadimento cognitivo sarà necessario, in studi futuri, raccogliere dati su un campione di anziani con un'età più omogenea.

Dagli studi precedenti ci si aspettava inoltre un effetto della modalità di presentazione degli stimoli: i partecipanti avrebbero dovuto mostrare tempi di risposta minori nel caso in cui il compito di ritmo venisse presentato in modalità uditiva (Glenberg & Jona, 1991). Dai dati raccolti è però emerso un effetto contrario: i tempi di risposta sono risultati significativamente più brevi nella modalità visiva. Considerando che la maggior parte dei partecipanti ha un'età superiore ai 65 anni, nonostante siano stati esclusi coloro che presentavano importanti deficit uditivi, alcuni individui potrebbero aver avuto delle difficoltà nella percezione del suono. Si potrebbe ipotizzare che, a differenza dei problemi visivi tipici dell'età avanzata, che vengono tendenzialmente risolti tramite

l'utilizzo degli occhiali, ancora poche persone fanno uso di apparecchi acustici. Ciò potrebbe aver condizionato le prestazioni nei compiti.

Infine ci si aspettava una differenza statisticamente significativa nelle prestazioni nei compiti di ritmo a seconda che questi presentassero ritmi regolari oppure irregolari. E' stato infatti dimostrato come il ritmo rappresenti un mezzo efficace per orientare l'attenzione nel tempo e come la sua presenza porti a tempi di risposta più brevi (Capizzi & Correa, 2018). I dati hanno confermato un effetto del ritmo, con tempi di risposta generalmente più brevi nel caso di presentazione di un ritmo regolare, indipendentemente dal gruppo di appartenenza dei soggetti.

Il task di integrazione multisensoriale non ha invece portato ai risultati attesi. In linea con la letteratura, si prevedeva che la percezione dell'illusione diminuisse con l'aumentare dell'intervallo temporale tra gli stimoli uditivi e che i partecipanti anziani, in particolare quelli con decadimento cognitivo, fossero soggetti all'illusione per intervalli di tempo più ampi rispetto ai giovani (Hernandez et al., 2019). Tuttavia, dai dati raccolti non sono emerse differenze significative tra i tre gruppi: la maggior parte dei partecipanti non ha sperimentato l'effetto dell'illusione e ha visto un unico flash.

Uno dei principali limiti della ricerca, che potrebbe aver influenzato in particolare l'ultimo task e potrebbe aver portato a risultati divergenti rispetto alla letteratura, è la ridotta numerosità campionaria. Lo studio condotto da Hernandez et al., in cui è emerso l'effetto della *Sound Induced Flash Illusion*, coinvolgeva un totale di 3955 partecipanti con un'età superiore ai 50 anni. Un campione così ampio potrebbe aver permesso di rilevare un effetto che, su un campione ridotto come quello del nostro studio, non è stato possibile osservare.

Alla luce di ciò, lo studio condotto è ancora in corso e rappresenta una prima fase di test dei compiti, che verranno perfezionati in studi successivi.

È importante anche considerare la scarsa familiarità degli anziani nell'uso di dispositivi tecnologici, come il computer o la tastiera, che può aver portato a difficoltà nell'esecuzione dei compiti. Molti degli anziani che hanno partecipato allo studio hanno dichiarato di sentirsi poco competenti o incapaci nell'utilizzo di tali dispositivi, il che potrebbe aver generato agitazione nonostante la loro volontà di dare un contributo alla ricerca.

In prospettiva futura, nuovi studi potrebbero rendere i task più accessibili alla popolazione anziana, concentrandosi in particolare sul miglioramento degli stimoli uditivi per garantirne una corretta percezione. Inoltre sarebbe utile esaminare un campione più ampio di soggetti, concentrandosi specificatamente sulla popolazione affetta da decadimento cognitivo poiché, ad oggi, sono stati condotti pochi studi su questo gruppo.

## BIBLIOGRAFIA

- Bolger, D., Coull, J. T., & Schön, D. (2014). Metrical rhythm implicitly orients attention in time as indexed by improved target detection and left inferior parietal activation. *Journal of Cognitive Neuroscience*, *26*(3), 593–605.  
[https://doi.org/10.1162/jocn\\_a\\_00511](https://doi.org/10.1162/jocn_a_00511)
- Capizzi, & Correa. (2018). *Timing and Time Perception: Procedures, Measures, and Applications*.
- 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 March). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0264999>
- Church, R. M., Meek, W. H., & Gibbon, J. (1994). Application of Scalar Timing Theory to Individual Trials. In *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes* (Vol. 20, Issue 2).
- Correa, Á., & Nobre, A. C. (2008). Neural modulation by regularity and passage of time. *Journal of Neurophysiology*, *100*(3), 1649–1655.  
<https://doi.org/10.1152/jn.90656.2008>
- Coull, J. T., & Nobre, A. C. (2008). Dissociating explicit timing from temporal expectation with fMRI. In *Current Opinion in Neurobiology* (Vol. 18, Issue 2, pp. 137–144). <https://doi.org/10.1016/j.conb.2008.07.011>
- Cutanda, D., Correa, A., & Sanabria, D. (2015). Auditory Temporal Preparation Induced by Rhythmic Cues During Concurrent Auditory Working Memory Tasks. In *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance* (Vol. 41, Issue 3). <http://dx.doi.org/10.1037/a0039167>
- de la Rosa, M. D., Sanabria, D., Capizzi, M., & Correa, A. (2012). Temporal preparation driven by rhythms is resistant to working memory interference. *Frontiers in Psychology*, *3*(AUG). <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2012.00308>

- Droit-Volet, S., & Coull, J. T. (2016). Distinct developmental trajectories for explicit and implicit timing. *Journal of Experimental Child Psychology*, *150*, 141–154. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2016.05.010>
- Ellis, R. J., & Jones, M. R. (2010). Rhythmic context modulates foreperiod effects. *Attention, Perception & Psychophysics*, *72*(8), 2274–2288. <https://doi.org/10.3758/app.72.8.2274>
- Folstein, M. F., Folstein, S. E., & Mchugh, P. R. (1975). “MINI-MENTAL STATE” A PRACTICAL METHOD FOR GRADING THE COGNITIVE STATE OF PATIENTS FOR THE CLINICIAN\*. In *J. gsychiaf. Res* (Vol. 12). Pergamon Press.
- Glenberg, A. M., & Jona, M. (1991). Temporal coding in rhythm tasks revealed by modality effects. In *Memory & Cognition* (Vol. 19, Issue 5).
- Grahn, J. A. (2012). See what I hear? Beat perception in auditory and visual rhythms. *Experimental Brain Research*, *220*(1), 51–61. <https://doi.org/10.1007/s00221-012-3114-8>
- Grondin, S. (2010). Timing and time perception: A review of recent behavioral and neuroscience findings and theoretical directions. In *Attention, Perception, and Psychophysics* (Vol. 72, Issue 3, pp. 561–582). <https://doi.org/10.3758/APP.72.3.561>
- Hernandez, B., Setti, A., Kenny, R. A., & Newell, F. N. (2019). Supplemental Material for Individual Differences in Ageing, Cognitive Status, and Sex on Susceptibility to the Sound-Induced Flash Illusion: A Large-Scale Study. *Psychology and Aging*. <https://doi.org/10.1037/pag0000396.supp>
- Hiroyasu, E. M. G., & Yotsumoto, Y. (2020). Older adults preserve accuracy but not precision in explicit and implicit rhythmic timing. *PLoS ONE*, *15*(10 October). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0240863>
- Hirst, R. J., McGovern, D. P., Setti, A., Shams, L., & Newell, F. N. (2020). What you see is what you hear: Twenty years of research using the Sound-Induced Flash

- Illusion. In *Neuroscience and Biobehavioral Reviews* (Vol. 118, pp. 759–774). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2020.09.006>
- Keil, J. (2020). Double Flash Illusions: Current Findings and Future Directions. In *Frontiers in Neuroscience* (Vol. 14). Frontiers Media S.A. <https://doi.org/10.3389/fnins.2020.00298>
- Large, E. W., & Jones, M. R. (1999). The Dynamics of Attending: How People Track Time-Varying Events. In *Psychological Review* (Vol. 106, Issue 1).
- Mathôt, S., Schreij, D., & Theeuwes, J. (2012). OpenSesame: An open-source, graphical experiment builder for the social sciences. In *Behavior Research Methods* (Vol. 44, Issue 2, pp. 314–324). <https://doi.org/10.3758/s13428-011-0168-7>
- Mioni, G., Capizzi, M., & Stablum, F. (2020). Age-related changes in time production and reproduction tasks: Involvement of attention and working memory processes. *Aging, Neuropsychology, and Cognition*, 27(3), 412–429. <https://doi.org/10.1080/13825585.2019.1626799>
- Nasreddine, Z. S., Phillips, N. A., Bédirian, V., Charbonneau, S., Whitehead, V., Collin, I., Cummings, J. L., & Chertkow, H. (2005). The Montreal Cognitive Assessment, MoCA: A brief screening tool for mild cognitive impairment. *Journal of the American Geriatrics Society*, 53(4), 695–699. <https://doi.org/10.1111/j.1532-5415.2005.53221.x>
- Setti, A., Burke, K. E., Kenny, R. A., & Newell, F. N. (2011). Is inefficient multisensory processing associated with falls in older people? *Experimental Brain Research*, 209(3), 375–384. <https://doi.org/10.1007/s00221-011-2560-z>
- Shams, L., Kamitani, Y., & Shimojo, S. (2000). Illusions. What you see is what you hear. *Nature*.
- Shams, L., Kamitani, Y., & Shimojo, S. (2002). Visual illusion induced by sound. In *Cognitive Brain Research* (Vol. 14). [www.elsevier.com/locate/bres](http://www.elsevier.com/locate/bres)
- The jamovi project* (Version 2.3). (2022).

Vatakis, A., Balci, F., Luca, M. Di, & Correa, Á. (2018). *Timing and Time Perception: Procedures, Measures, and Applications Edited by.*

Wearden, J. (2016). *The Psychology of Time Perception.*

Zakay, D., & Block, R. A. (1997). Temporal cognition. *Current Directions in Psychological Science*, 6(1), 12–16. <https://doi.org/10.1111/1467-8721.ep11512604>