



# **UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA**

**Dipartimento di Psicologia Generale, DPG**

**Dipartimento di Filosofia, Sociologia, Pedagogia  
e Psicologia applicata, FISPPA**

**Corso di Laurea Magistrale in Psicologia clinico-dinamica**

**Tesi di Laurea Magistrale**

## **L'effetto di ansia e depressione sulla percezione del tempo**

**The effects of depression and anxiety on time perception**

*Relatrice:*

Prof.ssa Giovanna Mioni

*Laureando:* Davide Fava

*Matricola:* 2016622

*Anno Accademico 2022/2023*

# Indice

Introduzione.....	4
<b>1. Percezione del tempo, tra teoria e ricerca .....</b>	<b>6</b>
1.1 Percezione del tempo e modelli teorici.....	8
1.1.1 <i>Breve introduzione storica sulla ricerca sulla percezione del tempo.....</i>	<i>8</i>
1.1.2 <i>Teorie sulla presenza di un orologio interno: percezione del tempo come output di un sistema dedicato .....</i>	<i>12</i>
1.1.3 <i>Teorie sull'assenza di un orologio interno: percezione del tempo come output di altri meccanismi cognitivi.....</i>	<i>20</i>
1.2 Percezione del tempo, costrutti teorici e ricerca empirica.....	23
1.2.1 <i>Tempo prospettico e retrospettivo.....</i>	<i>23</i>
1.2.2 <i>Tempo implicito ed esplicito.....</i>	<i>25</i>
1.2.3 <i>Principali tasks utilizzati nella ricerca scientifica sulla percezione del tempo.....</i>	<i>27</i>
<b>2. Ansia, depressione e percezione del tempo.....</b>	<b>33</b>
2.1 Il ruolo delle emozioni nei processi di percezione del tempo.....	33
2.1.1 <i>Emozioni, percezione del tempo e arousal .....</i>	<i>34</i>
2.1.2 <i>Emozioni, percezione del tempo e attenzione.....</i>	<i>36</i>
2.2 La depressione e il suo impatto sulla percezione del tempo .....	39
2.3 L'ansia e il suo impatto sulla percezione del tempo .....	51
<b>3. La ricerca.....</b>	<b>58</b>
3.1 Obiettivi e ipotesi .....	58

3.2.	Soggetti .....	60
3.3.	Procedimento .....	60
3.4.	Questionari di autovalutazione impiegati.....	61
3.5.	Task temporali utilizzati .....	63
3.6.	Risultati.....	65
<b>4.</b>	<b>Discussione e conclusione .....</b>	<b>72</b>
4.1.	Foreperiod Task .....	73
4.2.	Time Bisection Task .....	76
4.3.	ZTPI .....	77
4.4.	Conclusioni e prospettive future.....	79
	<b>BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>83</b>

## Introduzione

La vita dell'essere umano è inevitabilmente inserita in una dimensione sia spaziale che soprattutto temporale, e l'elaborazione cognitiva delle informazioni legate allo scorrere del tempo assume quindi una fondamentale importanza per comprendere le modalità con cui facciamo esperienza del mondo (Rubia & Smith, 2004). 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). L'ansia e la depressione sono due condizioni psicopatologiche che influenzano significativamente la percezione dello scorrere del tempo (Thones & Oberfield, 2015; Mioni, Stablum, Prunetti & Grondin, 2016), e lo studio dei loro effetti sui processi di elaborazione temporale può rivelarsi molto utile per meglio comprendere il funzionamento dell'orologio interno. 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 processi 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).

Per il presente progetto di tesi è stato condotto uno studio sperimentale preliminare allo scopo di indagare l'esatta natura delle alterazioni dei processi di percezione del tempo ad opera dei sintomi ansiosi e depressivi in soggetti non clinici. In particolare, sono stati impiegati due task temporali: il Foreperiod Task per esaminare la percezione del tempo implicito e il Time Bisection Task per esaminare la percezione del tempo esplicito (Coull & Nobre, 2008; Capizzi, Visalli, Faralli & Mioni, 2022). I risultati sono stati analizzati in funzione dei livelli di ansia e depressione dei soggetti, per identificare i processi specifici intaccati dalle due condizioni psicopatologiche e per verificare l'eventuale tendenza a sovrastimare o a sottostimare le durate temporali.

## **1. Percezione del tempo, tra teoria e ricerca**

Per percezione del tempo si può intendere la capacità di un individuo di percepire 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). Questa funzione cognitiva, molto spesso data per scontata, 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). Ovviamente la percezione del tempo pregna anche la vita di noi esseri umani, in ogni sfaccettatura della quotidianità: basti pensare all'importanza del sequenziare correttamente gli eventi e gli stimoli ambientali nel calcolare il tempo necessario ad attraversare una strada trafficata, nel riuscire a mantenere il giusto ritmo nelle conversazioni o nell'inferire che qualcosa non stia funzionando correttamente, come ad esempio un sito internet troppo lento (Harrington, Castillo, Greenberg, Song, Lessig, Lee & Rao, 2011; Lewis & Meck, 2012; Matthews & Meck, 2014; Meck, 2003).

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). Data la natura della percezione del

tempo, che permea così profondamente le nostre vite, e data la sua profonda variabilità individuale e contestuale, si potrebbe ipotizzare che questo aspetto della vita cognitiva sia stato indagato ed esplorato esaurientemente dalla ricerca scientifica. In realtà, la capacità di percepire il tempo è stata oggetto di un numero esiguo di indagini e le categorie dell'esperienza temporale non sono state chiaramente definite, se confrontate ad altri ambiti di ricerca cognitiva: prendendo come esempio la percezione visiva è infatti possibile individuare diversi sotto-ambiti specifici della stessa, come la percezione del colore, della distanza, della forma e del movimento, tutte concettualmente e teoricamente strutturate (Grondin, 2010). Non si può dire lo stesso per la letteratura sulla percezione del tempo, che come già anticipato presenta spesso varie interpretazioni, concettualizzazioni e definizioni dei costrutti in contrasto tra loro. Prima di esplorare le modalità di ricerca empirica sulla percezione del tempo e il suo eventuale legame con sintomi di ansia e depressione, è quindi opportuno effettuare un breve e conciso excursus sulla letteratura passata e sui principali modelli teorici sviluppati dai diversi autori, oltre che individuare e fare chiarezza sui concetti chiave più spesso citati.

## 1.1 Percezione del tempo e modelli teorici

### 1.1.1 Breve introduzione storica sulla ricerca sulla percezione del tempo

Molte delle domande poste da filosofi del passato e dagli scienziati che per primi tentarono di indagare empiricamente la psiche umana sono estremamente rilevanti ancora oggi: Qual è l'esatta natura del tempo? Esiste uno speciale organo di senso o una parte del cervello adibita alla percezione del tempo? Il tempo può essere definito una variabile discreta o continua? Percepriamo il tempo in modo inconsapevole, o in modo attivo e deliberato (Roedelein, 2008)? Per fare chiarezza e comprendere appieno gli attuali modelli sperimentali sulla percezione del tempo, può rivelarsi estremamente utile ripercorrere i principali impianti teorici ad essa associati e introdurre brevemente quello che è stato l'inizio di questo ambito di ricerca. Per motivi di sintesi e pertinenza, in questa sede non verranno trattate le formulazioni filosofiche e fenomenologiche sulla natura del tempo, così da potersi focalizzare sulla letteratura empirica moderna.

I concetti precursori della ricerca sulla percezione del tempo possono essere ricondotti ai primi studi empirici basati sul paradigma del tempo di reazione e sul ritmo, già alla fine del 1800. La ricerca scientifica in psicologia nasce infatti insieme allo studio del cosiddetto *reaction time* (RT), definito come il tempo minimo che intercorre tra la presentazione di uno stimolo e la relativa risposta del soggetto allo stimolo stesso, che diventerà la più antica variabile dipendente della psicologia sperimentale (Woodworth & Schlosberg, 1965). Un altro costrutto



psicologico che spesso accompagnava il reaction time nelle prime indagini psicologiche è appunto il concetto di ritmo, che suscitava l'interesse dei primi psicologi sperimentali per la sua capacità di influire sullo stato emotivo, sulle aspettative e sulla soddisfazione degli individui (Lake et al., 2016). I primi progetti sperimentali significativi furono portati avanti da Ernst Wilhelm von Brücke, che analizzò la regolarità delle unità temporali percepite nelle sequenze ritmate (Brücke, 1871), ed Ernst Mach, che dimostrò la natura involontaria della riproduzione motoria delle sequenze ritmate e diede il fondamento per le successive teorie sul ritmo (Mach, 1865). Queste prime concettualizzazioni, oltre ad essere le fondamenta che permisero la nascita della ricerca scientifica in psicologia, rappresentano anche le prime manifestazioni di studio sulla percezione del tempo ad apparire nella letteratura legata alla scienza cognitiva.

Se i lavori sul tempo di reazione e sul ritmo possono essere considerati quindi i precursori della ricerca empirica psicologica, è con la fine del XIX secolo che è possibile individuare la transizione tra la vecchia tradizione filosofica razionalista e il nuovo approccio empirico e scientifico per quanto riguarda la ricerca sui fenomeni psicologici, grazie all'opera di William James, uno degli autori più influenti della storia della psicologia sperimentale (Benussi, 1908, 1909). È proprio nel lavoro di James che verranno avanzate per la prima volta alcune questioni fondamentali riguardanti il cosiddetto tempo psicologico (*psychological time*), che guidano ancora oggi la ricerca sulla percezione del tempo (Benussi, 1908, 1909). Per fare qualche esempio, L'autore statunitense portò avanti il problema della definizione del momento presente percepito, lo studio della transizione dallo stato di "simultaneità" (simultaneity) a quello di "successività"

(successiveness) e l'analisi delle differenze tra l'esperire il passare del tempo e ricostruirlo invece retrospettivamente, richiamandolo alla memoria (James, 1890). Attraverso i suoi progetti sperimentali, James raggiunse diverse conclusioni che diventeranno estremamente rilevanti per la ricerca futura, alcune delle quali particolarmente utili da riportare in questa sede: 1) al pari dei sensi tradizionali, la percezione del tempo può essere affinata con la pratica, come dimostrato anche dai disegni sperimentali contemporanei (James, 1890); 2) L'esperienza cosciente dello scorrere del tempo viene scandita in pulsazioni, come concettualizzato dalle successive teorie sul pacemaker interno (James, 1890); 3) Relativamente parlando un periodo di tempo denso di esperienze stimolanti viene percepito come breve nel momento presente ma come lungo quando lo si richiama alla memoria, mentre accade l'opposto per le esperienze monotone e piatte, concezione che anticipa i paradigmi prospettici e retrospettivi degli studi cognitivi sul tempo (James, 1890); 4) Lo scorrere del tempo viene percepito più velocemente man mano che l'invecchiamento avanza, fatto confermato dalle ricerche recenti (James, 1890). Da quanto riportato si può evincere la grande influenza che le formulazioni sperimentali degli albori della letteratura sulla percezione del tempo esercitano su quelle attuali, oltre che le difficoltà intrinseche di questo specifico ambito di studio: i quesiti e i punti focali della attuale discussione sul tema, infatti, sono sovrapponibili in parte a quelli sorti più di un secolo fa.

Durante la prima metà del XX secolo tuttavia l'interesse, la ricerca e la teorizzazione nell'area del tempo psicologico (e quindi della percezione del tempo) subì un declino notevole (Zelkind & Sprug, 1974). Questo calo di

produzione e investimento potrebbe essere dovuto all'elusività dei fenomeni temporali, alla progressiva ascesa del cognitivismo in Nord America e al lento abbandono del metodo introspettivo nella ricerca psicologica (Michon, 1994b). Soltanto alla fine degli anni '50 l'interesse nei confronti della psicologia del tempo intraprese una lenta rinascita, che portò allo sviluppo delle correnti teoriche e dei nuovi modelli di indagine che stimolano tuttora la ricerca contemporanea. Agli inizi degli anni '60, infatti, vennero sviluppati i primi modelli teorici quantitativi riferiti alla percezione del tempo di durate relativamente contenute, che ammettevano direttamente o indirettamente l'esistenza di un meccanismo comune sottostante alla percezione del tempo secondo le modalità visive e auditive (Allan, 1979). In particolare, due dei più influenti e pionieristici modelli quantitativi sono quelli di Creelman e Treisman, da cui deriveranno la maggioranza dei modelli moderni su cui è basata la presente trattazione. Nei modelli sopracitati, il soggetto basa i suoi giudizi sul numero di pulsazioni accumulate durante uno specifico intervallo temporale, le cui sorgenti sarebbero da individuarsi in strutture cognitive apposite (Creelman, 1962, Treisman, 1963). Gli autori quindi, avanzando questa teoria, misero le basi per lo sviluppo dei futuri modelli teorici strutturati attorno al concetto di *pacemaker* e orologio interno (*internal clock*), che teorizzano l'effettiva presenza di un processo cognitivo espressamente adibito alla percezione del tempo e che saranno l'oggetto principale del prossimo paragrafo.

### 1.1.2. *Teorie sulla presenza di un orologio interno: percezione del tempo come output di un sistema dedicato*

Come già anticipato, 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). Per questioni di sintesi, in questa sede verranno riportate le due prospettive teoriche principali sul funzionamento di questo ipotetico sistema dedicato, che viene spesso associato a un orologio interno (*Internal Clock*): da una parte la teoria del processo oscillatorio (*Oscillator Process*), secondo la quale la percezione del tempo sarebbe basata su un sistema dinamico e non lineare (Large, 2008; Erlhagen & Schöner, 2002), mentre dall'altra la teoria del processo pacemaker-contatore (*Pacemaker-Counter Process*), che ipotizza un sistema dedicato alla percezione del tempo funzionante secondo modalità lineari e inserito in una prospettiva *information-processing* (Ivry & Richardson, 2002; Rosenbaum, 2002; Wing, 2002). Anche se non verranno discusse, è doveroso portare all'attenzione l'esistenza di modelli teorici non inseribili nelle due categorie appena nominate. Per fare due esempi, il modello della clessidra doppia (*Dual-klepsydra model*) teorizza un sistema di percezione del tempo in cui l'accumulo delle durate viene esercitato da sistemi di inflow/outflow (Wackermann & Ehm, 2006), mentre il modello di Staddon e Higa, invece di richiamare alcun tipo di pacemaker o processo oscillatorio, ipotizza un effetto a cascata composto da diversi timer temporali, che determinano le durate in base a specifiche quantità di decadimento della memoria (Staddon & Higa, 1996, 1999).

I modelli oscillatori si basano sulla presenza di regolarità fisiche ricorsive nel flusso degli eventi ambientali, come ad esempio la musica, il parlato o la coordinazione motoria. Queste regolarità segnano l'inizio e la fine di diversi intervalli temporali consecutivi, e la natura ripetitiva di questi fenomeni ci permette di prevedere cognitivamente gli eventi futuri favorendo al contempo un setting mentale volto all'attesa e all'aspettativa. Questa attitudine viene chiamata *future-oriented attending mode* da M.R. Jones e Boltz, gli autori della teoria dell'aspettativa dinamica (*dynamic attending theory*, DAT), una delle più influenti tra i modelli teorici basati sul processo oscillatorio (M.R. Jones & Boltz, 1989). La *dynamic attending theory* formula la presenza di un processo oscillatorio in cui le oscillazioni prodotte dal nostro sistema nervoso centrale (*driven rhythm*) possono essere modificate dalle influenze di stimoli ricorsivi ambientali (*stimulus driving rhythm*) che portano alla sincronizzazione dei due ritmi, secondo il cosiddetto processo di *entrainment* (M.R. Jones, 2018). Quando lo stimolo ambientale cesserà, il *driven rhythm* persisterà e genererà una certa aspettativa temporale, oltre che a una rappresentazione cognitiva del tempo trascorso. La rappresentazione temporale risultante presenterà delle variabilità per quanto riguarda la durata che separa ogni dato ciclo e la differenza che intercorre tra l'esordio dello stimolo e il picco della pulsazione, a seconda della struttura temporale dei suddetti stimoli ambientali (M.R. Jones, 2018). L'adattamento del processo oscillatorio al contesto ha come conseguenza la sincronizzazione delle pulsazioni neurali e gli stimoli ambientali, modificando così le aspettative dell'individuo e la percezione del tempo risultante (M.R. Jones, 2018).

È doveroso specificare che non tutti i modelli basati sul processo oscillatorio sono legati specificatamente all'aspettativa. Per portare un esempio altri autori hanno ipotizzato la presenza di multipli oscillatori, ognuno di essi adibito a coprire una diversa periodicità (Church & Broadbent, 1990). Il modello in questione, invece di basarsi sull'aspettativa e sugli eventi ambientali, privilegia il ruolo del processo oscillatorio stesso che utilizzerebbe combinazioni di eventi neurali periodici per elaborare una rappresentazione delle durate temporali.

Nonostante i modelli basati sui processi oscillatori si siano rivelati estremamente utili, specialmente nei disegni sperimentali in cui vengono considerati intervalli temporali inseriti in sequenze ricorsive di segnali, la maggioranza dei modelli che teorizzano l'esistenza di un sistema dedicato adibito alla percezione del tempo fanno riferimento alla prospettiva del cosiddetto "pacemaker-contatore" (Wearden, 2016). In queste teorie, i giudizi sulle durate temporali vengono inferiti grazie a un singolo orologio interno (*internal clock*) che viene paragonato per l'appunto ad un dispositivo pacemaker-contatore. Come già anticipato, la prima formulazione nota di un modello basato su un pacemaker-contatore si deve a Creelman, seguito subito dopo da Treisman (Wearden, 2016). Il modello di Creelman comprendeva un meccanismo simile ad un orologio, composto da una sorgente di pulsazioni, un dispositivo adibito alla conta delle pulsazioni stesse e un meccanismo adibito al processo decisionale (Creelman, 1962). Secondo quanto teorizzato, quando due stimoli dalle durate differenti vengono presentati ad un eventuale soggetto il dispositivo contatore immagazzinerebbe per ciascuno di essi un numero diverso di pulsazioni emesse dal pacemaker, e questa differenza potrà essere utilizzata dall'apparato decisionale per effettuare una

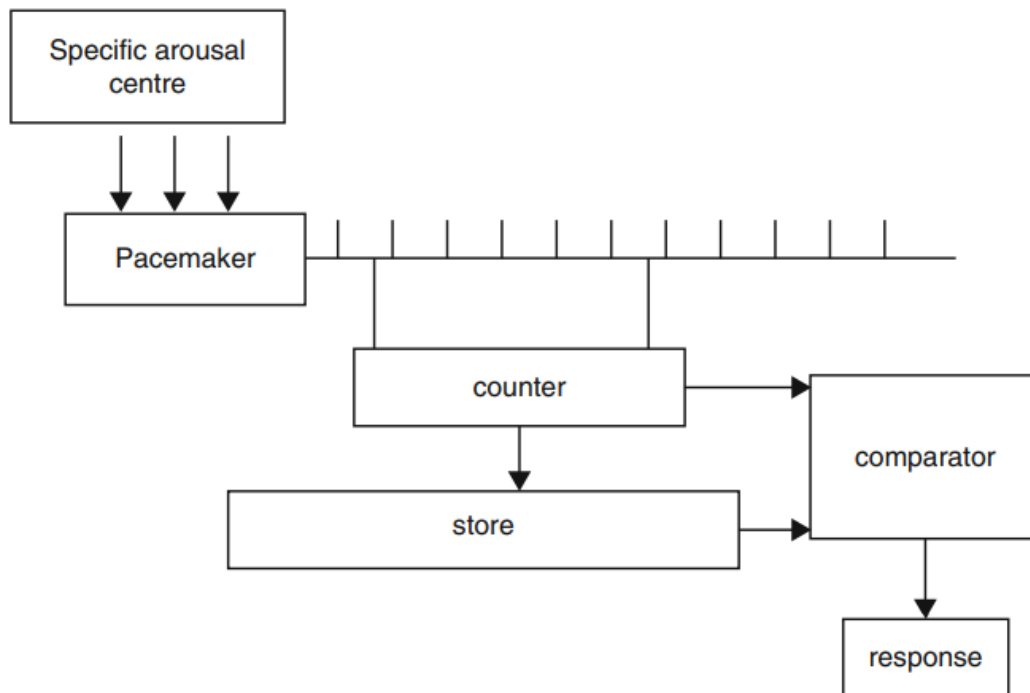
stima temporale più o meno accurata (Creelman, 1962). Creelman descrisse come, nella pratica, altri elementi possano influenzare la stima delle durate temporali elaborate grazie a questo sistema “pacemaker-contatore-decisione”: ad esempio, il soggetto deve registrare correttamente l’esatto inizio e l’esatta fine di ogni dato stimolo, e deve mantenere il ricordo del numero di pulsazioni accumulate relative agli stimoli precedenti. Variazioni nell’efficacia di questi processi, causate da fattori interni o esterni, influenzerebbero la fase decisionale e quindi spiegherebbero la variabilità delle performance dei risultati sperimentali (Creelman, 1962). L’approccio di Creelman fu il primo vero e proprio esempio di un modello basato su un ipotetico orologio interno, e la formulazione del cosiddetto pacemaker-contatore rappresentò l’inizio dello sviluppo della ricerca sulla percezione del tempo in termini quantitativi (Wearden, 2016).

Se Creelman diede il via allo sviluppo dei modelli basati sull’orologio interno, fu Treisman ad affinare e accrescere la comprensione teorica del suo funzionamento, ampliando il modello di Creelman e aggiungendo ulteriori meccanismi implicati nel processo di percezione del tempo. Il modello di Treisman è costituito in primo luogo dall’orologio interno, basato come quello di Creelman su un meccanismo pacemaker-contatore (Treisman, 1963). Il pacemaker emette pulsazioni regolari a seconda dell’attuale livello di arousal del soggetto, che possono essere accumulate in un contatore: quando un evento da valutare ha inizio le pulsazioni iniziano a venire accumulate nel contatore, e quando l’evento finisce l’accumulo di pulsazioni si interrompe. L’output generato dal contatore (il numero di pulsazioni associate ad un dato stimolo) viene poi inviato ad un’unità di stoccaggio, e verrà mantenuta grazie alla memoria di lavoro

fino alla fase di comparazione mentre le pulsazioni del secondo stimolo vengono registrate. Infine, le informazioni trattenute relative al numero di pulsazioni degli stimoli entrano in un comparatore, che permetterà di effettuare una decisione e un giudizio sulle durate implicate (Treisman, 2013). Treisman attribuì alcuni degli errori e delle distorsioni dei risultati sperimentali alla legge di Vierordt, che afferma che relativamente ad un compito di riproduzione di diverse durate comprese in un dato intervallo (come i task impiegati da Treisman nelle sue ricerche), i soggetti tenderanno a sovrastimare le durate più brevi e sottostimare le durate più lunghe (Lejeune & Wearden, 2009). Una delle teorizzazioni di Treisman che più influenzerà le ricerche sulla percezione del tempo successive, oltre che quelle attuali, è l'idea che il dispositivo pacemaker dell'orologio interno sia sensibile all'arousal del soggetto, e che quindi pulsò più velocemente nelle condizioni di arousal elevato e più lentamente nelle condizioni di arousal basso. L'autore arrivò a questa conclusione per spiegare delle sovrastime delle durate da parte dei soggetti nei compiti di riproduzione temporale effettuati in successione, e si rivelerà essenziale nella formulazione dei modelli teorici futuri (Wearden, 2008).



## TREISMAN (1963)



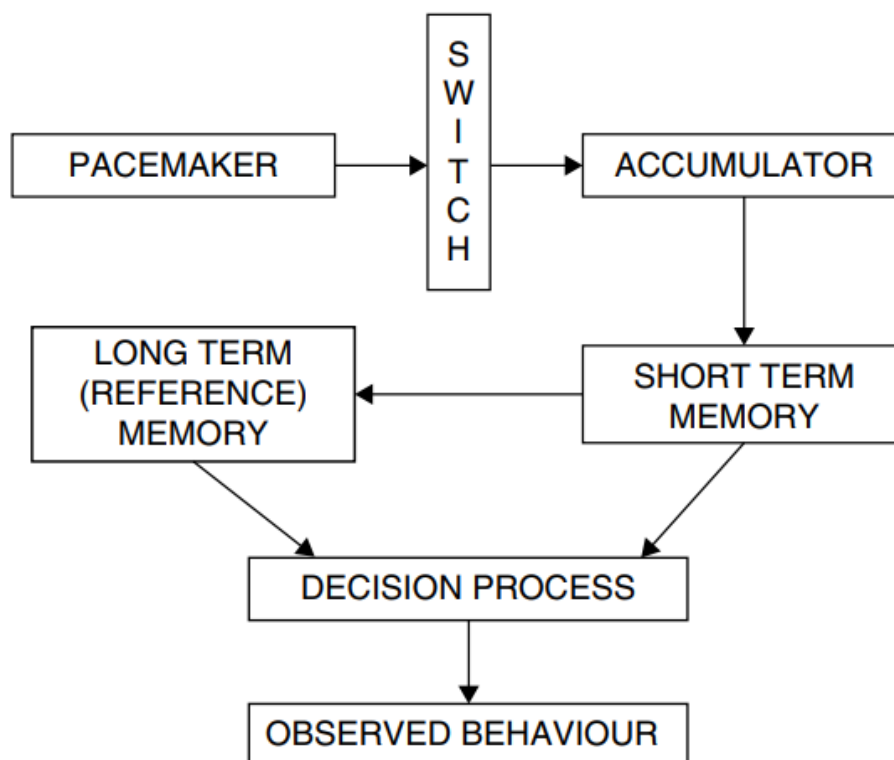
*Figura 1: Rappresentazione grafica del modello di Treisman (Wearden, 2016)*

Un'altra tappa fondamentale nel percorso di affinamento teorico dei modelli basati su un orologio interno e su un pacemaker-contatore è rappresentata dall'avvento della scalar expectancy theory (SET) (Gibbon, 1977; Church & Gibbon, 1982). Questo nuovo modello, formulato a partire da studi cognitivi sugli animali, divide il processo di percezione e giudizio degli intervalli temporali in tre livelli distinti: L'orologio interno stesso (che genera un input), la componente mnemonica e il processo decisionale (Meck, 2003). La SET si fonda su due proprietà: in primo luogo, la rappresentazione temporale media per una serie di giudizi temporali eguaglia il tempo reale (Eisler, 2003; Eisler, Eisler & Hellström, 2008); in secondo luogo, la variabilità dei giudizi temporali incrementa in modo

lineare con la rappresentazione temporale media (Lewis & Miall, 2009). Il fatto che la proporzione tra la variabilità del giudizio e la durata media della rappresentazione temporale rimane costante è in accordo con la legge di Weber, che afferma che la differenza sensoriale percepibile nella variazione di uno stimolo è proporzionale alla dimensione dello stimolo stesso (Gibbon, 1977).

Il nuovo modello basato sulla SET comprende anche in questo caso un dispositivo pacemaker, adibito alla genesi di pulsazioni costanti, e un accumulatore adibito alla conta e all'immagazzinamento delle pulsazioni associate a un dato stimolo, la cui lunghezza dipenderà dal numero stesso di pulsazioni. (Buhusi & Meck, 2005). Un nuovo elemento introdotto da questa formulazione è un meccanismo simile ad un interruttore (switch) regolato dall'attenzione, che medierebbe tra il pacemaker e l'accumulatore: quando non si investe attenzione sufficiente alle durate temporali l'interruttore rimane aperto, il circuito ipotetico di questo modello non viene chiuso e le pulsazioni non vengono registrate; Quando invece viene prestata attenzione allo scorrere del tempo l'interruttore e il circuito vengono chiusi e le pulsazioni possono essere immagazzinate nell'accumulatore (Buhusi & Meck, 2005). Una volta così ottenute le informazioni relative alle durate temporali, esse verranno inviate alla memoria di lavoro per poter essere successivamente confrontate con le informazioni relative ad altre durate. Se le informazioni in questione sono associate ad un intervallo di tempo che servirà da *standard* costante, esse verranno trasferite alla memoria a lungo termine per poter essere rievocate in futuro (Buhusi & Meck, 2005). L'ultima fase esplicitata dalla SET è quella costituita dal processo decisionale, in cui le durate immagazzinate nella memoria di lavoro e nella

memoria a lungo termine vengono confrontate allo scopo di determinare la differenza tra lo standard e la durata attualmente presentata. A ciò seguirà una risposta comportamentale, a seconda della valutazione del soggetto (Wearden, 2016). Come si evince da quanto scritto, le novità fondamentali introdotte dalla SET sono rappresentati dal ruolo primario dell'attenzione nel funzionamento del dispositivo pacemaker-contatore e dalla presenza di un doppio sistema di stoccaggio della memoria (Wearden, 2016).



**Figura 2:** Rappresentazione grafica del modello basato sulla SET (Wearden, 2016)

Questo nuovo modello, che sarà l'impianto teorico su cui si baseranno le teorie attuali sull'orologio interno, ammette quattro specifiche dimensioni che possono spiegare le variazioni e le distorsioni dei giudizi temporali, fondamentali per la ricerca contemporanea. Il primo livello riguarda le distorsioni dovute ad errori del pacemaker (*pacemaker error*), che possono derivare da alterazioni fisiologiche e del livello di arousal e che implicherebbero un'accelerazione o una decelerazione del ritmo di pulsazioni (Grondin, 2010). Il secondo livello è riferito alle distorsioni dovute ad errori del contatore (*counter error*), che risulterebbe sempre meno affidabile a mano a mano che la durata media della rappresentazione temporale aumenta (Grondin, 2010). Il terzo livello comprende le distorsioni derivanti da errori relativi al dispositivo interruttore (*switch error*), che porterebbero a percepire le durate relativamente più lunghe nel caso in cui una grande quantità di attenzione venga investita nel compito di giudizio temporale e relativamente più brevi nel caso in cui l'attenzione rivolta sia scarsa (Grondin, 2010). L'ultimo livello di distorsione del giudizio temporale riguarda gli errori del processo di memorizzazione e di decisione dipendenti da meccanismi cognitivi frontali e temporali superiori che, nonostante il modello sia basato sul sistema pacemaker-contatore, non è possibile ignorare (Grondin, 2010).

### *1.1.3 Teorie sull'assenza di un orologio interno: percezione del tempo come output di altri meccanismi cognitivi*

Nonostante la stragrande maggioranza della letteratura sulla percezione del tempo prenda come riferimento i modelli basati sulla presenza di un orologio interno, come già ampiamente discusso, molti autori hanno argomentato che non ci sia alcun bisogno di basarsi su un internal clock per descrivere i processi di

elaborazione delle informazioni temporali (Block, 1990; Hopson, 2003; Zeiler, 1998, 1999). Numerose teorizzazioni non fanno menzione di un meccanismo centrale dedicato, descrivendo invece la percezione del tempo in termini di meccanismi cognitivi associati all'attenzione e alla memoria attraverso indagini sperimentali focalizzate su lunghi intervalli di tempo (Ornstein, 1969). Ad esempio, nel campo del controllo motorio viene effettuata una distinzione tra il cosiddetto *event timing* (il processo di percezione del tempo rappresentazionale) e l'*emergent timing* (il processo di percezione del tempo non-rappresentazionale), e quest'ultimo non sarebbe implicato in alcun modo con le funzioni di elaborazione temporale esplicita (Zelaznik, Spencer & Ivry, 2008). Questa prospettiva teorica ipotizza che una singola modalità di percezione del tempo (in questo caso quella basata sull'orologio interno) non possa far fronte alla totalità delle periodicità temporali osservate nelle varie task di timing motorio (Studenka, Seegelke, Schütz, Schack et al., 2012). Una recente categoria di teorizzazioni sulla percezione del tempo fa riferimento a quelli che possiamo chiamare modelli intrinseci (*intrinsic models*) (Ivry & Schlerf, 2008), o sistemi coordinazione-dipendenti (*coordination-dependent system*) (Buonomano, 2007). Secondo questi modelli la stima delle durate temporali non dipenderebbe da un orologio interno, ma da variazioni tempo-correlate dello stato delle reti neurali (Paton & Buonomano, 2018). Le durate in questione vengono quindi rappresentate come pattern spaziali di attività neurali, e il processo di valutazione degli intervalli temporali dipende dal riconoscimento di tali pattern (Paton & Buonomano, 2018). Un'altra interpretazione recente, sviluppata a partire dalle ricerche sulla percezione visiva, adotta invece una prospettiva modalità-

specifica: sperimentazioni portate avanti da vari autori suggeriscono infatti che la percezione del tempo relativa a stimoli visivi sia influenzata dai movimenti oculari, a differenza di quella relativa a stimoli uditivi, e che quindi sarebbero implicati meccanismi neurali visivi (Morrone, Ross & Burr, 2005). Questa formulazione spiegherebbe il perché ci siano così tante differenze nella categorizzazione e discriminazione degli intervalli temporali tra le varie modalità sensoriali (Grondin, Roussel, Gamache, Roy, & Ouellet, 2005), oltre che chiarire i motivi sottostanti alla difficoltà nel traslare le abilità acquisite nei compiti di discriminazione temporale dal medium auditivo a quello visivo (Lapid, Ulrich, & Rammsayer, 2009).

## 1.2 Percezione del tempo, costrutti teorici e ricerca empirica

Dopo aver ripercorso brevemente le principali impalcature teoriche relative alla ricerca sulla percezione del tempo, è fondamentale riassumere i costrutti e i termini specialistici maggiormente impiegati dalla letteratura. Come già suggerito dalla sezione precedente, i modelli teorici sulla percezione del tempo sono profondamente legati alle procedure e ai disegni sperimentali utilizzati nelle indagini empiriche, e non sarebbe possibile comprendere le differenti conclusioni e formulazioni inerenti alle diverse linee di pensiero in merito senza un'adeguata conoscenza dei diversi aspetti della sperimentazione nell'ambito della stima delle durate temporali. Nella prossima sezione verranno quindi discusse brevemente le principali categorizzazioni operative utilizzate in questo campo di ricerca, e verranno poi elencati i principali tasks impiegati dai principali progetti sperimentali.

### *1.2.1. Tempo prospettico e retrospettivo*

Il primo esempio di distinzione tra tempo prospettico (prospective timing) e retrospettivo (retrospective timing), che diventerà poi centrale nella comprensione della percezione umana del tempo, fu introdotto da Hicks, Miller e Kinsbourne (1976). Questi autori descrissero il tempo prospettico come “la situazione nella quale i soggetti sperimentali sono informati in anticipo del ruolo centrale che la valutazione delle stime temporali rivestirà nei compiti a venire” (Hicks, Miller & Kinsbourne, 1976; Wearden, 2016), e il tempo retrospettivo come “la situazione in cui durante le sperimentazioni vengono poste ai soggetti domande inaspettate sul tempo, come ad esempio ‘Quanto tempo è passato da

quando hai iniziato a leggere questo paragrafo?” (Hicks et al., 1976; Wearden, 2016). Già da queste definizioni iniziali è possibile constatare quanto l'esistenza di questi costrutti teorici sia indissolubilmente legata alla ricerca empirica, in quanto espressamente formulate sulla base delle diverse procedure sperimentali utilizzate. La maggioranza della letteratura in merito suggerisce infatti che i meccanismi cognitivi sottesi ai compiti sperimentali basati sul tempo retrospettivo siano distinti da quelli basati sul tempo prospettico (Wearden, 2016), in quanto la prima coinvolgerebbe una valutazione delle durate temporali basata su un timer (Ivry & Hazeltine, 1992). A partire da questi presupposti è stato perciò ipotizzato che il tempo prospettico utilizzi meccanismi cognitivi direttamente collegati al già citato orologio interno e al sistema pacemaker-contatore, in cui l'attenzione assumerebbe un ruolo fondamentale al fine di elaborare la cosiddetta “durata esperita” (*experienced duration*) (Block, Grondin & Zakay, 2018; Mioni, Caballero, Clerici & Capizzi, 2021). Al contrario, il tempo retrospettivo coinvolge esclusivamente la rappresentazione della durata di eventi passati formulata a partire da un ricordo, e quindi si baserebbe principalmente su processi mnemonici invece che attentivi allo scopo di elaborare le informazioni relative alla “durata ricordata” (*remembered duration*) (Block, Grondin & Zakay, 2018; Mioni et al, 2021). Questa differenza fondamentale tra i due diversi paradigmi viene rispecchiata anche dai diversi disegni sperimentali, in quanto gli studi basati sul tempo prospettico si concentrano solitamente sul processamento di intervalli di tempo brevi (fino a qualche secondo) mentre quelli basati sul tempo retrospettivo prendono come riferimento intervalli di tempo più lunghi (Bisson, Tobin & Grondin, 2009).



Le stime delle durate retrospettive dipendono dalla discriminazione tra gli eventi accaduti durante il periodo di tempo interessato e quelli accaduti al di fuori di questo intervallo. Secondo il “modello del cambiamento contestuale” (contextual-change model) la rappresentazione della durata temporale presa in esame dipenderebbe dal numero di cambiamenti del contesto registrati dalla memoria durante quella stessa durata e l’abilità di ricordarli (Zakay, Block, 2004; Mioni et al., 2021): più è elevato il numero di cambiamenti contestuali registrati dal soggetto, più lunga sarà percepita la durata. Sebbene quanto precedentemente detto favorisca l’idea che i meccanismi sottostanti al tempo prospettico si basino unicamente sull’orologio interno e sul sistema pacemaker-contatore, ricerche recenti indicano che i processi prospettici possono essere influenzati dal numero di cambiamenti del contesto al pari dei processi retrospettivi, come formulato dalla *Event Segmentation Theory* (EST) (Kurby & Zacks, 2008; Mioni et al., 2021). Questa nuova linea di pensiero ha stimolato l’interesse verso la questione della differenziazione tra tempo prospettico e retrospettivo, alimentando la produzione teorica e sperimentale volta alla loro categorizzazione e alla localizzazione dei sistemi neuro-cognitivi implicati (Merchant, Harrington, Meck, 2013; Block, Grondin & Zakay, 2018; Mioni et al., 2021).

### *1.2.2. Tempo implicito ed esplicito*

Anche la distinzione tra tempo implicito ed esplicito (implicit timing e explicit timing) si basa su un costrutto funzionale direttamente derivato dalla ricerca empirica e dalle procedure sperimentali (Coull & Nobre, 2008). La distinzione tra le due dimensioni, relativamente alla procedura sperimentale, riguarda la presenza o meno di istruzioni esplicite che richiedono al soggetto di stimare

espressamente delle durate temporali. (Coull & Nobre, 2008). Nei compiti sperimentali espliciti il soggetto stimerà direttamente e consapevolmente la durata di uno stimolo attraverso tasks di discriminazione percettiva (perceptual discrimination), in cui il soggetto dovrà confrontare due stimoli e identificare il più lungo e il più corto, o attraverso tasks di risposta motoria (motor response), in cui il soggetto sarà tenuto a riprodurre la durata di uno stimolo attraverso atti motori (Coull & Nobre, 2008).

Nei compiti sperimentali impliciti, invece, l'elaborazione temporale del soggetto emerge come un sottoprodotto di tasks non-temporali, comunque composti da stimoli sensoriali che aderiscono strettamente a un framework temporale (Coull & Nobre, 2008). In questi disegni sperimentali, sebbene non sia richiesta una stima esplicita delle durate presentate, vengono comunque coinvolti meccanismi di elaborazione temporale implicita a causa della struttura ritmica e temporale dello stimolo stesso. L'elaborazione temporale implicita può essere inconscia e non intenzionale (esogena) o conscia e deliberata (endogena): i processi esogeni sono chiamati in causa come sottoprodotti dell'elaborazione di stimoli dalla struttura temporale regolare, mentre i processi endogeni si attivano quando il soggetto utilizza deliberatamente informazioni temporali per predire la comparsa di uno stimolo. In entrambi i casi, le aspettative temporali sono usate per migliorare la performance di compiti sperimentali non temporali (Coull & Nobre, 2008).

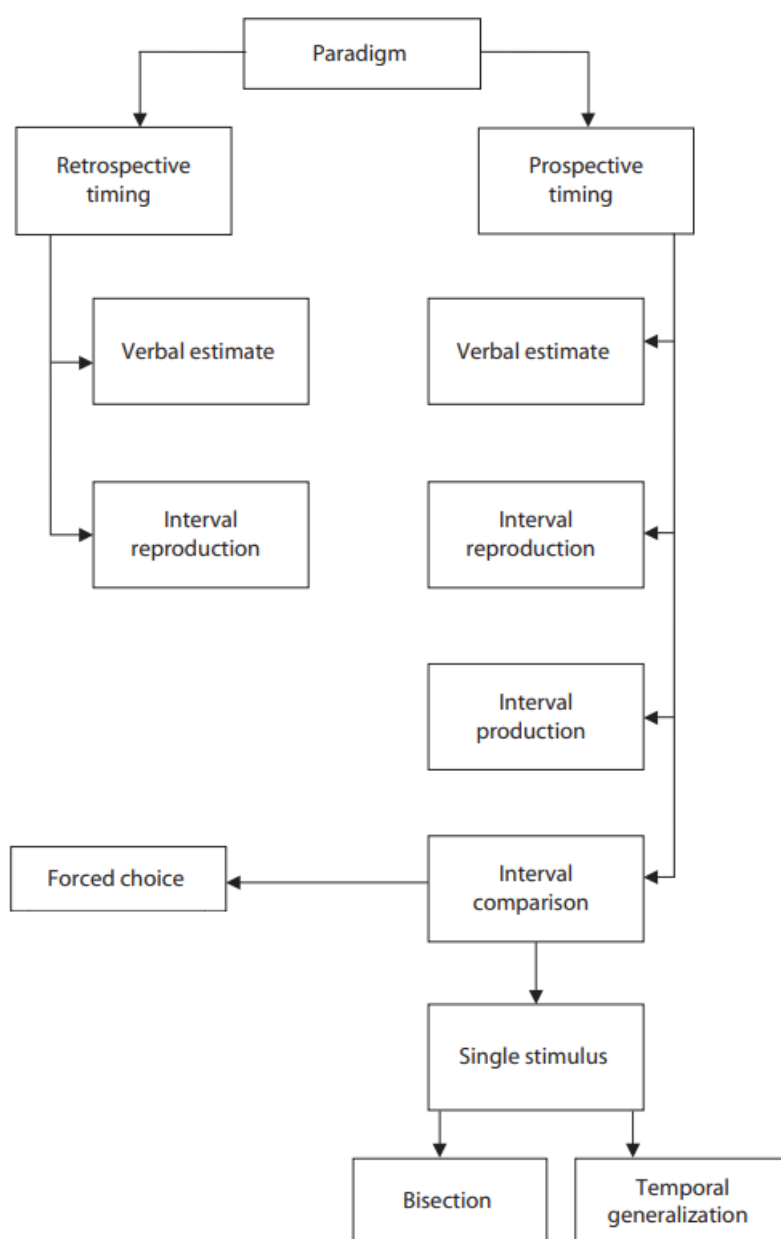
Diversi studi hanno dimostrato la presenza di una differenziazione funzionale tra tempo implicito ed esplicito, in quanto non risulta alcuna correlazione tra le performance registrate nei compiti temporali impliciti e quelli espliciti (Zelaznik,

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). Infine, è doveroso accennare ai progressi svolti dagli studi focalizzati sulla localizzazione neuro-cognitiva dei processi distinti adibiti al tempo esplicito ed implicito. I processi temporali espliciti sono risultati associati all'area motoria supplementare, ai gangli della base, al cervelletto, alla corteccia frontale inferiore destra e alle aree parietali (Coull & Nobre, 2008; Wiener, Turkeltaub & Coslett, 2010). I processi impliciti, d'altro canto, 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).

### *1.2.3. Principali tasks utilizzati nella ricerca scientifica sulla percezione del tempo*

Da quanto detto finora si evince quanto sia importante la definizione, differenziazione e selezione dei diversi tasks impiegati nelle ricerche sulla percezione del tempo. È quindi fondamentale delineare al meglio i compiti sperimentali maggiormente utilizzati in questo tipo di ricerche, oltre che individuare quali dimensioni della percezione del tempo risultano indagare. 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 precedentemente descritte, ossia quella prospettica e retrospettiva (Grondin, 2010). I task impiegati nelle ricerche prospettiche, che costituiscono la maggioranza della letteratura scientifica 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).



**Figura 3:** Principali tasks utilizzati nella ricerca sulla percezione del tempo (Grondin, 2019)

La prima di queste tipologie comprende i compiti basati sulla “stima verbale” (*verbal estimation*). Questi task coinvolgono la presentazione di un intervallo temporale ad un soggetto sperimentale attraverso uno stimolo sonoro o visivo, e il soggetto in questione avrà il compito di fornire una stima verbale della durata dell’intervallo stesso utilizzando una scala temporale nota (secondi o minuti) (Grondin, 2010; Grondin, 2019)

La seconda categoria 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 di una comune tastiera) al fine di segnare l’inizio e la fine dell’intervallo stesso o premendo un pulsante per il tempo considerato equivalente alla durata in questione (Grondin, 2010; Grondin, 2019).

La terza tipologia prende il nome di 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 esperito e quindi la durata percepita dell’intervallo stesso: ciò può essere svolto attraverso vari modi, come 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", o "comparazione di intervalli" (*Interval comparison*) (Grondin, 2019). Questo metodo, che comprende i task maggiormente utilizzati nella ricerca sulla percezione del tempo, richiede spesso al soggetto di comparare due intervalli temporali presentati in successione. Gli intervalli in questione sono scanditi da stimoli visivi o auditori 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).

Alcuni disegni sperimentali basati sul metodo comparativo 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". Per questo motivo questa tipologia di compiti sperimentali, chiamata "procedura a timolo singolo" (*single stimulus procedure*) può essere definita come procedure di categorizzazione invece che procedure di discriminazione, e i soggetti acquisiranno nel corso dei trial uno standard implicito su cui basarsi (Allan, 1979; Morgan, Watamaniuk & McKee, 2000, Grondin, 2019).

Sono presenti 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 sostanziale tra l'applicazione di queste modalità nel paradigma prospettico e nel paradigma retrospettivo è la diversa portata degli intervalli temporali implicati: se i task delle ricerche prospettiche impiegano durate che vanno dai millisecondi ai secondi, i task delle ricerche retrospettive impiegano solitamente durate molto più lunghe in modo tale da coinvolgere adeguatamente i processi mnemonici (Grondin, 2010; Grondin, 2019).

Nonostante i disegni sperimentali basati sul tempo esplicito siano i più utilizzati nella ricerca, i task impliciti assumono una grande rilevanza nello studio della percezione del tempo. I task in cui l'elaborazione temporale emerge indirettamente dalla regolarità temporale di un output motorio vengono detti task di "timing emergente" (*emergent timing*), mentre i compiti sperimentali 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). Quest'ultima

categoria di disegni sperimentali sono volti all'indagine della "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) allo scopo di migliorare l'accuratezza e la velocità dell'identificazione di uno stimolo bersaglio (Correa, 2010; Nobre, Correa, & Coull, 2007). A questo merito il task maggiormente utilizzato, e quello più attinente alla presente trattazione, è il cosiddetto "*Foreperiod Paradigm*" (FP). In questo compito sperimentale 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 in questione rimane costante viene invece chiamato *fixed foreperiod* (Correa, 2010; Nobre et al., 2007). La performance relativa a questa 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).



## **2. Ansia, depressione e percezione del tempo**

### 2.1 Il ruolo delle emozioni nei processi di percezione del tempo

La percezione del tempo, come è stato già anticipato, è un processo complesso e tutt'altro che stabile e lineare. Nell'ambito della psicologia sperimentale il tempo viene associato ad una sorta di illusione psicologica suscettibile alle variazioni dello stato emotivo dell'individuo (Droit-Volet, 2019), e già alla fine del XIX secolo fu formulato che la stima delle durate riguardasse fenomeni di ottica interna, strettamente correlati alle emozioni piacevoli e spiacevoli (Guyau, 1890). Allo stesso modo, la percezione del tempo riveste un ruolo fondamentale nell'espressione emotiva e nella relazionalità: l'efficacia e la natura delle interazioni sociali dipendono espressamente dalla capacità degli interlocutori di condividere la stessa dimensione e le stesse dinamiche temporali, che richiede quindi un processamento ininterrotto delle informazioni temporali (Chambon, Droit-Volet, & Niedenthal, 2008; Chambon, Gil, Niedenthal, & Droit-Volet, 2005; Droit-Volet & Gil, 2009; Droit-Volet & Meck, 2007).

L'interesse della comunità scientifica nei confronti delle possibili implicazioni dei vissuti emotivi sul funzionamento dell'orologio interno, interesse della presente trattazione, esplose solo di recente grazie al lavoro di alcuni stimati autori (Droit-Volet, Bruno, & Niedenthal, 2004). Grazie a questi studi, è ormai un'opinione ampiamente condivisa che i meccanismi del sistema pacemaker-contatore e le dinamiche mnemoniche coinvolte nella percezione del tempo debbano tener conto delle distorsioni e delle influenze delle emozioni (Droit-Volet, 2019). Basandosi sul modello della SET precedentemente descritto, la letteratura sul

tema ha individuato due principali dimensioni in cui le influenze emotive possono intaccare e modificare la percezione del tempo dei soggetti: i processi di arousal e la sfera attentiva (Gil & Droit-Volet, 2011; Droit-Volet, 2019). Per comprendere le modalità in cui ansia e depressione interagiscono sui meccanismi di percezione del tempo è fondamentale descrivere brevemente queste due componenti della percezione del tempo e le diverse situazioni in cui vengono alterate, grazie agli insight forniti dalle ricerche sull'interazione tra emotività e percezione del tempo.

### *2.1.1. Emozioni, percezione del tempo e arousal*

Per arousal si intende solitamente “uno stato di attivazione fisiologica o di responsività corticale, associata ad una stimolazione sensoriale” o “uno stato di eccitamento e di dispendio di energia associato ad una emozione, solitamente associato alla percezione della significatività di un evento o all'intensità fisica dello stimolo, che può facilitare o debilitare la performance di un soggetto” (American Psychological Association, 2015). Le principali influenze emotive sulla percezione del tempo indagate dalla ricerca sono proprio collegate ai processi di arousal, in quanto 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). Questo fenomeno sembra essere causato dall'attivazione dell'amigdala indotta dalla paura, che influenzerebbe i relativi processi sottocorticali implicati nella percezione delle durate (Gil & Droit-Volet, 2012; Ogden, Moore, Redfern & McGlone, 2015). È interessante notare che la sovrastima degli intervalli temporali è stata associata anche a stati emotivi connessi alla felicità e al benessere (Droit-Volet, Brunot, & Niedenthal, 2004; Efron, et al., 2006). Ciò suggerisce che i processi di arousal influenzano la percezione del tempo inducendo una sovrastima delle durate anche se connessi a stati emotivi positivi oltre che negativi (Gil & Droit-Volet, 2012). Questo fenomeno, descritto per la prima volta in relazione agli effetti delle emozioni sulla percezione del tempo, sarà particolarmente rilevante per analizzare gli effetti della riduzione dell'arousal sulla percezione del tempo degli individui affetti da depressione.

### 2.1.2. *Emozioni, percezione del tempo e attenzione*

Come è stato già descritto, i processi attentivi rivestono un ruolo fondamentale nella percezione del tempo. Secondo la teoria dell'orologio interno basata sulla SET, infatti, la quantità di risorse attentive investite sull'elaborazione delle informazioni temporali influenza significativamente le durate percepite (Wearden et al.). L'attenzione esercita questa influenza in quanto è strettamente implicata nel funzionamento del dispositivo interruttore (*switch*), che connette il dispositivo pacemaker al dispositivo accumulatore. Quando l'interruttore è chiuso, le pulsazioni del pacemaker sono trasferite all'accumulatore, permettendo così l'elaborazione della durata presa in esame. Al contrario, quando l'interruttore è aperto il circuito dell'orologio interno non risulterà attivo, e le pulsazioni derivanti dal pacemaker non verranno registrate. (Wearden, O'Rourke, Matchwick, Min & Maeers, 2010). Per questo motivo la capacità di cambiare lo stato dell'interruttore in modo rapido, reattivo e preciso nei momenti di inizio e di fine dell'intervallo da stimare risulta fondamentale per poter effettuare stime temporali accurate. I cambiamenti in questione sono mediati proprio dai processi attentivi e dalla quantità di risorse cognitive investite sull'elaborazione del tempo: se l'attenzione rivolta alla percezione della durata risulta deficitaria, aumenterà la probabilità di reagire troppo lentamente allo stimolo esterno e di aumentare di conseguenza la latenza della chiusura dell'interruttore, che porterà a percepire la durata in questione come relativamente più breve (Ogden et al., 2015). Una minore attenzione rivolta al passare del tempo potrebbe causare anche un "tremolio" (*flickering*) del dispositivo interruttore, che aprendosi e chiudendosi erroneamente nel corso dell'intervallo di tempo da stimare potrebbe causare la

mancata registrazione e quindi la perdita di pulsazioni provenienti dal pacemaker. Anche in questo caso, la conseguenza di tale fenomeno è una rappresentazione più breve della durata presa in esame rispetto alla durata oggettiva (Zakay, 2005; Droit-Volet, 2019).

La tendenza a sottostimare le durate temporali a causa dei processi basati sull'attenzione è stata analizzata anch'essa in relazione agli stati emotivi. In particolare, è emerso che i soggetti in cui è stato indotto uno stato emotivo legato alla vergogna tenderebbero appunto a percepire le durate come più brevi, sempre a causa degli effetti sui processi attentivi: secondo alcuni autori la vergogna, in quanto emozione autoriflessiva, coinvolgerebbe una riflessione cosciente su sé stessi che reindirizzerebbe le risorse attentive sottraendole all'elaborazione delle informazioni temporali (Haidt, 2003; Gil & Droit-Volet, 2012). Se la performance nei compiti di valutazione delle stime temporali viene influenzata dal dirottamento dell'attenzione sui propri stati interni, è plausibile supporre che lo stesso possa avvenire anche nei casi in cui l'attenzione venga invece dirottata verso l'ambiente esterno e verso stimoli percepiti come salienti dal soggetto. Numerose ricerche hanno dimostrato infatti che la presenza di stimoli legati al dolore e all'anticipazione del dolore, capaci di indurre quindi stati emotivi di paura nel soggetto, tendono ad alterare notevolmente la percezione delle durate (Eccleston & Crombez, 1999; Van Damme, Crombez, & Eccleston, 2004). Questo fenomeno sarebbe dovuto alla natura invasiva degli stimoli percepiti, che acquisirebbero quindi valore e salienza in quanto minacciosi per il soggetto e attrarrebbero quindi risorse attentive a discapito dell'elaborazione delle informazioni temporali (Ogden et al., 2015). Le dinamiche legate

all'attenzione e alla sottostima delle durate temporali appena descritte saranno particolarmente utili per comprendere appieno i diversi ruoli che l'ansia e la paura assumono nei processi di percezione del tempo.

Nonostante gran parte della letteratura sembri individuare nei processi di arousal i meccanismi primari e più rilevanti mediante i quali l'elaborazione delle informazioni temporali subisce alterazioni, lavori recenti suggeriscono che arousal e attenzione operino insieme sinergicamente nel produrre gli effetti osservati (Burle & Casini, 2001; Ogden, 2013; Wittmann & Paulus, 2009). Ad esempio stimoli che inducono paura possono catturare l'attenzione efficacemente, interferendo così sull'immagazzinamento delle pulsazioni, ma allo stesso tempo potrebbero portare ad un incremento dei livelli di arousal, inficiando la velocità del dispositivo pacemaker. Questa interazione reciproca è stata relativamente poco indagata dalla maggioranza della letteratura in merito (Ogden et al., 2015), ma come verrà descritto più avanti nella trattazione riveste una certa rilevanza nella differenziazione e nello studio degli effetti peculiari che la depressione e l'ansia hanno sulla percezione del tempo.

## 2.2 La depressione e il suo impatto sulla percezione del tempo

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). 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. Prima di passare in rassegna le ricerche passate e i tentativi della letteratura di fare luce sulla questione, è utile descrivere brevemente i principali task utilizzati nello studio dell'interazione tra depressione e percezione del tempo.

Nelle scorse decadi, i potenziali effetti della depressione sulla percezione delle durate temporali sono stati indagati empiricamente attraverso quattro principali compiti sperimentali, già anticipati precedentemente (Msetfi et al., 2012). In primo luogo vi sono i cosiddetti compiti di "stima temporale verbale" (*verbal time estimation*), in cui un intervallo temporale viene presentato al soggetto, delineato solitamente da uno stimolo di inizio e di fine. L'individuo dovrà successivamente fornire una stima verbale della durata dell'intervallo temporale in questione, utilizzando unità temporali convenzionali (spesso secondi) (Bschor et al., 2004). In secondo luogo vi sono i task di "produzione temporale" (*time production*), in cui lo sperimentatore specifica un intervallo di tempo esprimendolo in unità

temporali e il soggetto sarà tenuto a riprodurlo, spesso premendo un pulsante per segnare l'inizio e la fine dell'intervallo in questione (Münzel et al., 1988; Tysk, 1984). Successivamente è possibile individuare la categoria dei task di "riproduzione temporale", in cui al soggetto viene presentato un intervallo temporale in modo analogo ai compiti di *verbal time estimation* e dovrà poi riprodurlo il più fedelmente possibile secondo le modalità già descritte per i compiti di *time production* (Münzel, Gendner, Steinberg & Raith, 1988; Tysk, 1984). L'ultima categoria di task maggiormente utilizzati nella ricerca sulla percezione del tempo nei pazienti affetti da depressione è quella di "discriminazione delle durate" (*duration discrimination*, anche conosciuta come *interval comparison*), in cui due intervalli di tempo di durate differenti sono presentati al soggetto sperimentale, che dovrà poi individuare il più lungo e il più breve (Msetfi, Murphy & Kornbrot, 2012; Sevigny, Everett & Grondin., 2003). I compiti di *verbal time estimation*, *time production* e *time reproduction* sono stati utilizzati principalmente in lavori sperimentali focalizzati sulla durata media delle stime temporali dei soggetti o sulla deviazione delle stime temporali rispetto ai valori oggettivi, comparando l'errore medio dei pazienti depressi con quello dei pazienti sani (Thönes & Oberfeld, 2015). Per i compiti di *duration discrimination* spesso la performance è invece caratterizzata dalla soglia oltre la quale la differenza tra le due durate risulta non percepibile dai soggetti, e viene identificata abitualmente nella differenza tra le due durate che porta al 75% delle risposte corrette (Thönes & Oberfeld, 2015). Oltre a questi compiti sperimentali fondamentali, numerosi studi presentano ai soggetti task di valutazione dell'esperienza soggettiva del passare del tempo, spesso in forma di questionari



*self report* o mediante *visual analogue scales* (VAS). Durante le VAS ai soggetti viene chiesto di segnare un punto in una linea in cui gli estremi rappresentano uno scorrere del tempo molto lento e molto veloce (Bschor, Ising, Bauer, Lewitzka, Skerstupeit, Müller-Oerlinghausen & Baethge, 2004; Mundt, Kobak & Taylor, 1998; Oberfeld, Thones, Palayoor & Hecht, 2014). Questo tipo di task si differenzia notevolmente da quelle descritte precedentemente, in quanto viene indagato lo scorrere del tempo soggettivo invece che la percezione o la produzione di intervalli di tempo definiti. È doveroso riportare che gli effetti della depressione sulla percezione del tempo sono stati valutati anche attraverso altri compiti sperimentali, anche se meno frequentemente, come ad esempio task di pressione ripetuta e ritmica di un pulsante (Bolbecker, Hong, Kent, Forsyth, Klaunig, Lazar & Hetrick, 2011) o basati sulla stima del momento futuro di impatto tra elementi visivi riprodotti su schermo (Oberfeld et al., 2014).

Nella grande maggioranza dei casi, per predire le modalità possibili in cui la depressione possa influenzare la performance nei compiti sperimentali sulla percezione del tempo è stata presa in considerazione la succitata teoria del modello pacemaker-accumulatore, e in particolare l'impalcatura teorica basata sulla *Scalar Expectance Theory*. (Gibbon, Church & Meck, 1984; Meck, 1996). Come Già ampiamente illustrato, secondo il modello in questione 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. Ciò conduce alla possibilità di effettuare previsioni precise sulle differenze di performance tra i pazienti affetti da depressione e i pazienti sani, relativamente ad alcuni dei task precedentemente presentati (Msetfi et al., 2012). Un ipotetico soggetto sperimentale affetto da depressione, ad esempio, se sottoposto a compiti di *verbal estimation* tenderà ad accumulare più pulsazioni all' interno del dispositivo contatore e a effettuare stime temporali più lunghi dei soggetti di controllo, secondo il modello teorico della SET (Thönes & Oberfeld, 2015). Al contrario, nei task di *time production* gli stessi soggetti dovrebbero produrre durate più brevi rispetto ai soggetti non depressi, sempre a causa del superiore numero di pulsazioni registrate (Thönes & Oberfeld, 2015). Nei task di *time reproduction* invece, dato che l'intervallo da stimare non viene definito verbalmente ma viene presentato al soggetto in modo esplicito, la maggiore velocità del dispositivo pacemaker dovrebbe influenzare allo stesso modo sia la rappresentazione della durata percepita sia la sua riproduzione. Per questo motivo, seguendo la linea teorica della SET la velocità complessiva dell'orologio interno non dovrebbe indurre effetti rilevabili nei compiti di *time reproduction*, e quindi non emergerebbe alcuna differenza tra i due gruppi sperimentali (Thönes & Oberfeld, 2015). Infine, relativamente ai task di *time discrimination*, in cui viene richiesto al soggetto di individuare piccole differenze tra intervalli temporali di diversa durata, è possibile teorizzare che un maggiore rateo di pulsazioni del pacemaker corrisponda ad una maggiore sensibilità nella discriminazione temporale rispetto ai soggetti del gruppo di controllo (Grondin, 2010; Thönes & Oberfeld, 2015).

Uno dei lavori principali e maggiormente citati che riassume efficacemente gli studi complessivi volti ad indagare sugli effetti della depressione sulla percezione del tempo è la metanalisi svolta da Thönes & Oberfeld (2015). Gli autori, passando in rassegna la letteratura sull'argomento, hanno portato all'attenzione della comunità scientifica che per ognuno dei task sopracitati 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 sovrapproduzione 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 intacchi 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*. Un altro effetto rilevato, anche se di valore marginale, consiste nella tendenza dei pazienti depressi a sovrastimare le durate nei compiti di *verbal time estimation* e di mostrare una sensibilità temporale ridotta rispetto ai controlli nei compiti di *time discrimination*. 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, e gli effetti nulli della depressione nei compiti di *time reproduction* e *time discrimination* sono in linea con le predizioni del modello teorico. Nonostante ciò, la mancanza di significatività negli altri compiti sperimentali va contro questa teoria. In più, gli autori ipotizzano che anche i pochi risultati statisticamente significativi possano

essere poco informativi a causa di bias impliciti e problematiche metodologiche (Hedges & Olkin, 1985; Sutton & Higgins, 2008; Thönes & Oberfeld, 2015).

Nonostante le conclusioni della metanalisi siano contrarie all'ipotesi che la depressione incida sulla capacità di giudizio sulle durate temporali, gli autori stessi fanno presente che la mancata significatività delle correlazioni prese in esame 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 task, la differenza sintomatologica tra le diverse patologie depressivi 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 & Oberfeld e di costruire un adeguato modello teorico riguardante gli effetti della depressione sulla percezione soggettiva dello scorrere del tempo e sulla capacità di effettuare giudizi sulle durate temporali.

Studi recenti hanno 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; Kenta, Van Doorn & Klein, 2019). La differenza nel range temporale di riferimento di questi due distinti fenomeni è stata utilizzata da alcuni autori per spiegare le incongruenze riscontrate nella metanalisi di Thönes & 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; Kenta, Van Doorn & Klein, 2019). Lo stesso studio, oltre ad avanzare un'interpretazione per il fenomeno precedentemente descritto, si è occupato anche di 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 & Oberfeld, 2015). Questo tipo di gruppo sperimentale eterogeneo è stato identificato da Bschor et al. (2004) come un elemento confondente e fonte significativa di contraddittorietà dei risultati, e potrebbe 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, fino a 7 (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).

Alla luce delle problematiche metodologiche dello studio e delle sue conclusioni, altri lavori sperimentali degni di nota hanno fornito risultati capaci di apportare chiarezza sulla questione. Una recente sperimentazione si è occupata di indagare la percezione del tempo in pazienti depressi mediante compiti di riproduzione temporale e produzione temporale, allo scopo di identificare i processi cognitivi specifici implicati nelle modificazioni della percezione del tempo (Mioni et al., 2016). In particolare, i compiti di riproduzione temporale coinvolgono la memoria di lavoro e l'attenzione, e sono quindi sensibili alle alterazioni a livello del numero di pulsazioni accumulate nel contatore e dei processi mnemonici, mentre i compiti di produzione temporale sono efficaci nel rilevare efficacemente alterazioni a livello della velocità di pulsazione del dispositivo pacemaker (Block, Grondin & Zakay, 1998; Mioni, Mattalia & Stablum, 2013). Come predetto dalle teorie sul funzionamento dell'orologio interno e già appurato da gran parte della letteratura, dallo studio è emerso un effetto significativo della depressione sulla performance ai compiti di produzione temporale, confermando quindi la presenza di variazioni a livello del dispositivo pacemaker (Block, 1990; Block, 2010; Grondin, 2010; Mioni et al., 2013, 2016). In particolare, sebbene tutti i partecipanti della sperimentazione abbiano mostrato una tendenza alla sottoproduzione

temporale, nei pazienti depressi essa è risultata inferiore alla media negli intervalli di 1000 ms e 1500 ms, e accompagnata da una significativa sovrapproduzione temporale nell'intervallo dei 500 ms. Questi elementi sembrano suggerire che l'orologio interno dei pazienti depressi, a differenza di quanto ipotizzato dagli studi precedenti, tenda a rallentare invece che ad accelerare (Msetfi et al., 2012; Thönes & Oberfeld, 2015). I risultati in questione concordano con quanto osservato da altri autori relativamente alla significativa sovrapproduzione temporale negli intervalli superiori al secondo (Bschor et al., 2004; Kitamura & Kumar, 1982, 1983; Wyrick & Wyrick, 1977; Thönes & Oberfeld, 2015), e con il relativo rallentamento delle risposte agli stimoli durante i compiti di *reaction time task* e *phonemic fluency task* nei pazienti depressi (Block et al., 1998; McAuley, Jones, Holub, Johnston & Miller, 2006; Mioni et al., 2016) Per spiegare la sovrapproduzione temporale e l'ipotetica decelerazione dell'orologio interno nei pazienti depressi è stata avanzata l'ipotesi che il basso livello di arousal e il rallentamento dell'attività motoria e cognitiva propri degli stati depressivi influenzino il funzionamento del dispositivo pacemaker (Allman, Teki, Griffiths & Meck, 2014; Barr-Zisowitz, 2000). Questa teoria, come illustrato nella sezione precedente di questa trattazione, concorderebbe con quanto appurato dalla letteratura riguardante il legame tra arousal e percezione del tempo e porrebbe le basi per una comprensione clinica delle alterazioni temporali dei pazienti depressi. Sebbene la componente motoria dei task di riproduzione temporale possa aver influenzato i risultati a causa della minore reattività del campione affetto da depressione, la minore sottoproduzione osservata negli intervalli più lunghi di 1000 ms indica che questa non può essere l'unica causa (Mioni, Stablum,



McClintock & Grondin, 2014; Mioni et al., 2016). Inoltre, quando la performance ai task è stata analizzata in termini di *temporal variability*, ossia la variabilità delle stime temporali e la coerenza nelle produzioni e riproduzioni dei singoli soggetti, i pazienti affetti da depressione hanno presentato un'inferiore sensibilità al tempo rispetto ai soggetti di controllo, ad indicare una rappresentazione temporale relativamente instabile rispetto alla media. Anche in questo caso, tali osservazioni rientrano coerentemente nel quadro clinico depressivo e sono in sintonia con l'esperienza sintomatologica soggettiva riportata dai soggetti depressi, tra cui rientrano sentimenti di confusione, disorientamento e rallentamento psicomotorio (American Psychiatric Association, 2013; Mioni et al., 2016; Thönes & Oberfeld, 2015).

Come è stato brevemente descritto in questa sezione, 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. Numerosi lavori non hanno riscontrato alcun effetto significativo della depressione sulla percezione del tempo, e l'influente metanalisi condotta da Thönes & Oberfeld (2015) riconduce la scarsa significatività statistica delle correlazioni emerse e i risultati contraddittori all'effettiva assenza di alterazioni rilevabili della capacità di effettuare giudizi sulle stime temporali nei pazienti depressi. 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 dispositivo pacemaker (Bschor et al., 2004; Mioni et al., 2016; Kitamura & Kumar, 1982, 1983; Wyrick & Wyrick, 1977). Un rallentamento dell'orologio interno nei pazienti depressi, come anticipato sopra, sarebbe coerente con il basso livello di arousal e di responsività motoria dei soggetti, ma lascerebbe aperto l'interrogativo sulla percezione soggettiva dello scorrere del tempo nella depressione. Comprendere l'esperienza temporale soggettiva dei pazienti è probabilmente la chiave per chiarire il rallentamento nello scorrere del tempo, e strumenti di indagine mirati potrebbero rivelarsi estremamente utili in tal senso. I concetti di *mental presence* ed *experienced moment* (Kenta, Van Doorna & Klein, 2019) e la differenziazione tra le diverse dimensioni della temporalità soggettiva sono un esempio di lente attraverso la quale poter inquadrare i diversi modi di esperire lo scorrere del tempo nei pazienti depressi, tra accelerazioni e decelerazioni, che necessitano di ulteriori studi. In generale quindi per far luce sulla questione sono essenziali nuove ricerche in merito, sia per confermare gli effetti statistici della depressione sulla capacità di giudizio temporale sia per comprendere al meglio l'esatta natura dell'eventuale alterazione.

### 2.3. L'ansia e il suo impatto sulla percezione del tempo

La ricerca sull'interazione tra ansia e percezione del tempo, oltre ad essere meno rappresentata in letteratura rispetto a quella incentrata sulla depressione, condivide con quest'ultima le conclusioni apparentemente contraddittorie. 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. 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). 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*). 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).

Sia l'ansia di stato che l'ansia di tratto 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 per quanto riguarda i soggetti ansiosi (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 individuata dalla letteratura, che verrà descritto più avanti, sia da ricercare nelle dinamiche attentive e mnemoniche implicate nel funzionamento dell'orologio interno, e in particolare, come illustrato precedentemente, nei processi di accumulo delle pulsazioni nel dispositivo contatore (Mioni et al., 2016; Sarigiannidis, Grillon, Ernst, Roiser & Robinson, 2020). Uno dei primi lavori volti ad indagare questa correlazione fu quello di Whyman & Moos (1967), che dimostrò una maggiore sottoproduzione temporale nei soggetti ansiosi rispetto ai soggetti di controllo e quindi consolidò l'idea che alti livelli d'ansia possano essere correlati ad una maggiore variabilità del tempo soggettivo. Numerosi studi si sono succeduti nel tempo allo scopo di comprendere la natura esatta dell'alterazione esercitata dall'ansia sull'orologio interno, e la letteratura in questione ha riportato due diverse conclusioni all'apparenza contraddittorie.

Da un lato, buona parte della letteratura sul legame tra ansia e percezione del tempo sembra suggerire che i soggetti ansiosi tendino a sovrastimare le durate temporali e quindi a percepire lo scorrere del tempo come più lento, al pari dei pazienti depressi (Mioni et al., 2016; Sarigiannidis et al., 2020). Ad esempio, un influente studio ha mostrato come i pazienti ansiosi tendano a sovrastimare le

durate temporali negli intervalli inferiori a 2 secondi quando venivano impiegati stimoli minacciosi (Bar-Haim, Kerem, Lamy & Zakay, 2010). Coerentemente con le conclusioni appena descritte, Un'interessante sperimentazione condotta da Tipples (2008) ha identificato una significativa sovrastima temporale in soggetti sottoposti a stimoli emotivi negativi salienti, quali espressioni arrabbiate e spaventate, rispetto ai controlli. Gli stati emotivi così indotti, e in special modo quelli legati alle espressioni facciali arrabbiate, sono stati correlati dagli autori agli stati ansiosi e confermerebbero quindi l'ipotesi di un rallentamento del tempo soggettivo nei pazienti prone all'ansia (Tipples, 2008). 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 nei soggetti, 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). Le ricerche precedentemente citate sono solo alcuni esempi tra la mole di letteratura che sembra corroborare l'ipotesi che gli stimoli temporali vengano sovrastimati da soggetti con alti livelli di ansia. 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; Tripples,

2008). Un'altra teoria proposta è che gli stimoli minacciosi presentati ai pazienti, in quanto accompagnati da una percezione di imminente pericolo, focalizzino le risorse attentive sul compito preso in esame, aumentando la sensibilità temporale e di conseguenza la durata percepita secondo le modalità descritte precedentemente in questa trattazione (Bar-Haim et al., 2010; Fayolle, Gil & Droit-Volet, 2015; Tripples, 2008). Queste ipotesi, tuttavia, sarebbero incoerenti con il già dimostrato deficit d'attenzione nei soggetti altamente ansiosi (Eysenck, 1992; Williams et al., 1997). Inoltre, i risultati e 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). Come già anticipato, 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 (Mioni et al., 2016).

Una possibile spiegazione per le discrepanze appena elencate viene fornita da uno studio svolto da Sarigiannidis e collaboratori (2020). 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 (Tovote, Fadok, & Lüthi, 2015). 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 attento 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 causata dalle preoccupazioni ansiogene e dai pensieri intrusivi porterebbe ad un minore investimento sul presente e a maggiore distrazione. Questo dirottamento dell'attenzione dalla percezione del tempo risulterebbe nell'accumulo di minori pulsazioni nel dispositivo contatore e a una sottostima delle durate temporali, secondo le modalità già descritte precedentemente (Coull, Vidal, Nazarian, & Macar, 2004; Macar, Grondin, & Casini, 1994; Thomas & Weaver, 1975). 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). Altre ricerche recenti volte a indagare l'esatta natura delle influenze dell'ansia sulla capacità di stimare le durate temporali confermano questa ipotesi, in quanto i soggetti affetti da disturbi d'ansia hanno mostrato un maggior decremento della performance nei compiti temporali che richiedono alti livelli di controllo attentivo, rispetto ai soggetti di controllo (Bishop, 2009; Mioni et al., 2016). In particolare, i pazienti ansiosi sono risultati meno accurati nei compiti di riproduzione temporale e tendono a sotto-riprodurre le durate rispetto ai soggetti depressi e al gruppo di controllo, ad indicare una significativa accelerazione dello scorrere del tempo soggettivo (Mioni et al., 2016). Anche in questo caso, gli autori avanzano l'ipotesi che la sotto-riproduzione delle durate temporali siano dovute ad un decadimento delle informazioni temporali causata dai deficit attentivi, da cui ne conseguirebbe un'instabile rappresentazione temporale interna e all'impossibilità di attenersi adeguatamente alle informazioni temporali stesse (Bishop, 2009; Mioni et al., 2016; Eysenck, 1992). Alla luce delle conclusioni raggiunte dalla letteratura, 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 quindi 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. La ricerca**

#### **3.1. 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. È stato inoltre impiegato un questionario al fine di valutare l'orientamento del tempo soggettivo dei partecipanti.

Uno degli obiettivi cruciali della ricerca, che include una prima sperimentazione preliminare in vista di studi futuri, è chiarire la specifica natura delle alterazioni della percezione del tempo indotte dall'ansia e dalla depressione. 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 del dispositivo contatore (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 mnemonici rilevati in letteratura. Infine, gli studi più recenti suggeriscono che i soggetti ansiosi, a causa dei deficit attentivi e mnemonici, tendino a disinvestire

risorse cognitive dall'elaborazione temporale e a immagazzinare meno pulsazioni nel dispositivo contatore. Per questo motivo, ci aspettiamo di rilevare una significativa sottostima temporale nel Time Bisection Task. Al contrario, le alterazioni della percezione del tempo negli individui depressi sono state associate principalmente al funzionamento del dispositivo pacemaker. In particolare, lavori recenti (Bschor, 2006; Mioni et al., 2016; Msetfi et al., 2012) suggeriscono che la presenza di depressione sarebbe associata ad un rallentamento significativo del dispositivo 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 dispositivo pacemaker. In modo analogo è possibile prevedere una sottostima significativa delle durate al Time Bisection Task, ma a differenza dei soggetti ansiosi non ci aspettiamo un effetto sulla variabilità delle risposte, in quanto i processi attentivi e mnemonici non dovrebbero rivestire un ruolo significativo nelle alterazioni della percezione del tempo nei soggetti depressi.

Possiamo infine ipotizzare che l'analisi dello ZTPI, utilizzato al fine di indagare l'orientamento temporale dei partecipanti e di associare la sintomatologia ansioso-depressiva rilevata dal BDI e dallo STAI a tratti più stabili di personalità, mostri un effetto significativo nelle sottoscale più strettamente legate ai vissuti delle condizioni ansiose e depressive. In particolare, ipotizziamo che alti punteggi

alle sottascala *past negative* e bassi punteggi alla sottoscala *past positive* siano associati ad alti livelli di ansia e alti livelli di depressione.

### 3.2. Soggetti

La ricerca ha coinvolto un gruppo sperimentale composto da 110 soggetti non clinici giovani con un'età compresa tra i 18 e i 29 anni (55 maschi, 55 femmine; M: 23.5 DS: 2.24) e aventi un livello di scolarità compreso tra gli 8 e i 18 anni di studio (M: 15.10, DS: 1.91). Una parte del campione è stata testata a domicilio (73 soggetti; 43 maschi, 30 femmine) mentre una parte è stata testata online (37 soggetti; 12 maschi, 25 femmine).

I soggetti hanno preso parte volontariamente alla sperimentazione previo consenso informato, attraverso cui sono stati illustrati gli obiettivi generali della sperimentazione. È stato garantito l'anonimato ai partecipanti.

### 3.3. Procedimento

I partecipanti testati a domicilio sono stati fatti accomodare in una stanza chiusa, poco luminosa, silenziosa e priva di distrazioni. Dopo aver presentato loro il consenso informato e aver registrato i dati anagrafici, sono stati somministrati dei questionari di autovalutazione cartacei per indagare i livelli di ansia e depressione dei soggetti e il loro orientamento temporale. I test in questione, che verranno approfonditi successivamente, sono il Beck Depression Inventory (BDI) (Beck, Ward, Mendelson, Mock & Erbaugh, 1961; Scilligo, 1983), lo State-Trait Anxiety Inventory Y1 (STAI Y1) (Spielberg, Gorsuch, Lushene & Vagg, 1983; Pedrabissi & Santinello, 1989) e lo Zimbardo Time Perspective Inventory (ZTPI) (Zimbardo & Boyd, 1999). Successivamente i soggetti sono stati sottoposti a due task

temporali attraverso un PC fornito dallo sperimentatore al fine di indagare la percezione del tempo implicito (Foreperiod Task) e del tempo esplicito (Time Bisection Task). Il task presentato per primo durante la sperimentazione è il Time Bisection Task per i soggetti pari e il Foreperiod Task per i soggetti dispari. Le sessioni sperimentali hanno avuto una durata complessiva di circa 60 minuti, pause comprese. I dati relativi ai task temporali sono stati ricavati utilizzando un computer portatile Lenovo ThinkPad E15, Processore AMD Ryzen™ 5 PRO 4650U (2,10 GHz), risoluzione 1920x1080 pp. È stato impiegato il programma “PsychoPy3” per permettere ai soggetti di svolgere i compiti sperimentali.

I partecipanti testati online hanno fornito le informazioni anagrafiche, compilato i questionari e svolto i task temporali grazie all’ausilio di un survey software online e di un pc in loro possesso. A differenza dei soggetti testati a domicilio, ai partecipanti online non è stato somministrato lo ZTPI.

#### 3.4. Questionari di autovalutazione impiegati

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

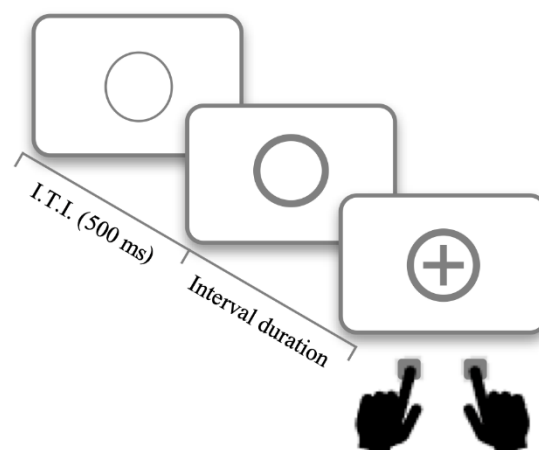
sintomatologia depressiva moderata e un punteggio da 29 a 63 indica sintomatologia depressiva grave.

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. Il questionario è diviso in due sezioni, ciascuna delle quali 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 prima sezione riguarda l'ansia di stato (STAI Y1) Mentre la seconda l'ansia di tratto (STAI Y2). La soglia oltre la quale il punteggio risulta clinicamente significativo è 58 per le femmine e 51 per i maschi.

Lo Zimbardo Time Perspective Inventory (ZTPI) (Zimbardo & Boyd, 1999) è un questionario self report in scala likert composto da 56 item a cui il soggetto dovrà associare un numero da 1 (per nulla d'accordo) a 5 (molto d'accordo). Lo ZTPI indaga le differenze individuali nell'orientamento temporale, intesa come la tendenza del soggetto a focalizzarsi su diversi aspetti del passato, presente o futuro. I risultati sono divisi in 5 sottoscale che descrivono le diverse dimensioni della percezione soggettiva del tempo, a ciascuna delle quali verrà attribuito un punteggio da 0 a 5. Le sottoscale in questione sono la scala del *passato negativo*, legata a 10 item; la scala del *presente edonistico*, legata a 15 item; la scala del *futuro*, legata a 13 item; la scala del *passato positivo*, legata a 9 item; e la scala del *presente fatalistico*, legata a 9 item.

### 3.5. Task temporali utilizzati

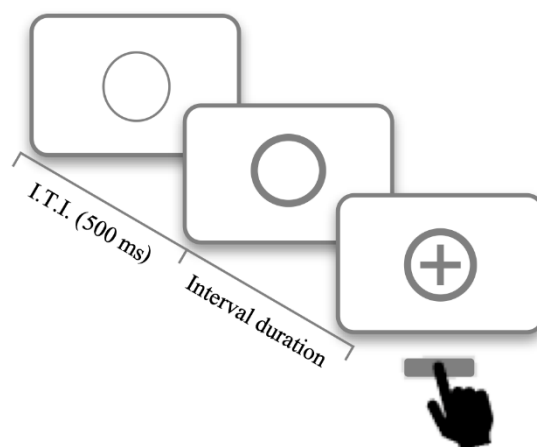
Uno dei compiti sperimentali utilizzati è il Time Bisection Task, impiegato per la misurazione della percezione del tempo esplicito (Kopec & Brody, 2010). Nella prima fase del task, detta “di apprendimento”, è stato richiesto ai soggetti di memorizzare due durate temporali usate come standard riprodotte attraverso un’animazione a schermo, composta da un cerchio e da una croce. La durata standard breve misura 480 ms, mentre la durata standard lunga misura 1920 ms. Nella seconda fase del task, ai partecipanti sono stati presentati stimoli visivi simili a quelli standard, ma differenti nella durata. I soggetti hanno quindi giudicato la durata stessa degli stimoli in questione, premendo il tasto “S” 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 conforme allo standard lungo. 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.



**Figura 4:** Esempificazione 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. È stata offerta la possibilità ai partecipanti di effettuare 3 pause non obbligatorie in momenti predeterminati durante lo svolgimento del task.

Il secondo compito sperimentale impiegato è il Foreperiod Task (Coull, 2009; Mioni et al., 2018; Vallesi, 2010), al fine di misurare la percezione del tempo implicito dei soggetti. 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. Nello specifico, è stato richiesto ai soggetti di premere la barra spaziatrice il più velocemente possibile non appena la croce sarebbe comparsa all'interno del cerchio (figura 5). Non è stata data ai partecipanti l'istruzione di memorizzare gli intervalli delle durate. Anche in questo caso gli intervalli di tempo che intercorrevano tra il segnale di avvertimento e la croce potevano assumere la durata di 480 ms, 720 ms, 960 ms, 1200 ms, 1440 ms o 1920 ms.

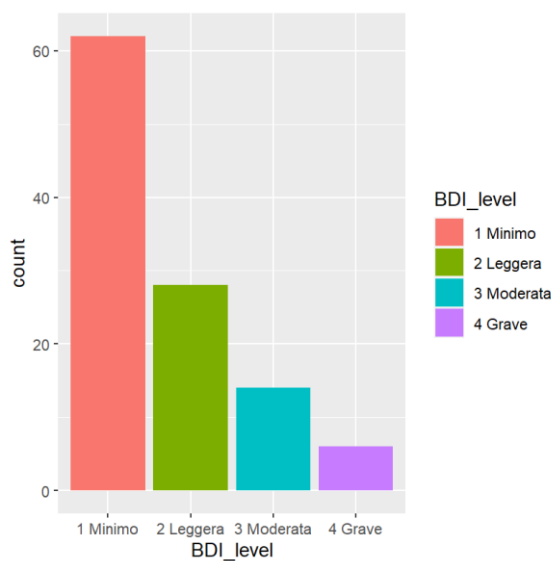


**Figura 5:** Esempificazione del Foreperiod Task (Capizzi, Visalli, Faralli & Mioni, 2022)

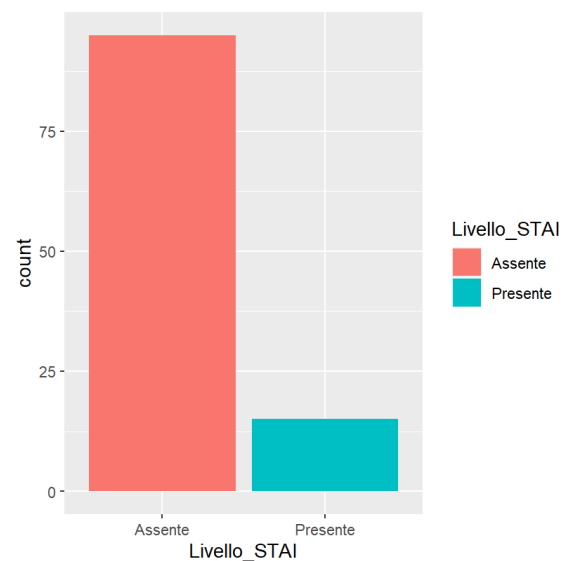


### 3.6. Risultati

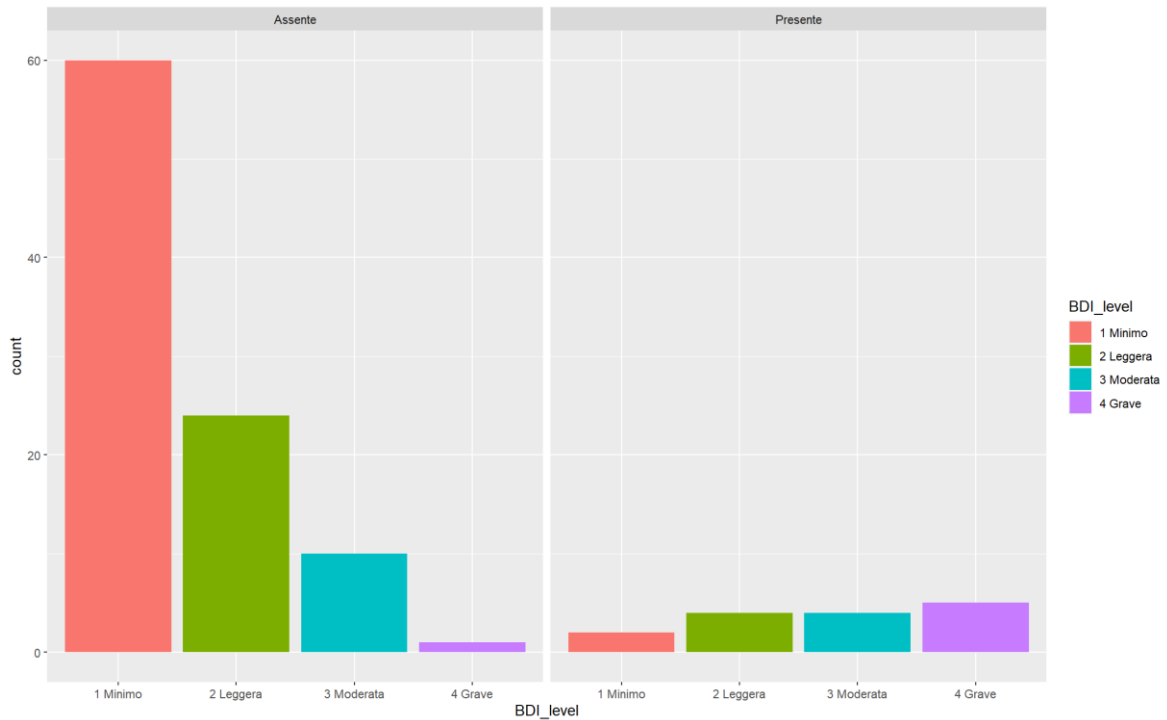
Per quanto riguarda i punteggi al BDI, 62 soggetti hanno riportato un livello di sintomatologia depressiva minimo (0 – 13), 28 soggetti hanno riportato un livello leggero (14-19), 14 soggetti hanno riportato un livello moderato (20-28) e 6 soggetti hanno riportato un livello grave (29-63) (figura 6). Relativamente ai livelli di ansia, 15 soggetti hanno riportato un livello di sintomatologia clinicamente significativo ( $\geq 51$  per i maschi,  $\geq 58$  per le femmine), mentre 95 pazienti non hanno superato tale soglia (figura 7). La figura 8 illustra la distribuzione dei livelli di ansia e depressione nei partecipanti.



**Figura 6:** Livelli di depressione nei partecipanti



**Figura 7:** Livelli di ansia nei partecipanti



**Figura 8:** Distribuzione dei livelli di ansia e depressione nel campione

Gli indici di correlazione tra livelli di STAI, livelli di BDI e le cinque sottoscale dello ZTPI (Past Negative, Present Hedonistic, Future, Past Positive, Present Fatalistic) sono stati analizzati attraverso una matrice di correlazione (figura 9).

Matrice di Correlazione

		BDI_TOT	STAI_TOT	Past Negative	Present Hedonistic	Future	Past Positive	Present Fatalistic
BDI_TOT	r di Pearson	—						
	valore p	—						
STAI_TOT	r di Pearson	0.565 ***	—					
	valore p	< .001	—					
Past Negative	r di Pearson	0.434 ***	0.313 **	—				
	valore p	< .001	0.007	—				
Present Hedonistic	r di Pearson	0.128	0.209	0.098	—			
	valore p	0.281	0.076	0.408	—			
Future	r di Pearson	-0.063	-0.061	-0.052	-0.438 ***	—		
	valore p	0.596	0.610	0.661	< .001	—		
Past Positive	r di Pearson	-0.461 ***	-0.295 *	-0.439 ***	0.101	-0.075	—	
	valore p	< .001	0.011	< .001	0.394	0.527	—	
Present Fatalistic	r di Pearson	0.262 *	0.186	0.268 *	0.576 ***	-0.467 ***	0.093	—
	valore p	0.025	0.115	0.022	< .001	< .001	0.434	—

Nota. \* p < .05, \*\* p < .01, \*\*\* p < .001

**Figura 9:** Matrice di correlazione tra i livelli di BDI, livelli di STAI e le sottoscale dello ZTPI

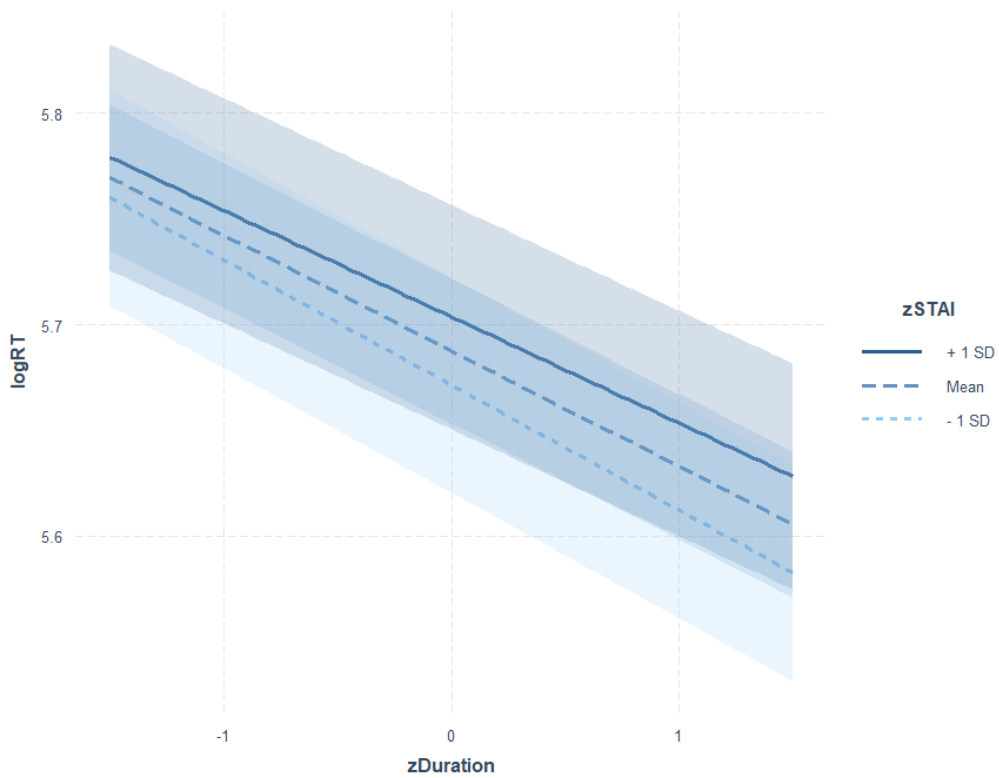
È stata rilevata una correlazione significativa tra il punteggio alla scala Past Negative e il punteggio al BDI,  $R = 0.434$ ,  $p < 0.001$ , e tra il punteggio alla scala Past Negative e il punteggio allo STAI,  $R = 0.313$ ,  $p = 0.007$ . È emersa inoltre una correlazione inversa significativa tra il punteggio alla scala Past Positive e il punteggio al BDI,  $R = -0.461$ ,  $p < 0.001$ , oltre che tra il punteggio alla scala Past Positive e il punteggio allo STAI,  $R = -0.295$ ,  $p = 0.011$ . Infine, è risultata significativa la correlazione tra punteggio al BDI e la scala Present Fatalistic,  $R = 0.262$ ,  $p = 0.025$ .

Per l'analisi dei risultati 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 risultati sono stati analizzati con un Modello Lineare Generale Misto avente come variabile dipendente la trasformazione logaritmica dei tempi di reazione. La durata di presentazione degli stimoli (Duration), i punteggi riportati al BDI (BDI), quelli dello STAI (STAI), e le loro interazioni sono stati specificati come fattori fissi mentre i soggetti sono stati trattati come fattori random.

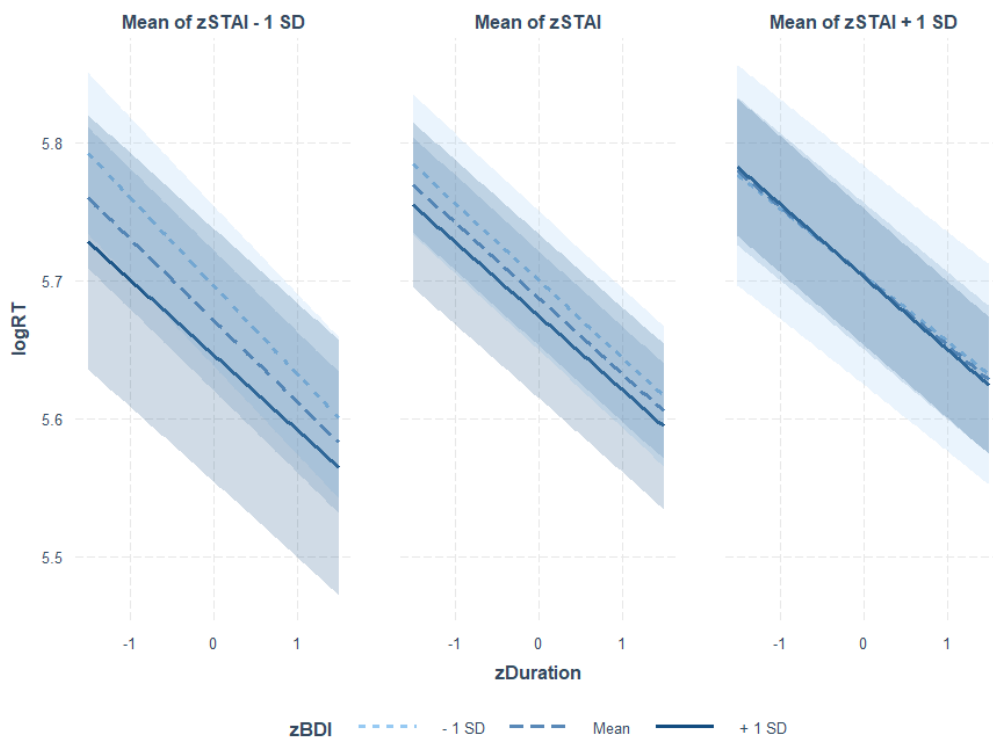
<i><b>Predittori</b></i>	<i><b><math>\beta</math></b></i>	<i><b>C.I.</b></i>		<i><b>p</b></i>
(Intercetta)	-0.025	-0.163	-0.113	<b>&lt;0.001</b>
Durata	-0.219	-0.231	-0.208	<b>&lt;0.001</b>
BDI	-0.052	-0.056	-0.030	0.560
STAI	0.065	-0.023	-0.055	0.416
Durata*BDI	0.005	-0.002	-0.005	0.498
Durata*STAI	0.018	0.001	-0.008	<b>0.007</b>
BDI*STAI	0.049	-0.011	-0.035	0.308
(Durata*BDI)*STAI	-0.014	-0.005	-0.002	<0.001

**Figura 10:** Risultati del modello lineare generale misto applicato ai dati sperimentali del Foreperiod Task

Come mostrato in figura 10, è risultato statisticamente significativo l'effetto della durata sui tempi di reazione,  $\beta = -0.219$ ,  $p < 0.001$ , mostrando che al crescere della durata dello stimolo diminuisce il tempo di reazione corrispondente e confermando quindi la presenza dell'effetto foreperiod. L'interazione tra i livelli di ansia e la durata di presentazione dello stimolo si è rivelato statisticamente significativo,  $\beta = 0.018$ ,  $p < 0.007$ . L'analisi delle singole *slopes* ha rivelato che nonostante si mantenga l'effetto foreperiod la risposta dei soggetti con maggiori livelli di ansia è rallentata rispetto alla controparte (medi e bassi livelli di ansia) nelle durate più lunghe,  $p < 0.001$  (Figura 11). Infine, è risultata essere statisticamente significativa anche l'interazione tra la durata di presentazione dello stimolo, i livelli riportati di ansia e quelli di depressione,  $\beta = -0.14$ ,  $p < 0.001$ . Un'analisi delle singole *slopes* ci ha mostrato, come si evince in Figura 12, che all'aumentare dei livelli di ansia la performance dei soggetti con maggiori livelli di depressione rallenta ( $p < 0.001$ ).



**Figura 11:** Effetti della durata dello stimolo sul tempo di reazione, divisi per punteggio allo STAI



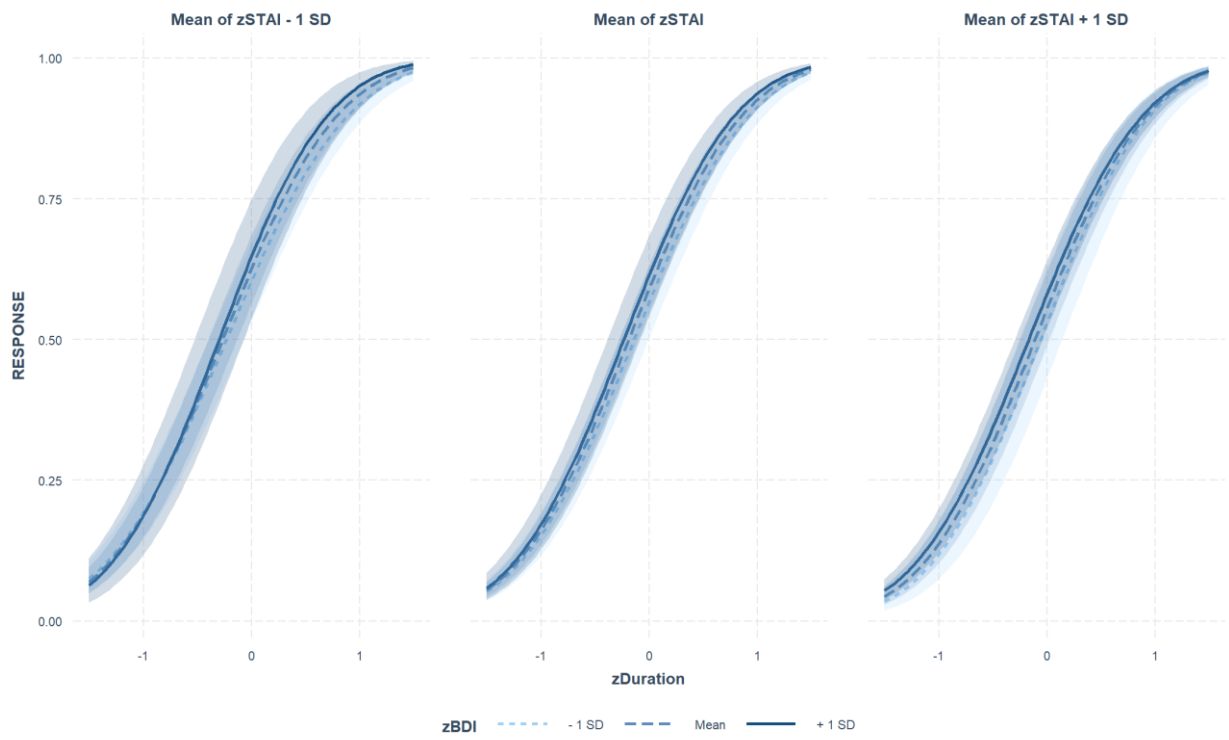
**Figura 12:** Effetti dell'interazione tra punteggio allo STAI, punteggio al BDI e durata dello stimolo sul tempo di reazione

Anche per il compito esplicito i dati sono stati analizzati con un modello lineare misto generalizzato, ponendo come variabile dipendente dicotomica l'outcome dei partecipanti ("s";"l"). I fattori fissi di questo modello sono, come per il precedente, la durata della presentazione dello stimolo, il punteggio al BDI e il punteggio allo STAI. I soggetti sono stati trattati come fattori random (Figura 13).

<b>Predittori</b>	<b><math>\beta</math></b>	<b>C.I.</b>		<b>p</b>
(Intercetta)	1.258	1.129	1.401	<b>&lt;0.001</b>
Durata	3.375	3.267	3.487	<b>&lt;0.001</b>
BDI	1.064	0.929	1.218	0.371
STAI	0.913	0.808	1.031	0.143
Durata*BDI	1.022	0.982	1.064	0.290
Durata*STAI	1.016	0.979	1.055	0.399
BDI*STAI	1.003	0.932	1.080	0.932
(Durata*BDI)*STAI	0.954	0.935	0.974	<b>&lt;0.001</b>

**Figura 13:** Risultati del modello lineare generale misto applicato ai dati sperimentali del Time Bisection Task

L'analisi mostra che è presente un effetto significativo della durata dello stimolo,  $\beta = 3.375$ ,  $p < 0.001$ , ad indicare che all'aumentare della durata di presentazione dello stimolo la probabilità di rispondere "lungo" aumenta. Un ulteriore risultato statisticamente significativo riguarda l'interazione tra durata, punteggi al BDI e punteggi allo STAI,  $\beta = 0.954$ ,  $p < 0.001$  (Figura 14). L'analisi delle singole *slopes* mostra che all'aumentare dei livelli di ansia i soggetti con alti livelli di depressione tendono a sovrastimare meno le durate ( $p < 0.05$ ).



**Figura 14:** Effetti dell'interazione tra gravità della depressione, gravità dell'ansia e durata degli stimoli sulla probabilità dell'outcome "1"

#### **4. Discussione e conclusione**

Il presente studio ha come obiettivo quello di indagare i possibili effetti dei sintomi ansiosi e depressivi sulla percezione del tempo, impiegando task volti a misurare la percezione del tempo implicito ed esplicito e analizzando le variazioni nella performance dei soggetti in funzione dei livelli di depressione e ansia. Vari studi hanno riscontrato una sottostima temporale nei soggetti ansiosi dovuta principalmente a deficit dei processi attentivi e mnemonici (Coull et al., 2004; Macar, et al., 1994; Mioni et al., 2016; Thomas & Weaver, 1975), quindi si ipotizza che i pazienti con maggior livello di ansia presentino una peggiore performance al Foreperiod Task e una maggiore variabilità al Time Bisection Task, oltre che una tendenza alla sottostima delle durate. Per quanto riguarda i soggetti depressi, gran parte della letteratura sembra suggerire che le alterazioni della percezione del tempo operino a livello del dispositivo pacemaker e tendino verso la sottostima temporale (Block, 1990; Block, 2010; Grondin, 2010; Mioni et al., 2013, 2016). Si ipotizza perciò che ad un alto livello di depressione siano associate variazioni significative nella performance al Foreperiod Task e una sottostima temporale al Time Bisection Task, non accompagnata da effetti sulla variabilità delle risposte. Di seguito verranno analizzati e discussi i risultati ottenuti dai due task effettuati dai partecipanti.



#### 4.1. Foreperiod Task

Il Foreperiod Task, in quanto compito implicito, coinvolge i processi di elaborazione temporale del soggetto senza che venga fornita l'istruzione esplicita di porre attenzione allo scorrere del tempo (Capizzi et al., 2022). In particolare, l'elaborazione temporale dei soggetti può essere dedotta dal Foreperiod Effect, ossia la tendenza dei soggetti a presentare un minore tempo di reazione all'aumentare della durata dello stimolo presentato. Ciò è dovuto alla cosiddetta *Hazard Function*, che rappresenta l'incremento della probabilità condizionale che un evento accada in funzione del fatto che non è ancora accaduto (Capizzi et al., 2022), e che quindi implica necessariamente una forma di processamento delle informazioni temporali. Il Foreperiod Effect, come indicato dalla figura 10, risulta confermato anche dalla presente sperimentazione. Tutti i soggetti infatti tendono a presentare un minore tempo di reazione a mano a mano che la durata dello stimolo aumenta.

I risultati del Foreperiod Task mostrano inoltre, come ipotizzato, che i soggetti ansiosi mostrano un tempo di reazione più lento, soprattutto nelle durate più lunghe, nonostante il Foreperiod Effect venga mantenuto (Figura 10, Figura 11). Il peggioramento della performance nei soggetti ansiosi suggerisce che, come affermato da gran parte della letteratura, siano presenti distorsioni della percezione del tempo negli individui con alti livelli d'ansia, dovute principalmente a deficit dell'attenzione e della memoria. Le condizioni ansiose, infatti, portano il soggetto a dividere l'attenzione in ogni momento tra ciò che sta accadendo nel presente e tra ciò che potrebbe accadere nel prossimo futuro, al fine di prevedere e reagire ad ipotetici eventi avversi e minacciosi temuti dall'individuo

(Sarigiannidis et al., 2020). Questo disinvestimento delle risorse cognitive dal momento presente potrebbe portare ad una maggiore distrazione e ad una elaborazione temporale meno efficiente, da cui ne conseguirebbe un minor accumulo di pulsazioni nel dispositivo contatore e una ridotta sensibilità temporale (Mioni et al., 2016). Questa ipotesi è confermata dal fatto che la performance dei soggetti ansiosi sembra peggiorare in particolar modo quando associate a stimoli dalle durate lunghe, probabilmente a causa di un maggiore deterioramento dell'attenzione e dell'indecisione.

I risultati del Foreperiod Task non hanno individuato alcun effetto significativo della depressione sulla performance. I risultati in questione, quindi, non corroborano l'ipotesi che i soggetti depressi presentino alterazioni della percezione del tempo a livello del pacemaker interno, né tantomeno a livello dei processi cognitivi e attentivi. Questi risultati sembrerebbero inizialmente confermare l'ipotesi espressa da Thones & Oberfield (2015), secondo cui la depressione non influenzerebbe in alcun modo la capacità di giudizio delle durate temporali.

L'ultimo effetto significativo rilevato è quello legato all'interazione tra durata di presentazione dello stimolo, livelli di ansia e livelli di depressione (figura 12). In particolare, è emerso che all'aumentare dei livelli di ansia i tempi di reazione dei partecipanti con alti livelli di depressione tendono ad aumentare, mentre quelli dei partecipanti con bassi livelli di depressione rimangono stabili. In altre parole, i soggetti con alti livelli di depressione ma bassi livelli di ansia presentano un tempo di reazione più breve. Questi risultati, similmente a quanto appena discusso, sembrerebbero negare la presenza di un rallentamento dell'orologio

interno dei pazienti con alti livelli di depressione. Al contrario, i dati indicano che in assenza di sintomatologia ansiosa i pazienti con sintomi depressivi più gravi performano meglio al test, presentando tempi di reazione più brevi. Si potrebbe quindi dedurre, a differenza di quanto ipotizzato, che la depressione sia associata ad un'elevata sensibilità temporale e di conseguenza ad un'accelerazione dell'orologio interno, effetto che verrebbe attenuato e "sovrascritto" dalla sottostima temporale indotta da alti livelli d'ansia. Ciò sarebbe in accordo con la parte di letteratura che ipotizza la presenza di un'accelerazione dell'orologio interno dei soggetti depressi, fatto che spiegherebbe la tendenza dei soggetti in questione a percepire soggettivamente lo scorrere del tempo più lentamente (Kitamura & Kumar, 1983; Kornbrot et al., 2013; Thones & Oberfield, 2015). Tuttavia è opportuno far notare che i risultati in questione possono essere stati influenzati dalle caratteristiche del campione, che come verrà approfondito più avanti non suddivide i soggetti in categorie sintomatologiche distinte. La sovrapposizione di ansia e depressione negli stessi partecipanti potrebbe infatti aver alterato le correlazioni rilevate, ipotesi supportata anche dalla presenza di significatività dell'effetto dell'interazione tra le tre variabili ma non dei singoli fattori.

## 4.2. Time Bisection Task

Il Time Bisection Task permette 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. Come indicato dalla figura 13, i risultati dimostrano come prevedibile che all'aumentare della durata di presentazione dello stimolo la probabilità di rispondere "lungo" aumenta per tutti i soggetti.

A differenza di quanto ipotizzato non è stato riscontrato alcun effetto significativo dell'ansia sulla variabilità delle risposte, che avrebbe indicato una compromissione nella performance e nella sensibilità temporale dei soggetti ansiosi dovuta a deficit cognitivi legati all'attenzione e alla memoria. Allo stesso modo, non è emersa alcuna significatività per quanto riguarda l'effetto della depressione su un'eventuale sovrastima o sottostima delle durate temporali, elemento che non corrobora le nostre ipotesi. Tuttavia, i risultati mostrano un effetto significativo dell'interazione tra durate dello stimolo, punteggi al BDI e punteggi allo STAI sulla probabilità di rispondere "lungo". In particolare, all'aumentare dei livelli di ansia i soggetti con alti livelli di depressione tendono a sovrastimare meno le durate. Questa tendenza potrebbe indicare che alti livelli di ansia tendino ad attenuare una tendenza alla sovrastima temporale propria dei soggetti con alti livelli di depressione, che diventa rilevante solo nell'analisi dell'interazione tra i due fattori. Di conseguenza, possiamo dedurre che alti livelli d'ansia siano effettivamente legati a processi di sottostima delle durate temporali, come suggerito in letteratura (Coull et al., 2004; Eysenck, 1992; Macar et al., 1994; Mioni et al., 2016; Williams et al., 1997). Come già descritto, i deficit

cognitivi che intaccano l'attenzione e la memoria dei soggetti con alti livelli di ansia influenzerebbero i processi di immagazzinamento delle pulsazioni nel dispositivo contatore. Le minori risorse cognitive investite nell'elaborazione temporale porterebbero alla perdita di pulsazioni, da cui ne conseguirebbe una sottostima temporale delle durate presentate e la sensazione che il tempo passi più velocemente (Mioni et al., 2016). Seguendo lo stesso ragionamento, alti livelli di depressione sembrerebbero associati quindi ad una sovrastima temporale, in modo analogo a quanto osservato nel Foreperiod Task. Anche in questo caso i risultati sembrerebbero assecondare le ipotesi di accelerazione dell'orologio interno dei soggetti con alti livelli di depressione, secondo i processi precedentemente descritti (Kitamura & Kumar, 1983; Kornbrot et al., 2013; Thones & Oberfield, 2015). È tuttavia necessario ribadire, anche in questo caso, che i risultati potrebbero essere stati influenzati dal non aver separato il campione in soggetti esclusivamente ansiosi ed esclusivamente depressi. Similmente ai risultati del Foreperiod Task, infatti, sono stati rilevati effetti significativi dell'interazione tra le tre variabili e non dei singoli fattori. Questa problematica verrà discussa più approfonditamente nell'esposizione dei limiti della ricerca.

#### 4.3. ZTPI

I risultati dello ZTPI (Figura 9) sono concordi a quanto ipotizzato: all'aumentare dei punteggi di BDI e STAI corrispondono infatti punteggi più elevati alla sottoscala *past negative* e punteggi più bassi alla sottoscala *past positive*, fatto che oltre ad apparire concorde all'esperienza soggettiva spesso associata alle condizioni ansiose e depressive indica anche una corrispondenza tra i sintomi rilevati dal BDI e dallo STAI e caratteristiche più stabili di personalità. È emerso

inoltre che all'aumentare dei punteggi del BDI aumentano i punteggi della sottoscala *present fatalistic*, probabilmente a causa del comune senso di rassegnazione, disperazione e assenza di speranza riportato dai soggetti afflitti da patologie depressive (American Psychiatric Association, 2013).

#### 4.4. Conclusioni e prospettive future

L'obiettivo del presente lavoro era quello di indagare e chiarire il ruolo della depressione e dell'ansia nella percezione del tempo su un campione non clinico, esaminando la performance dei soggetti ai task temporali in funzione dei loro livelli di ansia e depressione. I risultati del Foreperiod Task confermano l'ipotesi di una compromissione della performance nei soggetti ansiosi, secondo cui le ridotte risorse cognitive disponibili inciderebbero sulle capacità attentive e sulla sensibilità temporale dei partecipanti in questione. Al contrario, l'ipotesi relativa ad una compromissione della performance nei soggetti con alti livelli di depressione a causa di una decelerazione del dispositivo pacemaker non risulta confermata. I dati sembrerebbero suggerire una maggiore sensibilità temporale e la tendenza a sovrastimare le durate nei soggetti con alti punteggi di BDI, effetto che verrebbe attenuato dalla presenza di alti livelli di ansia. In modo analogo, l'ipotesi di sottostima temporale al Time Bisection Task nei soggetti ansiosi è stata confermata, mentre l'ipotesi di sottostima temporale nei soggetti con alti livelli di depressione non è stata corroborata. È stata invece rilevata una tendenza alla sovrastima temporale, che viene attenuata dalla presenza di alti livelli di ansia. A differenza di quanto ipotizzato, non è emersa un effetto significativo dell'ansia sulla variabilità delle risposte al Time Bisection Task.

È doveroso ribadire la natura preliminare ed essenzialmente esplorativa di questa sperimentazione, che ha coinvolto un primo utilizzo del Foreperiod Task e del Time Bisection Task per indagare gli effetti dei sintomi ansiosi e depressivi sulla percezione del tempo su un campione non clinico. Uno dei limiti di questo lavoro sperimentale che dovrà essere preso in considerazione in ricerche future

è rappresentato dalla ridotta numerosità del campione preso in esame, e dalla doppia modalità di somministrazione dei task. Una parte dei soggetti è stata infatti testata in presenza dagli sperimentatori, mentre un'altra è stata testata online attraverso un software dedicato e un computer di loro proprietà. È possibile che la presenza o l'assenza dello sperimentatore abbiano determinato una differenza contestuale tra le due parti del campione, che potrebbe aver influenzato il comportamento dei partecipanti e quindi i risultati della sperimentazione. Un altro elemento che potrebbe spiegare la mancata significatività dell'effetto dei singoli fattori coinvolge la natura stessa dei questionari impiegati per valutare i livelli di ansia e di depressione. Il Beck Depression Inventory e lo State-Trait Anxiety Inventory Y1 sono questionari self-report atti a misurare la gravità dei sintomi depressivi e ansiosi dei soggetti rispettivamente nelle due settimane precedenti e nel momento contingente alla somministrazione, e non sono di per sé associabili a psicopatologie diagnosticabili secondo i criteri del DSM-5 o alla storia clinica dei partecipanti. Di conseguenza gli effetti delle dinamiche ansiose e depressive potrebbero dimostrarsi molto più difficili da rilevare, rispetto a quelli relativi a condizioni patologiche più stabili e conclamate. Un grande limite della presente sperimentazione inoltre, come già anticipato, è rappresentato dalla natura stessa del campione preso in esame. I livelli di ansia e depressione sono stati analizzati infatti sugli stessi partecipanti, e non è stata attuata una distinzione in soggetti esclusivamente ansiosi ed esclusivamente depressi. Questa sovrapposizione potrebbe aver influenzato i risultati dello studio, considerando l'elevata comorbidità tra condizioni depressive e condizioni ansiose (American Psychiatric Association, 2013). Come si evince dalla figura 8, infatti, tra i soggetti



che presentano una sintomatologia depressiva grave solo un partecipante è risultato avere livelli di ansia non significativi, e tra i soggetti che presentano livelli di ansia significativi soltanto in due presentano livelli di sintomi depressivi minimi. Progetti di ricerca futuri dovrebbero considerare l'impiego di campioni distinti, per isolare al meglio gli effetti dell'ansia e quelli della depressione.

Una delle possibili direzioni future della ricerca, oltre a quanto precedentemente suggerito, è quella di indagare gli effetti specifici sulla percezione del tempo esercitati dalle diverse tipologie di dinamiche ansiose e depressive associabili alle differenti categorie diagnostiche. Le varie tipologie di condizioni depressive coinvolgono dinamiche psicologiche fundamentalmente diverse tra loro, che potrebbero influenzare i processi di percezione del tempo in modalità distinte e che sono riscontrabili anche in soggetti non clinici: basti pensare alle differenze psicodinamiche e fenomenologiche che intercorrono tra depressione anaclitica e introiettiva, o tra una fase depressiva inserita in un disturbo bipolare e un disturbo depressivo maggiore (Gabbard, 2015). La mancata differenziazione tra le diverse categorie di sintomatologia depressiva del presente studio potrebbe aver influenzato la scarsa significatività dell'effetto della gravità dei sintomi depressivi sulla percezione del tempo, come suggerito anche da Thones e Oberfield (2015) relativamente allo stato della letteratura in merito. Allo stesso modo dinamiche ansiose diverse possono influenzare la percezione del tempo in modo differente, come illustrato da Sarigiannidis e collaboratori (2020) per quanto concerne, ad esempio, la differenza dell'impiego delle risorse attentive tra i disturbi di ansia generalizzata e i disturbi fobici o post-traumatici da stress.

In definitiva, la ricerca sugli effetti di ansia e depressione sulla percezione del tempo è un ambito di indagine ancora relativamente giovane, e sono necessari più studi per chiarire l'esatta natura delle influenze delle dinamiche psicopatologiche sul funzionamento dell'orologio interno.

## BIBLIOGRAFIA

- 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.
- 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.
- 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.

- Benussi, V. (1908). Zur experimentellen Analyse des Zeitvergleichs. II. Erwartungszeit und subjektive Zeitgröße. *Archiv für die gesamte Psychologie*, 13, 71-139.
- 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. (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., & Gruber, R. P. (2014). Time perception, attention, and memory: A selective review. *Acta psychologica*, 149, 129-133.
- 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., Zakay, D., & Hancock, P. A. (1998). Human aging and duration judgments: a meta-analytic review. *Psychology and aging, 13*(4), 584.
- Bolbecker, A. R., Hong, S. L., Kent, J. S., Forsyth, J. K., Klaunig, M. J., Lazar, E. K., ... & Hetrick, W. P. (2011). Paced finger-tapping abnormalities in bipolar disorder indicate timing dysfunction. *Bipolar disorders, 13*(1), 99-110.
- Bschor, T., Ising, M., Bauer, M., Lewitzka, U., Skerstuveit, M., Müller-Oerlinghausen, B., & 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.
- 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.
- Buonomano, D. V. (2007). The biology of time across different scales. *Nature chemical biology, 3*(10), 594-597.
- 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
- Chambon, M., Droit-Volet, S., & Niedenthal, P. M. (2008). The effect of embodying the elderly on time perception. *Journal of Experimental Social Psychology, 44*(3), 672-678.

- Chambon, M., Gil, S., Niedenthal, P. M., & Droit-Volet, S. (2005). Psychologie sociale et perception du temps: l'estimation temporelle des stimuli sociaux et émotionnels. *Psychologie française*, 50(1), 167-180
- 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., & Broadbent, H. A. (1990). Alternative representations of time, number, and rate. *Cognition*, 37(1-2), 55-81.
- Church, R. M., & Gibbon, J. (1982). Temporal generalization. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 8(2), 165.
- 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. (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.
- Creelman, C. D. (1962). Human discrimination of auditory duration. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 34(5), 582-593.

- 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., & Gil, S. (2009). The time–emotion paradox. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 364(1525), 1943-1953.
- 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., Brunot, S., & Niedenthal, P. (2004). BRIEF REPORT Perception of the duration of emotional events. *Cognition and emotion*, 18(6), 849-858.
- 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.
- Eccleston, C., & Crombez, G. (1999). Pain demands attention: A cognitive–affective model of the interruptive function of pain. *Psychological bulletin*, 125(3), 356.

- Effron, D. A., Niedenthal, P. M., Gil, S., & Droit-Volet, S. (2006). Embodied temporal perception of emotion. *Emotion*, 6(1), 1.
- Eisler, A. D. (2003). The human sense of time: Biological, cognitive and cultural considerations. In *The nature of time: Geometry, physics and perception* (pp. 5-18). Springer, Dordrecht.
- Eisler, H., Eisler, A. D., & Hellström, Å. (2008). Psychophysical issues in the study of time perception. *Psychology of time*, 75-109.
- 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.
- Fayolle, S., Gil, S., & Droit-Volet, S. (2015). Fear and time: Fear speeds up the internal clock. *Behavioural processes*, 120, 135-140.
- 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.
- 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.
- Grondin, S. (Ed.). (2008). *Psychology of time*. Emerald Group Publishing.
- Grondin, S., Roussel, M. E., Gamache, P. L., Roy, M., & Ouellet, B. (2005). The structure of sensory events and the accuracy of time judgments. *Perception*, 34(1), 45-58.
- Haidt, J. (2003). Elevation and the positive psychology of morality.

- Harrington, D. L., Castillo, G. N., Greenberg, P. A., Song, D. D., Lessig, S., Lee, R. R., & Rao, S. M. (2011). Neurobehavioral mechanisms of temporal processing deficits in Parkinson's disease. *PloS one*, 6(2), e17461.
- Hedges, L., & Olkin, I. (1985). *Statistical methods for meta-analysis*. London: Academic Press.
- Hicks, R. E., Miller, G. W., & Kinsbourne, M. (1976). Prospective and retrospective judgments of time as a function of amount of information processed. *The American journal of psychology*, 719-730.
- 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
- Ivry, R. B., & Hazeltine, R. E. (1992). Introduction models of timing-with-a-timer. In *Time, Action and Cognition* (pp. 183-189)
- Ivry, R. B., & Richardson, T. C. (2002). Temporal control and coordination: the multiple timer model. *Brain and cognition*, 48(1), 117-132
- Ivry, R. B., & Schlerf, J. (2008). Dedicated and intrinsic models of time perception. *Trends in Cognitive Sciences*, 12, 273-280
- James, W., Burkhardt, F., Bowers, F., & Skrupskelis, I. K. (1890). *The principles of psychology* (Vol. 1, No. 2). London: Macmillan.
- Jones, M. R. (2018). *Time will tell: A theory of dynamic attending*. Oxford University Press.

- Jones, M. R., & Boltz, M. (1989). Dynamic attending and responses to time. *Psychological review*, 96(3), 459.
- Kent, L., Van Doorn, G., & Klein, B. (2019). Time dilation and acceleration in depression. *Acta psychologica*, 194, 77-86
- Kent, L. (2019). Duration perception versus perception duration: a proposed model for the consciously experienced moment. *Timing & Time Perception*, 7(1), 1-14.
- 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.
- 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.
- Lake, J. I., LaBar, K. S., & Meck, W. H. (2016). Emotional modulation of interval timing and time perception. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 64, 403-420.
- Lapid, E., Ulrich, R., & Rammsayer, T. (2009). Perceptual learning in auditory temporal discrimination: No evidence for a cross-modal transfer to the visual modality. *Psychonomic bulletin & review*, 16(2), 382-389.

- Large, E. W. (2008). Resonating to musical rhythm: theory and experiment. *The psychology of time*, 189-231.
- Lejeune, H., & Wearden, J. H. (2009). Vierordt's The Experimental Study of the Time Sense (1868) and its legacy. *European Journal of Cognitive Psychology*, 21(6), 941-960
- Lewis PA, Meck WH. (2012). Time and the sleeping brain. *Psychologist*, 25, 594–97
- Lewis, P. A., & Miall, R. C. (2009). The precision of temporal judgement: milliseconds, many minutes, and beyond. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 364(1525), 1897-1905.
- 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.
- Matthews, W. J., & Meck, W. H. (2014). Time perception: the bad news and the good. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Cognitive Science*, 5(4), 429-446.
- McAuley, J. D., Jones, M. R., Holub, S., Johnston, H. M., & Miller, N. S. (2006). The time of our lives: life span development of timing and event tracking. *Journal of Experimental Psychology: General*, 135(3), 348.

- Meck, W. H. (1996). Neuropharmacology of timing and time perception. *Cognitive brain research*, 3(3-4), 227-242.
- 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. *Annu Rev Neurosci*, 36(1), 313-336
- Mioni, G., Mattalia, G., & Stablum, F. (2013). Time perception in severe traumatic brain injury patients: a study comparing different methodologies. *Brain and Cognition*, 81(3), 305-312.
- Mioni, G., Roman-Caballero, R., Clerici, J., & Capizzi, M. (2021). Prospective and retrospective timing in mild cognitive impairment and Alzheimer's disease patients: A systematic review and meta-analysis. *Behavioural Brain Research*, 410
- 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.
- Morrone, M. C., Ross, J., & Burr, D. (2005). Saccadic eye movements cause compression of time as well as space. *Nature neuroscience*, 8(7), 950-954.
- 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.
- Mundt, J. C., Kobak, K. A., Taylor, L. V. H. (1998) Administration of the Hamilton Depression Rating Scale using interactive voice response technology. *MD Computing*, 15, 31–39
- 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.
- 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, C. K. (2013). *The ABC of psychology*. Routledge.

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.

Ornstein, R. E. (1969). *On the Experience of Time*. Penguin, Harmondsworth.

Paton, J. J., & Buonomano, D. V. (2018). The neural basis of timing: distributed mechanisms for diverse functions. *Neuron, 98*(4), 687-705.

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.

Pöppel, E. (1997). A hierarchical model of temporal perception. *Trends in cognitive sciences, 1*(2), 56-61.

Ratcliffe, M. (2012). Varieties of temporal experience in depression. *Journal of Medicine and Philosophy, 37*(2), 114-138.

Roeckelein, J. E. (2008). History of conceptions and accounts of time and early time perception research. *Psychology of time, 1*-50.

Rosenbaum, D. A. (2002). Time, space, and short-term memory. *Brain & Cognition, 48*, 52-65.

- 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.
- Scilligo, P. (1983). Caratteristiche psicometriche del questionario di depressione di Beck. *Psicologia Clinica*, 3, 397-408.
- Sévigny, M. C., Everett, J., & Grondin, S. (2003). Depression, attention, and time estimation. *Brain and cognition*, 53(2), 351-353.
- 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., Lushene, R., Vagg, P. R., & Jacobs, G. A. Manual for the State-Trait Anxiety Inventory (Form Y1-Y2) 1983. *Cross ref.*
- Staddon, J. E. R., & Higa, J. J. (1996). Multiple time scales in simple habituation. *Psychological Review*, 103(4), 720.
- 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.
- Studenka, B. E., Seegelke, C., Schütz, C., & Schack, T. (2012). Posture based motor planning in a sequential grasping task. *Journal of Applied Research in Memory and Cognition*, 1(2), 89-95.



- Sutton, A. J., & Higgins, J. P. (2008). Recent developments in meta-analysis. *Statistics in medicine*, 27(5), 625-650.
- 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.
- Tipples, J. (2011). When time stands still: fear-specific modulation of temporal bias due to threat. *Emotion*, 11(1), 74.
- 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 (Treisman, 1963): Its sources and further development. *Timing & Time Perception*, 1(2), 131-158
- Triviño, M., Correa, Á., Arnedo, M., & Lupiáñez, J. (2010). Temporal orienting deficit after prefrontal damage. *Brain*, 133(4), 1173-1185.

- 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 Damme, S., Crombez, G., & Eccleston, C. (2004). Disengagement from pain: the role of catastrophic thinking about pain. *Pain*, *107*(1-2), 70-76.
- 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.
- von Brücke, E. W. (1871). *Die physiologischen Grundlagen der neuhochdeutschen Verskunst*. C. Gerold.
- Wackermann, J., & Ehm, W. (2006). The dual klepsydra model of internal time representation and time reproduction. *Journal of Theoretical Biology*, *239*(4), 482-493.
- Wallace M., Rabin A.I. (1960). Temporal experience. *Psychological Bulletin*, *57*, 213-236

- Wang, Y., Wang, L., & Keller, L. R. (2015). Discounting over subjective time: Subjective time perception helps explain multiple discounted utility anomalies. *International Journal of Research in Marketing*, 32(4), 445-448.
- Wearden, J. H. (2008). The perception of time: basic research and some potential links to the study of language. *Language Learning*, 58, 149-171.
- Wearden, J. H. (2016). *The psychology of time perception*. Springer.
- Wearden, J. H. (2022). The Dawn of the Experimental Study of Time Perception: Höring (1864) and Mach (1865). *Timing & Time Perception*, 1(aop), 1-18
- Wearden, J. H., O'Rourke, S. C., Matchwick, C., Min, Z., & Maeers, S. (2010). Task switching and subjective duration. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 63(3), 531-543.
- 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.
- 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.
- Wittmann, M., & Paulus, M. P. (2009). Temporal horizons in decision making. *Journal of Neuroscience, Psychology, and Economics*, 2(1), 1.
- Woodworth, R. S., & Schlosberg, H. (1965). *Experiments psychology* New York
- Wyrick, R. A., & Wyrick, L. C. (1977). Time experience during depression. *Archives of General Psychiatry*, 34(12), 1441-1443.
- Zakay, D. (2005). Attention et jugement temporel. *Psychologie française*, 50(1), 65-79.
- Zeiler, M. D. (1998). On sundials, springs, and atoms. *Behavioural Processes*, 44, 89-99
- 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: Human Perception & Performance*, 28, 575-588

Zelaznik, H. N., Spencer, R. M. C., & Ivry, R. B. (2008). Behavioral analysis of human movement timing. In S. Grondin (Ed.), *Psychology of time* (pp. 233-260). Bingley, U.K.: Emerald Group.

Zimbardo PG and Boyd JN (1999) Putting Time in Perspective: A Valid, Reliable Individual-differences Metric. *Journal of Personality and Social Psychology* 77(6):1271–1288