

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA

Dipartimento di Psicologia Generale, DPG

Corso di Laurea Magistrale in Psicologia Clinica

Tesi di Laurea Magistrale

**Percezione del tempo implicito ed esplicito: l'influenza di ansia e
depressione**

**Implicit and explicit time perception: the influence of anxiety and
depression**

Relatrice: Prof.ssa Giovanna Mioni

Laureanda: Luisa Venturelli

Matricola: 2080580

Anno Accademico 2023/2024

INDICE

Introduzione.....	3
1. Percezione del tempo: una panoramica generale.....	5
1.1 <i>Basi neuroanatomiche della percezione del tempo.....</i>	<i>6</i>
1.2 <i>Modelli e Meccanismi.....</i>	<i>8</i>
1.3 <i>Paradigmi e Metodi.....</i>	<i>10</i>
1.4 <i>Tempo esplicito e tempo implicito.....</i>	<i>14</i>
1.5 <i>Ruolo dell'attenzione e delle emozioni sulla percezione del tempo.....</i>	<i>17</i>
2. Caratteristiche di Ansia e Depressione.....	21
2.1 <i>Ansia.....</i>	<i>22</i>
2.2 <i>Depressione.....</i>	<i>28</i>
3. Impatto di ansia e depressione sulla percezione del tempo.....	31
3.1 <i>Percezione del tempo in soggetti ansiosi.....</i>	<i>32</i>
3.2 <i>Percezione del tempo in soggetti depressi.....</i>	<i>37</i>
4. La Ricerca.....	42
4.1 <i>Obiettivi e ipotesi.....</i>	<i>42</i>
4.2 <i>Partecipanti e Procedimento.....</i>	<i>43</i>
4.3 <i>Strumenti.....</i>	<i>44</i>
5. Discussione dei risultati.....	49
5.1 <i>Analisi dei dati.....</i>	<i>49</i>
5.2 <i>Discussione e conclusione.....</i>	<i>52</i>
BIBLIOGRAFIA.....	55

Introduzione

Come per la percezione degli altri nostri sensi, anche la percezione del tempo non è sempre accurata. Tutti noi abbiamo sperimentato la sensazione che il tempo acceleri o rallenti internamente, anche se le ore sull'orologio continuano a scorrere normalmente. Queste distorsioni avvengono quotidianamente e sono influenzate dall'ambiente in cui ci troviamo, dalle nostre emozioni (Lake, LaBar, Meck, 2016), dall'attenzione, e dalla memoria a breve e lungo termine (Brown, 1997; Taatgen, Van Rijn, & Anderson, 2007). Dopo decenni di scarsa produzione teorica e sperimentale, negli ultimi anni si è assistito ad una rinascita dell'interesse relativo alla ricerca sulla percezione del tempo, che ha dato il via a nuove prospettive teoriche e modalità di indagine (Grondin, 2010). Il panorama sperimentale attuale è incentrato sul modello pacemaker-contatore, che ipotizza l'esistenza di un sistema cognitivo affine ad un orologio interno espressamente dedicato all'elaborazione delle informazioni temporali e al giudizio delle durate (Wearden, 2016).

Possiamo essere concordi nell'affermare che la noia sembra rallentare il tempo, intrappolandolo come nelle sabbie mobili. Allo stesso modo, quando ci divertiamo o siamo stimolati, il tempo pare scorrere molto più rapidamente. Queste distorsioni diventano ancora più evidenti in condizioni di depressione e/o ansia, dove spesso si riscontrano alterazioni nella percezione del tempo (Thones & Oberfield, 2015; Mioni, Stablum, Prunetti & Grondin, 2016). In questi casi, tale capacità può diventare particolarmente distorta, contribuendo a un disagio quotidiano che può risultare addirittura invalidante. È pertanto importante indagare il fenomeno e i suoi possibili impatti in ambito clinico ed il presente progetto di tesi è stato concepito anche a questo scopo.

Ansia e depressione sono dunque due condizioni psicopatologiche che incidono profondamente sulla percezione del tempo (Thones & Oberfield, 2015; Mioni, Stablum,

Prunetti & Grondin, 2016). La letteratura attuale suggerisce che l'ansia possa distorcere i processi dell'orologio interno, influenzando l'attenzione e la memoria, mentre la depressione potrebbe alterare i processi legati al pacemaker interno (Mioni et al., 2016). Inoltre, l'ansia sembra essere associata a una tendenza a sottostimare le durate temporali, mentre non è ancora chiaro se la depressione porti a una sovrastima o a una sottostima del tempo. Alcuni studi ipotizzano addirittura che la depressione non abbia un impatto significativo sulla capacità di giudicare la durata degli intervalli temporali (Thones & Oberfield, 2015).

Nello specifico, per questo progetto di tesi è stato condotto uno studio sperimentale preliminare con l'obiettivo di esplorare in dettaglio come i sintomi ansiosi e depressivi alterino la percezione del tempo in soggetti non clinici. Sono stati utilizzati in particolare due compiti temporali per valutare la percezione implicita (*Foreperiod Task*) ed esplicita (*Time Bisection Task*) del tempo (Coull & Nobre, 2008; Capizzi, Visalli, Faralli & Mioni, 2022). I risultati sono stati analizzati in relazione ai livelli di ansia e depressione dei partecipanti, al fine di identificare i processi specifici influenzati da queste condizioni psicopatologiche e per verificare l'eventuale tendenza a sovrastimare o sottostimare le durate temporali.

1. Percezione del tempo: una panoramica generale

La percezione del tempo si riferisce alla capacità umana di percepire e interpretare il passare del tempo, ovvero la possibilità di un individuo di cogliere più o meno accuratamente lo scorrere del tempo dal suo punto di vista soggettivo, sulla base di stimoli interni ed esterni (Lake, LaBar & Meck, 2016). Si tratta di un aspetto fondamentale della nostra esperienza quotidiana che influenza profondamente la nostra percezione del mondo circostante. Questa funzione cognitiva è alla base della sopravvivenza di ogni essere vivente complesso: l'elaborazione delle informazioni temporali è infatti essenziale sia nei brevi intervalli di tempo, come ad esempio nel caso di una preda che effettua previsioni su scala di secondi per sfuggire ad un attacco di un predatore, sia nei lunghi intervalli di tempo, come nel caso della progettazione di migrazioni e di previsioni di fenomeni ambientali avversi (Lake et al., 2016). La percezione del tempo, in quanto dipendente da stimoli interni oltre che da stimoli esterni, è suscettibile alle variazioni soggettive e subisce quindi alterazioni in base alla diversa esperienza dell'individuo, al diverso contesto ambientale e alle differenze fisiologiche (Grondin, 2019): essa dunque può cambiare da persona a persona e può essere influenzata da diversi fattori, tra cui l'età, l'ambiente culturale, le esperienze personali e persino lo stato emotivo. La comprensione della percezione temporale è un campo di studio multidisciplinare che coinvolge la filosofia, la psicologia, la neuroscienza e altre discipline che insieme si impegnano per cercare di comprendere come il cervello elabora e interpreta la sequenza degli eventi nel tempo, al fine di giungere a una visione più completa di come percepiamo e viviamo il tempo nel contesto della nostra esistenza.

Tuttavia, la letteratura sulla percezione del tempo presenta spesso varie interpretazioni, concettualizzazioni e definizioni dei costrutti in contrasto tra loro; la presente

tematica dunque è un argomento particolarmente intricato, e le differenze nei risultati possono derivare dalla complessità del fenomeno stesso, dalla variabilità individuale e dalla diversità delle metodologie di ricerca utilizzate nel campo. Integrare approcci multidisciplinari e considerare la diversità delle esperienze umane è fondamentale per ottenere una comprensione più completa di questo affascinante aspetto della vita umana.

Al fine di giungere ad una maggiore chiarezza, il presente capitolo si propone di presentare, nella maniera più concisa possibile, un excursus sulla letteratura passata e sui principali modelli teorici sviluppati dai diversi autori, soffermandosi particolarmente sui concetti di timing implicito ed esplicito, in quanto elementi chiave dell'intera ricerca.

1.1 Basi neuroanatomiche della percezione del tempo

Negli ultimi decenni, numerosi studi neuroscientifici hanno contribuito a migliorare la comprensione dell'elaborazione temporale nel cervello umano (Grondin, 2010). Studi di imaging cerebrale, basati su risonanza magnetica funzionale (fMRI, *Functional Magnetic Resonance Imaging*) e tomografia ad emissione di positroni (PET, *Positron Emission Tomography*), hanno identificato varie regioni cerebrali coinvolte nell'elaborazione temporale: nello specifico, le corteccie prefrontali e parietali, l'area motoria supplementare, i gangli della base e il cervelletto. La corteccia prefrontale è stata ampiamente associata all'elaborazione di informazioni temporali nella memoria a breve e a lungo termine e i lobi frontali vengono attivati da compiti temporali per predire e monitorare l'accuratezza della stima temporale (Fontes et al., 2016). Inoltre, il ruolo dei lobi frontali nella percezione del tempo sembra differire in base all'attività dell'emisfero destro e dell'emisfero sinistro: in particolare la corteccia prefrontale dorsolaterale destra (DLPFC) sembra essere la regione maggiormente coinvolta nei compiti temporali (Fontes et al., 2016). Un'altra regione

corticale comunemente associata alla stima temporale è quella dei lobi parietali inferiori (Rubia e Smith, 2004): nello specifico, i neuroni presenti nell'area intraparietale laterale (LIA) si attivano relativamente al tempismo di esecuzione dei movimenti in risposta a stimoli esterni e aiuta a determinare se un evento sta per verificarsi (Cook e Pack, 2012; Maimon e Assad, 2006). Anche i gangli della base sono una struttura molto importante per la corretta stima temporale degli eventi e per il timing motorio: questi sembrerebbero non essere strettamente coinvolti nei compiti di tempo implicito, ovvero compiti in cui gli obiettivi non sono esplicitamente rivolti alla percezione del tempo, bensì in compiti di tempo esplicito in cui le istruzioni fanno esplicitamente riferimento ad obiettivi temporali (Coull et al., 2011). L'area motoria supplementare (SMA), la quale fa parte del circuito fronto-striatale e possiede delle proiezioni da e verso i gangli della base attraverso il talamo ed è connessa anche con le aree corticali frontali e parietali (Rubia e Smith, 2004; Schell e Strick, 1984), viene attivata nei compiti temporali relativi all'ambito motorio (*finger tapping*, preparazione motoria, produzione temporale, sincronizzazione temporale) sia nel range dei millisecondi che nel range dei secondi (Brunia, de Jong, van den Berg-Lenssen e Paans, 2000; Lang, Obrig, Lindinger, Cheyne e Deecke, 1990; Penhune, Zatorre e Evans, 1998; Rao et al. 1997; Riecker, Wildgruber, Mathiak, Grodd e Ackermann, 2003; Rubia et al. 1998, 2000). Il cervelletto, infine, risulta essere coinvolto nella percezione del tempo sia a livello motorio che a livello percettivo (Dennis et al., 2004) e sembrerebbe essere un sistema specializzato nella percezione di stimoli temporali che presentano una durata inferiore al secondo (Koch et al., 2007).

1.2 Modelli e Meccanismi

All'interno del panorama teorico sulla percezione del tempo è stato possibile individuare due opposte prospettive. Alcuni autori, sostenendo che il cervello abbia meccanismi specifici dedicati alla misurazione degli intervalli temporali, hanno teorizzato

l'esistenza di un meccanismo centrale responsabile della stima del tempo e dunque ipotizzato la presenza di un cosiddetto "orologio interno" (Large, 2008; Erlhagen & Schöner, 2002; Ivry & Richardson, 2002; Rosenbaum, 2002; Wing, 2002). Altri, al contrario, hanno negato l'esistenza di un *internal clock* e hanno proposto modelli intrinseci e dipendenti da una modalità e/o sistema a sua volta influenzato da altri fattori, quali la memoria e l'attenzione: tali approcci considerano la percezione temporale come un risultato complesso delle funzioni cognitive globali, come ad esempio la memoria di lavoro temporale, senza necessariamente postulare un meccanismo separato (Block, 1990; Hopson, 2003; Zeiler, 1998, 1999). I ricercatori che non adottano una prospettiva di clock interno studiano il controllo motorio e propongono una visione di sistemi dinamici secondo la quale la percezione del tempo è un'emergente proprietà all'interno della modalità visiva.

Attualmente, il principale filone di pensiero presente nella letteratura sulla percezione del tempo coinvolge l'esistenza di un meccanismo centrale adibito alla valutazione delle stime temporali (Grondin, 2010): all'interno di questa prospettiva, alcuni strutturano le loro teorie su processi oscillatori, secondo i quali la percezione del tempo sarebbe basata su un sistema dinamico e non lineare (Large, 2008; Erlhagen & Schöner, 2002), come nel caso del modello DAT (*Dopaminergic-Antagonistic Timing*; Warren H. Meck), in cui la dopamina svolge un ruolo chiave nella regolazione della percezione del tempo offrendo una prospettiva sul ruolo dei neurotrasmettitori nel processo di elaborazione del tempo nel cervello. Altri ancora affermano che i giudizi temporali si basano su un dispositivo pacemaker-contatore (Treisman, 1963) e questo, attualmente, costituisce il modello più citato nel campo della percezione temporale. Secondo Gibbon, Church e Meck (1984), l'orologio interno è composto da tre elementi: (1) una base temporale, (2) uno switch e (3) un accumulatore. La base temporale (il pacemaker) funziona come un generatore di impulsi che vengono emessi a una velocità tipicamente costante, ma che può essere influenzata dal livello di eccitazione:

alti livelli di eccitazione aumentano la frequenza dei segnali del pacemaker (Lui et al., 2011). Gli impulsi vengono poi inviati all'accumulatore tramite lo switch. Più precisamente, all'inizio di uno stimolo da misurare nel tempo, lo switch si chiude, consentendo il passaggio di impulsi durante l'intervallo temporale programmato. Alla fine della presentazione dello stimolo, lo switch si apre, interrompendo il flusso di impulsi. Il giudizio sulla durata (ossia il tempo soggettivo) dipende dal numero di impulsi accumulati: maggiore è il numero di impulsi, maggiore sarà considerata la durata dello stimolo.

Un importante contributo all'interno dei modelli teorici basati su un orologio interno e su un pacemaker-contatore è rappresentato dalla Scalar Expectancy Theory (SET) (Gibbon, 1977; Church & Gibbon, 1982). Tale modello comprende l'orologio (pacemaker-contatore), la memoria e le fasi decisionali. Il secondo stadio, o stadio della memoria, è concettualizzato come il sistema di immagazzinamento che accumula gli impulsi nella memoria di lavoro per confrontarli con il contenuto della memoria di riferimento, la quale contiene una rappresentazione a lungo termine del numero di impulsi accumulati nelle prove precedenti. La fase finale è quella decisionale, in cui il numero di impulsi accumulati durante una determinata prova viene confrontato con quelli immagazzinati nella memoria di riferimento per identificare un risultato appropriato. Grazie a questo meccanismo interno, gli individui sono in grado di stimare il tempo in modo preciso, sin dalla prima infanzia (Gill e Droit Volet, 2011).

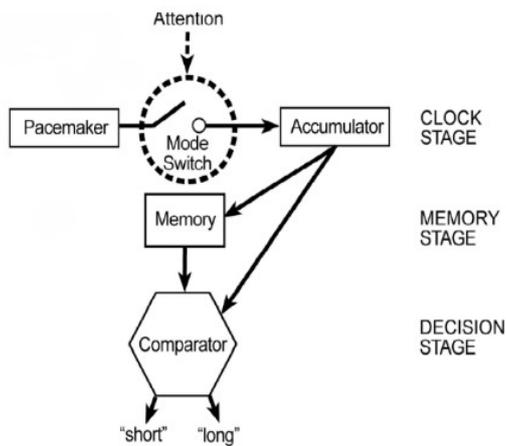


Figura 1: Modello SET (da Gil & Droit-Volet, 2011)

1.3 Paradigmi e Metodi

Nelle situazioni in cui ai partecipanti viene chiesto di giudicare il tempo in modo esplicito, nell'ambito della psicologia cognitiva, viene fatta la distinzione tra due principali paradigmi (Grondin, 2010): uno in cui i partecipanti vengono informati prima di eseguire il compito del fatto che dovranno esprimere un giudizio relativo al tempo (tempo prospettico) e l'altro in cui non ricevono alcun preavviso (tempo retrospettivo).

Tipicamente il primo paradigma si riferisce a studi che si concentrano sull'elaborazione di intervalli molto brevi (fino a pochi secondi), mentre la maggior parte della ricerca in ambito retrospettivo è generalmente più interessata a intervalli molto più lunghi (Bisson, Tobin, & Grondin, 2009; Grondin & Plourde, 2007) ed è associata principalmente ai processi di memoria (Block & Zakay, 1997; Zakay & Block, 1997, 2004).

Prendendo come riferimento disegni sperimentali basati su processi temporali espliciti, è possibile distinguere due categorie di task in base alle due possibili prospettive di ricerca appena descritte, ossia quella prospettica e quella retrospettiva (Figura 2). I task impiegati nelle ricerche prospettiche, che costituiscono la maggioranza della letteratura

scientifico sulla percezione del tempo, possono essere a loro volta suddivisi in quattro categorie specifiche (Bindra & Waksberg, 1956; Wallace & Rabin, 1960; Block, Grondin & Zakay, 2018; Grondin, 2008; Grondin, 2019). La prima di queste comprende i compiti di “stima verbale” (*verbal estimation*), i quali consistono nella presentazione di un intervallo temporale ad un soggetto sperimentale attraverso uno stimolo sonoro o visivo: il soggetto avrà il compito di fornire una stima verbale della durata dell’intervallo utilizzando una scala temporale nota (secondi o minuti) (Grondin, 2010; Grondin, 2019). La seconda categoria di *task* è detta di “produzione temporale” (*time production*) ed è riferita ai compiti sperimentali in cui uno sperimentatore indica un intervallo temporale specifico al partecipante attraverso unità cronometriche note: il soggetto avrà poi il compito di riprodurre il più fedelmente possibile l’intervallo di tempo precedentemente indicato, solitamente premendo un pulsante (ad esempio la barra spaziatrice della tastiera) al fine di segnare l’inizio e la fine dell’intervallo stesso oppure premendo un pulsante per il tempo considerato equivalente alla durata in questione (Grondin, 2010; Grondin, 2019). La terza tipologia è la “riproduzione temporale” (*time reproduction*) e comprende i *task* in cui lo sperimentatore presenta al soggetto un intervallo temporale delineato da uno stimolo visivo o auditivo, che può essere continuo o costituito da sotto-stimoli che ne indicano l’inizio e la fine: il soggetto avrà poi il compito di riprodurre l’intervallo appena indicato e quindi la durata percepita dello stesso attraverso vari modalità (ad esempio la pressione di pulsanti atti a riprodurre il punto di inizio e di fine dello stimolo riferimento o la semplice pressione continua di un tasto) (Mioni, Stablum, McClintock & Grondin, 2014; Grondin, 2019). L’ultima tipologia di *task* temporali costituisce l’insieme dei compiti sperimentali basati sul “metodo comparativo”, noto anche come “comparazione di intervalli” (*interval comparison*), in cui al soggetto è richiesto di confrontare due intervalli temporali presentati in successione. Gli intervalli sono scanditi da stimoli visivi o auditivi continui e ininterrotti (*filled*) o da due distinti stimoli che segnano

l'inizio e la fine degli intervalli stessi (*empty*). Il soggetto sarà poi tenuto a indicare, premendo il tasto associato, quale dei due intervalli è il più lungo e quale il più breve basandosi su un intervallo preso come standard: il metodo appena descritto prende il nome di “scelta forzata” (*forced choice*) (Grondin, 2010; Grondin, 2019). Altri disegni sperimentali basati sul metodo comparativo, invece, non prevedono la presentazione di uno standard per ogni singolo trial, ma richiedono al soggetto di assegnare ogni intervallo esperito durante il *task* in una di due categorie: “intervalli lunghi” e “intervalli brevi”: questa differente tipologia di compiti sperimentali, chiamata “procedura a stimolo singolo” (*single stimulus procedure*), si basa su procedure di categorizzazione invece che procedure di discriminazione (Allan, 1979; Morgan, Watamaniuk & McKee, 2000, Grondin, 2019). Sono presenti, inoltre, due varianti principali della *single stimulus procedure*. La prima prende il nome di “bisezione temporale” (*temporal bisection*) e consiste nella presentazione ripetuta all'inizio della sessione sperimentale degli intervalli più brevi e più lunghi (detti standard) di una serie di intervalli predeterminati. Il *task* poi richiederà al soggetto di determinare, per ogni trial, se l'intervallo presentato è più vicino allo standard breve o a quello lungo (Grondin, 2019). La seconda variante prende il nome di “generalizzazione temporale” (*temporal generalization*), in cui lo standard temporale presentato all'inizio della sessione sperimentale rappresenta il punto centrale di una serie di intervalli predeterminati. Il partecipante dovrà, per ogni trial, indicare se l'intervallo presentato sia o meno della stessa durata dello standard (Grondin, 2019).

Per quanto concerne il paradigma di ricerca retrospettivo, decisamente meno utilizzato nella ricerca sulla percezione del tempo, i *task* principalmente utilizzati sono i già descritti metodi di *verbal estimation* e *interval reproduction*. La differenza tra l'applicazione di queste modalità nel paradigma prospettico e nel paradigma retrospettivo è la diversa portata degli intervalli temporali implicati: come già precedentemente accennato, i compiti

delle ricerche prospettiche impiegano durate che vanno dai millisecondi ai secondi, mentre quelli delle ricerche retrospettive impiegano solitamente durate molto più lunghe in modo tale da coinvolgere i processi mnemonici (Grondin, 2010; Grondin, 2019). I compiti in cui l'elaborazione temporale emerge indirettamente dalla regolarità temporale di un output motorio vengono detti task di "timing emergente" (*emergent timing*), mentre quelli in cui l'elaborazione temporale implicita emerge dalla prevedibilità di input percettivi vengono chiamati task di "aspettative temporali" (*temporal expectations*) (Spencer, Verstynen, Brett M & Ivry, 2007; Coull & Nobre, 2008) e sono volti ad indagare la "preparazione temporale" (*temporal preparation*), ossia la capacità di un soggetto di anticipare il momento futuro in cui accadrà un dato evento (nell'ordine dei secondi o millisecondi) (Correa, 2010; Nobre, Correa, & Coull, 2007). A tal proposito, il *task* maggiormente utilizzato, è il cosiddetto "*Foreperiod Paradigm*" (FP): si tratta di un compito sperimentale in cui viene chiesto al soggetto di rispondere il più velocemente possibile alla comparsa di uno stimolo target, preceduto da un segnale di avvertimento. Se il tempo che intercorre tra l'avvertimento e il target varia di trial in trial il compito viene chiamato "*variable foreperiod*", mentre se il tempo rimane costante viene chiamato "*fixed foreperiod*" (Correa, 2010; Nobre et al., 2007). La performance relativa a questo *task* dipenderà dalla variabilità e dalla media dei tempi di reazione (RT) in relazione alla durata dell'intervallo di tempo intercorso tra l'avvertimento e il target, e l'elaborazione temporale implicita emerge nel processo di predizione della comparsa dello stimolo target: più tempo passerà e più la comparsa del target diventerà probabile, aumentando l'aspettativa temporale e migliorando quindi il tempo di reazione associato, secondo quello che viene definito "*Foreperiod effect*" (Elinthorn & Lawrence, 1955).

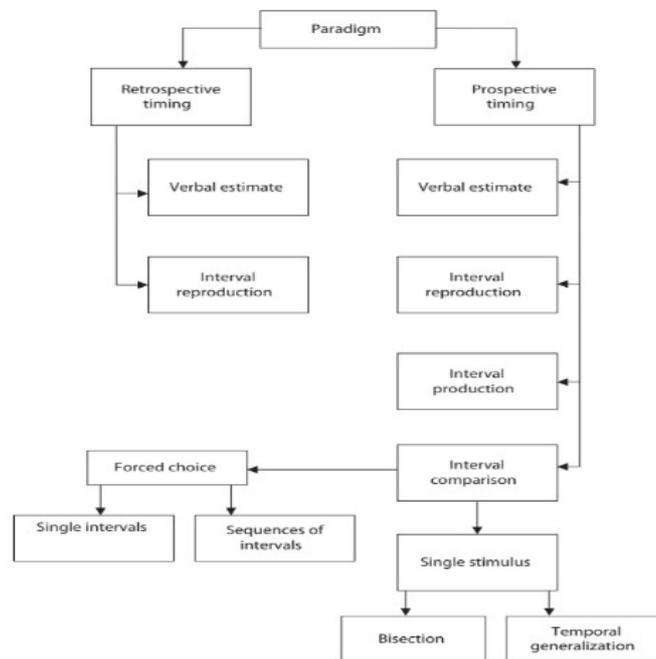


Figura 2: Principali metodi utilizzati nello studio della percezione temporale (Grondin, 2010)

1.4 Tempo esplicito e tempo implicito

Facendo riferimento all'articolo di Coull & Nobre (2008), è possibile concludere che il tempo esplicito viene attivato ogni volta che i soggetti effettuano una stima deliberata del tempo al fine di confrontarla con uno standard memorizzato in precedenza. Al contrario, il tempo implicito viene attivato anche senza una specifica istruzione per misurare il tempo, ogni volta che le informazioni sensorimotorie sono temporalmente strutturate e possono essere utilizzate per predire la durata di eventi futuri. La distinzione cruciale tra tempo esplicito e implicito riguarda dunque se le istruzioni del compito richiedono o meno ai soggetti di fornire una stima aperta della durata.

Alcuni autori hanno dimostrato la presenza di una differenziazione funzionale tra tempo implicito ed esplicito in compiti di *repetitive tapping* e *drawing movements*, in quanto non risulta alcuna correlazione tra le performance registrate nei compiti temporali impliciti e

quelli espliciti (Zelaznik, Spencer & Ivry, 2002). A supporto di questa ipotesi, ricerche recenti hanno suggerito che le due diverse modalità di elaborazione temporale seguano traiettorie evolutive distinte, e che i processi espliciti siano più variabili nel corso dei diversi stadi di sviluppo se confrontati con i processi impliciti (Droit-Volet & Coull, 2016; Mento & Tarantino, 2015). Inoltre, degli studi di Risonanza Magnetica Funzionale (fMRI, *Functional Magnetic Resonance Imaging*) dimostrano substrati neurali distinti per il timing esplicito e implicito. In particolare, i gangli basali vengono attivati quasi invariabilmente dal tempo esplicito, con una co-attivazione di aree prefrontali, premotorie e cerebellari che dipende maggiormente dal contesto (Coull & Nobre, 2008; Wiener, Turkeltaub & Coslett, 2010). Al contrario, il tempo implicito coinvolge circuiti corticali d'azione, tra cui le aree parietali inferiori e premotorie, evidenziando il suo ruolo nell'ottimizzazione del comportamento prospettico: nello specifico i processi impliciti sono stati ricondotti all'attività della corteccia prefrontale laterale destra e sinistra, al circuito motorio e premotorio e alle strutture sottocorticali sinistre (Arbula, Pacella, De Pellegrin, Rossetto, Denaro, D'avella & Vallesi, 2017; Triviño, Correa, Arnedo & Lupiáñez, 2010; Triviño, Correa, Lupiáñez, Funes, Catena, He & Humphreys, 2016; Vallesi & Shallice, 2007).

Anche Coull & Nobre (2008) discutono circa l'esistenza di una lateralizzazione emisferica per la percezione del tempo esplicita e la percezione del tempo implicita. Dal confronto di queste due componenti in un compito di ritmo verbale, hanno identificato che aree temporo-parietali destre venivano attivate dalla temporizzazione esplicita e i loro omologhi sinistri dal processamento temporale implicito dei medesimi stimoli.

Analizzando più approfonditamente queste due sfaccettature dell'elaborazione temporale (Figura 3), nei compiti di tempo esplicito le stime della durata dello stimolo o dell'intervallo tra gli stimoli vengono fornite sotto forma di discriminazione percettiva ("timing percettivo"), in cui i soggetti affermano se una durata dello stimolo o un intervallo

tra gli stimoli è più breve o più lungo di un altro; oppure la risposta può essere di tipo motorio, in cui i soggetti rappresentano la durata o l'intervallo temporale con un atto motorio sostenuto, ritardato o periodico. In ogni caso, l'obiettivo del compito per il soggetto è fornire una stima accurata del tempo trascorso. Il tempo implicito, al contrario, è assunto come sottoprodotto di obiettivi di compiti non temporali, quando gli stimoli sensoriali o le risposte motorie aderiscono comunque a un quadro temporale rigoroso. Ad esempio, le istruzioni del compito possono richiedere ai soggetti di esprimere un giudizio percettivo sulle caratteristiche dello stimolo o di eseguire un atto motorio specifico. Anche se non sono richieste stime esplicite della durata dello stimolo o dell'azione, qualsiasi struttura temporale insita nel ritmo della presentazione dello stimolo o dell'esecuzione motoria coinvolgerà implicitamente i meccanismi temporali. Per i compiti in cui il tempo implicito è indicato dalla regolarità temporale di un'uscita motoria, si dice che il tempo emerge come sottoprodotto della dinamica del controllo motorio (“tempo emergente”) (Zelaznik, Howard & Ivry, 2002; Spencer, Verstynen, Brett & Ivry, 2007). Invece, per i compiti in cui il tempo implicito è indicato dalla prevedibilità temporale dell'input percettivo, il tempo viene utilizzato per costruire un'aspettativa su quando apparirà lo stimolo successivo. Dunque, sia il timing emergente (motorio) che l'aspettativa temporale (percezione) sono forme di tempo implicito.

Un'ulteriore distinzione all'interno del tempo implicito riguarda il fatto che il suo utilizzo per stabilire aspettative temporali può essere automatico e involontario (“esogeno”) o consapevole e deliberato (“endogeno”). Le aspettative temporali esogene sono coinvolte incidentalmente come sottoprodotto di una struttura di stimoli temporalmente regolari. Le aspettative temporali endogene sono attivate quando i soggetti fanno deliberatamente uso di un pre-cue informativo o di un intervallo temporale regolare per prevedere l'insorgenza dello stimolo. In entrambi i casi, le aspettative temporali vengono utilizzate per migliorare l'accuratezza (Barnes & Jones, 2000; Correa, Lupiáñez & Tudela, 2005) e/o la velocità (Coull

& Nobre, 1998; Praamstra, Kourtis, Kwok & Oostenveld, 2006; Niemi & Naatanen, 1981) degli obiettivi di un compito non temporale.

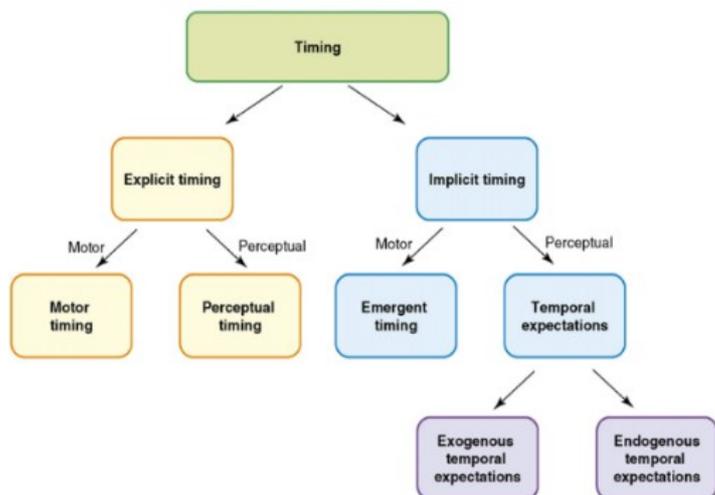


Figura 3: Tassonomia delle diverse componenti del timing (Coull & Nobre, 2008)

1.5 Ruolo dell'attenzione e delle emozioni sulla percezione del tempo

La percezione del tempo, come è stato già anticipato, è un processo complesso e tutt'altro che stabile e lineare, suscettibile a diverse influenze e distorsioni.

A tal proposito, l'attenzione svolge un ruolo cruciale, influenzando la nostra capacità di percepire, elaborare e ricordare gli eventi temporali. La comprensione di come l'attenzione influenzi la percezione del tempo è un argomento di ricerca attivo nelle discipline della psicologia cognitiva e della neuroscienza (Grondin, 2010). Le ricerche contemporanee si soffermano ampiamente sul ruolo dell'attenzione: l'idea centrale è che vi siano limitate risorse attentive e che più risorse vengono indirizzate in compiti non temporali, meno attenzione è prestata allo scorrere del tempo. Attraverso l'utilizzo del paradigma del doppio compito, nell'analisi di tale fenomeno, è stato dimostrato che la presenza di un compito non temporale concorrente, durante un compito di cronometraggio, diminuisce significativamente l'accuratezza di quest'ultimo in termini di stima temporale (Brown, 1997). Zakay e Block

(1997) propongono l'Attentional-Gate Model che introduce alcune importanti modifiche al modello SET precedentemente illustrato. Il pacemaker produce autonomamente pulsazioni ad un ritmo influenzabile dall'arousal individuale ed è presente un cancello attentivo che si apre quando l'individuo partecipa attivamente al flusso del tempo, ponendovi attenzione. Perciò, l'Attentional-Gate Model sostiene che i giudizi temporali dipendono sia dal livello di arousal, che aumenta o diminuisce il ritmo delle pulsazioni, sia dalla quantità di attenzione diretta al tempo, che aprendo più o meno il cancello, permette a più o meno pulsazioni di passare. Lo stretto legame tra le funzioni temporali e l'attenzione è ulteriormente evidenziato da studi più recenti che accostano le abilità di cronometrando temporale alle funzioni esecutive. Brown et al. (2013) hanno individuato tre principali funzioni esecutive: *shifting*, che si riferisce allo spostamento di attenzione da un compito all'altro o tra diverse operazioni mentali; *updating*, che organizza le informazioni vecchie e nuove, dando rilevanza a quest'ultime ed eliminando le prime quando non sono più utili; e *inhibition*, che invece si rifà a processi basilari di controllo che permettono, ad esempio, di sopprimere risposte automatiche dominanti e resistere alle distrazioni che queste provocano nello svolgimento di un compito. Utilizzando paradigmi a doppio e singolo compito e combinando prove temporali ed un compito esecutivo (che necessita di una delle tre funzioni sopra citate), è emersa un'interferenza bidirezionale tra il compito temporale e quello esecutivo. Questo significa che il compito esecutivo interferisce con la performance temporale e viceversa quella esecutiva è danneggiata dal compito temporale concorrente.

Anche le emozioni esercitano un forte impatto sui giudizi di durata temporale (Grondin, 2010): ad esempio, in un compito di bisezione gli intervalli sono percepiti come più lunghi quando facce arrabbiate sono presentate durante gli intervalli rispetto a quando sono mostrate facce neutre. In particolare, è stato dimostrato che le espressioni facciali di rabbia, paura, felicità e tristezza comportano una sovrastima del tempo, l'espressione della

vergogna produce una sottovalutazione temporale, mentre quella del disgusto non ha causato alcuna distorsione (Gill & Droit-Volet, 2011). Tali modificazioni sono osservabili già a partire dai 3 anni di età (Gill & Droit-Volet, 2011).

La domanda è la seguente: la nostra percezione del tempo cambia con la percezione di diverse espressioni facciali? Ad esempio, il tempo sembra scorrere più lentamente in presenza di una persona arrabbiata rispetto alla presenza di una persona che non esprime emozioni particolari?

Le principali influenze emotive sulla percezione del tempo indagate dalla ricerca sono collegate ai processi di arousal, inteso come “uno stato di attivazione fisiologica o di responsabilità corticale, associata ad una stimolazione sensoriale”. Numerosi studi hanno suggerito che l’incremento dei livelli di arousal porterebbero ad un sostanziale incremento della velocità dei processi del dispositivo pacemaker. Per uno specifico intervallo di tempo, se il pacemaker pulsa più velocemente verranno accumulate più pulsazioni nel contatore, e la durata dello stimolo sembrerà più lunga (Gil & Droit-Volet, 2011). La sovrastima temporale è stata osservata in relazione a vari modificatori dei livelli di arousal, tra cui la temperatura corporea (Wearden & Penton-Voak, 1995), stimoli visivi ripetuti in successione (Wearden, Norton, Martin, & Montfort-Bebb, 2007), sostanze farmacologiche (Cheng, Ali, & Meck, 2007) e, per l’appunto, l’induzione di stati emotivi (Gil & Droit-Volet, 2011; Droit-Volet, 2019). In particolare, è stato dimostrato che emozioni di rabbia e paura siano associate ad un sostanziale incremento nei livelli di arousal dei soggetti derivante dallo scopo di preparare l’individuo a reagire a eventi pericolosi il più velocemente possibile (Phelps & Ledoux, 2005). In presenza di stimoli minacciosi, quindi, la frequenza delle pulsazioni dell’orologio interno aumenterebbe automaticamente, la velocità del tempo relativo esperito dal soggetto diminuirebbe e il soggetto stesso avrebbe più opportunità di riuscire a rispondere al dato

stimolo, ad esempio fuggendo o attaccando (Noulhiane, Mella, Samson, Ragot, & Pouthas, 2007).

Uno studio del 2011 condotto da Droit-Volet si pose l'obiettivo di investigare l'effetto delle emozioni in sé sul successivo giudizio temporale di un evento neutro e non affettivo, piuttosto che studiare la percezione del tempo degli eventi emotivi stessi (ad esempio, espressioni facciali). Durante la ricerca, ai partecipanti sono stati presentati filmati che inducevano un particolare stato d'animo: uno che suscitava paura, un altro tristezza e un film di controllo neutro. In aggiunta, i partecipanti hanno eseguito due compiti di bisezione temporale, uno prima e l'altro successivamente alla visione del film emotivo. I risultati hanno mostrato che la percezione del tempo non è cambiata dopo la visione né dei film di controllo neutri né dei film tristi, anche se i partecipanti hanno riportato di sentirsi più tristi e meno eccitati al termine della sessione sperimentale. Al contrario, le durate degli stimoli sono state giudicate più lunghe dopo la visione dei film spaventosi, che sono risultati come aumentanti l'emozione della paura e il livello di arousal. La peculiarità del presente studio risiede nel fatto che ha dimostrato che la modulazione dello stato emotivo può influenzare la percezione del tempo in un compito temporale successivo in cui non sono presenti stimoli emotivi. Come si può osservare, la tristezza non ha avuto alcun effetto sul tempo nello studio attuale. In ogni caso, la percezione del tempo in presenza di tristezza è particolarmente intrigante e necessita di esperimenti esplorativi per comprendere meglio come gli individui si rapportino al tempo in tale stato emotivo.

2. Caratteristiche di Ansia e Depressione

Nel vasto panorama della salute mentale, due presenze talvolta incombenti, ma straordinariamente complesse, sono l'ansia e la depressione. Questi due disturbi affettivi rappresentano sfaccettature della condizione umana, spesso intrecciandosi in un intricato balletto di emozioni e sintomi: talvolta possono verificarsi insieme o condividere alcune caratteristiche (Smith & Wesson, 2019). L'ansia, rappresentata dall'incertezza e dalla preoccupazione costante, può porsi come un oppressivo compagno di viaggio nella vita di molti: la sua presenza può assumere sfumature di apprensione, influenzando il modo in cui affrontiamo le sfide quotidiane e le incognite del futuro (Johnson et al., 2020). D'altra parte, la depressione, con la sua maestosa ma cupa presenza, può offuscare la gioia e appesantire con una tristezza persistente (Williams, 2018). Entrambe queste condizioni sono intrinsecamente legate al nostro benessere psicologico e emotivo e rappresentano un aspetto intrinseco dell'essere umano, che talvolta può trasformarsi in un vero e proprio disturbo debilitante (Brown & Green, 2017). Questo capitolo è volto ad esplorare brevemente questi due stati emotivi, cercando di comprendere le loro radici, le manifestazioni e l'impatto su chi le sperimenta. Verranno dunque esaminate le caratteristiche salienti di ansia e depressione, cercando di gettare luce sui meccanismi sottili che guidano questi stati d'animo complessi, al fine offrirne una panoramica generale e favorire una maggiore comprensione dei capitoli successivi.

2.1 Ansia

Da un punto di vista fisiologico, i correlati dell'ansia sono sovrapponibili ai correlati della paura, dalla quale differisce soprattutto per la mancanza o l'indefinitezza di un oggetto scatenante (Smith & Jones, 2020). In entrambi gli stati si osserva un aumento della vigilanza e dell'attenzione che avrebbero un significato adattivo, così come l'attivazione autonoma, che prepara l'organismo all'azione (Bishop, 2007). L'ansia, dunque, rappresenta un compagno di viaggio universale che tutti, almeno una volta nella vita, hanno sperimentato. Tuttavia, quando questo stato diventa costante, intrecciandosi con il tessuto quotidiano della nostra vita, può trasformarsi in una forza debilitante che richiede esplorazione e comprensione approfondite (Craske et al., 2009). L'ansia ha radici profonde, spesso legate alla natura umana di fronte all'incertezza: la paura dell'ignoto, il timore di situazioni fuori dal nostro controllo e l'anticipazione di possibili minacce possono attivare il sistema di risposta all'ansia nel nostro corpo (Grupe & Nitschke, 2013). Questo meccanismo, noto come "risposta di attacco o fuga", è progettato per proteggerci, ma quando si attiva e persiste senza un reale pericolo imminente, può trasformarsi in un vero e proprio disturbo (LeDoux, 2012). L'ansia può essere definita come uno stato temporaneo di eccitazione fisiologica caratterizzato da sensazioni di preoccupazione, tensione e l'orientamento del pensiero verso il futuro in preparazione di una minaccia diffusa percepita soggettivamente (American Psychiatric Association, 2016). L'ansia clinicamente intesa può manifestarsi come componente principale di disturbi d'ansia, e in questo caso sarà accompagnata da pensieri intrusivi ricorrenti, comportamenti evitanti e sintomi fisici quali sudorazione, tremore, disorientamento e tachicardia (American Psychiatric Association, 2015). I disturbi d'ansia sono la famiglia di disturbi mentali più presenti nella popolazione ed emergono solitamente in giovane età, gettando così le basi per lo sviluppo di altri disturbi quali depressione e abuso di

sostanze (Yang et al., 2021). E' largamente impiegata la distinzione tra ansia di stato (state anxiety) e ansia di tratto (trait anxiety); se per ansia di tratto si intende la tendenza radicata nella personalità di un individuo a percepire le situazioni come minacciose, ad evitare situazioni potenzialmente ansiogene e a mantenere un costante livello di alto arousal fisiologico (Elwood, Wolitzky-Taylor, & Olatunji, 2012; Knowles & Olatunji, 2020), per ansia di stato si intende lo stato temporaneo di eccitazione fisiologica risultante da stimoli esterni (Mioni et al., 2016; Knowles & Olatunji, 2020). L'ansia inoltre può essere distinta in "attuale" (automatica), che consiste in una risposta innata ad un pericolo e in "ansia di segnale" (appresa), ulteriormente suddivisibile in: anticipatoria, generalizzata e attacco di panico (Favaro e Sambataro, 2021). L'ansia anticipatoria è solitamente di breve durata ed è in risposta ad un segnale di pericolo reale o immaginario; l'ansia generalizzata è uno stato di tensione stabile e pervasivo che può assumere caratteristiche di tratto, indipendenti dalle condizioni contingenti; infine, l'attacco di panico è uno stato di ansia acuta, caratterizzato da un improvviso e intenso senso di pericolo (paura di perdere il controllo, paura di morire), accompagnato da una intensa sintomatologia somatica (palpitazioni, dispnea, vertigini) e di tipo dissociativo (depersonalizzazione e/o derealizzazione). Le fobie, paure intense, esagerate, irragionevoli e persistenti per oggetti o situazioni relativamente neutri sono accompagnate da un comportamento di evitamento, dovuto all'intensificazione dell'ansia all'avvicinamento all'oggetto/situazione temuti (Favaro e Sambataro, 2021). L'ansia, dunque non è un'entità monolitica, ma si ritrova in una gamma diversificata di disturbi: il Disturbo d'Ansia Generalizzato (DAG) è caratterizzato da una preoccupazione eccessiva su eventi futuri, spesso senza una base razionale apparente; le Fobie Specifiche portano a paure intense legate a oggetti o situazioni particolari (animali, sangue o iniezioni, luoghi, temporali, altezza...), mentre il Disturbo da Attacchi di Panico si manifesta con improvvisi picchi di paura intensa, spesso accompagnati da sintomi fisici gravi (American Psychiatric Association,

2015). L'ansia si manifesta in una gamma diversificata di sintomi, sia a livello emotivo che fisico. A livello emotivo, la preoccupazione eccessiva colora il pensiero quotidiano con scenari catastrofici e una costante apprensione. La paura dell'ignoto può trasformarsi in evitamento, con il tentativo di eludere situazioni temute per ridurre l'ansia. Dal punto di vista fisico, può tradursi in sintomi palpabili: la tensione muscolare, le palpitazioni, il sudore e i tremori sono solo alcuni degli indicatori fisiologici. Questi segnali possono diventare cronici, alimentando un circolo vizioso di ansia che si autoalimenta (Craske et al., 2009). Di seguito sono elencati alcuni sintomi caratteristici:

- Preoccupazione eccessiva: ansia persistente e intensa riguardo a eventi futuri, accompagnata da una difficoltà a controllare o fermare tali preoccupazioni.
- Irritabilità: aumento della sensibilità allo stress, che può portare a reazioni eccessive di irritabilità o nervosismo.
- Tensione muscolare: sensazione di tensione o rigidità muscolare, che può causare dolore o disagio.
- Insonnia o disturbi del sonno: difficoltà a iniziare o mantenere il sonno, o risvegli frequenti durante la notte.
- Sintomi gastrointestinali: problemi come dolore addominale, nausea o disturbi digestivi.
- Sensazioni di stanchezza e debolezza: sensazione costante di affaticamento, anche in assenza di sforzi fisici significativi.
- Difficoltà di concentrazione: la mente può diventare confusa o eccessivamente concentrata sugli aspetti negativi delle situazioni, compromettendo la capacità di concentrarsi su compiti specifici.
- Palpitazioni o aumento del battito cardiaco: sensazioni di un battito cardiaco accelerato o irregolare, anche in assenza di cause fisiche evidenti.

- Sudorazione eccessiva, spesso accompagnato da mani fredde o sudate.
- Sensazioni di mancanza d'aria o oppressione toracica.
- Tremori: movimenti involontari delle mani o di altre parti del corpo.
- Evitamento di situazioni temute: tendenza a evitare situazioni o attività che scatenano l'ansia, nel tentativo di ridurre il disagio.

Focalizzandosi sugli aspetti cognitivi, i bias attentivi sono uno degli elementi maggiormente evidenti nelle persone ansiose: le capacità attentive permettono di dare priorità a determinate informazioni piuttosto che ad altre, e di inibire le informazioni che al momento non sono importanti o di distrazione, favorendo così la velocità e la profondità di elaborazione (Desimone & Duncan, 1995). Negli individui ansiosi si riscontra un bias attentivo verso il pericolo, da cui ne consegue una tendenza ad essere distratti da stimoli minacciosi (o ritenuti tali) e ad allocare a questi una maggiore attenzione (Craske et al., 2009). Ciò che consegue è una scarsa capacità di mantenere una concentrazione costante. Altri studi mettono in evidenza un deficit nel controllo cognitivo, capacità che entra in gioco nella elaborazione di risposte comportamentali non automatiche e che dipende dalle abilità di inibizione, attenzione e apprendimento (Hur et al., 2019; Shackman et al., 2011). La teoria del controllo attentivo di Eysenck e colleghi (2007) fornisce un framework dell'influenza dell'ansia su attenzione e cognizione in generale: tale teoria mette in evidenza le difficoltà degli individui ansiosi nei processi esecutivi di *shifting*, *updating* e *inhibition*. Eysenck, nel suo modello, sostiene l'utilizzo da parte dei soggetti ansiosi di strategie compensatorie, che vanno a colmare le problematiche indotte dai deficit cognitivi appena descritti, quale ad esempio la distribuzione delle risorse cognitive verso elementi di distrazione (Berggren & Derakshan, 2013). Così facendo, quando la compensazione avviene con successo, le persone ansiose riescono a performare allo stesso modo dei soggetti non ansiosi, ma al prezzo di un carico cognitivo e un impegno maggiore rispetto a questi ultimi. Infine, il *memory bias* e

l'appraisal bias sono delle ulteriori distorsioni cognitive identificabili nei disturbi d'ansia (Craske et al., 2009). Il primo si riferisce alla tendenza ad elaborare maggiormente gli stimoli minacciosi che a sua volta si traduce nel ricordare implicitamente tali informazioni in maniera maggiore; tale dinamica va a consolidare gli schemi cognitivi che sottendono l'ansia (Craske et al., 2009). *L'appraisal bias*, d'altro canto, mette in evidenza la propensione delle persone ansiose a valutare eventi e situazioni come più minacciosi rispetto ai gruppi sani di controllo (Craske et al., 2009). L'ansia non si limita al proprio mondo interiore ma ha un impatto significativo sulla vita quotidiana e sulle relazioni, diventando un carico pesante da portare, compromettendo la qualità della vita e ostacolando il raggiungimento del potenziale individuale. La ridotta capacità di concentrazione che ne deriva, ad esempio, può influenzare le prestazioni lavorative o accademiche, mentre l'isolamento sociale può minare le connessioni umane.

Esistono diversi strumenti di valutazione e misurazione dei livelli di ansia. Tra i questionari più utilizzati troviamo: la Beck Anxiety Inventory (BAI), progettata per indagare la gravità dell'ansia (Beck et al., 1988) e la State-Trait Anxiety Inventory (STAI-Y) per la valutazione dell'ansia di stato e di tratto (Spielberger, Gorsuch, Lushene, Vagg, Jacobs, 1983). Nello specifico, quest'ultimo strumento è composto da due scale indipendenti: lo STAI-Y1, che misura la situazione di ansia temporanea in un determinato momento, è composto da 20 affermazioni sulle sensazioni e gli stati emotivi che una persona può sperimentare in uno specifico periodo di tempo, come ad esempio "Mi sento calmo" o "Mi sento nervoso"; lo STAI-Y2 è anch'esso composto da 20 affermazioni, ma concentrate sulle sensazioni generali di ansia che una persona può sperimentare abitualmente, come "Sono solitamente calmo" o "Sono spesso preoccupato", al fine di valutare l'ansia come un tratto personale, ovvero una caratteristica stabile della personalità di un individuo.

2.2 *Depressione*

Con il termine affettività si intende la capacità individuale di provare sentimenti o emozioni in risposta ad eventi esterni o interni, che abbiano un loro significato, durata, intensità e tonalità emotiva (Favaro e Sambataro, 2021). La risposta emozionale è soggettiva ed è in relazione sia con lo stimolo causale, sia soprattutto con la disposizione affettiva di base, ovvero il tono dell'umore (Watson & Clark, 1984). Quando si parla di umore viene naturale porre la differenziazione tra una condizione di normalità (tristezza non patologica) e un vero e proprio stato depressivo, solitamente caratterizzato da un tono dell'umore particolarmente e stabilmente deflesso, non reattivo agli eventi e, in alcuni casi, del tutto indipendente da essi (Kendler et al., 2006). La tristezza rappresenta un'emozione che fa parte del repertorio di risposte emozionali fisiologiche dell'individuo e ha un valore adattivo in termini di focalizzazione interna, rimodulazione del comportamento finalizzato e di attivazione di reti sociali; quando però l'abbassamento del tono dell'umore coinvolge l'intero individuo sia a livello somatico che di funzionamento e non è necessariamente scatenato da eventi specifici, può portare ad una diminuita capacità di sperimentare piacere, a pensieri di autosvalutazione, nonché autolesivi e/o suicidari (Gotlib & Hammen, 2008). La depressione può essere definita una condizione clinica caratterizzata da vari sintomi, quali umore depresso per la maggior parte del giorno, marcata diminuzione di interesse per le attività un tempo considerate piacevoli, sentimenti di colpa o autosvalutazione eccessivi, ridotta capacità di concentrarsi e una significativa agitazione o rallentamento psicomotorio (American Psychiatric Association, 2013). Nel DSM-5 (Manuale Diagnostico e Statistico dei Disturbi Mentali) ciò che nel senso comune chiamiamo depressione, prende invece il nome di disturbo depressivo maggiore (DDM), ed è a oggi considerato la forma di psicopatologia singola più diffusa, con un'incidenza del 16.6% lungo l'arco della vita (Benazzi, 2006; Kessler &

Bromet, 2013; Paykel, 2008). Il DDM è, in conformità con il DSM-5, un disturbo debilitante caratterizzato da episodi depressivi che durano almeno due settimane. La depressione è molto più di una semplice tristezza; si tratta di un disturbo complesso che coinvolge una varietà di aspetti emotivi, cognitivi e fisici. La tristezza persistente è uno dei sintomi chiave, ma tale condizione va oltre, influenzando il modo in cui pensiamo, percepiamo il mondo e interagiamo con gli altri (Beck, 2008). Di seguito sono elencati alcuni sintomi caratteristici raggruppabili in tre categorie:

1) Sintomi Emotivi:

- Tristezza persistente: senso di malinconia costante, spesso privo di una causa evidente.
- Perdita di interesse: marcato declino nell'interesse e nel piacere per le attività che un tempo portavano gioia.
- Senso di colpa o inutilità: sentimenti di inadeguatezza, colpa o autolesionismo.
- Irritabilità: aumento della suscettibilità e delle reazioni irascibili.

2) Manifestazioni Cognitive:

- Difficoltà di concentrazione: significativa riduzione della capacità di focalizzare l'attenzione e portare a termine compiti.
- Pensieri negativi persistenti: tendenza a interpretare gli eventi in chiave negativa e a concentrarsi sui fallimenti piuttosto che sui successi.
- Autoisolamento: ritiro sociale, con una ridotta partecipazione alle attività quotidiane e relazioni interpersonali.

3) Sintomi Fisici:

- Disturbi del sonno: insonnia o ipersonnia, con alterazioni significative nei pattern di sonno.

- Cambiamenti nell'appetito e nel peso: aumento o una diminuzione significativa dell'appetito, spesso accompagnato da variazioni di peso.
- Affaticamento e mancanza di energia: sensazione costante di stanchezza, anche dopo un riposo apparentemente sufficiente.

Focalizzandosi sulle manifestazioni cognitive, Beck sostiene che gli individui vulnerabili ad eventi depressivi possedano schemi o rappresentazioni mnemoniche che li portano a interpretare l'ambiente, se stessi e il futuro, in un'ottica negativa (Kircanski et al., 2012). Inoltre, supporta l'idea che queste distorsioni cognitive vadano ad interagire con gli eventi avversi della vita, producendo risposte automatiche (negative) riguardanti se stessi e l'ambiente, rinforzando così l'umore negativo e gli schemi che lo sottendono (Kircanski et al., 2012). Partendo dalla formulazione iniziale di Beck, una vasta letteratura è andata a indagare le emozioni e la cognizione in individui depressi; da ciò è emerso che quest'ultimi non si differenziano da persone non depresse unicamente per il contenuto dei loro pensieri, ma anche per la presenza di bias e deficit cognitivi implicati nell'elaborazione delle informazioni (Mathews & MacLeod; 2005). Il DDM è infatti associato a una vasta gamma di disturbi cognitivi relativi alle funzioni esecutive, alla memoria di lavoro e alla velocità di elaborazione (Ahern & Semkovska, 2017; Chakrabarty et al., 2016; LeMoult & Gotlib., 2019). Il *biased self-referential processing*, ad esempio, indica la tendenza ad applicare a sé stessi aggettivi negativi e a rifiutare quelli positivi, nonché la propensione a rievocare tali caratteristiche negative più frequentemente delle positive (LeMoult & Gotlib., 2019). La presenza di questo bias va a rinforzare l'idea che negli individui depressi vi siano degli schemi di pensiero negativi del sé. L'*attentional bias*, d'altro canto, supporta l'idea che gli individui depressi abbiano difficoltà a distogliere l'attenzione da stimoli negativi (Craske et al., 2009; Kircanski et al., 2012). Inoltre, l'*interpretation bias* esprime la tendenza delle

persone depresse a interpretare informazioni ambigue negativamente (Kircanski et al., 2012). Infine, il *memory bias* indica come gli individui depressi siano più tendenti a rievocare ricordi di informazioni ed eventi negativi, e a ricordare eventi autobiografici positivi in modo più generico rispetto alla popolazione sana (LeMoult & Gotlib, 2019).

La depressione può avere notevoli conseguenze a livello di funzionamento, influenzando diversi aspetti della vita quotidiana di un individuo: può risultare difficoltoso impegnarsi in attività sociali e ciò influenza inevitabilmente le relazioni interpersonali; la perdita di interesse, la fatica e la difficoltà di concentrazione possono incidere negativamente sulla produttività e sull'apprendimento; così come il sentirsi inutili e incapaci di affrontare le sfide quotidiane può erodere l'autostima e il senso di autoefficacia.

Esistono diverse scale di valutazione volte a quantificare la sintomatologia depressiva. Tra le più note ed utilizzate troviamo: la Hamilton Rating Scale (HAMS), ampiamente utilizzata per misurare la gravità della depressione in un individuo (Hamilton, 1960), e il Beck Depression Inventory-II (BDI-II) (Beck, et al., 1961). Quest'ultimo è composto da 21 item che misurano gli atteggiamenti e i sintomi caratteristici della depressione come perdita di concentrazione, appetito, sonno, interesse, piacere, incapacità nel prendere decisioni, tristezza, faticabilità, sensi di colpa, diminuzione del desiderio sessuale e ideazione suicidaria. La presenza di questi sintomi è indagata relativamente alle ultime due settimane dal momento in cui il test viene svolto.

3. Impatto di ansia e depressione sulla percezione del tempo

La percezione soggettiva del tempo talvolta può risultare diversa dalla percezione oggettiva. Capita a tutti di sperimentare la sensazione di un tempo che accelera o decelera interiormente senza che però ci sia stato alcun cambiamento nel succedersi delle ore segnate sul quadrante dell'orologio. Queste distorsioni avvengono quotidianamente e sono determinate dal contesto ambientale, dalle nostre emozioni (Lake, LaBar, Meck, 2016), dall'attenzione, dalla memoria di lavoro e da quella a lungo termine (Brown, 1997; Taatgen, Van Rijn, & Anderson, 2007). Tutto ciò è ancora più evidente ed accentuato in specifiche condizioni: dalla letteratura emerge che la percezione soggettiva del tempo risulta distorta in alcuni disturbi, come la depressione o il disturbo d'ansia generalizzato (GAD) (Thones & Oberfeld, 2015; Mioni, Stablum, Prunetti & Grondin, 2016). L'ansia può portare a una maggiore sensazione di fretta, mentre la depressione può causare una percezione di stasi o rallentamento a causa di una sperimentata anedonia, ovvero una ridotta capacità di provare piacere nelle attività quotidiane: tale stato può far sembrare che il tempo trascorra senza significato o soddisfazione (Gil & Droit-Volet, 2009; Hawkins et al., 1988; Münzel et al., 1988; Oberfeld et al., 2014). Sia l'ansia che la depressione sono caratterizzate da una costante ruminazione mentale, in cui le persone ripensano continuamente a eventi passati o si preoccupano per il futuro: questo processo può alterare la percezione del tempo, facendo sembrare che il passato o il futuro siano più accentuati rispetto al presente. Tali condizioni inoltre possono determinare distorsioni cognitive, che a loro volta influenzano la capacità di percepire oggettivamente il tempo: ad esempio, un evento positivo potrebbe sembrare breve e insignificante, mentre un evento negativo prolungato e avvilente (Olatunji et al, 2013).

La letteratura odierna sembra suggerire che gli stati d'ansia esercitino distorsioni sui processi dell'orologio interno basati sull'attenzione e sulla memoria, mentre gli stati depressivi intaccherebbero i meccanismi legati al pacemaker interno (Mioni et al., 2016). Inoltre, se all'ansia sembra corrispondere una tendenza a sottostimare le durate temporali, non è chiaro se la depressione sia legata ad una sovrastima o ad una sottostima delle stesse. Alcuni lavori suggeriscono perfino che non sia presente alcun effetto significativo della depressione sulla capacità di giudicare le durate degli intervalli temporali (Thones & Oberfield, 2015).

3.1 Percezione del tempo in soggetti ansiosi

Nella ricerca sulla percezione del tempo dei soggetti ansiosi è largamente impiegata la distinzione tra ansia di stato (*state anxiety*) e ansia di tratto (*trait anxiety*) (Elwood, Wolitzky-Taylor, & Olatunji, 2012; Knowles & Olatunji, 2020; Mioni et al., 2016). Entrambe queste dimensioni sono state associate a deficit nelle performance cognitive che coinvolgono i processi legati all'attenzione e alla memoria (Eysenck, 1992). In particolare, sono stati riscontrati bassi livelli di performance nei *task* sperimentali che richiedono un alto grado di controllo attentivo (Williams, Watts, MacLeod & Matthews, 1997). Il legame tra ansia e deficit di attenzione ha portato a ipotizzare che l'effetto dell'ansia sulla percezione del tempo sia da ricercare nelle dinamiche attentive e mnemoniche implicate nel funzionamento dell'orologio interno, e in particolare, nei processi di accumulo delle pulsazioni nel dispositivo contatore (Mioni et al., 2016; Sarigiannidis, Grillon, Ernst, Roiser & Robinson, 2020). Il lavoro di Whyman & Moos (1967), ad esempio, dimostrò una maggiore sottoproduzione temporale nei soggetti ansiosi rispetto ai soggetti di controllo in un compito di produzione temporale e quindi consolidò l'idea che alti livelli d'ansia possano essere

correlati ad una maggiore variabilità del tempo soggettivo. La letteratura in merito all'alterazione esercitata dall'ansia sull'orologio interno è giunta a due diverse conclusioni all'apparenza contraddittorie. Da un lato, alcuni risultati ottenuti sembrano suggerire che i soggetti ansiosi tendano a sovrastimare le durate temporali e quindi a percepire lo scorrere del tempo più lentamente (Mioni et al., 2016; Sarigiannidis et al., 2020). Ad esempio, un influente studio ha mostrato come i pazienti con disturbo d'ansia tendano a sovrastimare le durate temporali negli intervalli inferiori a 2 secondi quando venivano impiegati stimoli minacciosi (Bar-Haim, Kerem, Lamy & Zakay, 2010). Un altro lavoro condotto da Fayolle, Gil & Droit-Volet (2015) ha illustrato come la somministrazione di shock elettrici durante compiti di discriminazione temporale, e quindi l'induzione di sentimenti di angoscia e di attesa di stimoli minacciosi in soggetti sani, non influenzerebbe negativamente la capacità di giudizio temporale. All'opposto, gli stimoli minacciosi hanno prodotto negli individui una distorsione della percezione del tempo, rallentandolo, rendendo la rappresentazione soggettiva della durata degli stimoli stessi più lunga della durata oggettiva e aumentando di conseguenza la sensibilità temporale (Fayolle, Gil & Droit-Volet, 2015). L'ipotesi avanzata dagli autori è che le aspettative minacciose legate all'ansia aumentino l'arousal dei soggetti incrementando di conseguenza la velocità del dispositivo pacemaker e il numero di pulsazioni accumulate nel contatore, rendendo le rappresentazioni delle durate percepite più lunghe (Bar-Haim et al., 2010; Fayolle, Gil & Droit-Volet, 2015). Un'altra teoria proposta è che gli stimoli minacciosi presentati ai pazienti, in quanto accompagnati da una percezione di imminente pericolo, portino ad una focalizzazione delle risorse attentive sul compito preso in esame, aumentando la sensibilità temporale e di conseguenza la durata percepita (Bar-Haim et al., 2010; Fayolle, Gil & Droit-Volet, 2015). Tuttavia, le conclusioni di questi studi sono in contrasto con una corposa letteratura che sembra suggerire, al contrario, una significativa sottostima temporale nei soggetti ansiosi, che porterebbe quindi a una velocizzazione del

tempo soggettivo (Coull, Vidal, Nazarian, & Macar, 2004; Macar, Grondin, & Casini, 1994; Thomas & Weaver, 1975). Questo lato della ricerca sugli effetti dell'ansia sulla percezione del tempo sembra indicare un'alterazione a livello dei processi attentivi e mnemonici legati al dispositivo contatore, e non dei processi di arousal legati al dispositivo pacemaker come suggerito dalle ricerche sopra descritte. Uno studio svolto da Sarigiannidis e collaboratori (2020) potrebbe fornire una possibile spiegazione per le discrepanze appena illustrate. Gli autori pongono enfasi sulla differenza tra "paura indotta", intesa come uno stato mentale avverso di attivazione acuta elicitato da una minaccia certa e concreta, e "ansia diffusa", intesa come uno stato mentale avverso prolungato causato da una minaccia indefinita che potrebbe concretizzarsi in futuro (Sarigiannidis et al., 2020). È stato quindi ipotizzato che la percezione di rallentamento del tempo associato a stimoli minacciosi sia associata principalmente agli stati contingenti di "paura indotta", secondo modalità che ricordano l'ansia di stato. Durante la presentazione di eventi o stimoli che suscitano emozioni di paura, infatti, l'attenzione è focalizzata adattivamente sul momento presente allo scopo di prevedere e reagire a situazioni potenzialmente rischiose per la sopravvivenza (van Wassenhove, Wittmann, Craig & Paulus, 2011). Sarebbe questo investimento attentivo a provocare la sovrastima temporale degli stimoli minacciosi, ipotesi confermata dal fatto che la maggioranza degli studi svolti sul legame tra stati di ansia e paura e percezione del tempo si avvalgono di immagini stressanti (Grommet, Droit-Volet, Gil, Hemmes, Baker & Brown, 2011; Tipples, 2008, 2011), stimoli angoscianti (van Wassenhove, Wittmann, Craig, Bud, & Paulus, 2011), suoni spiacevoli (Droit-Volet, Mermillod, Cocenas-Silva, & Gil, 2010) e shock elettrici (Fayolle, Gil & Droit-Volet, 2015). Durante gli stati d'ansia, al contrario, l'attenzione è divisa in ogni singolo momento tra ciò che sta accadendo nel momento presente e l'anticipazione di eventi avversi incerti che potrebbero accadere nel prossimo futuro (Sarigiannidis et al., 2020). Questa suddivisione delle risorse attentive porterebbe ad un

minore investimento sul presente e a maggiore distrazione e tale dirottamento dell'attenzione dalla percezione del tempo risulterebbe nell' accumulo di minori pulsazioni nel dispositivo contatore e a una sottostima delle durate temporali. La distinzione tra le condizioni di paura e di ansia durante i compiti di discriminazione temporale conferma l'ipotesi che i soggetti affetti stabilmente da ansia presentino principalmente alterazioni nel funzionamento dell'orologio interno a livello dei processi legati all'attenzione e al dispositivo contatore, invece che a livello della velocità del pacemaker interno, dei processi di arousal e della focalizzazione adattiva dell'attenzione come nel caso delle condizioni di paura indotte da stimoli minacciosi (Sarigiannidis et al., 2020). Alla luce delle conclusioni raggiunte in letteratura, è possibile affermare che il tempo negli individui ansiosi è un tema ancora poco affrontato e ad oggi porta con sé diversi punti di contraddizione che richiedono ulteriori indagini. Nello specifico, mentre in alcuni studi i partecipanti riferiscono di esperire il tempo più lentamente (Bar-Haim et al., 2010; Yoo & Lee, 2015; Droit-Volet, 2013), in altri si riscontra la tendenza opposta, con un tempo soggettivamente più rapido e incalzante (Mioni et al., 2016; Sarigiannidis et al., 2020). Tali discordanze possono essere fatte risalire in primis alla diversità dei disturbi d'ansia presenti in alcuni studi, nei quali il termine "ansia" viene utilizzato per rappresentare la totalità della famiglia dei disturbi; oltre che dalla comorbilità e sovrapposizione che si riscontra tra ansia e depressione, che potrebbe andare a giustificare i risultati di un tempo soggettivamente più lento o più veloce. E' opportuno inoltre sottolineare che mentre alcuni studi hanno testato individui con diagnosi di disturbo d'ansia (Bar-Haim, Kerem, Lamy & Zakay, 2010), altri hanno utilizzato soggetti sani ai quali l'ansia è stata indotta attraverso una determinata stimolazione (Fayolle, Gil & Droit-Volet, 2015). In secondo luogo tali discrepanze sono dovute probabilmente all'elevata eterogeneità dei metodi utilizzati tra i vari studi. Innanzitutto, nello studio di Mioni et al. (2016) è stato utilizzato il metodo di riproduzione temporale (come anche in quello di Bar-Haim et al.

2010), produzione temporale e finger tapping; in altri si è adoperato task di stima di durate temporali (Sarason & Stoops, Yoo J-Y & Lee J-H, 2015 e Lueck, 2007) e in Sarigiannidis et al. (2020) la bisezione temporale. Il livelli d'ansia sono stati poi misurati con strumenti differenti (STAI-Y per D.Lueck; TAS per Sarason & Stoops, Nowlis Mood Adjective Check List per Whyman e Moos, STAI-T per Bar-Haim et al., STAI in Sarigiannidis et al; SIAS (Social Interaction Anxiety Scale) per Yoo J-Y & Lee J-H e STAI-X2 per Mioni et al.. Alcuni studi si sono focalizzati su forme d'ansia specifiche: quelli di Lueck e di BarHaim sull'ansia di stato, e quello di Yoo J-Y e Lee J-H sull'ansia sociale. È da segnalare anche l'utilizzo di diversi stimoli, in Bar-Haim et al. (2010) per esempio, sono emotivi, in Yoo J-Y & Lee J-H invece, sono state utilizzate espressioni facciali (positive o negative e a basso o alto arousal), Sarigiannidis ha usato lo shock, in altri studi lo stimolo era una durata temporale. Certamente, gran parte delle difficoltà metodologiche e teoriche inerenti alla ricerca sull'ansia sono senz'altro dovute alla complessità del costrutto in questione e alle sue numerose possibili sfaccettature, che possono assumere connotazioni cliniche e non. In ogni caso, la chiave per comprendere la natura degli effetti dell'ansia sulla percezione del tempo sembra risiedere nelle minori capacità attentive dei soggetti caratterizzati da alti livelli d'ansia e dal conseguente minore investimento sulla percezione e rappresentazione interna dello scorrere del tempo. Sono tuttavia necessari altri studi per chiarire più approfonditamente questa correlazione, oltre che per identificare con maggiore chiarezza le peculiari influenze che le varie dimensioni dell'ansia esercitano sulla capacità di giudizio delle durate temporali (Sarigiannidis et al., 2020).

3.2 Percezione del tempo in soggetti depressi

Gli studi che hanno indagato le alterazioni temporali nei pazienti depressi hanno generalmente mostrato un'esperienza di rallentamento del tempo soggettivo (Blewett, 1992;

Hawkins et al., 1988; Kuhs et al., 1989; Münzel et al., 1988; Richter e Benzenhöfer, 1985; Sévigny et al., 2003). Questa sensazione può essere spiegata, secondo il modello SET, da una variazione a livello del pacemaker (Gibbon et al., 1984) e dal fatto che si ipotizza che il loro orologio interno funzioni più velocemente rispetto ai soggetti non depressi (Thönes e Benzenhöfer, 1984). I pazienti depressi spesso riferiscono di percepire il passare del tempo in modo particolarmente lento (Blewett, 1992; Ratcliffe, 2012; Straus, 1947); nonostante ciò, è difficile inferire direttamente se la percezione del tempo intesa come valutazione di durate temporali specifiche sia anch'essa influenzata da dinamiche depressive. Risulta opportuno dunque passare in rassegna le ricerche passate e i tentativi della letteratura di fare luce sulla complicata questione. Come già ampiamente illustrato, secondo il modello SET (Gibbon et al., 1984) maggiore sarà il numero di pulsazioni derivanti dal pacemaker registrate all'interno dell'accumulatore e più lunga risulterà la rappresentazione della durata presa in esame, a parità di tempo (Thönes & Oberfeld, 2015). Seguendo questa linea teorica, il fatto che i pazienti affetti da disturbi depressivi riportino spesso di percepire lo scorrere del tempo molto lentamente potrebbe essere spiegato dalla presenza di un orologio interno più veloce nei pazienti depressi rispetto ai soggetti di controllo. Thönes e Oberfeld (2015), passando in rassegna la letteratura sull'argomento, hanno portato all'attenzione il fatto che per ognuno dei *task* tipicamente usati per indagare l'elaborazione temporale sono presenti prove sia a favore della presenza di un effetto rilevabile della depressione sulla percezione del tempo, sia contro di essa. In particolare, gli studi basati sulla *verbal time estimation* riportano una effettiva sovrastima temporale nei pazienti depressi in intervalli temporali di diversa durata (e.g., Kitamura & Kumar, 1983; Kornbrot et al., 2013), ma anche risultati misti o perfino l'effetto opposto, ossia la sottostima delle durate temporali (Biermann, Kreil, Groemer, Maihöfner, Richter Schmiedinger, Kornhuber & Sperling, 2011; Bschor et al., 2004; Tysk, 1984). Similmente, gli studi inerenti ai *task* di *temporal production* mostrano risultati controversi:

sebbene la maggior parte della letteratura riporti conclusioni a favore della presenza di un orologio interno più veloce nei pazienti depressi (sottoproduzione di durate temporali) (Bschor et al., 2004; Mundt et al., 1998), molti lavori non hanno trovato alcuna differenza tra i due campioni (Kitamura & Kumar, 1983; Tysk, 1984), e alcuni hanno riscontrato una produzione più accentuata nei soggetti affetti da depressione (Münzel, Gendner, Steinberg & Raith, 1988; Mundt et al., 1998). Anche nel caso degli studi basati sui compiti di *interval discrimination* i risultati sperimentali appaiono misti e poco lineari, rivelando una tendenza dei soggetti di controllo ad avere una maggiore sensibilità nella discriminazione temporale rispetto ai pazienti depressi (Kitamura & Kumar, 1983; Tysk, 1984). Nei *task* di *temporal reproduction* e nei compiti volti all'indagine della percezione dello scorrere soggettivo del tempo, infine, i risultati appaiono ancora una volta contraddittori (Mahlberg, Kienast, Bschor & Adli, 2008; Mundt et al., 1998; Oberfeld et al., 2014). I risultati della metanalisi non portano alcuna evidenza al sostegno della presenza di un effetto della depressione sulla capacità di giudizio delle durate temporali, ma confermano l'esistenza di una rilevabile influenza della depressione sul giudizio dello scorrere del tempo (Thönes & Oberfeld, 2015). Ciò valida quindi l'ipotesi relativa ad uno scorrere del tempo più lento nei soggetti depressi, ma allo stesso tempo viene suggerito che questa differenza non intacca l'abilità di giudizio degli intervalli temporali. L'unico fenomeno significativo riscontrato dalla metanalisi in questione riguarda la tendenza dei pazienti affetti da depressione alla sovrapproduzione di intervalli brevi e alla sottoproduzione di intervalli lunghi nei compiti di *time production*. Parzialmente i dati sono in linea con le previsioni del modello pacemaker-contatore (Gibbon et al., 1984; Treisman, 1963): percepire il tempo scorrere più lentamente è coerente con l'ipotesi di un orologio interno più veloce nei pazienti depressi. Nonostante ciò, va sottolineata la mancanza di significatività delle correlazioni prese in esame nei diversi compiti sperimentali, la quale potrebbe essere dovuta a vari fattori, tra cui il valore statistico

limitato dei singoli studi analizzati e la loro grande eterogeneità metodologica (Thönes & Oberfeld, 2015). Altri elementi da dover tenere in considerazione analizzando i risultati ottenuti sono ad esempio il ruolo dei differenti processi di memoria implicati in ogni singola tipologia di compito, la differenza sintomatologica tra le diverse patologie depressive e la possibile influenza di trattamenti psicoterapeutici o farmacologici in corso (Thönes & Oberfeld, 2015). Queste osservazioni hanno alimentato numerosi studi successivi, orientati allo scopo di spiegare le incongruenze emerse dalla metanalisi di Thönes e Oberfeld. Recentemente, è stato individuato nei concetti di “momento esperito” (*experienced moment*) e “presenza mentale” (*mental presence*) la chiave per la comprensione della percezione del tempo dei pazienti depressi (Kent, Van Doorn & Klein, 2019). Per “*experienced moment*” si intende la probabile durata dell’esperienza cosciente soggettiva, legata all’integrazione cosciente percettivo-sensoriale e dalla durata approssimativa di 1-3 secondi (Kent, 2019; Pöppel, 1997; Wang, Wang & Keller, 2015; Wittmann, 2011). La “*mental presence*”, d’altra parte, definisce un momento presente esteso incentrato sull’attività della memoria di lavoro che funge da piattaforma temporale di diversi secondi (circa 30) in cui un individuo è consapevole di sé stesso e dell’ambiente circostante, ed è capace di effettuare rappresentazioni cognitive dei fenomeni esperiti (Wittman, 2011; Kent, Van Doorn & Klein, 2019). Questi due distinti fenomeni sono stati utilizzati per spiegare le incongruenze riscontrate nella metanalisi di Thönes e Oberfeld: la sovrapproduzione di intervalli brevi e la sottoproduzione di intervalli lunghi nei soggetti depressi viene quindi ricondotta ad una dilatazione temporale dell’*experienced moment* e ad una accelerazione della *mental presence*, da cui ne conseguirebbe una progressiva accelerazione del tempo mano a mano che la durata dell’intervallo preso in esame aumenta (Wittman, 2011; Kent, Van Doorn e Klein, 2019). In questo modo, è stato anche possibile portare alla luce le problematiche metodologiche che potrebbero aver influenzato i risultati della metanalisi sottostimando la significatività

statistica dell'influenza della depressione. In primo luogo, è degno di nota l'accorpamento da parte di uno dei campioni presi in esame dei pazienti depressi unipolari e i pazienti bipolari in un unico gruppo "Melancolico" (Tysk, 1984; Thönes e Oberfeld, 2015) e ciò avrebbe potuto determinare un'attenuazione degli effetti di accelerazione temporale. Inoltre, parte dei soggetti sperimentali del gruppo depressivo soddisfano solo in parte i criteri di inclusività, presentando un punteggio al Beck Depression Inventory (BDI) relativamente basso (Kornbrot et al., 2013). Di conseguenza molti dei soggetti di tale campione risultano essere solo lievemente depressi rispetto alla media del gruppo sperimentale, e ciò potrebbe risultare ancora una volta in una sottostima significativa degli effetti della depressione sulla capacità di giudizio delle stime temporali (Kenta, Van Doorn & Klein, 2019). In conclusione, sebbene sia presente una discreta letteratura sul legame tra capacità di giudizio delle durate temporali e depressione, le conclusioni raggiunte appaiono spesso eterogenee e in conflitto tra loro. Diversi autori mettono in risalto come gli individui depressi riportino la percezione soggettiva di un tempo più lento e malinconico rispetto ai gruppi di controllo sani (Gil & Droit-Volet, 2009; Hawkins et al., 1988; Münzel et al., 1988; Oberfeld et al., 2014). Da questo punto di partenza, negli ultimi decenni, ci si è chiesti se a questa esperienza soggettiva di un tempo più lento, seguisse, in concomitanza, una più lenta elaborazione e percezione del tempo. Tali studi hanno dato luogo a risultati diversificati e troppo spesso in contrasto o in disaccordo tra di loro (Thönes e Oberfeld, 2015). Numerosi lavori non hanno riscontrato alcun effetto significativo della depressione sulla percezione del tempo; altri studi sostengono invece che la percezione soggettiva riportata dai pazienti di vivere il tempo come se scorresse molto lentamente sarebbe dovuta ad un'accelerazione dei processi dell'orologio interno, da cui ne conseguirebbe un maggior numero di pulsazioni accumulate nel contatore (Msetfi et al., 2012; Thönes & Oberfeld, 2015); infine, numerosi autori hanno ottenuto al contrario risultati che sembrano indicare un rallentamento del pacemaker (Bschor et al., 2004; Mioni et al.,

2016; Kitamura & Kumar, 1982, 1983; Wyrick e Wyrick, 1977). Tali tendenze possono essere dovute a un'ampia gamma di fattori, tra questi: l'eterogeneità e la limitatezza numerica dei campioni utilizzati, i diversi compiti temporali di cui si fa uso, la gamma di durate impiegate (in quanto coinvolgono processi e meccanismi differenti), i test atti a indagare la depressione utilizzati e la definizione di "depressione" a cui si fa riferimento all'interno dello studio (Droit-Volet, 2013; Thönes e Oberfeld, 2015).

4. La Ricerca

4.1 Obiettivi e ipotesi

La presente ricerca ha lo scopo di indagare le influenze dei sintomi ansiosi e depressivi sulla percezione del tempo e sulla capacità di stimare le durate temporali in soggetti non clinici. Lo studio ha coinvolto due *task* per analizzare la percezione del tempo implicito ed esplicito e due questionari per caratterizzare il campione in funzione dei livelli di ansia e depressione. Uno degli obiettivi cruciali della ricerca è chiarire la specifica natura delle alterazioni della percezione del tempo indotte da sintomatologia ansiosa o depressiva . La letteratura in merito favorisce l'ipotesi che alti livelli d'ansia causino deficit nei processi di memoria e attenzione, che a loro volta porterebbero a delle distorsioni nella percezione delle durate a livello dell'orologio interno (Coull et al., 2004; Eysenck, 1992; Macar et al., 1994; Mioni et al., 2016; Williams et al., 1997). Per questo motivo, è possibile avanzare l'ipotesi che i soggetti con maggiori livelli di ansia mostrino compromissioni nella performance al Foreperiod Task, dovute principalmente alle minori risorse cognitive accessibili all'individuo. Inoltre, è possibile aspettarsi un effetto più marcato dell'ansia sulla variabilità delle risposte al Time Bisection Task, sempre a causa dei deficit dei processi attentivi e mnestici rilevati. Infine, gli studi suggeriscono che i soggetti ansiosi, proprio a causa di tali difficoltà, tendono a disinvestire risorse cognitive dall'elaborazione temporale e a immagazzinare meno informazioni temporali nell'accumulatore. Per questo motivo, ci si aspetta di rilevare una significativa sottostima temporale nel Time Bisection Task. Al contrario, le alterazioni della percezione del tempo negli individui con più alta sintomatologia depressiva sono state associate principalmente al funzionamento del pacemaker. In particolare, alcuni studi (Bschor, 2006; Mioni et al., 2016; Msetfi et al., 2012) suggeriscono

che la presenza di depressione sarebbe associata ad un rallentamento significativo del pacemaker a causa del ridotto livello di arousal dei soggetti in questione, da cui ne conseguirebbe una decelerazione dell'orologio interno. È quindi ipotizzabile anche in questo caso una compromissione della performance al Foreperiod Task, dovuta al rallentamento psicomotorio proprio della sintomatologia depressiva e alla ridotta sensibilità temporale indotta dalla decelerazione del pacemaker. In modo analogo è possibile prevedere una sottostima significativa delle durate al Time Bisection Task, senza tuttavia, a differenza dei soggetti ansiosi, rilevare un effetto sulla variabilità delle risposte, in quanto i processi attentivi e mnestici non dovrebbero rivestire un ruolo significativo nelle alterazioni della percezione del tempo nei soggetti con caratteristiche depressive.

4.2 Partecipanti e Procedimento

La ricerca ha coinvolto un gruppo sperimentale composto da 171 soggetti non clinici con un'età compresa tra i 18 e i 30 anni (70 maschi, 101 femmine, $M= 23.5$ $DS= 2.56$) e aventi un livello di scolarità compreso tra gli 8 e i 18 anni di studio ($M= 14.8$ $DS= 1.95$) che hanno scelto volontariamente di partecipare: essi sono stati dunque selezionati dalla popolazione normale e non si trattava di pazienti. I soggetti hanno preso parte alla sperimentazione previo consenso informato, attraverso cui sono stati illustrati gli obiettivi generali della sperimentazione ed è stato garantito l'anonimato: le informazioni raccolte sono state trattate nel rispetto delle vigenti leggi D.Lgs.196/2003 sulla privacy e UE GDPR 679/2016 sulla protezione dei dati personali e dell'art. 9 del Codice Deontologico degli Psicologi Italiani. Una parte del campione è stata testata online (50 soggetti), mentre una parte è stata testata a domicilio (121 soggetti), una volta fatta accomodare in una stanza

chiusa, poco luminosa, silenziosa e priva di distrazioni. E' doveroso precisare che è stato controllato che non ci fossero differenze tra i gruppi ($p > .05$).

Tutti i partecipanti (sia coloro che sono stati testati online che a domicilio), dopo aver fornito le informazioni anagrafiche e letto il consenso informato, hanno svolto la ricerca grazie all'ausilio di un survey software online e di un pc in loro possesso. Lo studio era composto da due parti: (1) due brevi questionari di autovalutazione e (2) due prove di percezione del tempo. Lo svolgimento della prima parte richiedeva circa 12 minuti, svolti i questionari iniziava la parte dei test, che durava circa 20 minuti e comprendeva varie pause (opzionali, la cui durata era determinata dalla volontà del soggetto). Ai partecipanti è stato richiesto di svolgere entrambe le parti in un'unica sessione, con la possibilità di fare delle pause quando indicato. Nello specifico, durante i *task* temporali, al soggetto veniva richiesto di tenere sempre le mani sulla tastiera al fine di rispondere il più velocemente possibile, cercando di farlo solo quando richiesto e di essere veloce ed accurato senza anticipare le risposte. Inoltre, a coloro che sono stati testati online, è stato ricordato di svolgere la ricerca all'interno di una stanza tranquilla e lontano da possibili interferenze. Le sessioni sperimentali hanno avuto una durata complessiva di circa 45 minuti, pause comprese.

4.3 Strumenti

I test che sono stati somministrati ai partecipanti durante la ricerca sono stati i seguenti: il Beck Depression Inventory (BDI) (Beck, Ward, Mendelson, Mock & Erbaugh, 1961; Scilligo, 1983) e lo State-Trait Anxiety Inventory Y1 (STAI Y1) (Spielberg, Gorsuch, Lushene & Vagg, 1983; Pedrabissi & Santinello, 1989), come questionari self-report per indagare i livelli di ansia e depressione dei soggetti; il Foreperiod Task (Coull, 2009; Mioni et al., 2018; Vallesi, 2010) e il Time Bisection Task (Kopeck & Brody, 2010) come *task* temporali

al fine di indagare rispettivamente la percezione del tempo implicito e del tempo esplicito. Di seguito verranno approfonditi più nel dettaglio i seguenti strumenti.

Il Beck Depression Inventory (BDI) (Beck et al., 1961; Scilligo, 1983) è un test self-report a risposta multipla ampiamente utilizzato nella ricerca sulla depressione, ed è volto alla valutazione della severità dei sintomi depressivi del soggetto nelle due settimane precedenti alla somministrazione. Il questionario è composto da 21 item, ognuno dei quali comprendente quattro possibili risposte associate ad un numero da 0 a 3, in relazione alla gravità della sintomatologia depressiva associata. Il range di punteggio del BDI va da 0 a 63, dove un punteggio da 0 a 13 indica sintomatologia depressiva minima, un punteggio da 14 a 19 indica sintomatologia depressiva leggera, un punteggio da 20 a 28 indica sintomatologia depressiva moderata e un punteggio da 29 a 63 indica sintomatologia depressiva grave.

Lo State-Trait Anxiety Inventory Y1-Y2 (STAI Y1-Y2) (Spielberg, et al., 1983; Pedrabissi & Santinello, 1989) è un questionario self report in scala likert, progettato per indagare i livelli di ansia, sia intesa come ansia di stato che come ansia di tratto. Lo strumento si presenta suddiviso in due scale (Y1 e Y2), che valutano rispettivamente l'ansia di stato, tramite domande riferite a come il soggetto si sente al momento della somministrazione del questionario, e l'ansia di tratto, con domande che indagano come il soggetto si sente abitualmente. E' possibile in tal modo operare una prima discriminazione tra l'ansia intesa come sintomo e l'ansia espressa come modalità abituale di risposta agli stimoli esterni.

Ciascuna sezione è composta da 20 item a risposta multipla a cui può essere associato un punteggio da 1 a 4 e che può risultare in un range di punteggio che va da 20 a 80. La soglia oltre la quale il punteggio risulta clinicamente significativo è 58 per le femmine e 51 per i maschi. Nella presente ricerca è stato somministrato unicamente lo STAI Y1, al fine di indagare lo stato emotivo del soggetto nel momento in cui veniva testato.

Il *task* di Bisezione Temporale è stato utilizzato per la misurazione della percezione del tempo esplicito (Kopec & Brody, 2010). Il compito è costituito da una fase iniziale, detta “di apprendimento”, nella quale è stato richiesto ai soggetti di memorizzare due durate temporali usate come standard riprodotte attraverso un'animazione a schermo, composta da un cerchio e da una croce: la durata standard breve misurava 480 ms, mentre la durata standard lunga 1920 ms. Ogni stimolo visivo era preceduto da un cerchio più sottile di avvertimento, iniziava con la comparsa di un cerchio più spesso e finiva con la comparsa di una croce, come illustrato nella figura 4. Nella seconda fase del *task*, i partecipanti dovevano valutare nuove durate temporali presentate sotto forma di stimoli visivi simili a quelli standard, ma differenti nella durata. Questa veniva giudicata dai soggetti premendo il tasto “S” della tastiera del pc nel caso in cui lo stimolo veniva percepito di durata più vicina allo standard breve o premendo il tasto “L” nel caso in cui lo stimolo veniva percepito di durata più conforme allo standard lungo.

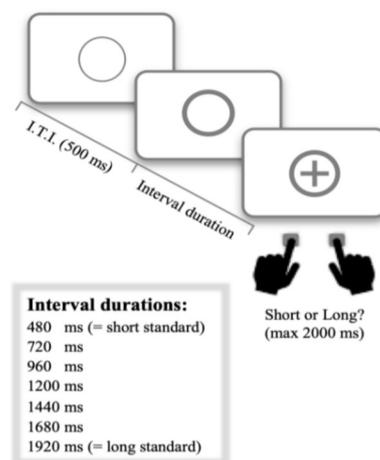


Figura 4: Rappresentazione grafica del Time Bisection Task (Capizzi, Visalli, Faralli & Mioni, 2022)

Le durate possibili dei vari stimoli presentati erano di 480 ms, 720 ms, 960 ms, 1200 ms, 1440 ms o 1920 ms. Prima dell'inizio del *task* i soggetti hanno familiarizzato con gli

stimoli e il compito sperimentale grazie ad una fase di prova ed è stata inoltre offerta la possibilità di effettuare 3 pause non obbligatorie in momenti predeterminati durante lo svolgimento del compito.

L'altro compito sperimentale impiegato è stato il Foreperiod Task, sviluppato per indagare la percezione del tempo implicito (Coull, 2009; Mioni et al., 2018; Vallesi, 2010). Il *task* in questione si avvale degli stessi stimoli visivi e della stessa procedura generale del Time Bisection Task, ma differisce nelle istruzioni specifiche date ai partecipanti. In questo compito era prevista la comparsa, al centro dello schermo del pc, di un cerchio bianco dal bordo grigio, usato come cue attentivo. Dopo una durata variabile (480, 720, 960, 1200, 1440, 1680, 1920 ms), al suo interno compariva una croce grigia che rappresentava lo stimolo target (Figura 5). Il compito del soggetto era quello di premere il più velocemente possibile la barra spaziatrice della tastiera non appena appariva tale croce. Non è stata dunque data ai partecipanti l'istruzione di memorizzare gli intervalli delle durate. Anche questo compito prevedeva una fase di training iniziale per assicurarsi che i partecipanti avessero compreso correttamente le istruzioni che erano state loro fornite.

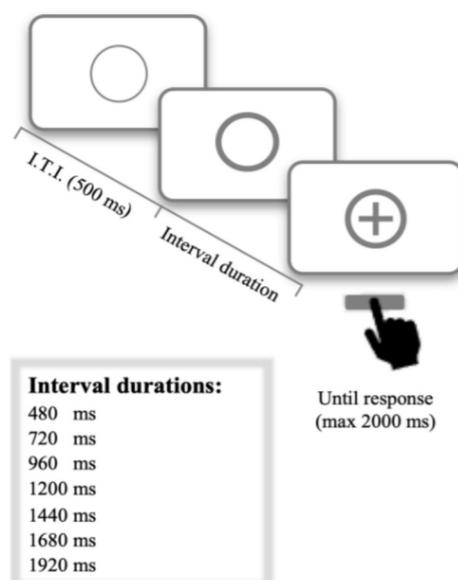


Figura 5: Rappresentazione grafica del Foreperiod Task (Capizzi et al., 2022)

Il compito è così chiamato perché in psicologia per *foreperiod* si intende l'intervallo di tempo tra il cue attentivo (il cerchio grigio) e la comparsa dello stimolo target (la croce) durante il quale il soggetto si prepara a rispondere. In tal modo, ci si aspetta che i tempi di reazione allo stimolo target siano tanto più brevi tanto più l'intervallo foreperiod sia lungo (effetto foreperiod) (Capizzi & Correa, 2018).

5. Discussione dei risultati

5.1 Analisi dei dati

	Age	Education	BDI	STAI
Media	23.5	14.8	11.8	40.9
Mediana	24	16	10.0	39.0
Deviazione standard	2.56	1.95	8.00	10.8
Minimo	18	8	0	23
Massimo	30	18	51	73

I dati raccolti sono stati analizzati con il software statistico Jamovi (versione 2.5.5).

Per quanto riguarda i punteggi al BDI (Beck et al., 1961; Scilligo, 1983), 112 soggetti hanno riportato un livello di sintomatologia depressiva minimo ($BDI_{totale} \leq 13$), 34 soggetti hanno riportato un livello lieve ($14 \leq BDI_{totale} \leq 19$), 18 soggetti hanno riportato un livello moderato ($20 \leq BDI_{totale} \leq 28$) e 6 soggetti hanno riportato un livello grave ($29 \leq BDI_{totale} \leq 63$) (Figura 6). Relativamente ai livelli di ansia (Spielberg, et al., 1983; Pedrabissi & Santinello, 1989), 30 soggetti hanno riportato un livello di sintomatologia clinicamente significativo (cut-off STAI Y1 ≥ 51 per i maschi, ≥ 58 per le femmine), mentre 140 soggetti non hanno superato tale soglia (Figura 7).

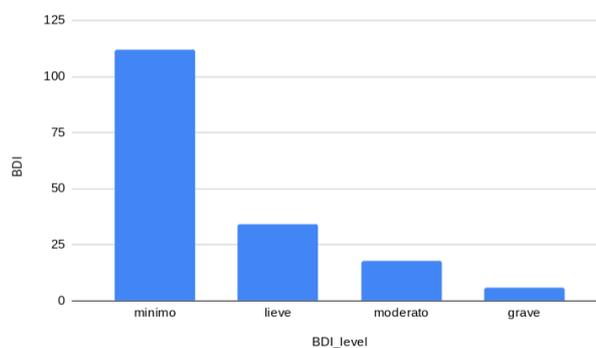


Figura 6: livelli di sintomatologia depressiva nei partecipanti

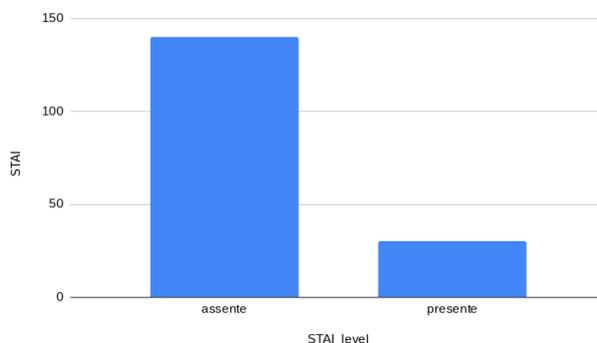


Figura 7: livelli di sintomatologia ansiosa nei partecipanti

Per l'analisi dei dati lo stesso approccio statistico è stato applicato sia per il compito esplicito (*Time Bisection Task*) che per quello implicito (*Foreperiod Task*).

Nello specifico, per il compito implicito, i dati sono stati analizzati con un ANOVA a misure ripetute, avente come variabile dipendente il tempo di reazione dei partecipanti, come covariata i punteggi riportati al BDI e allo STAI e fattore within la durata di presentazione dello stimolo. E' risultato statisticamente significativo l'effetto della durata sui tempi di reazione: $F(6) = 14.092$, $p < 0.001$. Gli altri effetti invece non si sono dimostrati essere significativi: ciò significa che si è verificato, come prefigurato nelle ipotesi della ricerca, l'effetto Foreperiod descritto precedentemente, a causa del quale all'aumentare della durata presentata si ha una diminuzione del tempo di reazione (Figura 8).

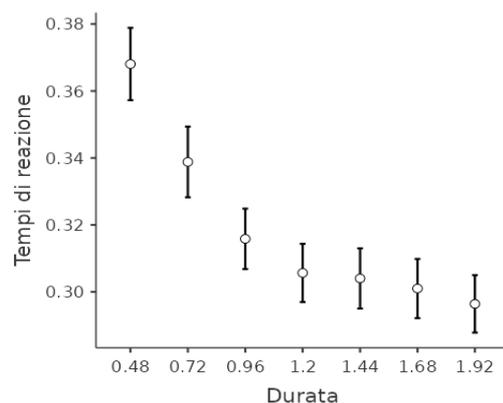


Figura 8: Rappresentazione grafica dei tempi di reazione in relazione alle durate nel *Foreperiod Task*

Anche nell'analisi dei risultati del task di bisezione temporale è stata impiegata l'ANOVA a misure ripetute e sono state utilizzate le risposte dei partecipanti "L" come variabile dipendente. L'analisi mostra che è presente un effetto significativo della durata dello stimolo: $F(6) = 79.147$, $p < 0.001$. Ciò sta ad indicare che, all'aumentare della durata di presentazione dello stimolo, la probabilità di rispondere "L" aumenta (Figura 9). È stato inoltre rilevato un effetto significativo sulla performance dei punteggi riportati allo STAI: $F(1) = 4.93$, $p = 0.028$.

A conferma delle ipotesi avanzate inizialmente, dunque, è possibile osservare un effetto dei punteggi riportati STAI sulla performance temporale solo nel compito esplicito e non in quello implicito.

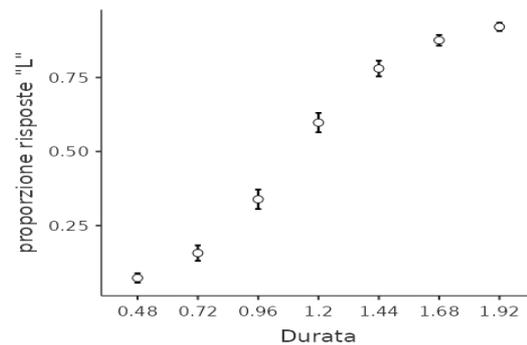


Figura 9: Proporzione di risposte “L” in relazione alle durate dello stimolo

5.2 *Discussione e conclusione*

Questo lavoro di tesi si propone di esaminare le differenze nella percezione implicita ed esplicita del tempo tra individui con sintomi ansiosi e depressivi. Diversi studi hanno evidenziato che i soggetti ansiosi tendono a sottostimare il tempo, principalmente a causa di deficit nei processi attentivi e di memoria (Mioni et al., 2016). Pertanto, ci si aspetta che i partecipanti con livelli più elevati di ansia mostrino una performance peggiore nel *Foreperiod Task* e una maggiore variabilità nel *Time Bisection Task*, oltre a una tendenza a sottostimare le durate temporali. Per quanto riguarda i soggetti depressi, la maggior parte della letteratura indica che le alterazioni nella percezione del tempo siano collegate a cambiamenti nel pacemaker interno (Grondin, 2010; Mioni et al., 2016). Si ipotizza quindi che un alto livello di depressione sia associato a variazioni significative nelle prestazioni del *Foreperiod Task* e a una sovrastima del tempo nel *Time Bisection Task*. Di seguito dunque, verranno discussi i risultati ottenuti dai partecipanti nei due compiti temporali.

Il *Foreperiod Task*, essendo un compito implicito, coinvolge i processi di elaborazione temporale del soggetto senza che sia richiesto esplicitamente di concentrarsi sullo scorrere del tempo (Capizzi et al., 2022). In particolare, l’elaborazione temporale può

essere inferita dal *Foreperiod Effect*, che si manifesta con una riduzione del tempo di reazione man mano che aumenta la durata dello stimolo presentato. Questo fenomeno è legato alla cosiddetta *Hazard Function*, che rappresenta l'aumento della probabilità che un evento accada in base al fatto che non si è ancora verificato (Capizzi et al., 2022), implicando così un processo di gestione delle informazioni temporali. Tale effetto risulta confermato anche dalla presente sperimentazione. Dall'analisi dei risultati del *Foreperiod Task* emerge infatti un effetto significativo delle durate presentate sui tempi di risposta, mostrando che all'aumentare della durata presentata corrisponde una diminuzione dei tempi di risposta, cioè una predisposizione generale ad anticipare lo stimolo, che aumenta con il tempo trascorso dalla presentazione dello stimolo di avvertimento. Per quanto riguarda i risultati del test BDI-II, non è stato riscontrato alcun effetto dei punteggi del test sulle prestazioni, contrariamente all'ipotesi che livelli elevati di depressione portino a un rallentamento dei tempi di risposta, dovuto a un rallentamento dell'orologio interno e delle capacità psicomotorie (Mioni et al., 2016). Questi risultati sembrano dunque supportare l'ipotesi di Thones & Oberfield (2015), secondo cui la depressione non influenzerebbe la capacità di giudizio delle durate temporali.

Il *Time Bisection Task* permette invece di indagare la percezione e l'elaborazione delle informazioni temporali (Dalla Bella et al., 2017; Kopec & Brody, 2010) e può quindi essere utilizzato come indice di funzionamento e velocità dell'orologio interno. Dall'analisi dei risultati della presente sperimentazione risulta, come prevedibile, che all'aumentare delle durate presentate aumenta anche la probabilità di rispondere "lungo". È stato inoltre riscontrato un effetto significativo dell'ansia sulla performance dei soggetti, che potrebbe indicare una compromissione nella sensibilità temporale dei soggetti ansiosi dovuta a deficit cognitivi legati all'attenzione e alla memoria. A conferma delle ipotesi avanzate inizialmente, dunque, è possibile osservare un effetto dei punteggi riportati STAI sulla performance temporale solo nel compito esplicito e non in quello implicito. Non è invece emersa alcuna

significatività per quanto riguarda l'effetto della depressione su un'eventuale sovrastima o sottostima delle durate temporali.

A conclusione di quanto appena discusso, è bene precisare che questo studio sperimentale presenta diversi limiti che potrebbero essere affrontati in futuro per ottenere risultati differenti. Innanzitutto, è importante sottolineare alcune problematiche legate al campione utilizzato: la natura non clinica dei partecipanti e l'eterogeneità nella somministrazione dei test. Un limite significativo riguarda la composizione del campione, in quanto i soggetti non sono stati suddivisi in gruppi distinti di persone esclusivamente ansiose o esclusivamente depresse. Considerando l'elevata comorbidità tra queste due condizioni psicopatologiche (American Psychiatric Association, 2013), è plausibile che questa sovrapposizione abbia avuto un impatto sui risultati dello studio. Nel campione utilizzato, infatti, nessuno dei partecipanti con sintomi depressivi gravi presentava livelli di ansia non significativi. Futuri studi di ricerca dovrebbero considerare l'utilizzo di campioni separati, per distinguere meglio gli effetti dell'ansia da quelli della depressione. Inoltre, va tenuto presente che non era noto se alcuni partecipanti fossero in trattamento farmacologico o seguissero una psicoterapia, il che potrebbe aver portato a una sottostima dell'effetto misurato.

Bibliografia

Ahern, E., & Semkovska, M. (2017). Cognitive functioning in the first-episode of major depressive disorder: A systematic review and metaanalysis. *Neuropsychology*, 31(1), 52–72.

Allan, L. G. (1979). The perception of time. *Perception & psychophysics*, 26(5), 340-354.

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, 743-771.

American Psychiatric Association. (2013). *Diagnostic and statistical manual of mental disorders* (5th ed.). Arlington, VA: Author.

American Psychological Association. (2015). *APA Dictionary of Psychology* (2nd ed.).

Arbula, S., Pacella, V., De Pellegrin, S., Rossetto, M., Denaro, L., D'Avella, D. & Vallesi, A. (2017). Addressing the selective role of distinct prefrontal areas in response suppression: A study with brain tumor patients. *Neuropsychologia*, 100, 120-130.

Baethge, C. (2004). Time experience and time judgment in major depression, mania and healthy subjects. A controlled study of 93 subjects. *Acta Psychiatrica Scandinavica*, 109(3), 222-229.

- Bar-Haim, Y., Kerem, A., Lamy, D., & Zakay, D. (2010). When time slows down: The influence of threat on time perception in anxiety. *Cognition and emotion*, 24(2), 255-263.
- Barnes, R., & Jones, M. R. (2000). Expectancy, attention, and time. *Cognitive Psychology*, 41(3), 254–311.
- Beck, A. T., Ward, C. H., Mendelson, M., Mock, J., & Erbaugh, J. (1961). An inventory for measuring depression. *Archives of general psychiatry*, 4(6), 561-571.
- Beck, A. T., Epstein, N., Brown, G., & Steer, R. A. (1988). An inventory for measuring clinical anxiety: Psychometric properties. *Journal of Consulting and Clinical Psychology*, 56(6), 893-897.
- Biermann, T., Kreil, S., Groemer, T. W., Maihöfner, C., Richter-Schmiedinger, T., Kornhuber, J., & Sperling, W. (2011). Time perception in patients with major depressive disorder during vagus nerve stimulation. *Pharmacopsychiatry*, 44(05), 179-182.
- Benazzi, F. (2006). Various forms of depression. *Dialogues in Clinical Neuroscience*, 8(2), 151–161.
- Berggren, N., & Derakshan, N. (2013). Attentional control deficits in trait anxiety: Why you see them and why you don't. *Biological Psychology*, 92(3), 440–446.

- Biermann, T., Kreil, S., Groemer, T. W., Maihöfner, C., Richter-Schmiedinger, T., Kornhuber, J., & Sperling, W. (2011). Time perception in patients with major depressive disorder during vagus nerve stimulation. *Pharmacopsychiatry*, 44(05), 179-182.
- Bindra, D., & Waksberg, H. (1956). Methods and terminology in studies of time estimation. *Psychological bulletin*, 53 (2), 155.
- Bishop, S. J. (2007). Neurocognitive mechanisms of anxiety: An integrative account. *Trends in Cognitive Sciences*, 11(7), 307-316.
- Bishop, S. J. (2009). Trait anxiety and impoverished prefrontal control of attention. *Nature neuroscience*, 12(1), 92-98.
- Blewett, A. E. (1992). Abnormal subjective time experience in depression. *The British Journal of Psychiatry*, 161(2), 195-200.
- Block, R. A. (1990). Models of psychological time. In R. A. Block (Ed.), *Cognitive models of psychological time*, 1–35.
- Block, R. A., Grondin, S., & Zakay, D. (2018). Prospective and retrospective timing processes: Theories, methods, and findings. In *Timing and time perception: Procedures, measures, & applications* (pp. 32-51).

- Block, R. A., & Gruber, R. P. (2014). Time perception, attention, and memory: A selective review. *Acta psychologica*, 149, 129-133.
- Brown, P., & Green, M. (2017). The interplay between anxiety and depression: A comprehensive review. *Journal of Psychological Research*, 45(4), 345-360.
- Brown, S. W. (1997). Attentional resources in timing: Interference effects in concurrent temporal and nontemporal working memory tasks. *Perception & Psychophysics*, 59, 1118–1140.
- Brunia, C. H. M., de Jong, B. M., van den Berg-Lenssen, M. M. C., & Paans, A. M. J. (2000). Visual feedback about time estimation is related to a right hemisphere activation measured by PET. *Experimental Brain Research*, 130(3), 328–337.
- Bschor, T., Ising, M., Bauer, M., Lewitzka, U., Skerstupeit, M., Müller-Oerlinghausen, B., & Eysenck, M. W., & Calvo, M. G. (1992). Anxiety and performance: The processing efficiency theory. *Cognition & emotion*, 6(6), 409-434.
- 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.
- Burle, B., & Casini, L. (2001). Dissociation between activation and attention effects in time estimation: Implications for internal clock models. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 27, 195–205.

- Chakrabarty, T., Hadjipavlou, G., & Lam, R. W. (2016). Cognitive Dysfunction in Major Depressive Disorder: Assessment, Impact, and Management. *Focus: Journal of Life Long Learning in Psychiatry*, 14(2), 194–206.
- Cheng, R. K., Ali, Y. M., & Meck, W. H. (2007). Ketamine “unlocks” the reduced clock-speed effects of cocaine following extended training: evidence for dopamine–glutamate interactions in timing and time perception. *Neurobiology of learning and memory*, 88(2), 149-159.
- Church, R. M., & Gibbon, J. (1982). Temporal generalization. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 8(2), 165.
- Cook, E. P., & Pack, C. C. (2012). Parietal Cortex Signals Come Unstuck in Time. *PLoS Biology*, 10(10).
- Correa, A., Lupiáñez, J., & Tudela, P. (2005). Attentional preparation based on temporal expectancy modulates processing at the perceptual level. *Psychonomic bulletin & review*, 12(2), 328–334.
- Correa, A. (2010). Enhancing behavioural performance by visual temporal orienting. In Nobre, A.C., and J.T. Coull (Eds.), *Attention and time*. Oxford University Press., 357-370.
- Coull, J. T., & Nobre, A. C. (1998). Where and when to pay attention: the neural systems for directing attention to spatial locations and to time intervals as revealed by both

PET and fMRI. *The Journal of neuroscience: the official journal of the Society for Neuroscience*, 18(18), 7426–7435.

Coull, J. T., & Nobre, A. C. (2008). Dissociating explicit timing from temporal expectation with fMRI. *Current opinion in neurobiology*, 18(2), 137-144.

Coull, J. T., Vidal, F., Nazarian, B., & Macar, F. (2004). Functional anatomy of the attentional modulation of time estimation. *Science*, 303(5663), 1506-1508.

Coull, J. T., Vidal, F., Nazarian, B., & Macar, F. (2004). Functional anatomy of the attentional modulation of time estimation. *Science*, 303(5663), 1506-1508.

Coull, J. T., Cheng, R.-K., & Meck, W. H. (2011). Neuroanatomical and Neurochemical Substrates of Timing. *Neuropsychopharmacology*, 36(1), 3–25.

Craske, M. G., Rauch, S. L., Ursano, R., Prenoveau, J., Pine, D. S., & Zinbarg, R. E. (2009). What is an anxiety disorder? *Depression and Anxiety*, 26(12), 1066–1085.

Dennis, M., Edelstein, K., Hetherington, R., Copeland, K., Frederick, J., Blaser, S. E., Kramer, L. A., Drake, J. M., Brandt, M., & Fletcher, J. M. (2004). Neurobiology of perceptual and motor timing in children with spina bifida in relation to cerebellar volume. 10. doi:10.1016/j.neuropsychologia.2009.11.028.

Desimone, R., & Duncan, J. (1995). Neural mechanisms of selective visual attention. *Annual Review of Neuroscience*, 18(1), 193–222.

- Droit-Volet, S. (2019). The temporal dynamic of emotion effects on judgment of durations. *The illusions of time: philosophical and psychological essays on timing and time perception*, 103-125.
- Droit-Volet, S., & Coull, J. T. (2016). Distinct developmental trajectories for explicit and implicit timing. *Journal of experimental child psychology*, 150, 141-154.
- Droit-Volet, S., & Meck, W. H. (2007). How emotions colour our perception of time. *Trends in cognitive sciences*, 11(12), 504-513.
- Droit-Volet, S., Fayolle, S. L., & Gil, S. (2011). Emotion and time perception: effects of film-induced mood. *Frontiers in integrative neuroscience*, 5, 33.
- Droit-Volet, S., Mermillod, M., Cocenas-Silva, R., & Gil, S. (2010). The effect of expectancy of a threatening event on time perception in human adults. *Emotion*, 10(6), 908.
- Elithorn, A., & Lawrence, C. (1955). Central inhibition-some refractory observations. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 7(3), 116-127.
- Elwood, L. S., Wolitzky-Taylor, K., & Olatunji, B. O. (2012). Measurement of anxious traits: a contemporary review and synthesis. *Anxiety, Stress & Coping*, 25(6), 647-666.

- Erlhagen, W., & Schöner, G. (2002). Dynamic field theory of movement preparation. *Psychological review*, 109(3), 545.
- Eysenck, M. W., & Calvo, M. G. (1992). Anxiety and performance: The processing efficiency theory. *Cognition & emotion*, 6(6), 409-434.
- Eysenck, M. W., Derakshan, N., Santos, R., & Calvo, M. G. (2007). Anxiety and cognitive performance: Attentional control theory. *Emotion*, 7(2), 336–353.
- Favaro, A., Sambataro, F., (2021). *Manuale di Psichiatria*, 26-29.
- Fayolle, S., Gil, S., & Droit-Volet, S. (2015). Fear and time: Fear speeds up the internal clock. *Behavioural processes*, 120, 135-140.
- Fontes, R., Ribeiro, J., Gupta, D. S., Machado, D., Lopes-Júnior, F., Magalhães, F., Bastos, V. H., Rocha, K., Marinho, V., Lima, G., Velasques, B., Ribeiro, P., Orsini, M., Pessoa, B., Araujo Leite, M. A., & Teixeira, S. (2016). Time perception mechanisms at central nervous system. *Neurology International*, 8(1).
- Gibbon, J. (1977). Scalar expectancy theory and Weber's law in animal timing. *Psychological review*, 84(3), 279.
- 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.

- Gil, S., & Droit-Volet, S. (2011). "Time flies in the presence of angry faces"... depending on the temporal task used! *Acta psychologica*, 136(3), 354-362.
- Gil, S., & Droit-Volet, S. (2012). Emotional time distortions: the fundamental role of arousal. *Cognition & emotion*, 26(5), 847-862.
- Grommet, E. K., Droit-Volet, S., Gil, S., Hemmes, N. S., Baker, A. H., & Brown, B. L. (2011). Time estimation of fear cues in human observers. *Behavioural processes*, 86(1), 88-93.
- Gotlib, I. H., & Hammen, C. L. (2008). *Handbook of Depression*. Guilford Press.
- Grondin, S., & Plourde, M. (2007). Judging Multi-Minute Intervals Retrospectively. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 60(9), 1303–1312.
- Grondin, S. (Ed.). (2008). *Psychology of time*. Emerald Group Publishing.
- Grondin, S. (2010). Timing and time perception: A review of recent behavioral and neuroscience findings and theoretical directions. *Attention, Perception, & Psychophysics*, 72(3), 561-582
- Grondin, S. (2019). *The perception of time: Your questions answered*. Routledge.
- Grupe, D. W., & Nitschke, J. B. (2013). Uncertainty and anticipation in anxiety: An integrated neurobiological and psychological perspective. *Nature Reviews Neuroscience*, 14(7), 488-501.

- Hawkins, J. D., Doueck, H. J., & Lishner, D. M. (1988). Changing Teaching Practices in mainstream Classrooms to Improve Bonding and Behavior of Low Achievers. *American Educational Research Journal*, 25(1), 31–50.
- Hopson, J. W. (2003). General learning models: Timing without a clock. In W. H. Meck (Ed.), *Functional and neural mechanisms of interval timing*, 23–60.
- Hur, J., Stockbridge, M. D., Fox, A. S., & Shackman, A. J. (2019). Dispositional negativity, cognition, and anxiety disorders: An integrative translational neuroscience framework. *Progress in Brain Research*, 375–436.
- Ivry, R. B., & Hazeltine, R. E. (1992). Introduction models of timing-with-a-timer. In *Time, Action and Cognition*, 183-189).
- Ivry, R. B., & Schlerf, J. (2008). Dedicated and intrinsic models of time perception. *Trends in cognitive Sciences*, 12, 273-280.
- Johnson, S. A., Roberts, K. L., & Stewart, J. (2020). Anxiety in everyday life: The impact on mental health. *Clinical Psychology Review*, 50(2), 212-225.
- Kendler, K. S., Gatz, M., Gardner, C. O., & Pedersen, N. L. (2006). A Swedish national twin study of lifetime major depression. *American Journal of Psychiatry*, 163(1), 109-114.

- Kent, L., Van Doorn, G., & Klein, B. (2019). Time dilation and acceleration in depression. *Acta psychologica*, 194, 77-86.
- Kircanski, K., Joormann, J., & Gotlib, I. H. (2012). Cognitive aspects of depression. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Cognitive Science*, 3(3), 301–313.
- Kitamura, T., & Kumar, R. (1983). Time estimation and time production in depressive patients. *Acta Psychiatrica Scandinavica*, 68(1), 15-21.
- Knowles, K. A., & Olatunji, B. O. (2020). Specificity of trait anxiety in anxiety and depression: Meta-analysis of the State-Trait Anxiety Inventory. *Clinical Psychology Review*, 82, 101928.
- Koch, G., Oliveri, M., Torriero, S., Salerno, S., Gerfo, E. L., & Caltagirone, C. (2007). Repetitive TMS of cerebellum interferes with millisecond time processing. *Experimental Brain Research*, 179(2), 291–299. <https://doi.org/10.1007/s00221-006-0791-1>.
- Kornbrot, D. E., Msetfi, R. M., & Grimwood, M. J. (2013). Time perception and depressive realism: judgment type, psychophysical functions and bias. *PLOS one*, 8(8), e71585.
- Ivry, R. B., & Hazeltine, R. E. (1995). Perception and production of temporal intervals across a range of durations: evidence for a common timing mechanism. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 21(1), 3.

- Lake, J. I., LaBar, K. S., & Meck, W. H. (2016). Emotional modulation of interval timing and time perception. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 64, 403-420.
- Large, E. W. (2008). Resonating to musical rhythm: theory and experiment. *The psychology of time*, 189-231.
- LeDoux, J. E. (2012). Rethinking the emotional brain. *Neuron*, 73(4), 653-676.
- LeMoult, J., & Gotlib, I. H. (2019). Depression: A cognitive perspective. *Clinical Psychology Review*, 69(69), 51–66.
- Macar, F., Grondin, S., & Casini, L. (1994). Controlled attention sharing influences time estimation. *Memory & cognition*, 22(6), 673-686.
- Mahlberg, R., Kienast, T., Bschor, T., & Adli, M. (2008). Evaluation of time memory in acutely depressed patients, manic patients, and healthy controls using a time reproduction task. *European Psychiatry*, 23(6), 430-433.
- Maimon, G., & Assad, J. A. (2006). A cognitive signal for the proactive timing of action in macaque LIP. *Nature Neuroscience*, 9(7), 948–955. <https://doi.org/10.1038/nn1716>.
- Mathews, A., & MacLeod, C. (2005). Cognitive Vulnerability to Emotional Disorders. *Annual Review of Clinical Psychology*, 1(1), 167–195.

- Meck, W. H. (2003). Functional and neural mechanisms of interval timing. CRC Press.
- Mento, G., Tarantino, V., Vallesi, A., & Bisiacchi, P. S. (2015). Spatiotemporal neurodynamics underlying internally and externally driven temporal prediction: a high spatial resolution ERP study. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 27(3), 425-439.
- Merchant, H., Harrington, D. L., & Meck, W. H. (2013). Neural basis of the perception and estimation of time. *Annual Review Neuroscience*, 36(1), 313-336
- Mioni, G., Stablum, F., McClintock, S. M., & Grondin, S. (2014). Different methods for reproducing time, different results. *Attention, Perception, & Psychophysics*, 76, 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.
- Morgan, M. J., Watamaniuk, S. N. J., & McKee, S. P. (2000). The use of an implicit standard for measuring discrimination thresholds. *Vision research*, 40(17), 2341-2349.
- Msetfi, R. M., Murphy, R. A., & Kornbrot, D. E. (2012). The effect of mild depression on time discrimination. *Quarterly journal of experimental psychology*, 65(4), 632-645.

- Münzel, K., Gendner, G., Steinberg, R., & Raith, L. (1988). Time estimation of depressive patients: The influence of interval content. *European Archives of Psychiatry and Neurological Sciences*, 237, 171–178.
- Niemi, P., & Näätänen, R. (1981). Foreperiod and simple reaction time. *Psychological Bulletin*, 89(1), 133–162.
- Nobre, A. C., Correa, A., & Coull, J. T. (2007). The hazards of time. *Current opinion in neurobiology*, 17(4), 465-470.
- Noulhiane, M., Mella, N., Samson, S., Ragot, R., & Pouthas, V. (2007). How emotional auditory stimuli modulate time perception. *Emotion*, 7(4), 697.
- Oberfeld, D., Thönes, S., Palayoor, B. J., & Hecht, H. (2014). Depression does not affect time perception and time-to-contact estimation. *Frontiers in Psychology*, 5, 810.
- Ogden, R. S., Moore, D., Redfern, L., & McGlone, F. (2015). The effect of pain and the anticipation of pain on temporal perception: A role for attention and arousal. *Cognition and Emotion*, 29(5), 910-922.
- Phelps, E. A., & LeDoux, J. E. (2005). Contributions of the amygdala to emotion processing: from animal models to human behavior. *Neuron*, 48(2), 175-187.

- Praamstra, P., Kourtis, D., Kwok, H. F., & Oostenveld, R. (2006). Neurophysiology of implicit timing in serial choice reaction-time performance. *The Journal of neuroscience: the official journal of the Society for Neuroscience*, 26(20), 5448–5455.
- Ratcliffe, M. (2012). Varieties of temporal experience in depression. *Journal of Medicine and Philosophy*, 37(2), 114-138.
- Richter, P., & Benzenhöfer, U. (1985). Time estimation and chronopathology in endogenous depression. *Acta psychiatrica Scandinavica*, 72(3), 246–253.
- Rosenbaum, D. A. (2002). Time, space, and short-term memory. *Brain & Cognition*, 48, 52-65.
- Rubia, K., & Smith, A. (2004). The neural correlates of cognitive time management: A review. *Acta neurobiologiae experimentalis*.
- Sarason, I. G., & Stoops, R. (1978). Test anxiety and the passage of time. *Journal of Consulting and Clinical Psychology*, 46(1), 102–109.
- Sarigiannidis, I., Grillon, C., Ernst, M., Roiser, J. P., & Robinson, O. J. (2020). Anxiety makes time pass quicker while fear has no effect. *Cognition*, 197, 104116.
- Sévigny, M. C., Everett, J., & Grondin, S. (2003). Depression, attention, and time estimation. *Brain and cognition*, 53(2), 351-353.

- Smith, A. B., & Jones, C. D. (2020). Physiological correlates of anxiety and fear. *Journal of Clinical Psychology*, 76(2), 123-135.
- Smith, R. J., & Wesson, C. D. (2019). Co-occurrence of anxiety and depression: A review of common pathways. *Journal of Affective Disorders*, 77(3), 231-244.
- Spencer, R. M., Verstynen, T., Brett, M., & Ivry, R. (2007). Cerebellar activation during discrete and not continuous timed movements: an fMRI study. *Neuroimage*, 36(2), 378-387
- Spielberger, C. D., & Gorsuch, R. L. (1983). Manual for the State-Trait Anxiety Inventory (Form Y) : “self-evaluation questionnaire”. *Consulting Psychologists Press, Inc.*
- Staddon, J. E. R., & Higa, J. J. (1999). Time and memory: Towards a pacemaker-free theory of interval timing. *Journal of the experimental analysis of behavior*, 71(2), 215-251.
- Taatgen, N. A., van Rijn, H., & Anderson, J. (2007). An integrated theory of prospective time interval estimation: The role of cognition, attention, and learning. *Psychological Review*, 114(3), 577–598.
- Thomas, E. A., & Weaver, W. B. (1975). Cognitive processing and time perception. *Perception & psychophysics*, 17(4), 363-367.

- Thönes, S., & Oberfeld, D. (2015). Time perception in depression: A meta-analysis. *Journal of affective disorders*, 175, 359-372.
- Tipples, J. (2008). Negative emotionality influences the effects of emotion on time perception. *Emotion*, 8(1), 127.
- ToVote, P., Fadok, J. P., & Lüthi, A. (2015). Neuronal circuits for fear and anxiety. *Nature Reviews Neuroscience*, 16(6), 317-331.
- Treisman, M. (1963). Temporal discrimination and the indifference interval: Implications for a model of the "internal clock". *Psychological Monographs: General and Applied*, 77(13), 1.
- Treisman, M. (2013). The information-processing model of timing: Its sources and further development. *Timing & Time Perception*, 1(2), 131-158.
- Triviño, M., Correa, Á., Lupiáñez, J., Funes, M. J., Catena, A., He, X., & Humphreys, G. W. (2016). Brain networks of temporal preparation: A multiple regression analysis of neuropsychological data. *NeuroImage*, 142, 489-497
- Tysk, L. (1984). Time perception and affective disorders. *Perceptual and Motor Skills*, 58(2), 455-464.

- Vallesi, A., & Shallice, T. (2007). Developmental dissociations of preparation over time: deconstructing the variable foreperiod phenomena. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 33(6), 1377.
- Van Wassenhove, V., Wittmann, M., Craig, A. D., & Paulus, M. P. (2011). Psychological and neural mechanisms of subjective time dilation. *Frontiers in neuroscience*, 5, 56.
- Wallace M., Rabin A.I. (1960). Temporal experience. *Psychological Bulletin*, 57, 213-236.
- Watson, D., & Clark, L. A. (1984). Negative affectivity: The disposition to experience aversive emotional states. *Psychological Bulletin*, 96(3), 465-490.
- Wearden, J. H. (2016). *The psychology of time perception*. Springer.
- Wearden, J. H., & Penton-Voak, I. S. (1995). Feeling the heat: Body temperature and the rate of subjective time, revisited. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology Section B*, 48(2b), 129-141.
- Wearden, J. H., Norton, R., Martin, S., & Montford-Bebb, O. (2007). Internal clock processes and the filled-duration illusion. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 33(3), 716.
- Whyman, A. D., & Moos, R. H. (1967). Time perception and anxiety. *Perceptual and motor skills*, 24(2), 567-570.

- Wiener, M., Turkeltaub, P., & Coslett, H. B. (2010). The image of time: a voxel wise meta-analysis. *Neuroimage*, 49(2), 1728-1740.
- Williams, J. M. G., Watts, F. N., MacLeod, C., & Mathews, A. (1997). *Cognitive psychology and emotional disorders (Vol. 2)*. Chichester: Wiley.
- Williams, L. M. (2018). The heavy burden of depression: Emotional and psychological impacts. *Journal of Mental Health*, 32(1), 101-115.
- Wing, A. M. (2002). Voluntary timing and brain function: an information processing approach. *Brain and cognition*, 48(1), 7-30.
- Wittmann, M. (2011). Moments in time. *Frontiers in integrative neuroscience*, 5, 66.
- Wyrick, R. A., & Wyrick, L. C. (1977). Time experience during depression. *Archives of General Psychiatry*, 34(12), 1441-1443.
- Yoo, J.-Y., & Lee, J.-H. (2015). The effects of valence and arousal on time perception in individuals with social anxiety. *Frontiers in Psychology*, 6.
- Zakay, D. (2005). Attention et jugement temporel [Attention and duration judgment]. *Psychologie Française*, 50(1), 65–79

Zakay, D., & Block, R. A. (1996). The role of attention in time estimation processes.

Time, Internal Clocks and Movement, 143–164

Zakay, D., & Block, R. A. (1997). Temporal cognition. *Current Directions in*

Psychological Science, 6(1), 12–16

Zakay, D., & Block, R. A. (2004). Prospective and retrospective duration judgments: An

executive-control perspective. *Acta Neurobiologiae Experimentalis*, 64(3), 319–328.

Zeiler, M. D. (1999). Time without clocks. *Journal of the Experimental Analysis of*

Behavior, 71, 288-291.

Zelaznik, H. N., Spencer, R. M. C., & Ivry, R. B. (2002). Dissociation of explicit and

implicit timing in repetitive tapping and drawing movements. *Journal of Experimental Psychology*.