



**UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA**

**Dipartimento di Psicologia Generale  
Dipartimento di Psicologia dello Sviluppo e della Socializzazione**

**Corso di Laurea Magistrale in Neuroscienze e Riabilitazione Neuropsicologica**

**Tesi di Laurea Magistrale**

**LA PERCEZIONE CORPOREA DEL CONFLITTO COGNITIVO  
E IL CONTROLLO DELL'INTERFERENZA:  
UNO STUDIO PILOTA**

**BODY PERCEPTION OF COGNITIVE CONFLICT  
AND THE CONTROL OF INTERFERENCE:  
A PILOT STUDY**

**Relatrice:**

Prof.ssa Roberta Sellaro

**Laureanda:** Monica Pastrello

**Matricola:** 2016723

Anno Accademico 2022/2023

# INDICE

<b>ABSTRACT</b>	3
<b>CAPITOLO 1: IL CONTROLLO COGNITIVO E IL CONTROLLO DELL'INTERFERENZA</b>	
1.1 Il controllo cognitivo	4
1.1.1 I processi "caldi" e "freddi" del controllo cognitivo	5
1.1.2 Le basi neurali del controllo cognitivo	6
1.1.3 Il ruolo chiave del controllo cognitivo	7
1.1.4 Il modello di Miyake et al. (2000)	12
1.1.5 Il modello di Diamond (2013)	16
1.2 Il controllo dell'interferenza	19
1.2.1 I conflict task	20
<b>CAPITOLO 2: IL CONFLITTO COGNITIVO E GLI STATI AFFETTIVI</b>	
2.1 Cognizione ed emozione	26
2.2 Il monitoraggio dei conflitti	26
2.2.1 La corteccia cingolata anteriore	28
2.3 L'ipotesi della segnalazione affettiva	32
2.3.1 Le prove a sostegno dell'ipotesi della segnalazione affettiva	35
<b>CAPITOLO 3: L'ENTEROCEZIONE</b>	
3.1 Le principali caratteristiche dell'enterocezione	46
3.1.1 Le basi neurali dell'enterocezione	48

3.1.2 Le diverse sfaccettature dell'enterocezione	49
3.1.3 Le mappe corporee delle emozioni	55
<b>CAPITOLO 4: LA RICERCA</b>	
4.1 Introduzione	62
4.2 Metodo	66
4.2.1 Partecipanti	66
4.2.2 Strumenti	66
4.2.3 Procedura	75
4.3 Risultati	80
4.3.1 Analisi descrittive del campione	80
4.3.2 Analisi dell'effetto Simon	80
4.3.3 Analisi del tono dell'umore in funzione del tipo di prova	81
4.3.4 Analisi dell'effetto Simon in funzione della presenza di sensazioni corporee	82
4.3.5 Analisi della proporzione delle sensazioni corporee	83
4.3.6 Correlazioni tra effetto Simon e scale utilizzate	84
4.3.7 Correlazioni tra effetto Simon e tono dell'umore	84
4.3.8 Correlazioni tra la proporzione totale di sensazioni corporee, effetto Simon e scale utilizzate	84
4.3.9 Mappe del tono dell'umore e delle sensazioni corporee	85
<b>CAPITOLO 5: DISCUSSIONE</b>	89
<b>BIBLIOGRAFIA</b>	94

## ABSTRACT

Un elemento importante del controllo cognitivo riguarda il controllo dell'interferenza, cioè la capacità di saper selezionare l'informazione rilevante e controllare l'effetto distraente dell'informazione irrilevante durante l'esecuzione di un compito. In letteratura, è stato proposto che il conflitto cognitivo sia in grado di generare una reazione affettiva negativa. A sua volta, la percezione di tale reazione affettiva sembrerebbe innescare processi di regolazione cognitiva e conseguente miglioramento del controllo cognitivo.

Il presente studio parte dall'ipotesi che affinché si possano verificare processi di regolazione affettiva e cognitiva debba esserci una percezione esplicita dello stato affettivo generato dal conflitto cognitivo. Inoltre, il presente studio si pone l'obiettivo di stabilire se tale conflitto possa elicitare specifiche sensazioni corporee. Infine, il presente studio si propone di valutare la possibilità che differenze individuali nelle abilità enterocettive (ovvero l'abilità che permette a un individuo di percepire e prestare attenzione ai diversi cambiamenti che si verificano all'interno del proprio corpo in risposta a uno stato emotivo o cognitivo) possano determinare differenze nella percezione emotiva del conflitto cognitivo e nella conseguente risoluzione di esso.

La tesi si articola in cinque capitoli. Nel primo capitolo verrà approfondito il tema del controllo cognitivo e del controllo dell'interferenza. Nel secondo capitolo verrà approfondita la relazione tra lo stato affettivo e la gestione del conflitto cognitivo. Nel terzo capitolo verrà trattato il tema dell'enterocezione e le diverse sfaccettature che la caratterizzano. Nel quarto capitolo verrà, invece, presentata la ricerca che è stata condotta e, infine, nel quinto capitolo verrà riportata la discussione finale dei risultati ottenuti.

# CAPITOLO 1: IL CONTROLLO COGNITIVO E IL CONTROLLO DELL'INTERFERENZA

## 1.1 Il controllo cognitivo

Il controllo cognitivo (o funzionamento esecutivo) fa riferimento a un insieme di processi cognitivi considerati di livello superiore, coinvolti nel controllo di altri processi cognitivi, ma di livello inferiore (Alvarez & Emory, 2006). Il controllo cognitivo, influenzando i processi cognitivi di livello inferiore, consente a un individuo di poter regolare i propri pensieri e le proprie azioni durante un comportamento finalizzato a raggiungere uno scopo (Friedman & Miyake, 2017). Infatti, il controllo cognitivo viene reclutato per poter affrontare una situazione nuova o imprevista durante la quale sarebbe impossibile, insufficiente se non addirittura sconosciuto utilizzare il “pilota automatico” e fare affidamento solo al proprio istinto o intuito (Diamond, 2020). Proprio per questo motivo, il controllo cognitivo risulta essere estremamente impegnativo poiché è più semplice continuare a fare quello che si stava già facendo piuttosto che cambiare o cedere alle tentazioni anziché riuscire a resistervi (Diamond, 2020). Il controllo cognitivo fa riferimento a processi che vengono definiti “controllati” (*i.e.*, processi non routinari, operazioni mentali che vengono attuate in condizioni in cui non vi è una associazione stimolo-risposta) che si differenziano dai processi definiti, invece, “automatici” (*i.e.*, processi routinari, operazioni mentali ripetute e iperapprese come leggere una parola) (Gilbert & Burgess, 2008). Posner e Snyder (1975) sono stati tra i primi ad aver differenziato i processi automatici da quelli controllati, identificando tre caratteristiche proprie dei processi automatici, ovvero assenza di intenzione, assenza di consapevolezza cosciente e assenza di interferenza da parte di altre attività mentali. Viceversa, i processi controllati sono più lenti da eseguire, subiscono interferenze da parte dei processi automatici e hanno capacità limitata (*i.e.*, l'impegno nello svolgere un'operazione riduce la possibilità di poterne svolgere un'altra) (Posner & Snyder, 1975). Il controllo cognitivo include un insieme molto ampio di processi quali per esempio: la fluency verbale, la memoria di lavoro, la flessibilità cognitiva, il controllo inibitorio, la

pianificazione, il ragionamento e la risoluzione dei problemi.

### **1.1.1 I processi “caldi” e “freddi” del controllo cognitivo**

Studi condotti su pazienti con lesioni cerebrali, attraverso l’uso di tecniche di neuroimmagine e di ricerche comportamentali, hanno suggerito che il controllo cognitivo possa essere suddiviso in processi *hot* (“caldi”) e processi *cool* (“freddi”) (Zelazo & Carlson, 2012). I processi “caldi” operano in situazioni ritenute significative dal punto di vista motivazionale ed emotivo, mentre quelli “freddi” operano in contesti affettivamente più neutri (Zelazo & Carlson, 2012).

Nella maggior parte dei casi, il controllo cognitivo viene testato utilizzando compiti astratti, decontestualizzati e privi di una componente affettiva o motivazionale (Zelazo & Carlson, 2012). Pertanto, la maggior parte di questi compiti valuta i processi “freddi” (Zelazo & Carlson, 2012). Un esempio di compito è il *Wisconsin Card Sorting Test* (WCST; Grant & Berg, 1948), ampiamente utilizzato in ambito neuropsicologico (Pennington & Ozonoff, 1996). Nel WCST vengono presentate quattro carte-stimolo che differiscono per tre dimensioni, ovvero il colore, la forma e il numero degli elementi che vi sono raffigurati. Ai partecipanti viene consegnato un mazzo di carte-risposta da abbinare a quelle stimolo secondo il criterio che loro ritengono più opportuno. Il compito consiste nell’individuare il criterio di classificazione corretto e non prevede né ricompense, né punizioni.

Un aspetto che verrà trattato nel capitolo successivo (Capitolo 2) riguarda il fatto che anche un compito che apparentemente sembra valutare solo processi “freddi”, in realtà consente di valutare anche altri aspetti come quelli emotivi. Un esempio è dato dai *conflict task*, compiti cognitivi le cui caratteristiche verranno trattate nel corso del presente capitolo. Tali compiti hanno come obiettivo quello di indurre un conflitto nelle prove definite incongruenti ed è proprio tale conflitto che sembrerebbe essere in grado di generare uno stato affettivo negativo.

Per quanto riguarda l’analisi dei processi “caldi”, sono stati proposti compiti che presentano situazioni significative dal punto di vista motivazionale, in cui le persone si preoccupano di poter

vincere o perdere qualcosa (Zelazo, Blair & Willoughby, 2016). Un esempio è l'*Iowa Gambling Task* (Bechara, Damasio, Damasio & Anderson, 1994), un gioco d'azzardo durante il quale vengono presentati quattro mazzi di carte: due vantaggiosi perché consentono di ottenere un guadagno (vincita) e due svantaggiosi perché comportano una perdita. Nei mazzi vantaggiosi, la vincita risulta essere bassa, ma la perdita è minore; viceversa, nei mazzi svantaggiosi la vincita risulta essere più alta, ma la perdita è ancora più elevata. Il compito dei partecipanti consiste nel massimizzare la vincita. Bechara et al. (1994) hanno osservato che i partecipanti sani erano più propensi a selezionare i mazzi vantaggiosi, mentre i pazienti con lesione frontale selezionavano maggiormente i mazzi svantaggiosi. I processi "caldi" sono anche coinvolti nella regolazione delle emozioni, per esempio, nelle situazioni in cui un individuo tenta di ridurre la propria tristezza, ansia, rabbia o di aumentare la propria motivazione per raggiungere un obiettivo (Zelazo & Cunningham, 2007).

Nonostante, i processi "caldi" e "freddi" possono essere dissociabili, generalmente lavorano assieme (Zelazo e Carlson, 2012). Infatti, gli individui per poter risolvere un problema importante dal punto di vista motivazionale tendono a riflettere sul problema stesso considerandolo in modo astratto (Zelazo & Cunningham, 2007). Viceversa, nelle situazioni quotidiane, di fronte al dover prendere una decisione, raramente questa viene presa in assenza di influenze motivazionali ed emotive (Zelazo e Carlson, 2012).

### **1.1.2 Le basi neurali del controllo cognitivo**

I lobi frontali rappresentano circa un terzo dell'intero cervello umano (Mazzucchi, 2020). Le parti più anteriori dei lobi frontali, definite prefrontali, svolgono il ruolo di "direzione e guida" di tutte le altre abilità che il sistema nervoso centrale può svolgere (Mazzucchi, 2020).

Infatti, la corteccia prefrontale (*Prefrontal Cortex*, PFC) è altamente interconnessa con altre aree cerebrali come quelle associate al linguaggio, alla memoria, all'attenzione e al controllo motorio, ma è anche interconnessa con strutture sottocorticali come i gangli della base e l'amigdala ritenuta

importante nella gestione delle emozioni (Zelazo et al., 2016).

La PFC è l'area cerebrale che è stata maggiormente associata al controllo cognitivo (Cristofori, Cohen-Zimmerman & Grafman, 2019). La PFC comprende diverse aree cerebrali: dorsali, laterali, ventrali, mediali e anche una struttura adiacente chiamata corteccia cingolata anteriore (*Anterior Cingulate Cortex*, ACC) (Zelazo et al., 2016). I processi "caldi" si basano maggiormente sull'attivazione delle parti più ventrali e mediali, mentre quelli "freddi" sulle parti più dorsali e laterali della PFC (Zelazo et al., 2016).

Le prove dell'associazione anatomica tra la PFC e il controllo cognitivo derivano principalmente da studi neuropsicologici condotti su pazienti con lesioni cerebrali focali che permettono di studiare le associazioni deficit-lesione (Cristofori et al., 2019).

### **1.1.3 Il ruolo chiave del controllo cognitivo**

Il controllo cognitivo riveste un ruolo di rilievo in diversi aspetti di vita di un individuo: dalla salute fisica e mentale, all'ambito scolastico e lavorativo e più in generale nella vita di tutti i giorni.

Per quanto riguarda la salute fisica, in una recente revisione sistematica della letteratura (Favieri, Forte & Casagrande, 2019), attraverso l'analisi di studi neuropsicologici trasversali e longitudinali, è stata suggerita l'esistenza di una relazione tra diversi processi del controllo cognitivo (e.g., flessibilità cognitiva, inibizione e memoria di lavoro) e obesità/sovrappeso. Favieri et al. (2019) sono giunti alla conclusione che sembrerebbe, però, esserci una relazione bidirezionale, ovvero la disfunzione di alcuni processi del controllo cognitivo potrebbe essere la causa dell'obesità, ma a sua volta anche l'obesità potrebbe essere la causa della compromissione di tali processi. Inoltre, sembrerebbe che tale relazione bidirezionale possa rappresentare il motivo alla base del fallimento degli interventi per la riduzione del peso corporeo (Favieri et al., 2019). Il controllo cognitivo è coinvolto nel comportamento alimentare: la memoria di lavoro è cruciale nel determinare la capacità di un individuo di persistere con i propri obiettivi a lungo termine come intraprendere una sana alimentazione perché permette di rappresentare in modo ottimale un obiettivo, dirigere



l'attenzione verso l'obiettivo prefissato, mantenendo attive le informazioni rilevanti e allontanando o sopprimendo quelle che non sono in linea con l'obiettivo stesso; il controllo inibitorio, invece, è importante perché permette di inibire l'impulso a mangiare cibi ipercalorici (Dohle, Diel & Hofmann, 2018).

In ambito di salute mentale, il controllo cognitivo rappresenta un elemento di criticità. Infatti, è stato ampiamente dimostrato che diversi disturbi mentali possono presentare una compromissione di diversi processi del controllo cognitivo. Per quanto riguarda i disturbi del neurosviluppo, è stato rilevato che nel disturbo da deficit di attenzione/iperattività (DDAI) e nel disturbo dello spettro autistico sono diversi i processi che risultano essere disfunzionali. In particolare, è stato riscontrato che bambini con DDAI presentano una maggiore compromissione in termini di inibizione della risposta, memoria di lavoro e pianificazione (Willcutt, Doyle, Nigg, Faraone & Pennington, 2005), mentre nei bambini con disturbo dello spettro autistico è stato suggerito che i deficit socio-comunicativi e il comportamento ripetitivo che caratterizzano tale disturbo possono essere la conseguenza di una compromissione a carico di processi quali la pianificazione, la flessibilità cognitiva e la memoria di lavoro (Fatima, 2019). Evidenze a favore di una compromissione del controllo cognitivo sono presenti anche nel caso della schizofrenia. Infatti, pazienti affetti da tale disturbo presentano deficit soprattutto nei compiti che prevedono l'utilizzo della memoria di lavoro (Barch, 2005). Tale deficit è stato riscontrato anche in individui a rischio di sviluppare la schizofrenia a causa di componenti genetiche che li rendono maggiormente vulnerabili a sviluppare il disturbo (Barch, 2005). Anche i bambini, che successivamente svilupperanno la schizofrenia, mostrano una maggiore compromissione della memoria di lavoro di tipo verbale rispetto ai loro fratelli che, invece, non svilupperanno il disturbo (Niendam et al., 2003). Nel caso del disturbo bipolare (DB) di tipo I sono state rilevate menomazioni più gravi e diffuse a carico di processi quali il controllo inibitorio, la memoria di lavoro, la flessibilità cognitiva e la fluency verbale (Cotrena et al., 2020). Invece, nel DB di tipo II è stata rilevata una compromissione minore rispetto al DB di tipo I in tutti i processi indagati ad eccezione del controllo inibitorio (Cotrena et al., 2020). Tra i

disturbi depressivi, i pazienti che presentano un disturbo depressivo maggiore mostrano principalmente un deficit di inibizione cognitiva che li porterebbe a elaborare informazioni non rilevanti con conseguente riduzione della loro capacità di controllare i cambiamenti transitori dell'umore e difficoltà nella risoluzione di problemi e di pianificazione (Fossati, Ergis & Allilaire, 2002). Tali deficit sembrerebbero essere presenti soprattutto nel caso di pazienti depressi con caratteristiche malinconiche o psicotiche (Fossati et al., 2002). Nel disturbo ossessivo-compulsivo (DOC), inizialmente, era stata avanzata l'ipotesi di una compromissione specifica della capacità di inibizione o di flessibilità cognitiva, in realtà tale disturbo sembrerebbe essere caratterizzato da una più ampia compromissione di diversi processi del controllo cognitivo (Snyder, Kaiser, Warren & Heller, 2015). Una compromissione del controllo cognitivo è stata rilevata anche nel disturbo post-traumatico da stress (DPTS). In particolare, è stata evidenziata una maggiore compromissione in relazione ad alcune specifiche variabili come la tipologia di trauma vissuto (e.g., il controllo cognitivo risulta maggiormente compromesso in individui che hanno sviluppato DPTS a seguito di combattimenti di guerra), in individui di genere maschile, con età avanzata e che presentano altri sintomi come quelli depressivi (Polak, Witteveen, Reitsma & Olf, 2012). Tra i disturbi correlati all'uso di sostanze e dipendenza sono stati rilevati deficit inibitori nell'uso intenso e nella dipendenza da sostanze quali la cocaina, l'MDMA, la metamfetamina, il tabacco e l'alcol, ma anche nel caso dei giocatori d'azzardo patologici (Smith, Mattick, Jamadar & Iredale, 2014). Non sono stati, invece, rilevati deficit inibitori per gli oppioidi e la cannabis e sono state rilevate evidenze contrastanti per quanto riguarda la dipendenza da Internet (Smith et al., 2014). Infine, nel disturbo antisociale di personalità, il controllo cognitivo è necessario per l'autoregolazione, la regolazione delle emozioni e una condotta socialmente appropriata (Ogilvie, Stewart, Chan & Shum, 2011). È stata suggerita una valida associazione tra disturbo antisociale e alterazione di diversi processi del controllo cognitivo anche se sono necessari ulteriori studi per stabilire la specificità di tali disturbi (Morgan & Lilienfeld, 2000; Ogilvie et al., 2011).

In ambito scolastico, il controllo cognitivo costituisce una solida base per l'apprendimento e i

risultati scolastici, esercitando un ruolo sia diretto che indiretto nell'apprendimento in classe (Zelazo et al., 2016). Direttamente, il controllo cognitivo permette agli studenti di rimanere seduti al proprio posto, di prestare attenzione durante una lezione, di rispettare le regole ed essere in grado di assumere nuove prospettive quando necessario; indirettamente, gli studenti che possiedono un buon controllo cognitivo, quando iniziano la scuola, possono imparare più velocemente e questo darà inizio a una serie di effetti positivi indiretti come una maggiore probabilità di apprezzare l'ambiente scolastico, l'essere più fiduciosi in merito al proprio potenziale di apprendimento e instaurare buoni rapporti con insegnanti e compagni di classe (Zelazo et al., 2016). Il controllo cognitivo può influenzare anche le abilità matematiche. Per esempio, è stata avanzata l'ipotesi che la memoria di lavoro permetta di mantenere attive le informazioni rilevanti per il compito durante la risoluzione di un problema e permetta anche di memorizzare e recuperare i diversi risultati parziali ottenuti durante la risoluzione del problema stesso; l'inibizione potrebbe aiutare a sopprimere l'uso di strategie inadeguate; e la flessibilità cognitiva potrebbe consentire il passaggio da un'operazione all'altra o da una strategia di risoluzione del problema all'altra (Bull & Lee, 2014). Nella maggior parte degli studi condotti, però, è emerso che la memoria di lavoro è il principale predittore dei risultati matematici in bambini dalla prima infanzia all'adolescenza, mentre per quanto riguarda l'inibizione e la flessibilità cognitiva i risultati sono meno chiari (Bull & Lee, 2014). Infine, un buon controllo cognitivo è importante anche per la comprensione della lettura. In particolare, è stato proposto che la memoria di lavoro permetta ai lettori di conservare le informazioni rilevanti ed escludere quelle irrilevanti per poter costruire una rappresentazione coerente del testo appena letto e che l'inibizione collabori con la memoria di lavoro nella comprensione della lettura consentendo ai lettori di sopprimere le informazioni irrilevanti per evitare che interferiscano con la comprensione stessa (Butterfuss & Kendeou, 2018). Per quanto riguarda la flessibilità cognitiva, invece, ci sono prove limitate del suo contributo alla comprensione della lettura (Butterfuss & Kendeou, 2018).

In ambito lavorativo, il controllo cognitivo riveste un ruolo importante soprattutto in alcune specifiche tipologie di lavoro. Per esempio, è fondamentale nelle situazioni in cui gli individui

devono essere in grado di risolvere problemi o rispondere a situazioni immediate e limitate nel tempo come accade per i dirigenti che spesso si trovano a dover prendere decisioni di mercato in tempo reale (Chan, Wang & Ybarra, 2021). Il controllo cognitivo è necessario anche quando gli individui devono prendere decisioni o trovare delle soluzioni in circostanze nuove o incerte come nel caso dei consulenti aziendali che hanno il compito di elaborare nuove strategie o idee per aziende e settori che non conoscono (Chan et al., 2021). Infine, un buon controllo cognitivo contribuisce a far sì che un individuo che riveste il ruolo di manager sia in grado di gestire e affrontare in modo ottimale situazioni di emergenza o di crisi della propria azienda (Chan et al., 2021). Al contrario, uno scarso controllo risulta essere associato a una minore produttività e crescente difficoltà a trovare e mantenere un'occupazione (Bailey, 2007).

Infine, nella vita di tutti i giorni il controllo cognitivo svolge un ruolo rilevante, per esempio, nell'abilità di guida sicura. Infatti, è stato dimostrato che una scarsa memoria di lavoro e inibizione sono correlate a esiti negativi nella guida nei giovani (Walshe, Ward McIntosh, Romer & Winston, 2017). In particolare, giovani conducenti con scarsa memoria di lavoro autoriferita hanno riportato un numero più elevato di incidenti e multe, maggiore disattenzione alla guida e scarsa capacità di mantenere la corsia e individuare i pericoli durante la guida simulata (Walshe et al., 2017). L'importanza della memoria di lavoro è visibile soprattutto per coloro che stanno imparando a guidare o per i neopatentati che non hanno ancora automatizzato attività di base della guida (e.g., controllare gli specchietti, cambiare le marce) (Walshe et al., 2017). La scarsa capacità di inibizione è, invece, correlata a una guida poco sicura o rischiosa, eccesso di velocità e anche in questo caso a difficoltà nel mantenere la propria corsia di marcia in un compito simulato di guida (Walshe et al., 2017). Uno scarso controllo inibitorio della risposta è stato rilevato anche in conducenti che hanno commesso precedenti infrazioni per eccesso di velocità rispetto ai loro coetanei (Walshe et al., 2017). Oltre a consentire una guida sicura, il controllo cognitivo riveste un ruolo di primaria importanza anche per quanto riguarda lo svolgimento delle attività di vita quotidiana (*Activities of Daily Living*, ADL), soprattutto nella popolazione anziana. Le ADL si differenziano in due

macrocategorie che fanno riferimento ad attività più o meno automatiche e complesse. Una di queste macrocategorie è rappresentata dalle *Instrumental Activities of Daily Living* (IADL) che riguardano attività come saper preparare i pasti, gestire le proprie finanze, usare i mezzi di trasporto, fare la spesa (Marshall et al., 2011). La compromissione delle IADL è una caratteristica clinica, per esempio, di varie forme di demenza come quella di Alzheimer (*Alzheimer Disease, AD*) che implica la perdita della propria indipendenza e la conseguente necessità di aiuto da parte di familiari o personale sanitario (Marshall et al., 2011). È stato suggerito che il progredire dell'AD è caratterizzato da una disfunzione del controllo cognitivo sempre più evidente che risulta essere un predittore del successivo peggioramento nello svolgimento delle IADL (Marshall et al., 2011).

In generale, il controllo cognitivo sembra influenzare la qualità di vita correlata alla salute come evidenziato da Brown e Landgraf (2010) che hanno valutato se il miglioramento nel controllo fosse o meno correlato a una migliore percezione della qualità di vita in adulti con disturbo da deficit di attenzione/iperattività (DDAI) trattati con farmacoterapia stimolante. Dai risultati è emerso che il maggior controllo cognitivo, a seguito del trattamento farmacologico, era associato al concomitante miglioramento della percezione della qualità di vita (Brown & Landgraf, 2010).

#### **1.1.4 Il modello di Miyake et al. (2000)**

Nel corso degli anni, in letteratura sono stati presentati numerosi modelli interpretativi riguardanti i diversi processi del controllo cognitivo. Il modello che attualmente risulta essere il più accreditato e al quale si farà riferimento nel presente lavoro di tesi è quello proposto da Miyake et al. (2000), successivamente ripreso e approfondito da Diamond (2013).

Il modello di Miyake et al. (2000) prende in considerazione i tre processi del controllo cognitivo più discussi e ritenuti importanti in letteratura, ovvero:

1. inibizione
2. memoria di lavoro
3. flessibilità cognitiva

L'inibizione o controllo inibitorio consiste nella capacità di saper inibire le risposte dominanti, automatiche o prepotenti (Miyake et al., 2000). Fa riferimento anche alla capacità di saper controllare la propria attenzione, i propri pensieri e comportamenti e le proprie emozioni al fine di far fronte a tendenze interne o stimoli esterni (Diamond, 2013). In tal senso, il controllo inibitorio permette di portare a termine quello che si intendeva fare nonostante la presenza di stimoli distraenti (Diamond, 2013). Il controllo inibitorio permette di restare concentrati, riuscendo a inibire possibili distrazioni interne o esterne: se viene a mancare questa inibizione la mente inizia a vagare (Diamond, 2013). Inoltre, è un processo indispensabile perché permette a un individuo di non essere in balia degli impulsi, di risposte condizionate (*i.e.*, vecchie abitudini di pensiero o modi di agire) o di stimoli provenienti dall'ambiente esterno (Diamond, 2013). Il controllo inibitorio permette a un individuo di poter decidere di cambiare e di scegliere come comportarsi (*i.e.*, esercitare un controllo volontario), riuscendo ad andare oltre quella che è una tendenza tipica dell'essere umano, ovvero l'essere abitudinario, il cui comportamento è dettato prevalentemente da stimoli provenienti dall'ambiente esterno (Diamond, 2013). Un'altra caratteristica del controllo inibitorio è quella di riuscire a ridurre anche il rischio di rendersi ridicoli nelle diverse situazioni sociali riuscendo a inibire comportamenti inappropriati al contesto (Diamond, 2013). Il controllo inibitorio è strettamente correlato alla memoria di lavoro, infatti, questi due processi si sostengono a vicenda e quasi mai l'uno si verifica in assenza dell'altro (Diamond, 2013). Il controllo inibitorio sostiene la memoria di lavoro eliminando tutte le informazioni che sono irrilevanti e che occupano spazio all'interno della memoria di lavoro stessa che risulta avere una capacità limitata (Diamond, 2013). Nei bambini, il controllo inibitorio, nonostante sia considerato un'abilità molto difficile da mettere in atto, mostra un rapido miglioramento nella prima infanzia: all'età di quattro anni i bambini mostrano performance di successo in compiti di inibizione sia semplici che complessi (Best & Miller, 2010). Questo rapido miglioramento è seguito poi da un miglioramento più lento durante l'adolescenza (Best & Miller, 2010).

La memoria di lavoro viene definita come la capacità di tenere a mente le informazioni durante

l'esecuzione di un compito e manipolare mentalmente e attivamente queste stesse informazioni (Diamond, 2013). Esistono due diverse tipologie di memoria di lavoro che si contraddistinguono sulla base del loro contenuto, ovvero una memoria di lavoro verbale e una non verbale anche detta visuo-spaziale (Diamond, 2013). La memoria di lavoro viene distinta dalla memoria a breve termine poiché la memoria di lavoro consente di tenere a mente e manipolare attivamente le informazioni, mentre quella a breve termine consente semplicemente di mantenere le informazioni in memoria senza elaborarle (Diamond, 2013). La memoria di lavoro è necessaria perché permette di tenere a mente quanto accaduto precedentemente e metterlo in relazione con quanto si sta verificando nel momento presente e, quindi, poter dare un senso agli eventi che si verificano nel tempo (Diamond & Ling, 2016). In tal senso, la memoria di lavoro consente di dare un significato anche al linguaggio perché permette di tenere a mente quanto letto in precedenza e metterlo in relazione con quanto si sta leggendo (Diamond, 2020). La memoria di lavoro permette di assimilare nuove informazioni e, quindi, di aggiornare quelle già presenti in memoria con altre più recenti, permette di svolgere calcoli mentali, tradurre delle istruzioni in piani d'azione, prendere delle decisioni, mettere in relazione degli elementi che apparentemente non sembrano essere correlati o separare degli elementi appartenenti a un insieme integrato, ovvero l'essere creativi (*i.e.*, scomporre e ricomporre gli elementi in modo diverso) (Diamond, 2013). Come già sottolineato precedentemente, la memoria di lavoro e il controllo inibitorio sono strettamente interconnessi tra loro. Se il controllo inibitorio sostiene la memoria di lavoro, a sua volta, anche la memoria di lavoro sostiene il controllo inibitorio (Diamond, 2013). Infatti, è fondamentale riuscire a tenere a mente l'obiettivo per poter decidere poi quali informazioni sono rilevanti e quali, invece, è necessario inibire per il raggiungimento dell'obiettivo stesso (Diamond, 2013). Infine, per quanto riguarda lo sviluppo, la memoria di lavoro si differenzia dal controllo inibitorio. Se il controllo inibitorio segue una traiettoria di sviluppo tale per cui si verificano notevoli miglioramenti durante l'età prescolare e miglioramenti più modesti nell'adolescenza, la memoria di lavoro segue un andamento di sviluppo lineare fino all'adolescenza (Best & Miller, 2010).

Infine, la flessibilità cognitiva, chiamata anche *set shifting* o flessibilità mentale, viene identificata come la capacità di saper passare rapidamente da un compito a un altro o da un *set* mentale all'altro, di saper “pensare fuori dagli schemi” riuscendo a cambiare prospettiva, approccio o modo di pensare a una situazione, un evento o un problema (Diamond, 2020). La flessibilità cognitiva consente anche l'adattamento rapido e flessibile ai cambiamenti come quando non è più possibile perseguire i propri obiettivi nel modo prefissato, ma è necessario trovare un modo alternativo per poterli raggiungere (Diamond, 2020). La flessibilità cognitiva si contrappone alla rigidità cognitiva (*i.e.*, l'incapacità di vedere le cose da un altro punto di vista e di sapersi adattare ai cambiamenti) (Diamond, 2020). Esiste, invece, una forte sovrapposizione tra flessibilità cognitiva e creatività (Diamond, 2013). La flessibilità cognitiva si basa sull'inibizione e sulla memoria di lavoro, poiché per poter cambiare prospettiva è necessario prima inibire la prospettiva precedentemente adottata e successivamente attivare una nuova prospettiva attraverso l'ausilio della memoria di lavoro (Diamond, 2013). La flessibilità cognitiva è stata tipicamente studiata utilizzando dei paradigmi di *task-shifting* durante i quali viene chiesto ai partecipanti di ripetere rapidamente lo stesso compito o alternare compiti diversi (Collette, Hogge, Salmon & Van der Linden, 2006). In questa tipologia di compiti, è stato scoperto che le latenze di risposta sono più lunghe quando i partecipanti devono alternare compiti diversi rispetto a quando devono ripetere lo stesso compito: questa differenza nei tempi di risposta nelle due tipologie di compito viene definita costo di spostamento (Collette et al., 2006). È stato identificato anche un legame tra flessibilità cognitiva e comprensione sociale, ovvero la flessibilità cognitiva è considerata un predittore della comprensione sociale (Bock, Gallaway & Hund, 2015). Tale scoperta è ritenuta importante perché la flessibilità cognitiva permette la comprensione di stati mentali complessi (Bock et al., 2015). In tal senso, quindi, la flessibilità cognitiva non permette solo di cambiare prospettiva a livello spaziale (*i.e.*, vedere una cosa da un'altra direzione), ma anche a livello interpersonale (*i.e.*, vedere una cosa dal punto di vista di un'altra persona) (Diamond, 2013). Infine, la flessibilità cognitiva necessita di un lungo periodo per potersi adeguatamente sviluppare, infatti, il suo sviluppo culmina nell'adolescenza (Best & Miller,



2010). I bambini in età prescolare sono in grado di passare da un compito all'altro se il compito risulta essere semplice, solo successivamente, nel corso dell'adolescenza, tale capacità raggiunge livelli più elevati, simili a quelli degli adulti (Best & Miller, 2010).

Il modello proposto da Miyake et al. (2000) sostiene che inibizione, memoria di lavoro e flessibilità cognitiva possono essere considerati processi separabili, ma allo stesso tempo correlabili, sostenendo sia l'unità che la diversità di questi processi. A sostegno dell'unità, è stato proposto che tutti i compiti utilizzati nello studio da Miyake et al. (2000) richiedono di mantenere attive in memoria le informazioni relative all'obiettivo o importanti per il compito e che tutti e tre i processi considerati implicano processi inibitori per poter funzionare correttamente. A sostegno della diversità, invece, è stato riportato che inibizione, memoria di lavoro e flessibilità cognitiva contribuiscono in modo diverso alle prestazioni nei diversi compiti considerati (Miyake et al., 2000). Il concetto di unità e diversità è stato successivamente testato su vari campioni come bambini e adolescenti, giovani adulti, adulti più anziani e popolazioni cliniche (Friedman & Miyake, 2017).

### **1.1.5 Il modello di Diamond (2013)**

Il modello proposto da Diamond (2013) si basa su quello di Miyake et al. (2000) poiché considera gli stessi processi cognitivi, ovvero inibizione, memoria di lavoro e flessibilità cognitiva.

Nel modello di Diamond (2013) viene approfondito ulteriormente il concetto di controllo inibitorio.

A tal proposito, sono state individuate tre sottocomponenti (Diamond, 2013):

1. autocontrollo
2. inibizione cognitiva
3. controllo dell'interferenza

L'autocontrollo o inibizione comportamentale viene definito come la capacità di saper controllare le risposte dominanti, regolare il proprio comportamento, i propri pensieri e le proprie emozioni (de Ridder, Lensvelt-Mulders, Finkenauer, Stok & Baumeister, 2012) e per tale motivo è considerato

l'opposto dell'agire impulsivamente (Diamond, 2020). Infatti, l'autocontrollo permette di non saltare a una conclusione affrettata e di prendersi il tempo necessario per rispondere in modo intelligente e adeguato alla situazione (Diamond, 2013). L'autocontrollo permette di inibire comportamenti indesiderati e favorire, invece, quelli desiderati (de Ridder et al., 2012) consentendo anche il rispetto delle norme sociali (e.g., non saltare la fila in un negozio o prendere qualcosa senza prima averla pagata) (Diamond, 2020). Altri due aspetti importanti dell'autocontrollo riguardano la disciplina di rimanere sul compito e la capacità di ritardare la gratificazione, ovvero continuare a svolgere un compito nonostante le distrazioni e riuscire a portarlo a termine anziché mollare o passare a un compito più interessante o divertente, avere la capacità di costringersi a continuare con il compito intrapreso anche se si preferirebbe fare altro in quel momento (Diamond, 2013). Tangney, Baumeister e Boone (2004) hanno identificato cinque domini in cui l'autocontrollo riveste un ruolo importante, ovvero il rendimento scolastico (e.g., migliori voti a scuola), il controllo degli impulsi (e.g., minore probabilità di manifestare sintomi di un disturbo alimentare e minore consumo di alcol), l'adattamento psicologico positivo (e.g., un numero minore di sintomi quali ansia, depressione, comportamenti ossessivo-compulsivi e disturbi somatici), le relazioni interpersonali (e.g., maggiore empatia e migliore gestione della rabbia) e le emozioni morali (e.g., più sensi di colpa e minore vergogna). Inoltre, l'autocontrollo risulta essere correlato a due caratteristiche di personalità, ovvero la coscienziosità e il perfezionismo (Tangney et al., 2004).

L'inibizione cognitiva, anche definita *directed forgetting*, fa riferimento alla capacità di sopprimere attivamente contenuti o processi cognitivi precedentemente attivati (Harnishfeger & Pope, 1996). L'inibizione cognitiva permette di rimuovere dalla memoria di lavoro le informazioni che sono state attivate in precedenza, ma che non sono più rilevanti per il compito (Wilson & Kipp, 1998). In questo modo, diminuisce il numero di informazioni irrilevanti da elaborare presenti nella memoria di lavoro, diminuisce la quantità di spazio di elaborazione necessario per portare a termine il compito e, invece, aumenta la porzione di memoria, che ha capacità limitata, per l'elaborazione o la memorizzazione di informazioni rilevanti (Wilson & Kipp, 1998). L'inibizione cognitiva è un

processo attivo anche se, in alcuni casi, gli individui possono non essere consapevoli dei propri processi inibitori come può accadere durante un compito di decisione lessicale (Wilson & Kipp, 1998). L'inibizione cognitiva permette anche la soppressione di pensieri irrilevanti o indesiderati (Wegner, 1989), l'eliminazione di interpretazioni errate quando, durante la lettura di un brano, un passaggio importante del brano stesso permette di comprendere l'interpretazione corretta (Hamm & Hasher, 1992) e la rimozione di significati di parole polisemiche (*i.e.*, parole che possono assumere significati diversi a seconda del contesto o del tono di voce con cui vengono pronunciate) inappropriati al contesto (Swinney & Prather, 1989).

Per quanto riguarda il controllo dell'interferenza, invece, quest'ultima componente verrà discussa singolarmente nei successivi paragrafi poiché rappresenta un aspetto importante che è stato preso in considerazione ai fini del presente lavoro di tesi.

Infine, per completare in modo più esaustivo il quadro relativo al controllo inibitorio, Nigg (2000) nella sua tassonomia, ha proposto anche un quarto tipo di inibizione, ovvero l'inibizione oculomotoria che consiste nella capacità di saper inibire i riflessi saccadici (*i.e.*, i rapidi movimenti degli occhi).

## **1.2 Il controllo dell'interferenza**

Il controllo dell'interferenza è una caratteristica distintiva del controllo cognitivo, riguarda la capacità di saper risolvere efficacemente dei conflitti di risposta che possono emergere a partire da stimoli o caratteristiche dello stimolo che risultano essere irrilevanti o distraenti (Wöstmann et al., 2013). L'abilità di saper gestire le informazioni in ingresso e saper selezionare l'informazione rilevante e controllare l'effetto interferente prodotto dalle informazioni irrilevanti o distraenti viene definita controllo dell'interferenza o gestione del conflitto cognitivo. In altre parole, con il termine controllo dell'interferenza, ci si riferisce alla capacità di saper sopprimere uno stimolo che provoca una risposta competitiva in modo tale da riuscire a mettere in atto la risposta corretta o appropriata (Nigg, 2000). Il controllo dell'interferenza permette anche di sopprimere stimoli distraenti provenienti dall'ambiente esterno che potrebbero rallentare la messa in atto della risposta principale o reprimere stimoli interni che potrebbero interferire con le operazioni in corso della memoria di lavoro (Nigg, 2000).

Il controllo dell'interferenza viene distinto dall'inibizione cognitiva. Infatti, l'inibizione cognitiva fa riferimento al processo di soppressione attiva che opera direttamente sulle informazioni presenti nella memoria di lavoro, mentre il controllo dell'interferenza è un meccanismo che impedisce alle informazioni irrilevanti o agli stimoli distraenti di entrare nella memoria di lavoro (Wilson & Kipp, 1998). Pertanto, la differenza principale riguarda la localizzazione della competizione per lo spazio di elaborazione (Wilson & Kipp, 1998). Nel caso dell'inibizione cognitiva, gli elementi inibiti vengono prima codificati nella memoria di lavoro, successivamente ritenuti irrilevanti e quindi espulsi dalla memoria di lavoro stessa (Wilson & Kipp, 1998). Così facendo, gli elementi inibiti non sono disponibili al momento della rievocazione, ma essendo stati codificati, dovrebbero essere ugualmente presenti nella memoria di riconoscimento (Wilson & Kipp, 1998). Invece, nel caso del controllo dell'interferenza, l'elemento irrilevante viene respinto prima che entri nella memoria di lavoro, quindi, non viene codificato e non è disponibile nella memoria di riconoscimento (Wilson & Kipp, 1998).

La capacità di controllare l'interferenza è stata testata lungo l'arco di vita, ovvero nell'infanzia, nell'età adulta e nell'invecchiamento. Comalli, Wapner e Werner (1962) hanno dimostrato che i bambini più piccoli hanno maggiori difficoltà a controllare l'interferenza, tale abilità migliora, invece, all'aumentare dell'età, durante l'età adulta e tende poi nuovamente a decrescere durante l'invecchiamento.

### **1.2.1 I conflict task**

Nella vita quotidiana, saper controllare delle tendenze di risposta predominanti, ma inappropriate risulta essere un'abilità indispensabile per un individuo. Si pensi per esempio a situazioni comuni come quella in cui una persona a dieta deve resistere alla tentazione di mangiare una fetta di dolce o alla situazione in cui quando si deve attraversare una strada a Londra si deve guardare prima a destra invece che a sinistra (Fröber, Stürmer, Frömer & Dreisbach, 2017).

In laboratorio, per indagare e misurare questo aspetto del controllo cognitivo, ovvero la capacità di un individuo di saper controllare l'interferenza, vengono utilizzati una particolare tipologia di compiti cognitivi di tipo conflittuale, propriamente definiti *conflict task*.

I *conflict task* sono compiti di attenzione selettiva che hanno l'obiettivo di indurre un conflitto cognitivo in coloro che li stanno svolgendo (Braem et al., 2019).

Il termine "conflitto" viene utilizzato nell'ambito della ricerca sulla cognizione e sul comportamento per indicare una difficoltà cognitiva che si manifesta nel momento in cui i processi mentali sono in disaccordo o forniscono delle informazioni contrastanti (Damen, Strick, Taris & Aarts, 2018). Il conflitto cognitivo emerge durante l'elaborazione delle informazioni, quando due o più rappresentazioni dello stimolo e/o tendenze di risposta reciprocamente incompatibili, vengono attivate dal medesimo stimolo (Braem et al., 2019).

Durante un *conflict task*, la selezione e la messa in atto della risposta adeguata allo stimolo *target* possono entrare in conflitto con delle tendenze di risposta automatiche elicitate da caratteristiche dello stimolo stesso che però sono irrilevanti per il compito da svolgere (Dignath, Janczyk & Eder,

2017). Le caratteristiche irrilevanti dello stimolo sono appositamente scelte in modo tale da attivare rappresentazioni cognitive che interferiscano con la selezione della risposta corretta (Kucina et al., 2023). Nei *conflict task* le caratteristiche rilevanti e irrilevanti dello stimolo possono essere compatibili o incompatibili e quindi creare rispettivamente condizioni di non conflitto o di conflitto (Fröber et al., 2017). In questa tipologia di compiti, le risposte date dai partecipanti risultano essere più rapide e meno inclini ad errori nelle prove definite congruenti in cui l'elemento irrilevante fornisce la medesima risposta di quello *target* (i.e., condizione di non conflitto), rispetto alle prove definite incongruenti in cui l'elemento irrilevante fornisce, invece, una risposta diversa da quella fornita dal *target* (i.e., condizione di conflitto) (Dignath et al., 2017). Infatti, nelle prove incongruenti, i partecipanti tendono a rispondere molto più lentamente e in modo meno accurato (Braem et al., 2019). Infine, nelle prove definite neutre, i tempi di risposta e il numero di errori commessi dai partecipanti si collocano a metà tra i tempi di risposta e gli errori commessi nelle prove congruenti e incongruenti.

L'effetto del conflitto viene misurato attraverso la differenza nei tempi medi di risposta tra la condizione di incongruenza e quella di congruenza (Kucina et al., 2023).

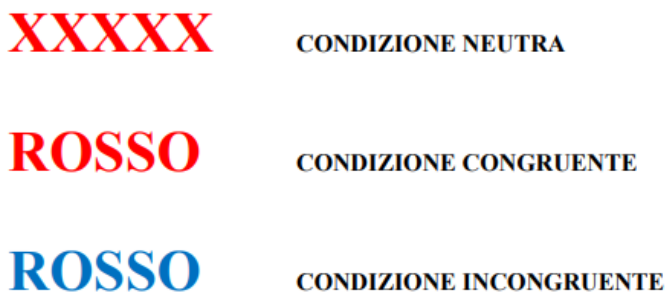
Di seguito verranno discusse le principali caratteristiche dei *conflict task* più utilizzati per testare il controllo dell'interferenza, ovvero:

1. il compito Stroop
2. il compito Eriksen *flanker*
3. il compito Simon

Il compito Stroop (1935) è il più utilizzato in ambito di psicologia sperimentale (Kleinsorge, 2021).

Il compito consiste nel mostrare ai partecipanti delle parole scritte con diversi colori (e.g., rosso, blu, verde, marrone e viola). All'interno del compito, sono due le dimensioni che vengono prese in considerazione, ovvero il significato della parola e il colore con cui la parola è scritta. In particolare, ai partecipanti viene chiesto di denominare ad alta voce e il più velocemente possibile, il colore con cui è scritta la parola che rappresenta l'informazione rilevante per il compito e di ignorare il

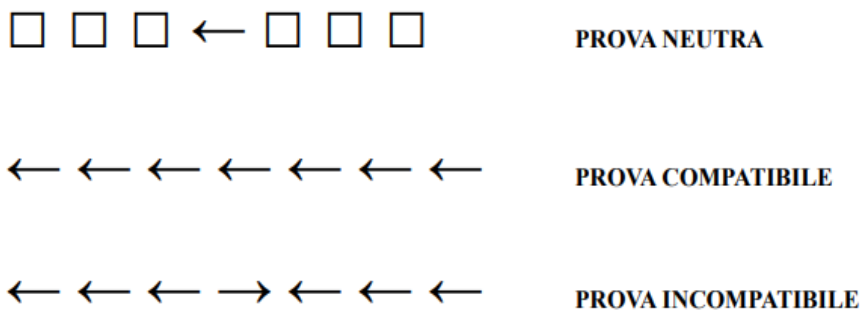
significato della parola stessa che rappresenta, invece, l'informazione irrilevante. Nel compito sono presenti tre condizioni: una neutra, una congruente e una incongruente. Nella condizione neutra viene solitamente presentata una stringa colorata (e.g., la stringa XXXXX di colore rosso). Tale condizione è definita neutra perché la stringa non ha alcun legame semantico con la categoria dei colori. Nella condizione congruente, il significato della parola presentata coincide con il colore con cui è scritta la parola (e.g., viene presentata la parola "rosso" scritta di colore rosso). Viceversa, nella condizione incongruente, il significato della parola presentata differisce dal colore con cui è scritta la parola (e.g., viene presentata la parola "rosso" scritta di colore blu) (Figura 1.1).



*Figura 1.1 Esempio grafico delle tre diverse tipologie di prove presenti nel compito Stroop.*

Nella condizione incongruente, le due dimensioni dello stimolo entrano in conflitto poiché il significato della parola, irrilevante per il compito, interferisce con la denominazione del colore con cui è scritta la parola stessa che è, invece, l'elemento rilevante per il corretto svolgimento del compito. L'effetto Stroop consiste nella differenza dei tempi di reazione tra prove congruenti e prove incongruenti: i partecipanti tendono a rispondere più velocemente e accuratamente quando si trovano di fronte a una prova congruente, mentre presentano tempi di risposta più lunghi e minore accuratezza quando devono affrontare una prova incongruente (Botvinick, Cohen & Carter, 2004). L'effetto Stroop rappresenta, quindi, la difficoltà dei partecipanti a ignorare l'effetto interferente causato dalla dimensione irrilevante dello stimolo ai fini del compito, ovvero il significato della parola, durante l'elaborazione della dimensione rilevante dello stimolo, ovvero il colore con cui la parola è scritta.

Il compito Eriksen *flanker* (1974), invece, richiede ai partecipanti di rispondere il più velocemente possibile a uno stimolo *target* che compare in posizione centrale sullo schermo del computer, fiancheggiato da tre stimoli di disturbo a destra e tre a sinistra, chiamati *flanker*, premendo uno di due specifici tasti della tastiera del computer posizionati uno a destra e uno a sinistra. Gli stimoli solitamente utilizzati possono essere delle lettere come nella versione originale del compito, ma anche numeri o frecce. Il compito è composto da tre diverse tipologie di prove: neutre, compatibili e incompatibili. Nelle prove neutre, lo stimolo *target* è fiancheggiato da stimoli che non entrano in conflitto con l'elaborazione del bersaglio e la successiva messa in atto della risposta. Nelle prove compatibili, gli stimoli che fiancheggiano lo stimolo *target* evocano la medesima risposta e possono apparire identici al *target*. Infine, nelle prove incompatibili, gli stimoli che fiancheggiano lo stimolo *target* evocano una risposta opposta e possono essere diversi dal *target* (Figura 1.2).



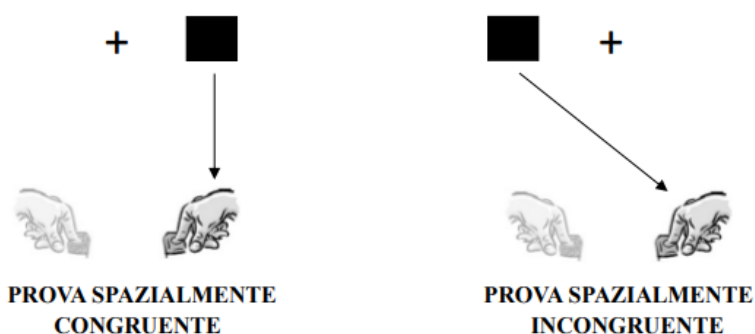
**Figura 1.2** Esempio grafico delle tre diverse tipologie di prove presenti nel compito Eriksen *flanker*.

Nelle prove incompatibili, la risposta elicitata dallo stimolo *target* subisce l'interferenza da parte della risposta indotta dagli stimoli distrattori che lo fiancheggiano, nonostante il compito richieda ai partecipanti di prestare attenzione e quindi elaborare solo lo stimolo centrale e di ignorare, invece, gli stimoli a fianco. Tale effetto interferente è stato successivamente definito *flanker interference* (Kleinsorge, 2021). L'effetto Eriksen *flanker* è dato anche in questo caso dalla differenza nei tempi di reazione tra prove compatibili e incompatibili. In particolare, i partecipanti rispondono molto più



lentamente di fronte a una prova incompatibile rispetto a quando devono affrontare una prova compatibile (Botvinick et al., 2004).

Infine, il compito Simon (Craft & Simon, 1970) consiste nella presentazione di uno stimolo che può comparire a destra o a sinistra di un punto di fissazione sullo schermo di un computer. Il compito dei partecipanti consiste nel categorizzare il più velocemente e accuratamente possibile lo stimolo sulla base di una sua caratteristica non spaziale come, per esempio, il colore (e.g., rosso o verde) oppure la forma geometrica (e.g., cerchio o quadrato), premendo uno di due specifici tasti della tastiera del computer posizionati uno a destra e uno a sinistra. Il compito richiede ai partecipanti di prestare attenzione alla caratteristica non spaziale dello stimolo che rappresenta l'informazione rilevante per il compito stesso e di essere in grado di ignorare la posizione di comparsa dello stimolo sullo schermo che, invece, rappresenta l'informazione irrilevante. Nel compito sono presenti due tipologie di prove: spazialmente congruenti e spazialmente incongruenti. Le prove spazialmente congruenti sono caratterizzate dalla corrispondenza tra la posizione di comparsa dello stimolo sullo schermo e la posizione del tasto di risposta, mentre le prove spazialmente incongruenti sono caratterizzate dalla non corrispondenza tra la posizione di comparsa dello stimolo e la posizione del tasto di risposta (Figura 1.3).



**Figura 1.3** Esempio grafico delle due diverse tipologie di prove presenti nel compito Simon.

Anche in questo caso, nelle prove spazialmente incongruenti, l'informazione irrilevante interferisce con l'informazione rilevante e inevitabilmente influenza la selezione e la messa in atto della risposta

corretta. Infatti, l'effetto Simon è dato dalla differenza nei tempi di risposta tra prove spazialmente congruenti e incongruenti poiché i partecipanti risultano essere molto più lenti nel fornire la propria risposta in corrispondenza delle prove spazialmente incongruenti rispetto a quelle spazialmente congruenti durante le quali, invece, dimostrano di essere molto più veloci e accurati nel rispondere. In definitiva, i compiti Stroop, Eriksen *flanker* e Simon, pur essendo tutti e tre dei *conflict task*, possono presentare delle differenze. Per esempio, le informazioni irrilevanti differiscono a seconda del compito. Infatti, nel compito Eriksen *flanker* gli stimoli distraenti fiancheggiano lo stimolo *target*; nel compito Stroop lo stimolo bersaglio e quello distraente rappresentano due caratteristiche dello stesso stimolo; e nel compito Simon l'informazione irrilevante risulta essere di tipo spaziale (Nee, Wager & Jonides, 2007).

## CAPITOLO 2: IL CONFLITTO COGNITIVO E GLI STATI AFFETTIVI

### 2.1 Cognizione ed emozione

In passato, cognizione ed emozione (o stati affettivi) sono stati considerati come due domini separati (Pessoa, 2008). Nonostante da un punto di vista metodologico risulta essere utile suddividere il cervello in termini di cognizione ed emozione, le recenti ricerche hanno sottolineato la necessità che, se si vuole realmente comprendere come avvengono i complessi cambiamenti nel cervello, è importante riuscire a comprendere anche le interazioni tra questi due domini (Pessoa, 2008). Cognizione ed emozione risultano, quindi, essere integrati nel cervello (Pessoa, 2008). Le emozioni possono influenzare alcuni aspetti chiave della cognizione come l'attenzione selettiva, la memoria di lavoro e il controllo cognitivo e, a loro volta, tali meccanismi possono contribuire alla regolazione delle emozioni (Okon-Singer, Hendler, Pessoa & Shackman, 2015).

### 2.2 Il monitoraggio dei conflitti

Una questione che per diverso tempo è stata trascurata relativamente al controllo cognitivo riguarda come i processi di controllo possono permettere di individuare le situazioni che richiedono il loro coinvolgimento (Botvinick, Braver, Barch, Carter & Cohen, 2001). A tal proposito, è stato proposto che la necessità di controllo possa essere stimata attraverso il monitoraggio dei conflitti durante l'elaborazione delle informazioni (Botvinick et al., 2001). Il conflitto tra azioni che vengono attivate contemporaneamente, ma che si escludono a vicenda, rappresenta una sfida per il controllo dell'azione ed è proprio in questo caso che i meccanismi di controllo sono indispensabili per prevenire e/o risolvere il conflitto (Botvinick et al., 2001).

Una teoria che è stata proposta e che tiene conto di tali meccanismi di controllo è la *Conflict Monitoring Theory* o teoria del monitoraggio dei conflitti (Botvinick et al., 2001).

Secondo tale teoria, il conflitto che emerge tra risposte incompatibili viene prima registrato da un sistema di monitoraggio e successivamente utilizzato per modificare e adattare i processi di

controllo in base alle richieste del compito corrente (Botvinick et al., 2001; Dignath, Eder, Steinhauser & Kiesel, 2020). All'interno di tale teoria anche gli errori vengono considerati come un caso particolare di conflitto poiché se nelle prove corrette, il conflitto dovrebbe essere massimo prima che la risposta corretta venga selezionata e, quindi, prima che la risposta venga eseguita, nelle prove che presentano degli errori, invece, il conflitto dovrebbe essere massimo dopo che la risposta è stata eseguita, a causa del conflitto che emerge tra la risposta errata e la tendenza a voler correggere la risposta messa in atto (Yeung, Botvinick & Cohen, 2004).

La teoria del monitoraggio dei conflitti comprende due componenti principali: una prima componente di monitoraggio della performance che svolge il ruolo di valutare il grado di conflitto e una seconda componente di adattamento del controllo che è responsabile della regolazione dei filtri attenzionali in base alle diverse richieste del compito (Botvinick et al., 2001; Dignath et al., 2020). Queste due componenti si completano a vicenda formando un *control loop*, ovvero un circuito di controllo poiché la rilevazione del conflitto determina un segnale che a sua volta innesca l'adattamento del controllo cognitivo attraverso un segnale di apprendimento che specifica la necessità di modificare la distribuzione delle proprie risorse attentive (Botvinick et al., 2001; Dignath et al., 2020). A loro volta, i cambiamenti che si verificano in termini di attenzione portano a una riduzione del conflitto nella prova successiva (Botvinick et al., 2001; Dignath et al., 2020).

La componente di monitoraggio può essere analizzata attraverso l'utilizzo dei potenziali elettrofisiologici che vengono registrati sullo scalpo. Per esempio, attraverso la componente N200 o componente N2, un potenziale evento relato (*Event Related Potential*, ERP), rappresentato da un'onda ad andamento negativo, visibile sull'elettroencefalogramma che raggiunge il picco tra i 200 e i 350 ms dopo la presentazione di uno stimolo (Folstein & Van Petten, 2008). La componente N2 presenta una distribuzione principalmente anteriore sul cuoio capelluto, area che è considerata la sede del controllo cognitivo (Folstein & Van Petten, 2008). È stato suggerito che questa componente risulta essere maggiore dopo la presentazione di uno stimolo che induce un conflitto (Kopp, Rist & Mattler, 1996; Yeung et al., 2004). Per quanto riguarda gli errori, essendo considerati

un caso particolare di conflitto, questi sono visibili sull'elettroencefalogramma attraverso la componente ERN (*Error Related Negativity*) (Yeung et al., 2004). La componente ERN è un'onda rappresentata da una deflessione relativamente ampia che raggiunge il picco circa 100 ms dopo una risposta errata e ha una distribuzione massima localizzata in posizione frontocentrale sul cuoio capelluto (Gehring, Liu, Orr & Carp, 2012).

Per analizzare la componente di adattamento del controllo, invece, il marcatore più utilizzato è l'effetto di congruenza sequenziale (*Congruency Sequence Effect*, CSE) (Braem et al., 2019) indicato anche come effetto Gratton (Gratton, Coles & Donchin, 1992) o effetto di adattamento al conflitto (Botvinick et al., 2001). Il CSE fa riferimento alla scoperta che l'effetto congruenza è minore in seguito a prove incongruenti (Braem et al., 2019). In altri termini, l'effetto congruenza nella prova corrente (N) è ridotto dopo una prova incongruente rispetto a una prova congruente (N-1) (Dignath et al., 2020). Tale osservazione è ritenuta un riflesso dell'adattamento del controllo cognitivo indotto dal conflitto (Botvinick et al., 2001). Il controllo cognitivo è ridotto in seguito a una prova priva di conflitto (*i.e.*, una prova congruente), mentre aumenta in seguito a una prova che presenta un conflitto (*i.e.*, una prova incongruente) (Botvinick et al., 2001; de Galan, Sellaro, Colzato & Hommel, 2014). Il CSE è stato osservato in diversi paradigmi che vengono utilizzati per testare il controllo dell'interferenza della risposta e che sono stati anche precedentemente trattati nel Capitolo 1 come, per esempio, nel compito Stroop (Kerns et al., 2004), nel compito Eriksen *flanker* (Gratton et al. 1992) e, infine, nel compito Simon (Fischer, Plessow, Kunde & Kiesel, 2010).

### **2.2.1 La corteccia cingolata anteriore**

La teoria del monitoraggio dei conflitti propone che la corteccia cingolata anteriore (*Anterior Cingulate Cortex*, ACC) sia un'area coinvolta nel controllo cognitivo, deputata anche a rilevare i conflitti durante l'elaborazione delle informazioni, segnalando quando è necessario un maggiore controllo *top-down* (Yeung, 2013).

L'ACC è situata nella parte superiore della superficie mediale dei lobi frontali, rappresenta la parte

più anteriore del lobo limbico ed è adiacente al corpo calloso. La teoria del monitoraggio dei conflitti si concentra soprattutto sulla porzione dorsale-caudale dell'ACC (Botvinick et al., 2004) che fa riferimento alle aree di Brodmann 24 e 32, aree considerate appartenenti alla divisione "cognitiva" dell'ACC (Devinsky, Morrell & Vogt, 1995).

Le prove a favore del ruolo dell'ACC nel monitoraggio dei conflitti provengono da studi di neuroimmagine condotti sull'uomo (Yeung, 2013). Attraverso diverse metodologie come la *Positron Emission Tomography* (PET), la *Functional Magnetic Resonance Imaging* (fMRI) e l'elettroencefalogramma, è stata identificata una maggiore attivazione dell'ACC in tre diverse condizioni caratterizzate dalla presenza di conflitto tra azioni diverse (Yeung, 2013). Tali condizioni riguardano (Botvinick et al., 2001; Botvinick et al., 2004):

1. compiti di annullamento della risposta che richiedono il superamento di risposte prepotenti;
2. compiti di risposta sottodeterminata che richiedono di scegliere una risposta tra un insieme di risposte che sono ugualmente ammissibili;
3. compiti che comportano la commissione di errori.

Nei compiti di annullamento della risposta, il superamento di risposte prepotenti comporta un conflitto tra la risposta corretta e quella automatica che deve essere superata poiché inappropriata al compito (Botvinick et al., 2001; Botvinick et al., 2004). L'impegno dell'ACC in tali circostanze è ben consolidato nel campo delle neuroscienze cognitive (Botvinick et al., 2004). Il compito più studiato è il compito Stroop. In tale compito, l'attivazione dell'ACC è stata osservata per la prima volta da Pardo, Pardo, Janer e Raichle (1990) attraverso l'utilizzo della PET. Pardo et al. (1990) hanno suggerito che l'attivazione dell'ACC era maggiore durante l'esecuzione delle prove incongruenti rispetto a quelle congruenti. L'attivazione dell'ACC è stata osservata anche durante lo svolgimento di altre tipologie di compiti che inducono un conflitto di risposta. Per esempio, Durston et al. (2003), attraverso la fMRI, hanno evidenziato una maggiore attivazione dell'ACC durante le prove incompatibili rispetto a quelle compatibili nel compito Eriksen *flanker*. Risultati simili sono stati osservati anche durante lo svolgimento del compito Simon, infatti, nello studio condotto da

Peterson et al. (2002), l'ACC è risultata maggiormente attiva durante le prove incongruenti.

I compiti di risposta sottodeterminata costituiscono un contesto in cui è molto probabile che si verifichi un conflitto tra più risposte ammissibili (Botvinick et al., 2001). L'attivazione dell'ACC è stata osservata in condizioni che richiedono al partecipante di scegliere tra più risposte, nessuna delle quali, però, è più ovvia o convincente delle altre (Botvinick et al., 2001). Tali compiti comportano una risposta sottodeterminata poiché lo stimolo che viene presentato al partecipante non specifica in modo univoco la risposta appropriata da dare, inducendo un conflitto tra più risposte potenzialmente corrette (Botvinick et al., 2001; Yeung, 2013). Un esempio di compito di risposta sottodeterminata, nel quale è stata rilevata un'attivazione dell'ACC, è il compito di generazione di verbi come suggerito da Barch, Braver, Sabb e Noll (2000). Tale compito prevede che ai partecipanti venga presentato un sostantivo e venga chiesto loro di generare un verbo che faccia riferimento all'uso o a un'azione associata a quel sostantivo. È stato sottolineato che in corrispondenza di sostantivi che tendono a suscitare più verbi diversi con la medesima forza è presente una maggiore attivazione dell'ACC, poiché tali sostantivi attivano più risposte contemporaneamente creando così un conflitto (e.g., sostantivo "palla"; verbi associati "tirare", "giocare", "rimbalzare", "colpire") (Barch et al., 2000). Al contrario, invece, in corrispondenza di sostantivi che attivano un solo verbo, quindi una sola risposta, l'attività dell'ACC risulta essere ridotta (e.g., sostantivo "campana"; verbo associato "suonare") (Barch et al., 2000).

Infine, gli errori sono spesso associati a una forma di conflitto poiché durante la messa in atto di una risposta errata, l'elaborazione dello stimolo comporta anche un'attivazione tardiva della risposta corretta creando, così, un periodo transitorio durante il quale le risposte, corretta ed errata, sono entrambe attive (Botvinick et al., 2004). L'idea che l'ACC si attivi in associazione alla commissione di errori è ben consolidata (Botvinick et al., 2001; Botvinick et al., 2004). In tali condizioni, l'attivazione dell'ACC viene prevalentemente studiata attraverso l'elettroencefalogramma, in particolare mediante la componente ERN citata precedentemente. Dehaene, Posner e Tucker (1994), attraverso l'utilizzo di una tecnica di localizzazione a dipolo,

hanno suggerito che il generatore della componente ERN sembra essere localizzato proprio nell'ACC. Tale scoperta, quindi, è una prova a favore che l'ACC si attiva anche in risposta a conflitti che emergono tra risposta corretta ed errata.

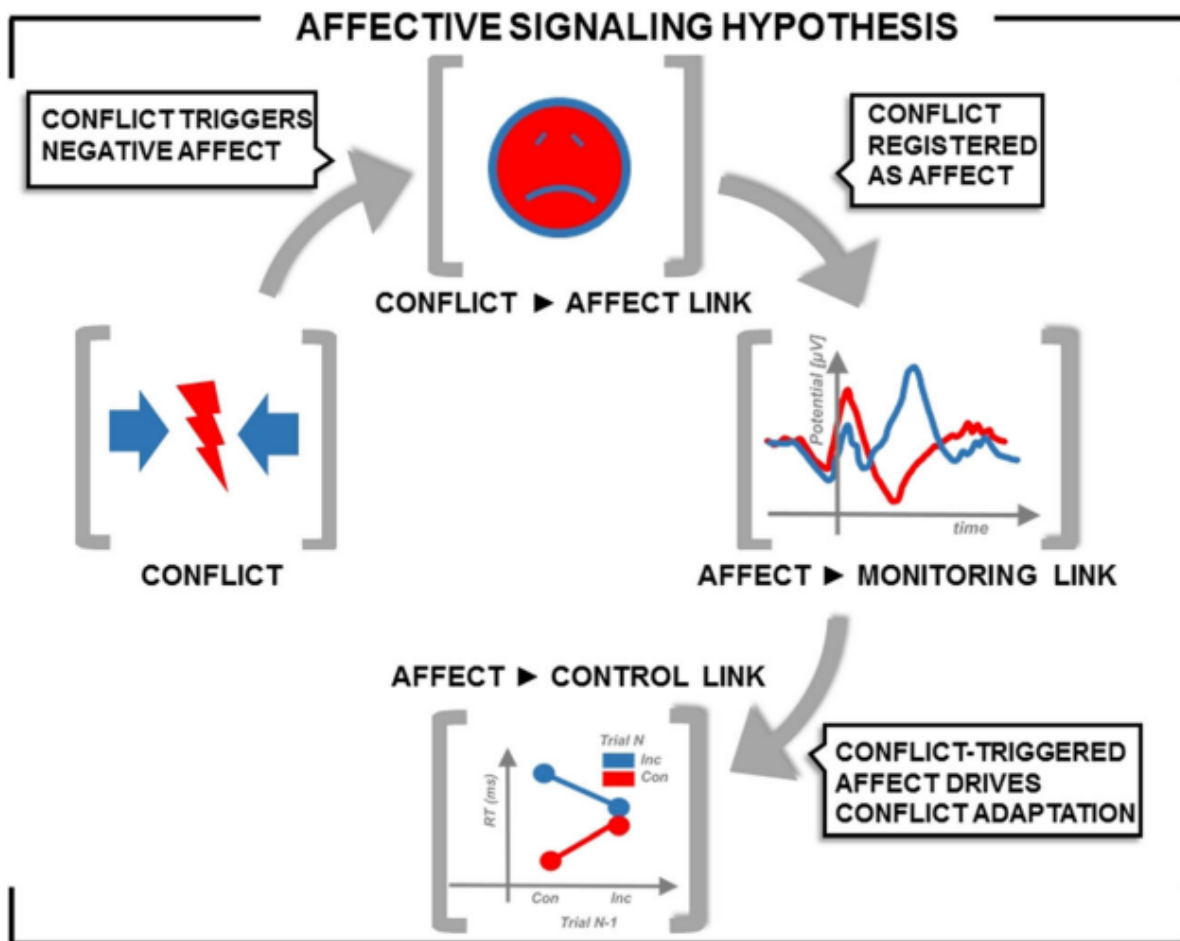
In definitiva, l'ACC sembra essere associata alla componente di monitoraggio dei conflitti, mentre per quanto riguarda la componente di adattamento del controllo, si ritiene che questa funzione sia associata all'attività svolta dalla corteccia prefrontale (*Prefrontal Cortex*, PFC) (Kerns et al., 2004).



### 2.3 L'ipotesi della segnalazione affettiva

La teoria del monitoraggio dei conflitti è stata inizialmente concepita come una teoria cognitiva, ma successivamente è stato suggerito che il conflitto che emerge tra risposte che si escludono a vicenda possa innescare una reazione affettiva negativa (Dignath et al., 2020). Tale risposta affettiva al conflitto viene registrata dal sistema dedicato di monitoraggio della performance e successivamente viene utilizzata come segnale per l'adattamento del controllo cognitivo con l'obiettivo di attenuare i conflitti futuri (Dignath et al., 2020). Questa posizione teorica è sostenuta dalla *Affective Signaling Hypothesis* o ipotesi della segnalazione affettiva che presuppone un legame bidirezionale tra affetto e controllo cognitivo (Dignath et al., 2020) (Figura 2.1). Secondo tale prospettiva, l'affetto non deve essere considerato solo come l'*output* dei processi legati al controllo (e.g., il conflitto suscita uno stato affettivo negativo), ma può servire anche come *input* per i processi legati al controllo stesso (e.g., lo stato affettivo negativo può servire come segnale di apprendimento) (Dignath et al., 2020). L'affetto viene considerato come “il carburante e la forza motrice” delle operazioni di controllo cognitivo e, a loro volta, le operazioni di controllo possono essere considerate in un quadro più ampio di regolazione degli affetti (Dignath et al., 2020).

In definitiva, l'ipotesi della segnalazione affettiva propone la possibilità di una riconciliazione tra operazioni cognitive e affettive in un unico meccanismo (Dignath et al., 2020).



**Figura 2.1** Rappresentazione schematica dell'ipotesi della segnalazione affettiva (tratta da Dignath et al., 2020, p. 197). A sinistra, il conflitto tra più risposte innesca uno stato affettivo negativo, ne deriva il legame tra conflitto e affetto (in alto). Lo stato affettivo innescato dal conflitto/errore viene successivamente rilevato e registrato da un sistema di monitoraggio apposito, ne deriva il legame tra affetto e monitoraggio (a destra). Il sistema di monitoraggio dispone di due misure che permettono di rilevare i conflitti/errori, ovvero la componente N2 (linea blu nella figura a destra) e la componente ERN (linea rossa nella figura a destra). Infine, lo stato affettivo viene usato come segnale per modificare in modo adattivo l'attenzione e le prestazioni successive, ne deriva il legame tra affetto e controllo cognitivo (in basso). Una misura dell'adattamento al conflitto è fornita dall'effetto di congruenza sequenziale (CSE) che è minore a seguito di una prova incongruente piuttosto che congruente. Ne deriva che il conflitto si riduce in seguito a una precedente prova conflittuale e anche la risposta affettiva che ne deriva risulta essere meno negativa.

L'idea sostenuta dall'ipotesi della segnalazione affettiva, ovvero che il monitoraggio dei conflitti e degli errori sia basato su processi affettivi, è supportata da diversi studi.

Devinsky et al. (1995), oltre a sostenere la presenza di una divisione “cognitiva” dell'ACC, ritengono che vi sia anche una divisione “affettiva” che presenta ampie connessioni con l'amigdala, importante per la gestione delle emozioni e la sostanza grigia periacqueduttale responsabile della modulazione del dolore. Studi neurofisiologici hanno dimostrato come l'ACC non si attiva solo in condizioni di conflitto o in presenza di errori, ma anche durante l'elaborazione di informazioni di tipo emotivo, soprattutto nel caso di stati affettivi negativi (Kober et al., 2008). Nella meta-analisi condotta da Shackman et al. (2011), gli autori hanno affermato che l'ACC, oltre a risultare attiva in presenza di stati affettivi negativi, sembra attivarsi anche durante la percezione di stati di dolore fisico. Risultati simili sono stati ottenuti anche da Eisenberger, Lieberman e Williams (2003) per quanto riguarda il dolore sociale. Dallo studio è emerso che, durante lo svolgimento di un gioco virtuale, dal quale i partecipanti a un certo punto venivano esclusi, l'ACC era più attiva dopo l'esclusione dal gioco (Eisenberger et al., 2003). L'attività dell'ACC era correlata al disagio percepito dai partecipanti dopo l'esclusione, indicando che tale attività era associata a dei cambiamenti negli stati emotivi riferiti dai partecipanti (Eisenberger et al., 2003). Ulteriori prove che l'ACC è coinvolta negli stati emotivi provengono da Tolomeo et al. (2016) che hanno studiato le possibili conseguenze di lesioni all'ACC nel riconoscimento delle emozioni, soprattutto quelle negative. Dai risultati è emerso che le lesioni all'ACC correlavano con la compromissione nel riconoscimento di espressioni emotive facciali negative (e.g., paura, disgusto o rabbia), mentre non è stata rilevata alcuna compromissione nel riconoscimento di espressioni emotive facciali neutre o positive (e.g., sorpresa o felicità) (Tolomeo et al., 2016). Questi studi, quindi, suggeriscono che il monitoraggio della performance e l'elaborazione affettiva possono presentare correlati neurali che si sovrappongono (Dignath et al., 2020).

### 2.3.1 Le prove a sostegno dell'ipotesi della segnalazione affettiva

In letteratura sono presenti numerosi studi relativamente all'ipotesi della segnalazione affettiva. Dignath et al. (2020) hanno individuato tre linee di ricerca riguardanti le prove a favore di tale ipotesi, ovvero:

1. evidenze comportamentali e fisiologiche che suggeriscono che il conflitto e gli errori suscitano uno stato affettivo negativo (legame conflitto cognitivo → affetto);
2. evidenze neurofisiologiche che suggeriscono che manipolazioni correlazionali e sperimentali degli stati affettivi influenzano il monitoraggio dei conflitti e degli errori (legame affetto → monitoraggio);
3. evidenze comportamentali che suggeriscono che manipolazioni correlazionali e sperimentali degli stati affettivi influenzano l'adattamento del controllo cognitivo al conflitto e agli errori (legame affetto → controllo cognitivo).

Il conflitto cognitivo provoca l'intervento del controllo cognitivo e, quindi, riveste un ruolo centrale all'interno del controllo stesso (Inzlicht, Bartholow & Hirsh, 2015). Il conflitto però è avversivo, non può essere considerato affettivamente neutro (Inzlicht et al., 2015). Tale prospettiva è stata anche confermata da Botvinick (2007), il quale ha suggerito che il conflitto cognitivo comporta un costo emotivo. Numerosi studi, attraverso diverse metodologie, hanno testato il legame tra conflitto cognitivo e affetto con l'obiettivo di dimostrare che il conflitto genera uno stato affettivo negativo. Alcuni di questi studi hanno utilizzato delle metodologie di misurazione esplicita dello stato affettivo, altri hanno utilizzato, invece, delle misure più implicite.

Le misure esplicite prevedono di chiedere ai partecipanti di riferire le loro sensazioni soggettive dopo ogni prova. Per esempio, Fröber et al. (2017) hanno chiesto ai loro partecipanti una valutazione affettiva della prova che avevano appena svolto durante un compito Simon. I partecipanti dovevano dare un giudizio il più spontaneo possibile su come avevano vissuto l'ultima prova, definendola se piacevole o spiacevole (Fröber et al., 2017). I dati comportamentali ottenuti hanno mostrato che le valutazioni piacevoli date dai partecipanti erano significativamente più alte

per le prove congruenti rispetto a quelle incongruenti (Fröber et al., 2017). Tali risultati sostengono l'idea che gli stimoli conflittuali sono percepiti come meno piacevoli rispetto a quelli non conflittuali (Fröber et al., 2017). Risultati simili sono stati ottenuti anche durante lo svolgimento di compiti che potevano indurre i partecipanti a commettere degli errori. A tal proposito, Spunt, Lieberman, Cohen ed Eisenberger (2012) hanno utilizzato il compito Stop Signal (Logan & Cowan, 1984), un compito di inibizione di una risposta motoria che prevede lo svolgimento di un compito, definito primario, durante il quale può essere presentato un segnale di stop al quale i partecipanti non devono rispondere. Il compito prevede frequenti prove "go" che richiedono una risposta rapida e prove "stop" meno frequenti alle quali il partecipante non deve rispondere, ovvero deve essere in grado di inibire la risposta motoria (Spunt et al., 2012). Nello studio di Spunt et al. (2012), ai partecipanti è stato chiesto di riferire la loro esperienza soggettiva rispetto alla prova precedente lungo tre dimensioni relative a diversi stati affettivi negativi, ovvero frustrazione (e.g., "Quanto ti sei sentito frustrato?"), ansia (e.g., "Quanto ti sei sentito in ansia?") e sensazione di disagio (e.g., "Quanto è stato spiacevole?"). Dai risultati è emerso che i partecipanti hanno riportato maggiore frustrazione, ansia e sensazioni di disagio durante i blocchi di prove in cui erano presenti prove "stop" rispetto ai blocchi di prove in cui erano presenti solo prove "go" (Spunt et al., 2012).

Le misure implicite dell'affetto hanno utilizzato varie metodologie come il *priming* affettivo (Fazio, Sanbonmatsu, Powell & Kardes, 1986). Tale paradigma permette di esaminare in che modo la presentazione di uno stimolo, definito *prime*, può facilitare le latenze di risposta dei partecipanti nel definire uno stimolo *target*, come positivo o negativo, presentato successivamente (Fazio et al., 1986). Se lo stimolo *prime* viene valutato come positivo, i tempi di risposta dovrebbero essere più veloci nelle successive valutazioni di stimoli *target* positivi e più lenti per quelli negativi; viceversa, se lo stimolo *prime* viene valutato come negativo, i tempi di risposta dovrebbero essere più veloci per gli stimoli *target* negativi e più lenti per quelli positivi (Dreisbach & Fischer, 2012). Per poter valutare il carattere aversivo del conflitto, Dreisbach e Fischer (2012) hanno applicato il paradigma del *priming* affettivo al compito Stroop, presentando stimoli conflittuali e non

conflittuali come stimoli *prime*, prima della valutazione di uno stimolo *target* come positivo o negativo. Ai partecipanti è stato presentato uno stimolo del compito Stroop congruente o incongruente come stimolo *prime* al quale non dovevano rispondere e successivamente è stato presentato uno stimolo *target*, un'immagine o una parola, che dovevano classificare come positiva o negativa (Dreisbach & Fischer, 2012). In linea con le aspettative, gli stimoli *target* negativi sono stati valutati più velocemente dopo stimoli *prime* incongruenti, mentre gli stimoli *target* positivi sono stati valutati più lentamente (Dreisbach & Fischer, 2012). Gli stimoli conflittuali, quindi, sono stati valutati come eventi negativi e hanno facilitato la valutazione degli stimoli *target* negativi, rallentando quella degli stimoli *target* positivi (Dreisbach & Fischer, 2012). Una procedura simile a quella di Dreisbach e Fischer (2012), è stata utilizzata anche da Schouppe et al. (2015, Esperimento 1) che hanno utilizzato come stimoli *prime* delle frecce, stimoli tipicamente utilizzati nel compito Eriksen *flanker*, in condizioni congruenti e incongruenti, mentre come stimoli *target* parole positive o negative. Anche in questo caso, gli stimoli *prime* incongruenti hanno favorito le risposte a *target* negativi piuttosto che positivi (Schouppe et al., 2015). Il paradigma del *priming* affettivo è stato utilizzato anche per valutare la presenza di risposte affettive negative a seguito di errori. Aarts, De Houwer e Pourtois (2012) hanno utilizzato il paradigma Go/No-Go (Vocat, Pourtois, & Vuilleumier, 2008) in associazione a un compito di categorizzazione di parole positive e negative. Il compito Go/No-Go prevede due tipologie di stimoli, uno stimolo “go” al quale i partecipanti devono rispondere il più velocemente possibile e uno stimolo “no-go” al quale non devono dare nessuna risposta, quindi, inibire la tendenza a voler rispondere poiché in questa condizione significherebbe commettere un errore (Vocat et al., 2008). Nello studio condotto da Aarts et al. (2012), le prove del compito Go/No-Go sono state utilizzate come stimoli *prime*, mentre le parole da categorizzare sono state utilizzate come stimoli *target*. Dai risultati è emerso che i partecipanti sono risultati più veloci nel categorizzare una parola *target* come negativa quando l'azione svolta precedentemente li aveva portati a commettere un errore, mentre sono risultati più veloci nel categorizzare la parola *target* come positiva quando l'azione svolta prima era corretta (Aarts et al.,

2012). Fritz e Dreisbach (2013) hanno suggerito che il carattere avverso del conflitto può estendersi anche a stimoli *target* neutri. Nello studio condotto, gli autori hanno utilizzato la *Affect Misattribution Procedure* (AMP) o procedura di errata attribuzione degli affetti (Payne, Cheng, Govorun & Stewart, 2005). L'AMP prevede la presentazione di uno stimolo *prime* emotivo seguito da uno stimolo *target* ambiguo che deve essere classificato come piacevole o spiacevole (Payne et al., 2005). In alcuni casi, i partecipanti vengono anche informati di non farsi influenzare dallo stimolo *prime* (Payne et al., 2005). Le influenze esercitate dagli stimoli *prime* sulla valutazione di quelli *target* vengono utilizzate per valutare l'atteggiamento dei partecipanti nei confronti dello stimolo *target* (Payne et al., 2005). Fritz e Dreisbach (2013) hanno chiesto ai partecipanti di svolgere un compito Stroop, le cui parole congruenti e incongruenti sono servite come stimoli *prime*. Successivamente, hanno chiesto ai partecipanti di giudicare la valenza di stimoli *target* neutri come parole tedesche (Esperimento 1a) o caratteri cinesi (Esperimento 1b) (Fritz & Dreisbach, 2013). I risultati hanno confermato le ipotesi iniziali, ovvero è stato rilevato che gli stimoli *target* neutri sono stati giudicati come più negativi dopo prove conflittuali (*i.e.*, prove incongruenti) rispetto a quelle non conflittuali (*i.e.*, prove congruenti) (Fritz & Dreisbach, 2013). Risultati simili sono stati ottenuti anche in altri studi (e.g., Damen et al., 2018 per il compito Stroop; Goller, Khalid & Ansorge, 2017 per il compito Eriksen *flanker*; Chetverikov et al., 2017 per gli errori).

Infine, esistono anche evidenze fisiologiche a favore della valutazione negativa di conflitti ed errori. Per esempio, Berger, Mitschke, Dignath, Eder e van Steenbergen (2020) (Esperimento 1) hanno registrato l'attività elettromiografica di due muscoli del volto, ovvero il corrugatore (*Corrugator Supercilii*) responsabile della produzione di espressioni facciali di disappunto e lo zigomatico maggiore (*Zygomaticus Major*) responsabile della produzione di espressioni facciali sorridenti, durante lo svolgimento di un compito Eriksen *flanker*. I risultati ottenuti hanno evidenziato una maggiore attivazione del muscolo corrugatore a seguito di prove incongruenti rispetto a prove congruenti (Berger et al., 2020). I risultati ottenuti da Berger et al. (2020) sono in linea con l'idea

che il muscolo corrugatore è quello più sensibile alle emozioni negative (Larsen, Norris & Cacioppo, 2003) e quindi risulta essere maggiormente attivo durante le prove conflittuali rispetto a quelle non conflittuali. Evidenze fisiologiche relative a una maggiore attivazione del muscolo corrugatore sono state rilevate anche per quanto riguarda il conflitto generato da errori come emerso dallo studio condotto da Elkins-Brown, Saunders, He e Inzlicht (2017).

Un numero elevato di studi è stato condotto al fine di testare anche il legame tra affetto e monitoraggio. Secondo l'ipotesi della segnalazione affettiva, la reazione affettiva negativa generata dal conflitto cognitivo viene registrata da uno specifico sistema di monitoraggio, suggerendo la possibilità che gli stati affettivi possano alterare il monitoraggio dei conflitti e degli errori (Dignath et al., 2020). Per testare il legame tra affetto e monitoraggio sono state utilizzate due tipologie di studi, alcuni correlazionali e altri sperimentali.

Le evidenze correlazionali hanno indagato le differenze interindividuali presenti nelle risposte elettrofisiologiche ai conflitti e agli errori (Dignath et al., 2020). Alla base degli studi correlazionali vi è l'idea che il monitoraggio degli stati affettivi negativi indotti dal conflitto dovrebbe essere maggiore per quegli individui che sperimentano stati affettivi negativi più intensi (Dignath et al., 2020). Diverse revisioni e meta-analisi hanno concluso che individui che presentano delle tendenze croniche a esperire stati affettivi negativi mostrano una maggiore elaborazione di conflitti ed errori e di conseguenza una maggiore ampiezza delle componenti N2 ed ERN, componenti ritenute importanti per il sistema di monitoraggio (Dignath et al., 2020). Per esempio, Moser, Moran, Schroder, Donnellan e Yeung (2013) hanno indagato se l'ansia potesse o meno essere associata a un aumento del monitoraggio in caso di errori. Moser et al. (2013) hanno preso in considerazione due dimensioni dell'ansia, l'apprensione (*i.e.*, la preoccupazione e la ruminazione verbale provocate da minacce future e ambigue) e l'eccitazione o *arousal* (*i.e.*, la tensione somatica e l'iperarousal fisiologico suscitati da minacce presenti e concrete). Dai risultati della meta-analisi è emerso che tra le due dimensioni dell'ansia considerate, l'apprensione/preoccupazione è risultata maggiormente associata al monitoraggio degli errori con conseguente aumento dell'ampiezza della componente



ERN (Moser et al., 2013). Risultati simili sono stati ottenuti anche nella revisione condotta da Endrass e Ullsperger (2014) relativamente al disturbo ossessivo-compulsivo (DOC). Tale disturbo è caratterizzato da due tipologie di sintomi, ovvero le ossessioni (*i.e.*, pensieri intrusivi, indesiderati, percepiti come negativi) e le compulsioni (*i.e.*, comportamenti o azioni mentali ripetitivi, provocati dalle ossessioni, che hanno l'obiettivo di ridurre il disagio e lo stress associato alle ossessioni) (Endrass & Ullsperger, 2014). Secondo Endrass e Ullsperger (2014), il DOC sembrerebbe essere caratterizzato da un monitoraggio iperattivo delle prestazioni. Infatti, in pazienti che presentano il disturbo, ma anche in individui che presentano sintomi subclini ossessivo-compulsivi e nei parenti di primo grado di pazienti con DOC è stata rilevata una componente ERN con ampiezza maggiore (Endrass & Ullsperger, 2014).

Le evidenze sperimentali che hanno testato il legame tra affetto e monitoraggio, invece, si sono servite di diverse metodologie per poter manipolare gli stati affettivi. I risultati ottenuti, però, risultano essere ambigui e per certi aspetti tra loro contrastanti. Per esempio, Pfabigan et al. (2013) sono stati i primi a dimostrare che i sentimenti di impotenza possono alterare i correlati neurali del monitoraggio delle prestazioni, producendo variazioni nell'ampiezza della componente ERN. Nel loro studio hanno prima indotto nei partecipanti dei sentimenti di impotenza attraverso una serie di domande di ragionamento matematico che diventavano gradualmente irrisolvibili e successivamente li hanno sottoposti a un compito Eriksen *flanker* (Pfabigan et al., 2013). Prima e dopo l'induzione di impotenza, ai partecipanti è stato somministrato anche un questionario per valutare se l'induzione di impotenza avesse portato a un cambiamento negli stati affettivi dei partecipanti (Pfabigan et al., 2013). I risultati hanno evidenziato un aumento dell'ampiezza della componente ERN, dopo la commissione di errori nelle prove del compito Eriksen *flanker*, nei partecipanti che sono stati classificati come impotenti rispetto a quelli non impotenti, indicando un'elaborazione più negativa in questi partecipanti (Pfabigan et al., 2013). Nello studio di Wiswede, Münte e Rüsseler (2009), i partecipanti sono stati assegnati in modo casuale a due gruppi, uno destinato a ricevere feedback incoraggianti e l'altro feedback negativi/scoraggianti, durante lo

svolgimento di un compito Eriksen *flanker*. Anche in questo caso è stato valutato lo stato affettivo dei partecipanti prima e dopo l'esperimento (Wiswede et al., 2009). Dai risultati è emerso che lo stato affettivo negativo indotto dai feedback negativi/scoraggianti era associato a una maggiore ampiezza della componente ERN (Wiswede et al., 2009). Effetti opposti, invece, sono stati ottenuti da Themanson, Ball, Khatcherian e Rosen (2014) che hanno studiato gli effetti dell'esclusione sociale sul monitoraggio dell'azione. I partecipanti sono stati invitati a svolgere un compito Eriksen *flanker* prima e dopo aver svolto un compito sociale computerizzato che prevedeva il lancio di una palla (Themanson et al., 2014). Il compito sociale è stato manipolato in modo tale da creare due condizioni alle quali i partecipanti sono stati assegnati, una di inclusione e una di esclusione dal lancio della palla (Themanson et al., 2014). I risultati ottenuti hanno indicato che i partecipanti nella condizione di esclusione, che dovrebbero aver esperito maggiori stati affettivi negativi, hanno mostrato una diminuzione dell'ampiezza della componente ERN (Themanson et al., 2014). Infine, Larson, Perlstein, Stigge-Kaufman, Kelly e Dotson (2006) hanno rilevato, invece, un aumento dell'ampiezza della componente ERN in relazione a immagini piacevoli piuttosto che spiacevoli o neutre. I risultati degli ultimi due studi (Larson et al., 2006; Themanson et al., 2014) divergono, quindi, da quelli ottenuti negli studi trattati precedentemente (Pfabigan et al., 2013; Wiswede et al., 2009), contraddicendo l'idea che l'ampiezza della componente ERN dovrebbe essere maggiore in relazione agli stati affettivi negativi.

Alcuni studi hanno preso in considerazione anche la componente N2. Per esempio, Otten e Jonas (2013) hanno chiesto ai partecipanti di svolgere un gioco virtuale di lancio della palla durante il quale, a un certo punto, potevano essere esclusi e successivamente di svolgere un compito Go/No-Go. I risultati hanno evidenziato che i partecipanti esclusi dal gioco virtuale hanno mostrato un'ampiezza maggiore della componente N2 rispetto ai partecipanti non esclusi, soprattutto a seguito delle prove "no-go" (*i.e.*, le prove caratterizzate da maggiore conflitto) (Otten & Jonas, 2013). Altri studi, invece, hanno riportato effetti nulli relativamente alla componente N2 (Clayson, Clawson & Larson, 2011; Li et al., 2014).

Infine, l'ipotesi della segnalazione affettiva sostiene che lo stato affettivo negativo innescato dal conflitto venga utilizzato come segnale di apprendimento per il successivo adattamento del controllo cognitivo; tale adattamento viene misurato attraverso l'effetto di congruenza sequenziale (CSE) (Dignath et al., 2020). Anche in questo caso sono stati condotti diversi studi correlazionali e sperimentali per testare il legame tra affetto e controllo cognitivo.

Gli studi correlazionali hanno testato la relazione tra affetto e CSE partendo dal presupposto che il CSE dovrebbe essere maggiore negli individui che sperimentano degli stati affettivi più negativi (Dignath et al., 2020). Questa previsione è stata confermata, per esempio, dallo studio condotto da Booth e Peker (2017) che hanno esaminato la relazione tra ansia e CSE durante un compito Simon. I risultati hanno evidenziato un CSE maggiore nei partecipanti che presentavano stati di ansia più elevati (Booth & Peker, 2017). Al contrario, invece, alcuni studi non hanno rilevato alcuna relazione tra ansia e CSE (e.g., Gold, Jarcho, Rosen, Pine & Ernst, 2015; Osinsky, Gebhardt, Alexander & Hennig, 2012). Altri studi sono stati condotti anche per testare la relazione tra depressione e CSE, ma anche in questo caso, come per i disturbi d'ansia, i risultati non sono stati univoci. Van Steenbergen, Booij, Band, Hommel e van der Does (2012) hanno studiato la relazione tra adattamento al conflitto e umore depresso durante un compito Simon. In particolare, hanno testato l'effetto della disforia (*i.e.*, un disturbo dell'umore simile alla depressione) indotto dalla deplezione acuta di triptofano, precursore della serotonina, in pazienti depressi in fase remissiva sull'adattamento al conflitto (van Steenbergen et al., 2012). I risultati hanno evidenziato una correlazione tra maggiori sintomi depressivi a seguito della deplezione acuta di triptofano e aumento dell'adattamento al conflitto (*i.e.*, maggiore CSE) (van Steenbergen et al., 2012). Al contrario, Clawson, Clayson e Larson (2013) non hanno riscontrato differenze in termini di adattamento al conflitto tra individui con disturbo depressivo maggiore e controlli psichiatricamente sani durante un compito Eriksen *flanker*. De Galan et al. (2014) hanno indagato la relazione anche tra il CSE e l'alessitimia (*i.e.*, la difficoltà/incapacità a riconoscere ed esprimere i propri stati emotivi) durante un compito Simon. L'alessitimia è caratterizzata da due dimensioni, una cognitiva

che valuta la capacità di un individuo di saper verbalizzare, identificare e analizzare i propri stati emotivi e una affettiva che valuta il grado in cui una persona è emotivamente eccitata da eventi emotivi e la sua propensione a immaginare/fantasticare (Vorst & Bermond, 2001). Dai risultati è emerso che il CSE era ridotto nei partecipanti che presentavano punteggi più elevati nella dimensione cognitiva, ma non in quella affettiva dell'alessitimia (de Galan et al., 2014).

Gli studi sperimentali, invece, per poter testare la relazione tra affetto e controllo cognitivo hanno manipolato sperimentalmente gli stati affettivi e hanno indotto due tipologie di affetto, alcuni fasico e altri tonico. Gli stati affettivi differiscono, infatti, in termini di durata: l'affetto fasico si riferisce a delle brevi sensazioni affettive, mentre l'affetto tonico si riferisce a stati affettivi più duraturi nel tempo (Dignath et al., 2020). L'idea alla base degli studi sperimentali è che l'indurre degli stati affettivi negativi dovrebbe produrre un aumento del segnale di apprendimento necessario per l'adattamento al controllo e quindi produrre un maggiore CSE (Dignath et al., 2020).

Gli studi che hanno indotto un affetto tonico hanno utilizzato diversi metodi di modulazione affettiva. Per esempio, van Steenbergen, Band e Hommel (2010) hanno utilizzato una procedura di induzione dello stato d'animo basata sulla musica e sull'immaginazione. Ai partecipanti è stato chiesto prima di ascoltare dei campioni di musica classica che potevano indurre quattro diverse tipologie di stati d'animo: ansia, tristezza, calma e felicità; successivamente, i partecipanti sono stati istruiti a sviluppare uno stato d'animo e a immaginare e scrivere in dettaglio un evento appropriato allo stato d'animo che avevano sviluppato; infine, è stato chiesto loro di svolgere un compito Eriksen *flanker* (van Steenbergen et al., 2010). Dallo studio è emerso che i partecipanti risultati più tristi e quelli più ansiosi hanno mostrato un adattamento maggiore rispetto ai partecipanti più felici o più calmi (van Steenbergen et al., 2010). Schuch e Koch (2015) hanno indotto nei partecipanti tre diverse tipologie di stati d'animo, uno positivo (divertito) e due negativi (ansioso e triste) attraverso la visione di filmati prima dello svolgimento di un compito Eriksen *flanker* (Esperimento 1) e di un compito simile a quello di Stroop (Esperimento 2). In entrambi gli esperimenti è stata riscontrata una modulazione affettiva dell'adattamento al conflitto, in particolare è stato rilevato un

adattamento al conflitto più elevato in corrispondenza degli stati d'animo negativi piuttosto che per quello positivo (Schuch & Koch, 2015). Risultati simili sono stati ottenuti anche nello studio di Schuch, Zweerings, Hirsch e Koch (2017) nel quale lo stato d'animo dei partecipanti è stato, invece, modulato attraverso dei feedback di successo o di fallimento sulla loro prestazione in un falso test di intelligenza.

In generale, gli studi che hanno indotto un affetto tonico suggeriscono in modo univoco che gli stati d'animo negativi comportano un aumento del CSE, al contrario di quelli positivi che invece comportano una riduzione di tale effetto.

Gli studi che hanno indotto, invece, un affetto fasico hanno presentato diverse tipologie di stimoli affettivi tra una prova e l'altra. Per esempio, van Steenbergen, Band e Hommel (2009), tra le diverse prove di un compito Eriksen *flanker*, hanno presentato delle facce sorridenti, tristi o neutre. Ai partecipanti è stato riferito che in caso di comparsa di una faccia sorridente avrebbero ottenuto una ricompensa monetaria, in caso di comparsa di una faccia triste avrebbero subito una perdita monetaria e in caso di comparsa di una faccia neutra non avrebbero ottenuto alcuna ricompensa o subito alcuna perdita (van Steenbergen et al., 2009). Van Steenbergen et al. (2009) hanno concluso per la prima volta che l'adattamento al conflitto era ridotto a seguito di una ricompensa monetaria (evento positivo), mentre era elevato a seguito di una perdita (evento negativo). Risultati simili non sono stati, invece, replicati in studi condotti successivamente (e.g., Stürmer, Nigbur, Schacht & Sommer, 2011 durante un compito Simon). Padmala, Bauer e Pessoa (2011) hanno chiesto ai loro partecipanti di svolgere un compito simile a quello di Stroop, dopo ogni prova è stata presentata un'immagine neutra o negativa. In questo caso, dai risultati è emerso che l'adattamento al conflitto era significativamente ridotto (*i.e.*, minore CSE) durante la condizione emotiva negativa, rispetto alla condizione neutra (Padmala et al., 2011). Padmala et al. (2011) hanno giustificato i risultati ottenuti affermando che l'elaborazione delle immagini negative rispetto a quelle neutre richiede maggiori risorse attentive necessarie invece per l'implementazione del controllo; in tal modo, gli effetti di adattamento al conflitto sarebbero ridotti.

Se gli studi che hanno manipolato l'affetto tonico riportano risultati tra loro coerenti, questo non lo si può dire anche per gli studi che hanno manipolato gli affetti fasici che riportano, invece, risultati ambigui o contrastanti.

In definitiva, numerosi studi che hanno utilizzato diverse metodologie supportano l'ipotesi di un legame tra conflitto e affetto negativo; per quanto riguarda il legame tra affetto e monitoraggio, la situazione risulta meno chiara poiché le evidenze correlazionali supportano tale legame, mentre quelle sperimentali sono tra loro contrastanti; infine, risulta da chiarire maggiormente anche il legame tra affetto e controllo cognitivo poiché le evidenze correlazionali non hanno condotto a risultati univoci e in quelle sperimentali le prove di tale legame provengono principalmente dagli studi che hanno indotto un affetto tonico e non da quelli che hanno indotto un affetto fasico (Dignath et al., 2020). Il fatto che siano state rilevate delle incongruenze in merito ad alcune previsioni dell'ipotesi della segnalazione affettiva, ovvero che alcune previsioni siano state confermate e altre, invece, richiedano ancora delle verifiche empiriche, non falsificano tale ipotesi (Dignath et al., 2020).

Nel presente capitolo è stato suggerito che gli stati affettivi possono essere coinvolti nella regolazione del controllo. Gli individui però possono differire rispetto alla loro capacità di saper percepire tali stati affettivi. La capacità di saper percepire e interpretare i propri stati affettivi viene definita interocezione e verrà trattata nel capitolo successivo (Capitolo 3).

## CAPITOLO 3: L'ENTEROCEZIONE

### 3.1 Le principali caratteristiche dell'enterocezione

Il significato di “enterocezione” ha subito diverse modificazioni nel corso del tempo, passando da un significato più restrittivo a uno più inclusivo (Ceunen, Vlaeyen & Van Diest, 2016).

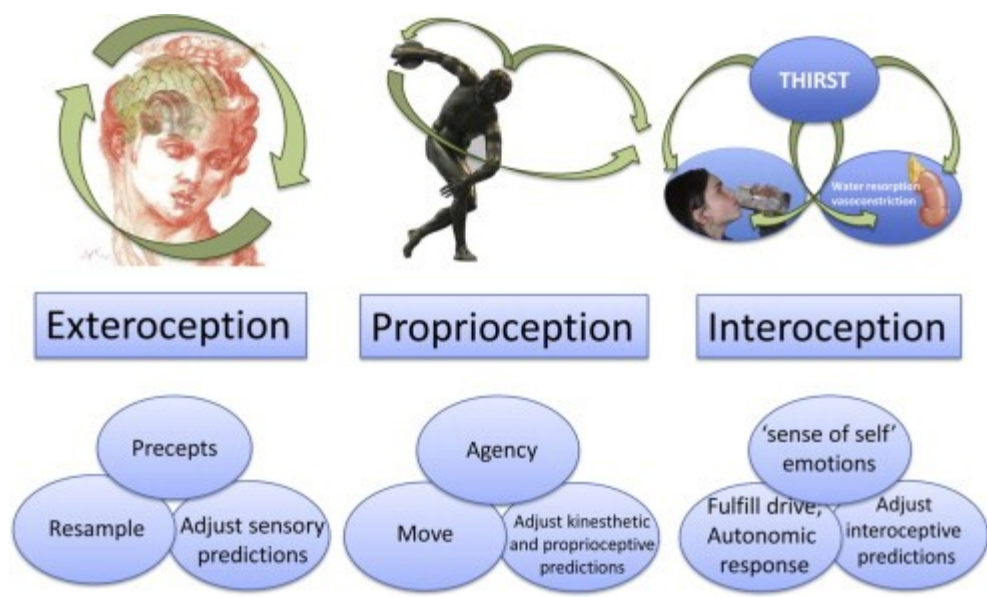
Nel significato più restrittivo, solo le informazioni che derivano dai visceri possono essere considerate enterocettive (Ceunen et al., 2016). Infatti, Sherrington, il primo ad aver parlato di enterocezione nel 1906, dopo aver distinto tra superficie interna del corpo come enterocettiva e superficie esterna a contatto con l'ambiente come esterocettiva, ha ulteriormente distinto tra tessuto somatico profondo (*i.e.*, l'apparato muscolo-scheletrico) come sito specifico dei propriocettori e i visceri, invece, come sito specifico degli enterocettori (Ceunen et al., 2016).

La viscerocezione si riferisce alla percezione dei segnali che provengono dal corpo, in particolare dagli organi viscerali come il cuore, i polmoni, lo stomaco, l'intestino, la vescica e altri organi interni (Khalsa et al., 2018). Tale definizione non include organi come la pelle e l'apparato muscolo-scheletrico (Khalsa et al., 2018). Invece, la propriocezione è il senso che permette di percepire la posizione, il movimento e l'azione delle diverse parti del corpo (Taylor, 2009). La propriocezione comprende un insieme di sensazioni come la percezione della posizione e del movimento delle articolazioni, della forza muscolare e dello sforzo (Taylor, 2009). Tutte queste sensazioni provengono dai segnali inviati dai recettori sensoriali che sono localizzati nella pelle, nei muscoli e nelle articolazioni (Taylor, 2009).

Nel suo significato più inclusivo, invece, l'enterocezione comprende sia i segnali che provengono dai visceri (*i.e.*, la viscerocezione), sia tutti i segnali che provengono dagli altri tessuti/organi che trasmettono dei segnali al sistema nervoso sullo stato del corpo, compresi la pelle e l'apparato muscolo-scheletrico (*i.e.*, la propriocezione) (Khalsa et al., 2018).

La definizione di “enterocezione”, recentemente proposta, fa riferimento all'elaborazione degli stimoli interni del corpo da parte del sistema nervoso centrale (Khalsa et al., 2018). Più precisamente, si riferisce ai processi attraverso i quali il sistema nervoso (centrale e autonomo) è in

grado di percepire, interpretare e integrare i diversi segnali che provengono dall'interno del corpo, consentendo una mappatura istante per istante del "panorama" interno del corpo stesso attraverso diversi livelli, alcuni inconsci e altri consci (Khalsa et al., 2018). I termini "percepire" e "integrare" sembrano apparentemente suggerire una comunicazione unidirezionale, ovvero gli organi del corpo comunicano al cervello (Chen et al., 2021). In realtà, il legame tra cervello e organi del corpo risulta essere bidirezionale: non solo gli organi comunicano al cervello, ma anche il cervello comunica agli organi (Chen et al., 2021). In tal senso, l'enterocezione non riguarda solo l'elaborazione degli stimoli provenienti dagli organi del corpo, ma consente anche la regolazione omeostatica attraverso il monitoraggio che il cervello esercita sugli organi (Khalsa et al., 2018). Pertanto, la definizione più esaustiva di enterocezione è quella basata sulla complessa interazione tra mente e corpo (Chen et al., 2021) attraverso vie afferenti (*i.e.*, dagli organi al cervello) ed efferenti (*i.e.*, dal cervello verso gli organi). L'enterocezione è considerata l'opposto dell'esterocezione (Ceunen et al., 2016) che viene, invece, definita come la percezione degli stimoli che provengono dall'esterno del corpo, quindi dall'ambiente (Berntson & Khalsa, 2021). L'esterocezione si riferisce ai sistemi sensoriali primari, quali per esempio la vista, l'udito, il gusto, l'olfatto e il tatto (Chen et al., 2021) (Figura 3.1).



**Figura 3.1** Rappresentazione grafica delle tre diverse tipologie di percezione: esterocezione, propiocezione ed enterocezione (tratta da Quattrocki & Friston, 2014, p. 412).



L'enterocezione non è esclusiva della specie umana (Khalsa et al., 2018). Infatti, lo studio dell'enterocezione nei primati non umani offre numerose opportunità per poter migliorare la comprensione dell'enterocezione nella specie umana (Khalsa et al., 2018).

### **3.1.1 Le basi neurali dell'enterocezione**

L'insula o corteccia insulare è considerata una struttura corticale cruciale nel sistema enterocettivo (Chen et al., 2021). Infatti, l'insula si attiva quando gli individui prestano attenzione in modo consapevole ai propri stati enterocettivi e questo suggerisce che possa fungere da centro enterocettivo per l'integrazione e la regolazione dei segnali che provengono dall'ambiente interno ed esterno (Craig, 2009).

L'insula è ritenuta il quinto lobo del cervello (Stephani, Fernandez-Baca Vaca, Maciunas, Koubeissi & Lüders, 2011) ed è localizzata all'interno della scissura di Silvio. È completamente ricoperta da altre strutture corticali vicine come l'opercolo frontale, parietale e temporale (Stephani et al., 2011). L'insula è suddivisa in due parti: una anteriore e una posteriore (Stephani et al., 2011).

Le informazioni enterocettive vengono prima elaborate da strutture sottocorticali come il nucleo mediale del tratto solitario, il nucleo parabrachiale e il nucleo ventromediale del talamo (Chen et al., 2021). Successivamente, le informazioni enterocettive vengono inviate dal nucleo ventromediale del talamo all'insula posteriore, dove avviene l'integrazione con le informazioni sensomotorie provenienti dalla corteccia somatosensoriale (SI/SII) (Chen et al., 2021). La parte posteriore dell'insula proietta poi le informazioni alla parte anteriore (Quadt, Critchley & Garfinkel, 2018) che risulta essere interconnessa con diverse regioni corticali paralimbiche come la corteccia orbitofrontale, la corteccia prefrontale e la corteccia cingolata anteriore (Chen et al., 2021).

In particolare, nella revisione condotta da Medford e Critchley (2010) è stata evidenziata una strettissima relazione tra corteccia insulare anteriore e corteccia cingolata anteriore. Esse possono essere considerate come componenti di *input* (i.e., la corteccia insulare anteriore) e di *output* (i.e., la corteccia cingolata anteriore) di un sistema basato sulla consapevolezza di sé, ovvero una

consapevolezza integrata di stati cognitivi, affettivi e fisici generata dalle funzioni integrative della corteccia insulare anteriore e poi rappresentata nella corteccia cingolata anteriore come base per la selezione e la preparazione di risposte a eventi interni ed esterni (Medford & Critchley, 2010).

### **3.1.2 Le diverse sfaccettature dell'enterocezione**

L'enterocezione non può essere considerata un costrutto unitario, bensì deve essere considerata come multidimensionale. A tal proposito, Garfinkel et al. (2015) hanno proposto un modello tridimensionale, identificando tre diverse sfaccettature dell'enterocezione (Tabella 3.1):

1. *interoceptive accuracy*
2. *interoceptive sensibility*
3. *interoceptive awareness*

La *interoceptive accuracy* o accuratezza enterocettiva viene definita come la capacità di rilevare e tracciare in modo accurato le sensazioni corporee interne (Garfinkel et al., 2015).

L'accuratezza enterocettiva viene prevalentemente misurata attraverso paradigmi che permettono di quantificare in modo oggettivo le differenze individuali durante l'esecuzione di test comportamentali (Garfinkel et al., 2015). I compiti più utilizzati sono quelli di rilevamento del battito cardiaco poiché i battiti cardiaci sono considerati eventi interni, distinti e frequenti che possono essere facilmente discriminati e quindi misurati (Garfinkel et al., 2015). Le procedure di rilevamento del battito cardiaco possono essere di due tipi. Una prima modalità di rilevamento è l'*Heartbeat Tracking* (Schandry, 1981), un compito di conteggio dei propri battiti cardiaci. I partecipanti vengono istruiti a stimare i propri battiti cardiaci, focalizzando l'attenzione solo sul proprio corpo senza poter misurare i battiti attraverso la rilevazione sul polso, durante un intervallo di tempo specifico. Solitamente il numero di battiti cardiaci riferiti dai partecipanti viene poi confrontato con il numero effettivo di battiti rilevati dall'elettrocardiogramma (Schandry, 1981). La seconda modalità di rilevamento del battito cardiaco è l'*Heartbeat Discrimination*, un compito di discriminazione enterocettiva ed esterocettiva (Schulz, Lass-Hennemann, Sütterlin, Schächinger &

Vögele, 2013). Tale compito è stato inizialmente sviluppato da Whitehead, Drescher, Heiman e Blackwell (1977) e successivamente elaborato ulteriormente da altri autori (e.g., Brener & Kluitse, 1988). Il compito dei partecipanti consiste nel riferire se i propri battiti cardiaci sono in sincronia o meno con la presentazione di stimoli esterni (e.g., dei suoni) (Brener & Kluitse, 1988). Anche in questo caso non è possibile la rilevazione del battito attraverso il polso durante il compito (Brener & Kluitse, 1988).

Sembrerebbe, però, che l'accuratezza enterocettiva differisca nelle due tipologie di compito come suggerito da Schulz et al. (2013), i quali hanno rilevato una maggiore accuratezza enterocettiva nel compito di conteggio dei battiti cardiaci piuttosto che in quello di discriminazione. Questa differenza è dovuta probabilmente al fatto che le due metodologie di rilevazione del battito cardiaco coinvolgono processi diversi: il compito di conteggio richiede che il partecipante focalizzi l'attenzione all'interno del proprio corpo (*i.e.*, alle sensazioni viscerali), mentre quello di discriminazione prevede che il partecipante presti attenzione sia alle sensazioni viscerali, sia agli stimoli esterocettivi (Schulz et al., 2013). A sostegno dell'idea che le due metodologie si basano su processi distinti, Schulz et al. (2013) hanno anche suggerito che fattori come lo stress possono influenzare l'accuratezza enterocettiva in modo diverso a seconda del compito determinando un aumento dell'accuratezza enterocettiva nel compito di conteggio e una diminuzione in quello di discriminazione. Risultati opposti sono stati ottenuti, invece, in uno studio condotto in precedenza da Knoll e Hodapp (1992), i quali hanno riscontrato un alto grado di corrispondenza tra i due compiti di percezione del battito cardiaco soprattutto nei gruppi considerati "percettori molto bravi" e "percettori molto scarsi", mentre un basso grado di corrispondenza è stato rilevato per il gruppo di partecipanti che ha ottenuto prestazioni intermedie.

La *interoceptive sensibility* o sensibilità enterocettiva viene definita come il resoconto personale di un individuo relativamente al modo in cui sperimenta le sensazioni interne (Garfinkel et al., 2015).

La sensibilità enterocettiva è dissociabile dall'accuratezza enterocettiva poiché l'accuratezza enterocettiva è una misura oggettiva, mentre la sensibilità enterocettiva è una misura soggettiva e

consiste in una valutazione autoriferita riguardo alla capacità di elaborazione enterocettiva che un individuo ritiene di avere (Garfinkel et al., 2016).

La sensibilità enterocettiva viene valutata attraverso misure soggettive come questionari *self-report* e autovalutazioni della fiducia nell'accuratezza enterocettiva, mediante l'attribuzione di un punteggio ad aspetti soggettivi, durante lo svolgimento di un compito enterocettivo (Garfinkel et al., 2015). Esistono diversi tipi di questionari *self-report*. Per esempio, l'*Autonomic Perception Questionnaire* (Mandler, Mandler & Uviller, 1958) è composto da tre sezioni: la prima richiede ai partecipanti di descrivere i loro sentimenti e le loro reazioni quando si trovano in uno stato di ansia e apprensione e in uno di piacere; la seconda riguarda la percezione di diverse attività corporee come la frequenza cardiaca, la sudorazione, le variazioni di temperatura, la respirazione, i disturbi gastrointestinali, la tensione muscolare e la pressione sanguigna; infine, la terza prevede 70 *item* del *Minnesota Multiphasic Personality Inventory* (MMPI). Il *Body Perception Questionnaire* (Porges, 1993) valuta la percezione corporea e dei sintomi autonomici (*i.e.*, i sintomi avvertiti negli organi che sono innervati dal sistema nervoso autonomo) (Kolacz, Holmes & Porges, 2018). L'*Interoceptive Accuracy Scale* (Murphy et al., 2020) e l'*Interoceptive Attention Scale* (Gabriele, Spooner, Brewer & Murphy, 2022) permettono di valutare rispettivamente quanto accuratamente e attentamente i partecipanti sono in grado di percepire specifiche sensazioni corporee.

Le misure *self-report* sono utili perché permettono di misurare le differenze individuali in termini di sensibilità percepita dei diversi cambiamenti corporei interni, ma non affrontano il problema se la sensibilità enterocettiva è o meno accurata (Garfinkel et al., 2015). Le misure *self-report*, infatti, possono riflettere delle distorsioni nelle soglie soggettive indipendentemente dall'accuratezza enterocettiva (Garfinkel et al., 2015). Per poter far fronte a questo problema, alcuni autori (e.g., Ehlers, Breuer, Dohn & Fiegenbaum, 1995) hanno adottato la strategia di combinare misure di accuratezza enterocettiva (e.g., un compito di percezione del battito cardiaco) con una misura della fiducia soggettiva nell'esecuzione del compito (*i.e.*, quanto ci si sente capaci di svolgere il compito, in questo caso rilevare il battito cardiaco) (Garfinkel et al., 2015).

Infine, la *interoceptive awareness* o consapevolezza enterocettiva si riferisce alla consapevolezza metacognitiva dell'accuratezza enterocettiva (Garfinkel et al., 2015). La consapevolezza enterocettiva fa riferimento, per esempio, al sapere se si sta valutando accuratamente o meno il proprio battito cardiaco (Garfinkel et al., 2015). Un livello elevato di consapevolezza enterocettiva riflette l'abilità di un individuo di sapere se sta facendo delle buone o delle cattive valutazioni enterocettive a livello di accuratezza enterocettiva comportamentale (Garfinkel et al., 2015). La consapevolezza enterocettiva riflette la corrispondenza tra l'accuratezza enterocettiva che viene misurata oggettivamente e la sensibilità enterocettiva (Garfinkel et al., 2015).

La consapevolezza enterocettiva viene testata principalmente con *software* analitici sofisticati (Garfinkel et al., 2015).

	Interoceptive accuracy	Interoceptive sensibility	Interoceptive awareness
Definition	Objective accuracy in detecting internal bodily sensations	Self-perceived dispositional tendency to be internally self-focused and interoceptively cognisant	Metacognitive awareness of interoceptive accuracy
Example	Can you accurately report when your heart is beating?	To what extent do you believe you focus on and detect internal bodily sensations?	Do you "know" whether you are accurately or inaccurately assessing your heart-timing?
Mode of assessment	Assessed via objective tests of interoceptive accuracy	Assessed via subjective self-report measures probing perceived aptitude	Relationship between objective performance (interoceptive accuracy) and awareness of performance
Example	Behavioural performance accuracy during heartbeat detection/mental tracking tasks	Questionnaires, such as Porges Body Perception Questionnaire, or global self-report measures such as average confidence	Area under ROC curves mapping confidence onto accuracy

**Tabella 3.1** Le tre sfaccettature dell'enterocezione: accuratezza, sensibilità e consapevolezza enterocettiva (tratta da Garfinkel et al., 2015, p. 67).

Il modello proposto da Garfinkel et al. (2015) è stato testato su un campione non clinico, composto da 80 giovani adulti. I risultati hanno evidenziato che l'accuratezza enterocettiva è la struttura alla base delle altre misure enterocettive (Garfinkel et al., 2015). Inoltre, i risultati supportano anche la distinzione tra accuratezza, sensibilità e consapevolezza enterocettiva, illustrando una potenziale indipendenza e dissociazione tra le tre dimensioni enterocettive soprattutto negli individui che presentano una bassa accuratezza enterocettiva (Garfinkel et al., 2015; Garfinkel et al., 2016). Sono

state osservate, invece, delle relazioni tra le dimensioni solo negli individui con un'elevata accuratezza enterocettiva che porterebbe a pensare che la corrispondenza tra le tre dimensioni emergerebbe solo dopo il superamento di una certa soglia di accuratezza enterocettiva, ovvero nel caso di individui che presentano misure oggettive più elevate di accuratezza enterocettiva (Garfinkel et al., 2015). La dissociazione tra le dimensioni dell'enterocezione, quantificate in modo oggettivo e soggettivo, è stata evidenziata anche nel caso di bambini con disturbo dello spettro autistico come suggerito da Garfinkel et al. (2016), i quali hanno evidenziato un'accuratezza enterocettiva significativamente compromessa e una maggiore sensibilità enterocettiva in questi bambini. Questa dissociazione tra indici oggettivi e soggettivi è quindi coerente con il modello dimensionale dell'enterocezione (Garfinkel et al., 2015).

L'enterocezione è stata indagata anche in relazione all'alessitimia (*i.e.*, la difficoltà/incapacità a riconoscere ed esprimere i propri stati emotivi). A tal riguardo, sembrerebbe che l'alessitimia sia caratterizzata da un fallimento generale dell'enterocezione (Brewer, Cook & Bird, 2016; Murphy, Catmur & Bird, 2018).

Infine, è stato suggerito che l'enterocezione interagisce con le emozioni e con la cognizione (Garfinkel, Seth, Barrett, Suzuki & Critchley, 2015).

Nel caso delle emozioni, Williams James nel 1890 è stato il primo a proporre che i sentimenti scaturiscano dalla percezione degli stati interni del proprio corpo (Damasio & Carvalho, 2013). Secondo le teorie "periferiche" delle emozioni, come quella proposta da Lange e James (1967), la base degli stati affettivi risiede nella rappresentazione e nella percezione dei diversi cambiamenti fisiologici. Wiens, Mezzacappa e Katkin (2000) hanno suggerito che gli individui che risultano essere più attenti e più in sintonia con le proprie sensazioni corporee, sperimentano anche emozioni di intensità maggiore. Nello studio in questione, i partecipanti che hanno dimostrato una buona capacità di rilevare il proprio battito cardiaco, hanno riferito di provare emozioni più intense rispetto a coloro che hanno dimostrato una scarsa capacità di rilevare il battito, durante la visione di filmati che sono stati appositamente scelti per suscitare una serie di emozioni (Wiens et al., 2000).

Questi risultati forniscono supporto all'idea che la percezione dell'attività viscerale influisce sull'emozione esperita (Wiens et al., 2000).

Nel caso della cognizione, si è arrivati a parlare di cognizione incarnata. In particolare, la ricerca si è concentrata nel cercare di capire come i segnali corporei interni possono guidare la cognizione. A tal proposito, è stato proposto che una migliore accuratezza enterocettiva può migliorare la memoria e il processo decisionale. Werner, Peres, Duschek e Schandry (2010) hanno sottoposto un gruppo di partecipanti con buona e scarsa percezione cardiaca a un compito di completamento di parole utilizzato per valutare la memoria implicita. Nel compito è stata utilizzata una lista di parole con valenza positiva, negativa e neutra, presentate ai partecipanti in ordine casuale (Werner et al., 2010). Tra una parola *target* e l'altra sono state presentate due parole "cuscinetto" per controllare eventuali effetti di *primacy* e *recency* (Werner et al., 2010). Ai partecipanti è stato chiesto di leggere la lista di parole, di svolgere un compito di distrazione e, infine, di svolgere il compito di completamento di parole (Werner et al., 2010). Nel compito di completamento di parole, ai partecipanti è stato chiesto di completare la radice di parole appartenenti alla lista che avevano precedentemente letto e di parole appartenenti a un'altra lista mai letta con la prima parola che veniva loro in mente (Werner et al., 2010). I risultati ottenuti hanno evidenziato che i partecipanti con una buona percezione cardiaca, testata attraverso il compito di conteggio dei battiti cardiaci, avevano completato un numero significativamente più elevato di parole a valenza positiva e negativa precedentemente presentate (Werner et al., 2010). I risultati suggeriscono che individui con una migliore percezione cardiaca sono in grado di percepire maggiormente l'eccitazione indotta dagli stimoli emotivi, ottenendo risultati migliori in un compito di recupero della memoria (Werner et al., 2010). Werner, Jung, Duschek e Schandry (2009) hanno sottoposto un gruppo di partecipanti con percezione accurata e scarsa della propria attività cardiaca a un compito decisionale, ovvero l'*Iowa Gambling Task* (Bechara et al., 1994). I partecipanti sono stati invitati a scegliere tra quattro mazzi di carte: due vantaggiosi che producevano guadagni e perdite ridotti e se scelti continuamente comportavano un profitto netto; due svantaggiosi che comportavano, invece, guadagni e perdite

elevati e se scelti continuamente comportavano una perdita netta (Werner et al., 2009). I partecipanti dovevano cercare di evitare le condizioni di perdita netta a favore di quelle di profitto netto (Werner et al., 2009). Dai risultati è emerso che i partecipanti con una buona percezione cardiaca avevano scelto un numero maggiore di condizioni di guadagno netto e minori condizioni di perdita netta (Werner et al., 2009). I risultati hanno fornito la prima prova empirica che i segnali provenienti da un organo interno del corpo possono essere associati ai processi decisionali in situazioni complesse (Werner et al., 2009).

### **3.1.3 Le mappe corporee delle emozioni**

Come suggerito in precedenza, le emozioni vengono vissute attraverso il corpo (Nummenmaa, Glerean, Hari & Hietanen, 2014). Per esempio, quando si sta per incontrare la persona amata, il cuore batte forte dalla felicità che si sta provando in quel momento, mentre quando si è in ansia per un importante colloquio di lavoro, i muscoli potrebbero irrigidirsi, le mani iniziare a tremare e potrebbe aumentare la sudorazione (Nummenmaa et al., 2014).

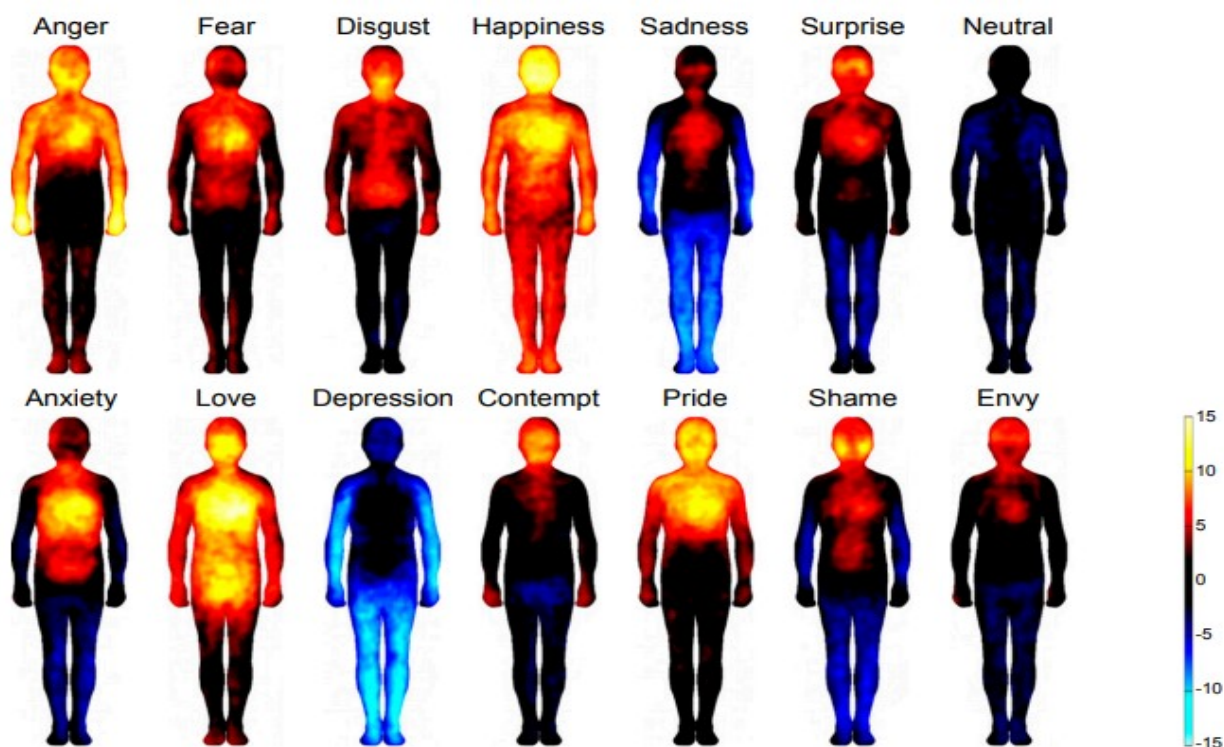
È stato proposto che il legame tra le emozioni e gli stati corporei sia visibile anche nel modo in cui gli individui parlano delle emozioni stesse (Kövecses, 2003). Molto spesso vengono utilizzate delle espressioni metaforiche quali per esempio “ho il cuore spezzato” nel caso di una persona innamorata che ha subito una delusione, oppure “ho sentito un brivido dietro la schiena” dopo aver ascoltato la propria canzone preferita (Nummenmaa et al., 2014).

Nonostante, quindi, le emozioni siano accompagnate da cambiamenti fisiologici, per diverso tempo, un argomento molto dibattuto ha riguardato il fatto se i diversi cambiamenti corporei associati alle diverse emozioni fossero o meno sufficientemente specifici da permettere di identificare degli stati emotivi in modo preciso. Anche la distribuzione topografica delle sensazioni corporee è rimasta per diverso tempo sconosciuta (Nummenmaa et al., 2014).

Nummenmaa et al. (2014) sono stati i primi ad aver rivelato la presenza di specifiche mappe delle sensazioni corporee associate a diversi tipi di emozioni, utilizzando un metodo computerizzato di



autovalutazione topografica, chiamato *emBODY*. Allo studio hanno preso parte oltre 700 partecipanti appartenenti a diverse popolazioni (Nummenmaa et al., 2014). Ai partecipanti sono state presentate due sagome a forma di corpo umano. Il compito consisteva nel colorare, in una sagoma, la parte del corpo in cui sentivano una maggiore attivazione, mentre nell'altra colorare la parte del corpo in cui sentivano una minore attivazione, durante la visione di parole, storie, filmati emozionali o espressioni facciali (interpretate da attori uomini o donne) che potevano suscitare diverse emozioni (Nummenmaa et al., 2014). I partecipanti hanno valutato le loro sensazioni corporee in relazione a sei emozioni di base (*i.e.*, rabbia, paura, disgusto, felicità, tristezza e sorpresa), a sette emozioni complesse (*i.e.*, ansia, amore, depressione, disprezzo, orgoglio, vergogna e invidia) e a uno stato neutro (Nummenmaa et al., 2014). I risultati hanno rivelato delle mappe delle sensazioni corporee distinte associate alle diverse emozioni, soprattutto per le emozioni di base (Nummenmaa et al., 2014) (Figura 3.2). In particolare, è stato rilevato che quasi tutte le emozioni di base considerate erano associate a sensazioni di elevata intensità localizzate nella parte superiore del torace e questo potrebbe essere dovuto ai cambiamenti avvenuti nella respirazione e nella frequenza cardiaca a seconda del tipo di emozione sperimentata (Nummenmaa et al., 2014). Anche le sensazioni localizzate nella testa sono state riportate a seguito di tutte le emozioni esperite, riflettendo probabilmente i cambiamenti fisiologici avvenuti nell'area del volto come l'attivazione della muscolatura facciale, la temperatura della pelle o la lacrimazione e i cambiamenti percepiti nei contenuti mentali innescati dagli eventi emotivi (Nummenmaa et al., 2014). Negli arti superiori, è stato rilevato un aumento delle sensazioni in relazione a emozioni orientate all'avvicinamento, alla rabbia e alla felicità, mentre una minore attivazione è stata rilevata in corrispondenza della tristezza (Nummenmaa et al., 2014). Il disgusto è stato associato principalmente a sensazioni a livello dell'apparato digerente e della gola (Nummenmaa et al., 2014). La felicità, a differenza di tutte le altre emozioni, è stata associata a un aumento delle sensazioni percepite in tutto il corpo (Nummenmaa et al., 2014). Le emozioni complesse, invece, hanno mostrato un grado più ridotto di sensazioni corporee e anche di specifiche localizzazioni spaziali (Nummenmaa et al., 2014).



*Figura 3.2 Topografia corporea delle emozioni di base (in alto) e delle emozioni complesse (in basso) ottenuta in seguito alla presentazione di parole (tratta da Nummenmaa et al., 2014, p. 647). Osservando le diverse mappe corporee, è possibile identificare per ogni emozione delle regioni di maggiore attivazione (colori caldi) e di minore attivazione (colori freddi).*

Le sensazioni corporee topograficamente distinte per le diverse emozioni possono supportare anche il riconoscimento degli stati emotivi altrui, infatti, le mappe delle sensazioni corporee ottenute in relazione alle espressioni facciali corrispondevano alle mappe delle sensazioni corporee suscitate dalle parole, storie e filmati emotivi (Nummenmaa et al., 2014). In definitiva, Nummenmaa et al. (2014) hanno rivelato che diversi stati emotivi sono associati a sensazioni corporee topograficamente distinte e anche culturalmente universali. Le sensazioni corporee, quindi, potrebbero essere alla base delle esperienze emotive coscienti (Nummenmaa et al., 2014). Inoltre, il monitoraggio della topografia delle sensazioni corporee associate alle diverse emozioni potrebbe essere utilizzato anche come biomarcatore per i disturbi emotivi (Nummenmaa et al., 2014).

Ulteriori studi sono stati condotti per testare la presenza di specifiche mappe delle sensazioni

corporee associate a diverse emozioni. Per esempio, Jung, Ryu, Lee, Wallraven e Chae (2017) hanno chiesto ai loro partecipanti di osservare brevi filmati contenenti stimoli emotivi, di riportare le loro sensazioni su una sagoma a forma di corpo umano e di svolgere un compito di rilevamento del battito cardiaco per poter valutare la loro accuratezza enterocettiva. Anche in questo caso le sensazioni corporee indotte dalle emozioni (*i.e.*, rabbia, paura, disgusto, felicità e tristezza) erano localizzate in specifiche aree del corpo (Jung et al., 2017). Tutte le emozioni hanno suscitato maggiori sensazioni corporee nell'area del torace, allo stesso tempo, però, sono state osservate anche localizzazioni specifiche per le diverse emozioni (Jung et al., 2017). Per esempio, sia la rabbia che la paura hanno suscitato maggiori sensazioni a livello dei pugni, solo la paura è stata associata a maggiori sensazioni corporee nella parte inferiore delle gambe e nei piedi e il disgusto ha mostrato maggiori attivazioni lungo il tratto gastrointestinale (Jung et al., 2017). Inoltre, i risultati ottenuti hanno suggerito per la prima volta che gli individui con una maggiore accuratezza enterocettiva hanno sperimentato anche sensazioni corporee più forti nelle diverse regioni del corpo specifiche per ogni emozione dopo l'esposizione a stimoli emotivi (Jung et al., 2017).

Hietanen, Glerean, Hari e Nummenmaa (2016) hanno voluto indagare lo sviluppo delle mappe delle sensazioni corporee associate alle emozioni anche in bambini e adolescenti di età compresa tra i 6 e i 17 anni. In questo caso, è stata utilizzata una versione carta e matita dello strumento *emBODY* per permettere anche ai bambini più piccoli di svolgere il compito (Hietanen et al., 2016). Per poter confrontare i risultati dei bambini/adolescenti con quelli degli adulti, sono stati raccolti i dati da un campione di adulti sottoposti alla stessa versione cartacea dell'*emBODY* (Hietanen et al., 2016). I risultati hanno evidenziato che in ogni gruppo di età (6, 8, 10, 14, 17 anni e adulti) le emozioni di base erano associate a distinte distribuzioni corporee anche se nel gruppo degli adulti l'unicità delle mappe delle sensazioni corporee era più chiara e in accordo con i risultati ottenuti precedentemente da Nummenmaa et al. (2014), mentre le mappe dei gruppi più giovani tendevano a presentare una maggiore somiglianza tra le diverse emozioni (Hietanen et al., 2016). L'accuratezza nella classificazione delle diverse emozioni ha mostrato delle differenze: la felicità è stata classificata in

modo affidabile in tutti i gruppi di età; la classificazione di rabbia e tristezza ha superato il livello casuale a partire dagli 8 anni e per quanto riguarda il disgusto a partire dai 10 anni (Hietanen et al., 2016). I risultati hanno rivelato che la somiglianza con le mappe delle sensazioni corporee degli adulti aumenta all'aumentare dell'età, ma le traiettorie di sviluppo delle emozioni differiscono tra loro (Hietanen et al., 2016). Infatti, le mappe delle sensazioni corporee per emozioni quali la sorpresa, la rabbia, la felicità e la paura sono quelle che risultano più simili alle mappe degli adulti già all'età di 6 anni e mostrano tutto uno sviluppo graduale simile durante l'infanzia; le traiettorie di emozioni quali la tristezza e il disgusto, invece, differiscono dalle altre emozioni e le mappe delle sensazioni corporee all'età di 6 anni differiscono da quelle degli adulti (Hietanen et al., 2016). Tristezza e disgusto mostrano comunque una forte tendenza evolutiva, ma all'età di 17 anni se la tristezza raggiunge un livello di somiglianza pari a quello della paura, questo non lo si può dire per il disgusto le cui mappe delle sensazioni corporee differiscono ancora da quelle degli adulti (Hietanen et al., 2016).

La presenza di mappe corporee delle emozioni è stata indagata anche in alcuni disturbi mentali. Per esempio, Torregrossa et al. (2019) hanno indagato la presenza di tali mappe in pazienti affetti da schizofrenia ipotizzando che l'incarnazione delle emozioni in questo gruppo di pazienti potesse essere compromessa a causa dei disturbi corporei e dei deficit socio-emotivi che caratterizzano la schizofrenia stessa. Ai partecipanti sono state presentate quattordici parole emotive (*i.e.*, neutra, paura, rabbia, disgusto, tristezza, felicità, sorpresa, ansia, amore, depressione, disprezzo, orgoglio, vergogna e gelosia), dopo ogni parola è stato loro somministrato il compito di *emBODY* (Torregrossa et al., 2019). Dai risultati è emerso che la topografia delle sensazioni corporee delle diverse emozioni nei pazienti schizofrenici era qualitativamente diversa rispetto a quella del gruppo di controllo, infatti, le emozioni erano associate a mappe spaziali distinte nei controlli, ma non nei pazienti schizofrenici (Torregrossa et al., 2019). In particolare, le mappe corporee delle emozioni a bassa eccitazione (e.g. la depressione) erano atipiche nei pazienti schizofrenici, ma non nei controlli (Torregrossa et al., 2019). In definitiva, le mappe corporee delle emozioni erano anomale nei

pazienti schizofrenici: oltre a essere meno distinte, le emozioni incarnate erano anche più sfocate e localizzate con meno precisione (Torregrossa et al., 2019). I pazienti hanno riportato sensazioni corporee più miste rispetto ai controlli, ovvero avevano una maggiore probabilità di sentire un aumento e una diminuzione delle sensazioni corporee a seguito di un'emozione nello stesso momento, nella stessa parte del corpo (Torregrossa et al., 2019). Lyons et al. (2021) hanno esaminato le sensazioni corporee associate alle emozioni di base in pazienti con disturbo depressivo maggiore che facevano o meno uso di farmaci antidepressivi. Ai partecipanti sono state presentate delle immagini per indurre le diverse emozioni (*i.e.*, rabbia, paura, felicità, tristezza, disgusto e uno stato emotivo neutro) e anche in questo caso dopo ogni immagine è stato loro somministrato il compito di *emBODY* (Lyons et al., 2021). I risultati hanno evidenziato modelli di attivazione statisticamente separabili per tutti e tre i gruppi: i pazienti depressi che non facevano uso di farmaci hanno mostrato un'attivazione minore rispetto ai controlli, soprattutto per quanto riguarda emozioni quali la tristezza e la paura, mentre i pazienti depressi che facevano uso di farmaci hanno mostrato una disattivazione molto forte per tutte le emozioni considerate rispetto agli altri due gruppi (Lyons et al., 2021). I risultati hanno evidenziato anche il ruolo dei farmaci antidepressivi nell'aumentare la disattivazione delle sensazioni corporee in relazione alle emozioni (Lyons et al., 2021). Infine, Palser et al. (2021) hanno esaminato per la prima volta la differenziazione delle emozioni corporee in bambini e adolescenti con disturbo dello spettro autistico rivelando una ridotta differenziazione delle emozioni corporee in questo gruppo. Il gruppo di bambini e adolescenti con disturbo dello spettro autistico ha evidenziato, quindi, un'esperienza corporea delle emozioni meno diversificata (Palser et al., 2021).

Infine, lo strumento *emBODY* (Nummenmaa et al., 2014) è stato utilizzato per studiare anche le emozioni legate a fenomeni di vario genere. Herman, Zaremba, Kossowski e Marchewka (2022) hanno presentato quattordici parole emotive (*i.e.*, paura, rabbia, disgusto, tristezza, felicità, sorpresa, ansia, amore, depressione, disprezzo, orgoglio, vergogna, gelosia e uno stato neutro) e sei parole che descrivevano dei fenomeni (*i.e.*, cambiamento climatico, COVID-19, guerra, amici, vacanze

estive e natura) e hanno chiesto ai partecipanti di colorare le regioni delle sagome a forma di corpo umano in cui sentivano una maggiore o una minore attivazione mentre pensavano a ogni fenomeno (Herman et al., 2022). I risultati hanno evidenziato delle chiare mappe delle sensazioni corporee per i fenomeni indagati: la natura era correlata a deboli attivazioni nella testa, nel torace e in parte nelle gambe; le vacanze estive erano correlate ad attivazioni più forti in tutto il corpo; la guerra e gli amici erano correlati a forti attivazioni nella testa, nel torace e nelle braccia con attivazioni legate alla guerra che si estendevano anche alle mani e all'addome; il COVID-19 e il cambiamento climatico erano correlati a forti attivazioni nella testa, nel torace e nell'addome anche se il COVID-19 ha mostrato forti disattivazioni nelle gambe, mentre il cambiamento climatico ha mostrato maggiori attivazioni nelle mani (Herman et al., 2022). I risultati ottenuti, quindi, indicano che il compito di mappatura delle sensazioni corporee può essere utilizzato anche per studiare le emozioni suscitate da diversi fenomeni come suggerito dalla specifica localizzazione e dalle caratteristiche distintive delle mappe delle sensazioni corporee legate ai fenomeni indagati nello studio (Herman et al., 2022). Infine, Herman et al. (2022) hanno rivelato che le mappe delle sensazioni corporee di fenomeni globali importanti come il cambiamento climatico, la pandemia da COVID-19 e la guerra hanno mostrato un'elevata somiglianza con molte emozioni, quali la paura, il disgusto, la tristezza, la sorpresa, l'ansia, la depressione, il disprezzo, l'orgoglio, la vergogna e la gelosia, suggerendo che gli individui sperimentano soprattutto emozioni negative in relazione a questi fenomeni.

In definitiva, le mappe delle sensazioni corporee possono essere utilizzate non solo per identificare le specifiche aree del corpo in cui gli individui riportano maggiori o minori attivazioni in relazione alle diverse emozioni che sperimentano, ma possono essere utilizzate anche nello studio dei disturbi mentali poiché, come suggerito precedentemente, sembrerebbe che diversi disturbi mentali presentino delle alterazioni nelle mappe delle sensazioni corporee. Inoltre, tali mappe risultano essere utili anche per studiare le emozioni legate a fenomeni globali complessi.

## CAPITOLO 4: LA RICERCA

### 4.1 Introduzione

Come descritto nel Capitolo 1 (par. 1.1), il controllo cognitivo fa riferimento a un insieme di abilità che permettono a un individuo di monitorare, valutare e adattare i propri pensieri e il proprio comportamento al fine di poter raggiungere i propri obiettivi (Berger et al., 2020). Il controllo cognitivo riveste un ruolo di primaria importanza nella vita di un individuo, durante l'intero arco di vita, contribuendo in vari modi alla salute fisica e mentale, allo sviluppo di abilità quali la lettura, la matematica e a migliori risultati a scuola, all'attività lavorativa in età adulta e anche durante l'invecchiamento (Capitolo 1, par. 1.1.3).

Un aspetto fondamentale del controllo cognitivo riguarda il controllo dell'interferenza. Come sottolineato nel Capitolo 1 (par. 1.2), il controllo dell'interferenza o gestione del conflitto cognitivo, permette a un individuo di gestire in modo appropriato le informazioni in ingresso, ovvero selezionare l'informazione rilevante e contemporaneamente controllare l'effetto interferente di informazioni irrilevanti o distraenti. Il controllo dell'interferenza permette, così, di risolvere i conflitti di risposta (Wöstmann et al., 2013) ed essere in grado di mettere in atto la risposta corretta o appropriata, sopprimendo lo stimolo distraente che provoca una risposta competitiva (Nigg, 2000). Per testare tale abilità in laboratorio, sono stati sviluppati specifici compiti cognitivi, definiti *conflict task* con l'obiettivo di indurre un conflitto di risposta. I principali *conflict task* che vengono utilizzati per testare il controllo dell'interferenza sono, per esempio, il compito Stroop (Stroop, 1935), il compito Eriksen *flanker* (Eriksen & Eriksen, 1974) e il compito Simon (Craft & Simon, 1970). Come già affrontato nel Capitolo 1 (par. 1.2.1), il conflitto, in questa tipologia di compiti, compare durante l'elaborazione delle informazioni, soprattutto nelle condizioni definite incongruenti o incompatibili in cui le caratteristiche rilevanti e irrilevanti dello stimolo entrano in conflitto durante la selezione della risposta corretta da mettere in atto.

Secondo la *Conflict Monitoring Theory* o teoria del monitoraggio dei conflitti (Botvinick et al.,

2001), trattata nel Capitolo 2 (par. 2.2), il conflitto cognitivo generato da risposte incompatibili, viene prima registrato da un sistema di monitoraggio e successivamente utilizzato come segnale per modificare e adattare i processi di controllo cognitivo. La teoria del monitoraggio dei conflitti, inizialmente concepita come una teoria esclusivamente cognitiva, è stata successivamente estesa dalla *Affective Signaling Hypothesis* o ipotesi della segnalazione affettiva (Dignath et al., 2020). Tale ipotesi, come descritto nel Capitolo 2 (par. 2.3 e 2.3.1), suggerisce che il conflitto cognitivo che emerge tra risposte mutualmente esclusive, possa suscitare una reazione affettiva negativa e che sia proprio tale segnale affettivo a essere monitorato e a innescare l'adattamento del controllo cognitivo con l'obiettivo di attenuare possibili conflitti futuri e quindi favorire una migliore gestione dell'interferenza nella prova successiva. Diversi studi, attraverso l'utilizzo di diverse metodologie di indagine, hanno riscontrato risultati in linea con l'ipotesi che il conflitto cognitivo possa generare uno stato affettivo negativo. Per esempio, Fröber et al. (2017) hanno chiesto ai loro partecipanti di valutare come piacevole o spiacevole ogni singola prova di un compito Simon. I risultati ottenuti hanno mostrato che i partecipanti hanno riportato un numero maggiore di valutazioni piacevoli per le prove prive di conflitto rispetto a quelle che presentavano un conflitto che sono state percepite in misura maggiore come spiacevoli (per una rassegna vedere Dignath et al., 2020).

Lo scopo principale del presente lavoro di tesi è di estendere tale letteratura andando a esaminare in modo diretto lo stato affettivo, in termini di valenza e *arousal*, esperito dai partecipanti durante l'esecuzione di prove conflittuali (*i.e.*, prove incongruenti) e non (*i.e.*, prove congruenti). In aggiunta, è stata indagata la possibilità che l'esecuzione di prove congruenti e incongruenti possa essere associata a specifiche e differenti sensazioni corporee, allo scopo di verificare l'esistenza di una sorta di mappa corporea del conflitto cognitivo. Lo stato affettivo esperito dai partecipanti è stato indagato anche in relazione alla commissione di eventuali errori durante lo svolgimento delle prove. In aggiunta, anche in questo caso, è stata indagata la possibilità che la commissione o meno di errori possa essere associata a specifiche e differenti sensazioni corporee, allo scopo di verificare



la presenza di una sorta di mappa corporea per le prove corrette e incorrette. Il presente lavoro si pone inoltre l'obiettivo di valutare se la capacità di risoluzione del conflitto (rappresentata dalla grandezza dell'effetto Simon) possa dipendere dal fatto che vi sia stata o meno una sensazione corporea durante l'esecuzione della prova. Infine, il presente lavoro si pone l'obiettivo di indagare il possibile ruolo delle differenze individuali nelle abilità enterocettive soggettive e di altri aspetti di personalità ad esse legate (alessitimia, presenza di sintomi legati ad ansia, depressione e stress).

Nel presente studio pilota, è stato inizialmente chiesto ai partecipanti di svolgere un *conflict task* (*i.e.*, il compito Simon) per indagare le loro capacità nel saper gestire l'interferenza derivante dall'informazione irrilevante per il compito che stavano svolgendo.

Al termine di ogni prova, ai partecipanti è stato chiesto di valutare il loro stato d'animo attraverso la EmojiGrid (*i.e.*, uno strumento grafico di autovalutazione affettiva). Tale approccio ci ha permesso di verificare lo stato d'animo dei partecipanti (in termini di valenza e *arousal*) in funzione della congruenza della prova e della corretta esecuzione della prova stessa. Al tal proposito, ci si aspetta che i partecipanti presentino valori elevati di valenza e valori bassi di *arousal* nelle prove congruenti rispetto a quelle incongruenti e nelle prove in cui hanno risposto correttamente rispetto a quelle in cui hanno commesso un errore.

Dopo aver valutato il proprio stato d'animo, ai partecipanti è stato chiesto di riferire se durante l'esecuzione della prova avessero percepito o meno delle sensazioni corporee e, in caso affermativo, di indicare su una *silhouette* (*i.e.*, una sagoma a forma di corpo umano) l'eventuale parte del corpo oggetto di tale sensazione. Tale approccio ci ha permesso di verificare la presenza di sensazioni corporee in funzione della congruenza della prova e della corretta esecuzione della prova stessa. A tal proposito, ci si aspetta che i partecipanti percepiscano con maggiore probabilità delle sensazioni corporee durante lo svolgimento delle prove incongruenti, caratterizzate da maggiore conflitto, rispetto alle prove congruenti, caratterizzate da minore conflitto. In modo analogo, ci si aspetta che i partecipanti percepiscano con maggiore probabilità delle sensazioni corporee nelle prove in cui hanno commesso un errore piuttosto che in quelle in cui hanno risposto correttamente.

La *silhouette* è stata utilizzata anche per poter stabilire se le prove conflittuali e non conflittuali e le prove in cui è stato o meno commesso un errore possano produrre delle mappe corporee simili o differenti.

Infine, sono stati somministrati quattro questionari per verificare l'eventuale presenza di differenze nelle capacità enterocettive dei partecipanti. L'*Interoceptive Accuracy Scale* (Murphy et al., 2020) e l'*Interoceptive Attention Scale* (Gabriele et al., 2022) sono stati utilizzati per valutare quanto accuratamente e attentamente i partecipanti sono in grado di percepire determinate sensazioni corporee. Il *Bermond-Vorst Alexithymia Questionnaire – Version B* (Vorst & Bermond, 2001) è stato utilizzato per verificare l'eventuale presenza di alessitimia (*i.e.*, l'incapacità di saper riconoscere ed esprimere le proprie emozioni) nei partecipanti, poiché tale incapacità può compromettere le capacità enterocettive. Infine, la *Depression Anxiety Stress Scale-21* (Bottesini et al., 2015) è stata utilizzata per verificare se i partecipanti avevano sperimentato ansia, stress o depressione nell'ultima settimana, prima di svolgere il compito, poiché anche tali fattori possono influenzare le abilità enterocettive. Ci si aspetta che i partecipanti con migliori abilità enterocettive, presentino una maggiore percezione corporea del conflitto cognitivo e quindi migliori capacità nel controllare l'interferenza.

## **4.2 Metodo**

### **4.2.1 Partecipanti**

Sono stati reclutati centouno partecipanti residenti in Italia mediante la condivisione del link dell'esperimento su piattaforme di social network (e.g., gruppi Facebook: "*Esperimenti di Psicologia a Padova*", "*Esperimenti psicologici*", "*Trova partecipanti per gli studi*") o inviato tramite e-mail.

I partecipanti sono stati selezionati sulla base dei seguenti criteri di inclusione: età anagrafica compresa tra i 18 e i 35 anni, avere una vista normale o corretta (utilizzo di occhiali e/o lenti a contatto), non essere daltonico, non fare uso di droghe pesanti, non essere portatore di disabilità intellettiva o disturbo psichiatrico diagnosticato da uno specialista.

Tutti i partecipanti hanno ricevuto il consenso informato scritto. Per incentivare la partecipazione è stata data la possibilità di prendere parte ad una lotteria per la vincita di un voucher Amazon del valore di 25 euro al termine dello studio.

### **4.2.2 Strumenti**

#### **Piattaforma**

L'esperimento è stato programmato e condotto online tramite la piattaforma di ricerca Gorilla Experiment Builder ([www.gorilla.sc](http://www.gorilla.sc)).

#### **Questionario demografico**

Il questionario demografico è stato utilizzato per raccogliere informazioni demografiche e personali dei partecipanti quali il genere, l'età, la dominanza manuale e il livello di scolarizzazione raggiunto.

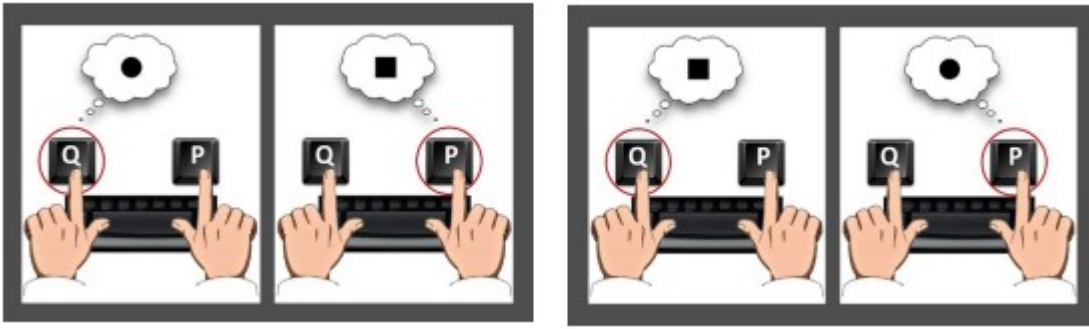
#### **Compito Simon**

Il compito Simon (Craft & Simon, 1970) consiste nella presentazione di uno stimolo visivo a destra o a sinistra di un punto di fissazione. Il compito prevede che lo stimolo sia categorizzato, entro un

breve limite di tempo e il più accuratamente possibile, in base a una sua caratteristica non spaziale (e.g., il colore, la forma geometrica), premendo un tasto posizionato a destra o a sinistra della linea mediana del corpo. Nel compito sono presenti due tipologie di prove: quelle spazialmente congruenti quando la posizione dello stimolo e del tasto di risposta coincidono (*i.e.*, entrambi sono posizionati a destra o entrambi a sinistra), caratterizzate da risposte più rapide e accurate; quelle spazialmente incongruenti quando la posizione dello stimolo e del tasto di risposta, invece, non coincidono (*i.e.*, lo stimolo compare a destra e il tasto di risposta si trova a sinistra o viceversa), caratterizzate da risposte meno rapide e accurate. L'informazione rilevante per il compito è la caratteristica non spaziale dello stimolo, mentre l'informazione irrilevante è la posizione (destra o sinistra) in cui compare lo stimolo.

Nel presente studio, il compito è stato utilizzato per indagare la capacità dei partecipanti di saper gestire l'interferenza causata dall'informazione irrilevante per il compito che stavano eseguendo.

Il compito consisteva nel giudicare, il più accuratamente e velocemente possibile, se lo stimolo presentato fosse un cerchio oppure un quadrato di colore nero, premendo uno di due specifici tasti della tastiera del computer. L'indice della mano destra doveva essere posizionato sul tasto P, l'indice della mano sinistra sul tasto Q e i pollici di entrambe le mani sulla barra spaziatrice. A metà partecipanti sono state date le seguenti istruzioni: *“Se lo stimolo è un cerchio, premi il tasto Q. Se lo stimolo è un quadrato, premi il tasto P”*. All'altra metà dei partecipanti sono state date le istruzioni opposte: *“Se lo stimolo è un quadrato, premi il tasto Q. Se lo stimolo è un cerchio, premi il tasto P”* (Figura 4.1). I partecipanti sono stati assegnati casualmente e in modo controbilanciato ad una delle due modalità di categorizzazione degli stimoli visivi.



**Figura 4.1** Figure utilizzate durante il compito di categorizzazione di stimoli visivi per ricordare ai partecipanti il corretto posizionamento delle dita sulla tastiera e la modalità di categorizzazione degli stimoli. A sinistra è rappresentata la prima modalità di categorizzazione: premere il tasto *Q* se lo stimolo era un cerchio, premere il tasto *P* se lo stimolo era un quadrato. A destra, invece, è rappresentata la seconda modalità di categorizzazione: premere il tasto *Q* se lo stimolo era un quadrato, premere il tasto *P* se lo stimolo era un cerchio.

Il compito era composto dal 50% di prove spazialmente congruenti (*i.e.*, la posizione di comparsa dello stimolo sullo schermo e del tasto di risposta sulla tastiera erano la stessa, entrambi a destra o a sinistra) e dal 50% di prove spazialmente incongruenti (*i.e.*, la posizione di comparsa dello stimolo sullo schermo e del tasto di risposta sulla tastiera erano diverse: uno era posizionato a destra e l'altro a sinistra o viceversa). Il compito prevedeva quattro blocchi di prove: due di pratica e due sperimentali. Il primo blocco di pratica era composto da 40 prove, mentre il secondo da 20 prove. I due blocchi sperimentali erano entrambi composti da 60 prove, intervallati da una breve pausa.

Ulteriori informazioni verranno fornite nel par. 4.2.3 Procedura.

## EmojiGrid

La EmojiGrid (Toet et al., 2018) è uno strumento grafico, di autovalutazione affettiva, considerato valido e intuitivo (*i.e.*, non si basa su istruzioni scritte), sviluppato inizialmente per valutare la valenza e l'eccitazione legate al cibo. Rappresenta la versione con *emoji*, senza l'uso di etichette verbali, della Affect Grid (Russel et al., 1989) progettata per valutare gli stati emotivi lungo le

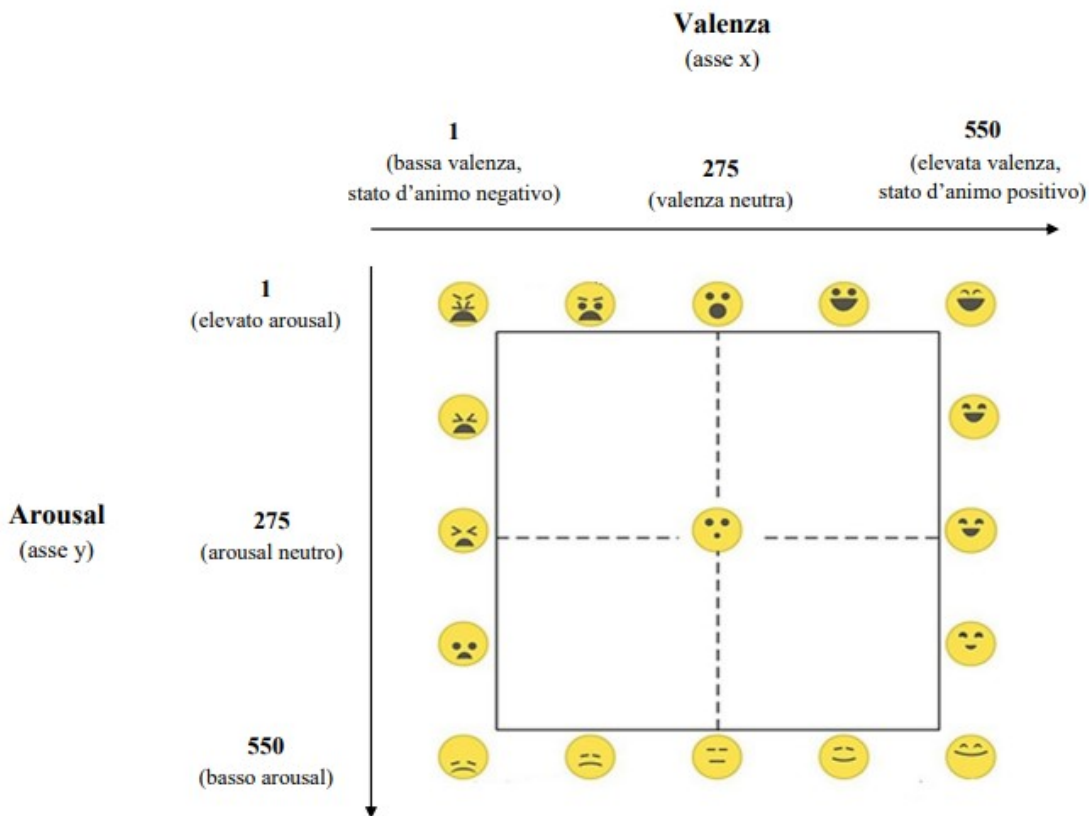
dimensioni: piacevole-spiacevole ed eccitazione-sonnolenza.

La EmojiGrid è una griglia cartesiana di dimensioni pari a 550x550 pixel composta da 17 *emoji* di colore giallo che si distinguono per la diversa configurazione di sopracciglia, occhi e apertura della bocca. Lungo l'asse orizzontale (asse x) è indicata la valenza, mentre lungo l'asse verticale (asse y) è indicato l'*arousal*. I valori di entrambe le dimensioni (valenza e *arousal*) possono variare da 1 a 550. La valenza aumenta da sinistra verso destra, infatti, le espressioni facciali delle *emoji* variano gradualmente da spiacevoli a piacevoli. L'*arousal* indica l'intensità dell'espressione facciale delle *emoji* e diminuisce dall'alto verso il basso della griglia. Infine, al centro, è presente un'*emoji* neutra utilizzata come punto di ancoraggio che presenta valori di valenza e *arousal* pari a 275 per entrambe le dimensioni (Figura 4.2).

Nel presente studio, è stata utilizzata per permettere ai partecipanti di valutare il loro stato d'animo dopo ogni prova del compito di categorizzazione di stimoli visivi. I partecipanti dovevano cliccare con il mouse sulla parte di griglia che meglio rappresentava come si erano sentiti durante la prova.

Per quanto riguarda la dimensione della valenza, valori bassi di x sono indicativi di uno stato d'animo negativo, mentre valori elevati di x sono indicativi di uno stato d'animo positivo.

Al contrario, per la dimensione dell'*arousal*, valori bassi di y sono indicativi di un elevato *arousal*, mentre valori alti di y sono indicativi di un basso *arousal*.



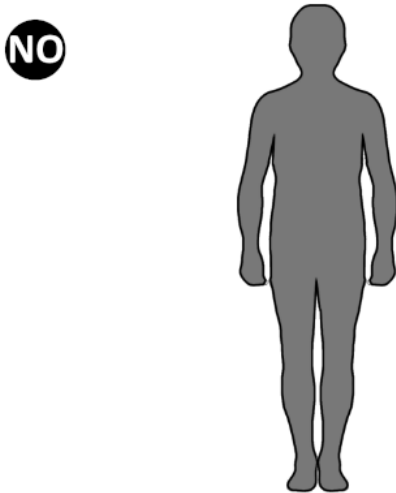
**Figura 4.2** Rappresentazione grafica della EmojiGrid e rispettive dimensioni: valenza (asse x) e arousal (asse y). È stata presentata ai partecipanti per permettere loro di valutare lo stato d'animo cliccando con il mouse sulla parte di griglia che più rappresentava come si erano sentiti durante ogni prova del compito di categorizzazione di stimoli visivi.

## Silhouette

Nel presente studio, il termine “*silhouette*” è stato utilizzato per indicare una sagoma a forma di corpo umano. La regione che circonda la *silhouette* ha dimensioni pari a 380x1150 pixel.

La *silhouette* è stata presentata ai partecipanti dopo aver valutato il loro stato d'animo attraverso la EmojiGrid. I partecipanti dovevano riferire se avevano o meno avvertito delle sensazioni corporee durante il compito di categorizzazione di stimoli visivi. In caso di risposta affermativa, i partecipanti dovevano cliccare con il mouse sulla parte del corpo oggetto di tale sensazione corporea. In caso contrario, dovevano cliccare sul tasto di risposta “NO”, posizionato a fianco della *silhouette* e proseguire con il compito (Figura 4.3).

In questo modo, è stato possibile verificare la presenza e poi misurare la percezione corporea del conflitto cognitivo durante ogni prova del compito di categorizzazione di stimoli visivi.



**Figura 4.3** A destra, rappresentazione grafica della silhouette fornita ai partecipanti per permettere loro di indicare con il mouse la zona del corpo in cui avevano avvertito un'eventuale sensazione corporea durante la prova del compito di categorizzazione di stimoli visivi. A sinistra, il tasto di risposta "NO" da premere in caso di non percezione di una sensazione corporea.

### **Interoceptive Accuracy Scale (IAS)**

La IAS (Murphy et al., 2020) è composta da 21 *item*. La scala permette di misurare l'accuratezza enterocettiva, ovvero quanto accuratamente le persone sono in grado di percepire determinate sensazioni corporee. Murphy et al. (2020) hanno ipotizzato che gli *item* possano essere distinti sulla base di due fattori: il primo riguarderebbe la percezione di segnali enterocettivi (*i.e.*, percezione solo somatica); il secondo comprenderebbe segnali più difficili da percepire usando solo informazioni enterocettive (*i.e.*, percezione non solo somatica), ad esempio la formazione di un livido o un calo di zuccheri sono identificabili rispettivamente attraverso anche la colorazione della pelle o la presenza di tremolii. Esempi di *item*: "Riesco sempre a percepire in modo accurato di avere il battito cardiaco accelerato", "Riesco sempre a percepire in modo accurato di avere fame", "Riesco sempre a percepire in modo accurato di avere il respiro accelerato".



Nel presente studio, i partecipanti sono stati invitati a fare riferimento alla loro capacità di percepire le diverse sensazioni corporee senza utilizzare tecniche o strumenti di rilevazione dei segni fisiologici (e.g., percepire l'aumento del battito cardiaco solo dopo aver poggiato le dita sul polso, non può essere considerato un indicatore di accurata percezione interna).

Ai partecipanti è stato chiesto di esprimere su una scala da 1 (= totalmente disaccordo) a 5 (= totalmente d'accordo) il loro grado di accordo per ogni affermazione.

Il punteggio totale è dato dalla somma dei punteggi di tutti gli *item* della scala e può variare da 21 a 105. Punteggi più alti sono indicativi di una maggiore accuratezza enterocettiva riferita dal soggetto. La IAS presenta una validità convergente pari ad altri questionari già esistenti che misurano l'enterocezione, ha una buona consistenza interna (alpha di Cronbach = .88) e una buona affidabilità *test-retest*. Tutti questi fattori rendono la IAS uno strumento utile per valutare l'accuratezza enterocettiva. L'analisi fattoriale ha evidenziato la presenza di una soluzione a due fattori che richiede, però, ulteriori studi per accertarne maggiormente la sua affidabilità.

### **Interoceptive Attention Scale (IATS)**

La IATS (Gabriele et al., 2022) è stata progettata, invece, per misurare la componente attentiva dell'enterocezione. La scala è composta da 21 *item*, ognuno dei quali corrisponde a un *item* della IAS. Gli *item* possono essere anch'essi distinti secondo i due fattori identificati da Murphy et al. (2020) per la IAS. Esempi di *item*: “*Molto spesso la mia attenzione è volta a stabilire se ho il battito accelerato*”, “*Molto spesso la mia attenzione è volta a stabilire se ho fame*”, “*Molto spesso la mia attenzione è volta a stabilire se ho il respiro accelerato*”.

Nel presente studio, è stata utilizzata per indagare quanto le sensazioni corporee sono oggetto di attenzione. È stato chiesto ai partecipanti di non pensare a specifiche situazioni, bensì di fare riferimento alle sensazioni che percepiscono nella maggior parte delle situazioni quotidiane e di valutare quanto spesso prestano attenzione alle diverse sensazioni indipendentemente da quanto ritengono di saperle percepire accuratamente.

I partecipanti dovevano indicare su una scala da 1 (= totalmente disaccordo) a 5 (= totalmente d'accordo) il loro grado di accordo per ciascuna affermazione.

Il punteggio totale della scala è dato dalla somma dei punteggi di tutti gli *item* e può variare da 21 a 105. Punteggi elevati sono indicativi di una maggiore attenzione alle sensazioni corporee.

Dai risultati preliminari di validazione, la IATS è risultata avere una buona consistenza interna, una buona validità convergente e discriminante e un'affidabilità *test-retest* paragonabile alle misure già esistenti. Sembra essere uno strumento valido per misurare l'attenzione enterocettiva. Permette di confrontare anche le due dimensioni dell'enterocezione (accuratezza e attenzione) dato che ogni *item* può essere abbinato a uno della IAS. Ulteriori indagini, invece, sono necessarie per esaminare la struttura a due fattori della scala.

### **Bermond-Vorst Alexithymia Questionnaire - Version B (BVAQ-B)**

Il BVAQ (Vorst & Bermond, 2001) è un questionario che è stato ideato per indagare le cinque dimensioni che caratterizzano l'alessitimia, ovvero l'incapacità di saper riconoscere ed esprimere il proprio stato emotivo. Il BVAQ è composto da due versioni parallele (A e B) di 20 *item* ciascuna, mentre nella forma estesa (AB) il numero di *item* è pari a 40. Nella versione A e B ogni dimensione viene misurata attraverso quattro *item*: due definiti indicativi perché formulati positivamente rispetto al tratto indagato e due controindicativi perché formulati negativamente. Le cinque tendenze alessitimiche sono classificate secondo due dimensioni: una cognitiva e una affettiva.

La dimensione cognitiva è composta da tre sottoscale: verbalizzare le proprie emozioni, saper identificare la natura delle proprie emozioni e analizzare i propri stati emotivi. La sottoscala "verbalizzare le proprie emozioni" fa riferimento alla capacità di saper descrivere o comunicare le proprie emozioni (esempio di *item*: "La gente spesso mi dice che dovrei parlare di più dei miei sentimenti"). La sottoscala "saper identificare la natura delle proprie emozioni" riguarda la capacità di definire le emozioni stesse (esempio di *item*: "Quando mi sento molto giù, so se ho paura, sono scoraggiato o triste"). Infine, la sottoscala "analizzare i propri stati emotivi" riguarda il grado di

ricerca di spiegazioni delle proprie reazioni emotive (esempio di *item*: “*Quando sono teso, voglio capire esattamente da dove proviene quel sentimento*”).

La dimensione affettiva, invece, è composta da due sottoscale: emozionare e fantasticare. La sottoscala “emozionare” fa riferimento al grado in cui una persona è eccitata emotivamente da eventi che inducono emozioni (esempio di *item*: “*Quando vedo qualcuno che piange molto intensamente, resto imperturbabile*”). La sottoscala “fantasticare” riguarda il grado di propensione ad immaginare, sognare ad occhi aperti (esempio di *item*: “*Quando non ho molto da fare, passo il tempo a sognare ad occhi aperti*”).

Nel presente studio è stata utilizzata la versione B del questionario. I partecipanti dovevano esprimere il loro grado di accordo per ogni affermazione su una scala da 1 (= sono completamente d'accordo) a 5 (= non sono per niente d'accordo).

Il punteggio di ognuna delle cinque sottoscale è dato dalla somma degli *item* che le compongono e può variare da 4 a 20. Per quanto riguarda le due dimensioni dell'alessitimia (cognitiva e affettiva) che sono state identificate, i punteggi di entrambe possono essere calcolati mediante la somma dei punteggi delle sottoscale che le compongono. Infine, il punteggio totale dell'alessitimia è dato dalla somma dei punteggi delle cinque sottoscale e può variare da 20 a 100. Alti punteggi sono indicativi di un'elevata propensione all'alessitimia da parte del soggetto.

Nonostante le analisi effettuate supportino l'evidenza a favore della forte validità del BVAQ, i risultati ottenuti devono essere considerati preliminari e necessitano di ulteriori approfondimenti.

### **Depression Anxiety Stress Scales-21 (DASS-21)**

La DASS-21 (Henry & Crawford, 2005) è formata da 21 *item*. Rappresenta la forma breve della DASS di Lovibond e Lovibond (1995) composta da 42 *item*. La DASS-21 è composta da tre sottoscale: depressione, ansia e stress. Ogni sottoscala viene misurata attraverso sette *item*. Esempi di *item*: “*Non riesco proprio a provare delle emozioni positive*”, “*Mi sono accorto di avere la bocca secca*”, “*Ho provato molta tensione e ho avuto difficoltà a recuperare uno stato di calma*”.

Nel presente studio, è stata utilizzata la versione italiana (Bottesi et al., 2015) per indagare se fattori quali ansia, stress e depressione possono influenzare le abilità enterocettive.

Ai partecipanti è stato chiesto di indicare per ogni affermazione con quale frequenza si era verificata la situazione descritta negli ultimi sette giorni su una scala da 0 (= non mi è mai accaduto) a 3 (= mi è capitato quasi sempre).

Il punteggio di ogni sottoscala è dato dalla somma degli *item* che vi appartengono moltiplicato per due e può variare da 0 a 42; quello totale è dato dalla somma dei punteggi delle tre sottoscale e può variare da 0 a 126.

La DASS-21 italiana ha dimostrato un'adeguata validità convergente-divergente, una buona affidabilità e una consistenza interna da buona a eccellente (alpha di Cronbach > .70), in linea con i dati riportati nella versione originale. Può essere considerata uno strumento adatto a scopi di ricerca che permette di misurare tratti quali ansia, stress e depressione in modo efficiente.

### **4.2.3 Procedura**

All'inizio dello studio, i partecipanti sono stati informati sullo scopo e sulla procedura sperimentale non invasiva, prestando attenzione a non fornire troppi dettagli per non influenzare la loro prestazione.

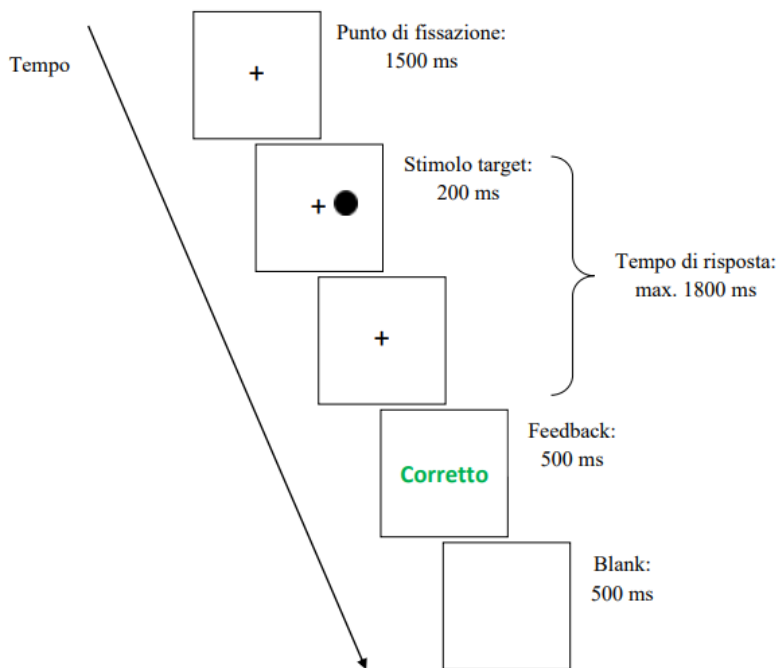
Il tempo stimato per il completamento è stato di circa 45 minuti consecutivi, con possibilità di fare delle piccole pause. I partecipanti non potevano interrompere l'esperimento e riprenderlo successivamente; in qualsiasi momento, però, potevano decidere di non proseguire e ritirare il loro consenso alla partecipazione.

Sono state fornite alcune informazioni necessarie per il corretto svolgimento dell'esperimento: utilizzare un computer (fisso o portatile), svolgere l'esperimento da soli in un ambiente tranquillo e privo di rumori, chiudere tutte le finestre del browser e applicazioni del computer aperte e disattivare il volume del computer e del cellulare per evitare possibili distrazioni. Terminate le istruzioni generali, è stato chiesto ai partecipanti di compilare il questionario demografico.

Successivamente, i partecipanti sono stati invitati ad attivare la modalità schermo intero cliccando su un apposito pulsante sullo schermo. È stata misurata la grandezza dello schermo del computer allo scopo di scalare tutti gli stimoli e fare in modo che fossero della stessa grandezza per tutti i partecipanti indipendentemente dalla dimensione dello schermo stesso. In questa fase di calibrazione, è stato chiesto ai partecipanti di prendere una tessera di dimensioni pari ad una carta di credito o badge universitario e di appoggiarla al centro dello schermo in corrispondenza di un'immagine che raffigurava una tessera. Sopra all'immagine era posta una barra che permetteva di regolare, aumentando o diminuendo, le dimensioni dell'immagine stessa. È stato chiesto ai partecipanti di regolare l'immagine della tessera rappresentata sullo schermo in modo tale che avesse le stesse dimensioni della tessera che loro possedevano.

I partecipanti sono stati invitati ad assumere una posizione comoda per riuscire ad alternare facilmente l'utilizzo della tastiera e del mouse e cercare di mantenere una distanza di circa 50 cm rispetto allo schermo. Successivamente, sono state fornite le istruzioni per lo svolgimento del compito di categorizzazione di stimoli visivi (*i.e.*, il compito Simon).

Inizialmente, i partecipanti sono stati sottoposti a due blocchi di pratica per familiarizzare gradualmente con il compito sperimentale. Nel primo blocco, ai partecipanti è stato chiesto di esercitarsi solo con il compito di categorizzazione di stimoli visivi. Ad ogni prova, è stato restituito un feedback relativamente all'accuratezza della risposta (Figura 4.4). Se al termine del primo blocco, i partecipanti avevano commesso tanti errori, venivano invitati a svolgere un ulteriore blocco di pratica prima di proseguire. I partecipanti potevano decidere di ripetere il blocco di pratica fino a quando non si sentivano sicuri di poter proseguire con il compito.

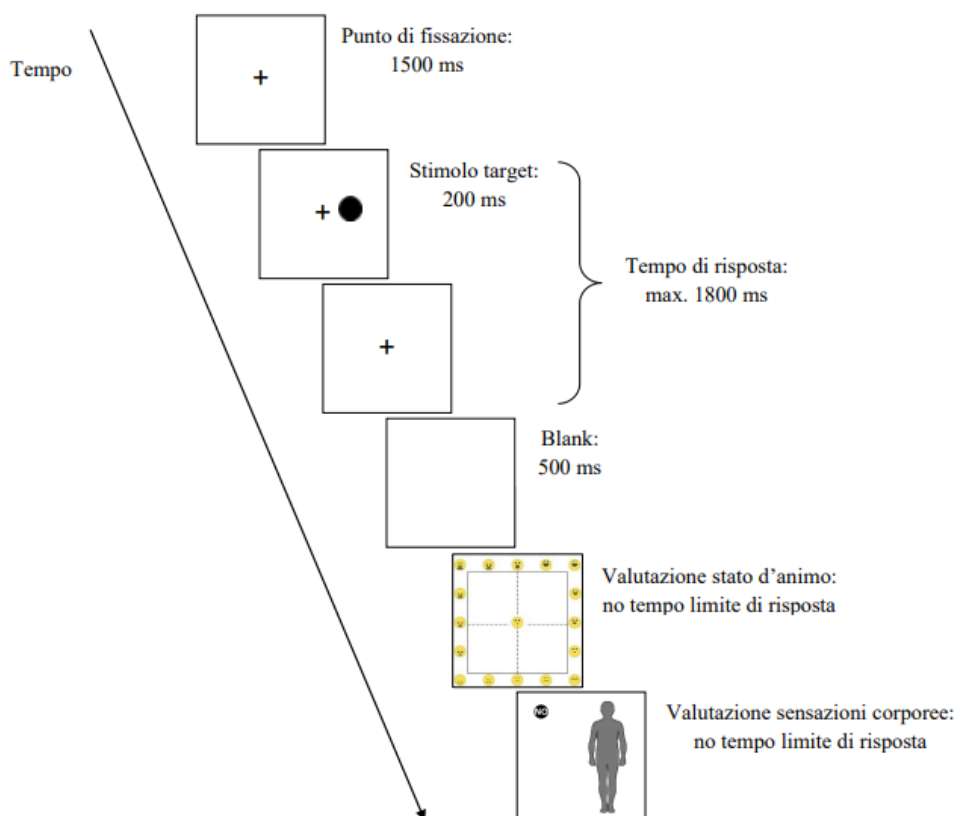


**Figura 4.4** Esempio di una singola prova del primo blocco di pratica in cui era richiesto ai partecipanti di svolgere solo il compito di categorizzazione di stimoli visivi. Ogni prova iniziava con la presentazione di un punto di fissazione, a forma di croce, al centro dello schermo del computer per 1500 ms. Successivamente, compariva lo stimolo target: un cerchio oppure un quadrato di colore nero, a destra o a sinistra del punto di fissazione. Lo stimolo target scompariva dopo 200 ms. Il tempo di risposta massimo era di 1800 ms. Nel primo blocco di pratica veniva restituito anche un feedback relativo all'accuratezza della risposta data dal soggetto: "più veloce" ed "errore" di colore rosso (valore RGB: 255, 0, 0), "corretto" di colore verde (valore RGB: 0, 176, 80). Il feedback era visibile per 500 ms.

Nel secondo blocco di pratica, dopo aver categorizzato lo stimolo comparso sullo schermo, i partecipanti non ricevevano alcun feedback sulla risposta data. Al termine di ogni prova, è stato chiesto di valutare come si erano sentiti attraverso la EmojiGrid, cliccando sulla parte di griglia che meglio rappresentava il loro stato d'animo in quel momento. Inoltre, è stato chiesto di riferire se durante la prova stessa avevano o meno percepito delle sensazioni corporee e, in caso di risposta affermativa, indicare sulla *silhouette* la parte del corpo oggetto di tale sensazione (Figura 4.5). In questo blocco di prove, i partecipanti dovevano alternare l'uso della tastiera per svolgere il compito

di categorizzazione di stimoli visivi e l'uso del mouse per valutare lo stato d'animo attraverso la EmojiGrid e l'eventuale percezione di una sensazione corporea attraverso la *silhouette*.

Terminata la fase di valutazione, i partecipanti venivano invitati a riposizionare correttamente le dita sulla tastiera, veniva loro ricordata la modalità di categorizzazione dello stimolo e, infine, veniva chiesto di premere la barra spaziatrice per iniziare la prova successiva.



**Figura 4.5** Esempio di una singola prova del secondo blocco di pratica. I partecipanti dovevano svolgere il compito di categorizzazione di stimoli visivi secondo le stesse modalità del primo blocco di pratica, non ricevevano però alcun feedback sulla risposta data. Successivamente, senza alcun limite di tempo nella risposta, dovevano valutare il loro stato d'animo attraverso la EmojiGrid e indicare sulla silhouette se avevano avvertito delle sensazioni corporee durante la prova.

Conclusa la fase di pratica, ai partecipanti è stato chiesto di svolgere due blocchi di prove sperimentali. In entrambi i blocchi, la sequenza di eventi era la stessa del secondo blocco di pratica. Infatti, ai partecipanti è stato chiesto di svolgere il compito di categorizzazione di stimoli visivi,

valutare il loro stato d'animo e l'eventuale percezione di una sensazione corporea. Anche in questo caso non sono stati forniti feedback in merito alle risposte date nel compito di categorizzazione di stimoli visivi e i partecipanti dovevano alternare l'uso della tastiera e del mouse.

Durante la fase sperimentale, sono state predisposte due domande di controllo per verificare eventuali cali di attenzione dei partecipanti: una tra il primo e il secondo blocco di prove (*i.e.*, “*Per favore clicca sul pallino nero che vedi in basso. Non cliccare su nessuno dei numeri da 1 a 10*”) e una al termine del secondo blocco (*i.e.*, “*Per favore non cliccare sul pallino nero che vedi in basso. Clicca sul numero 2 della seguente sequenza*”). Entrambe le risposte date dovevano essere corrette. In caso contrario, i partecipanti non potevano accedere alla compilazione dei questionari e i loro dati venivano immediatamente eliminati. Infatti, anche una sola risposta sbagliata stava a significare un calo nel livello di attenzione del partecipante, di conseguenza i dati raccolti successivamente non potevano essere considerati attendibili.

Infine, ai partecipanti è stato chiesto di compilare quattro brevi questionari: la *Interoceptive Accuracy Scale*, il *Bermond-Vorst Alexithymia Questionnaire – Version B*, la *Interoceptive Attention Scale* e la *Depression Anxiety Stress Scales-21*.

Sono stati eliminati automaticamente i dati di coloro che avevano dichiarato di non aver eseguito il compito con serietà.



## 4.3 Risultati

### 4.3.1 Analisi descrittive del campione

Nel presente studio sono stati testati 101 partecipanti. I dati di tre partecipanti sono stati esclusi dalle analisi a causa dell'elevato numero di errori commessi, superiore al 75%. Dato che non è stata inserita alcuna *response deadline*, tale percentuale di errore è da considerarsi elevata per la tipologia di compito svolto. Pertanto, le analisi sono state eseguite su un campione di 98 partecipanti (72 femmine; 26 maschi) con età compresa tra i 18 e i 34 anni ( $M = 24.58$ ;  $DS = 2.84$ ).

Per quanto riguarda la scolarizzazione, 2 partecipanti hanno riportato di aver conseguito la licenza di scuola media, 16 partecipanti la licenza di scuola superiore, 53 partecipanti, ovvero la maggior parte del campione considerato, la laurea triennale, 22 partecipanti la laurea magistrale/specialistica/vecchio ordinamento e 5 partecipanti la specializzazione post laurea/dottorato di ricerca. Per quanto riguarda la dominanza manuale, 1 partecipante ha dichiarato di essere ambidestro, 91 partecipanti di essere destrimani e 6 partecipanti di essere mancini.

### 4.3.2 Analisi dell'effetto Simon

Per verificare la presenza dell'effetto Simon, i tempi di reazione medi (TR) per le prove corrette e le proporzioni di errori (PE) sono stati analizzati tramite *t-test* a campioni appaiati, confrontando le prove congruenti e incongruenti.

Entrambi i *t-test* sono risultati statisticamente significativi, TR:  $t(97) = - 8.76, p < .001, d = - .089$ ; PE:  $t(97) = - 5.77, p < .001, d = - 0.58$ .

I TR nelle prove incongruenti sono risultati più elevati ( $M = 535$ ;  $DS = 106.89$ ) rispetto ai TR osservati nelle prove congruenti ( $M = 502.54$ ;  $DS = 105.96$ ). Situazione analoga è stata rilevata per quanto riguarda gli errori. La PE è risultata più elevata nelle prove incongruenti ( $M = 0.07$ ;  $DS = 0.07$ ) rispetto alle prove congruenti ( $M = 0.04$ ;  $DS = 0.05$ ).

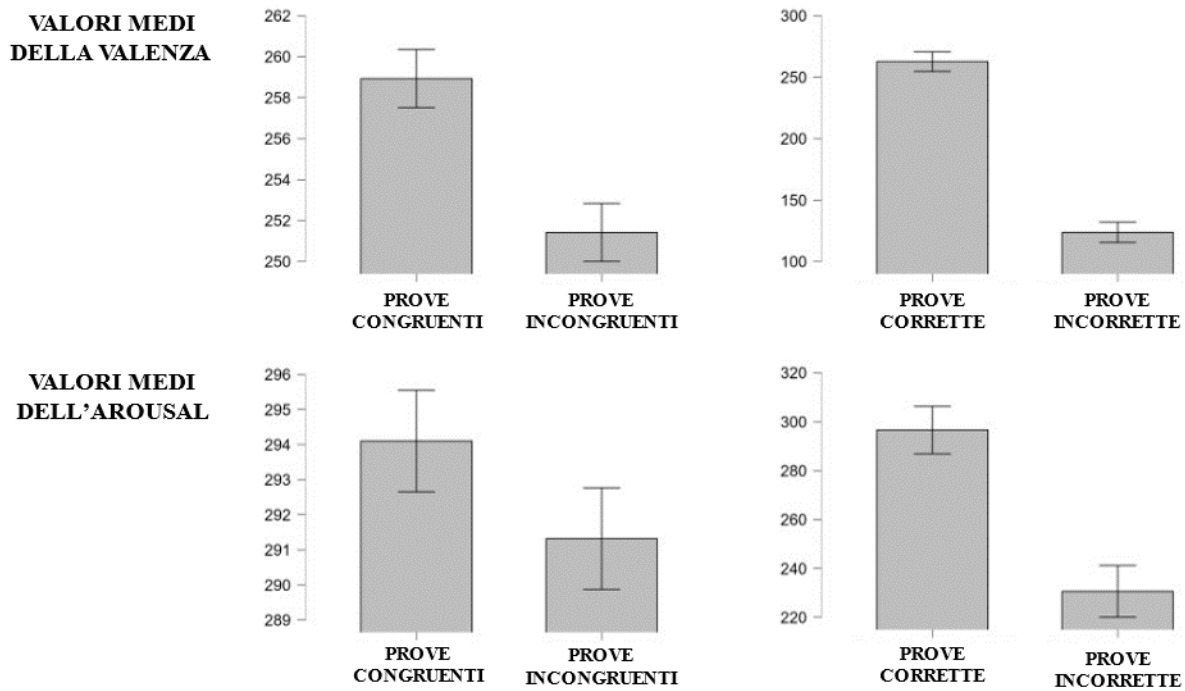
La grandezza dell'effetto Simon è risultata pari a 32 ms per i TR e pari a 3.6% per gli errori.

### 4.3.3 Analisi del tono dell'umore in funzione del tipo di prova

Per verificare eventuali variazioni nel tono dell'umore in funzione del tipo di prova (congruenti vs. incongruenti) e della presenza di eventuali errori (prove corrette vs. incorrette) sono stati condotti quattro *t-test* a campioni appaiati sia per analizzare i valori della valenza, sia per analizzare i valori dell'*arousal*.

Per quanto riguarda l'analisi dei valori della valenza, entrambi i *t-test* sono risultati statisticamente significativi. I partecipanti hanno riportato valori più elevati di valenza nelle prove congruenti ( $M = 258.93$ ;  $DS = 109.76$ ) rispetto alle prove incongruenti ( $M = 251.42$ ;  $DS = 107.03$ ),  $t(97) = 3.75$ ,  $p < .001$ ,  $d = 0.38$ . Allo stesso modo i partecipanti hanno riportato valori maggiori di valenza nelle prove corrette ( $M = 262.61$ ;  $DS = 111.58$ ) rispetto alle prove incorrette ( $M = 123.80$ ;  $DS = 90.36$ ),  $t(88) = 11.55$ ,  $p < .001$ ,  $d = 1.23$ .

Per quanto riguarda l'analisi dei valori di *arousal* non è emersa alcuna differenza significativa in relazione al tipo di prova, ovvero tra prove congruenti ( $M = 294.10$ ;  $DS = 111$ ) e prove incongruenti ( $M = 291.32$ ;  $DS = 107.97$ ),  $t(97) = 1.36$ ,  $p = 0.18$ ,  $d = 0.14$ , mentre una differenza significativa è stata rilevata tra prove corrette ( $M = 296.62$ ;  $DS = 111.21$ ) e prove incorrette ( $M = 230.67$ ;  $DS = 144.71$ ),  $t(88) = 4.92$ ,  $p < .001$ ,  $d = 0.52$  (Figura 4.6).



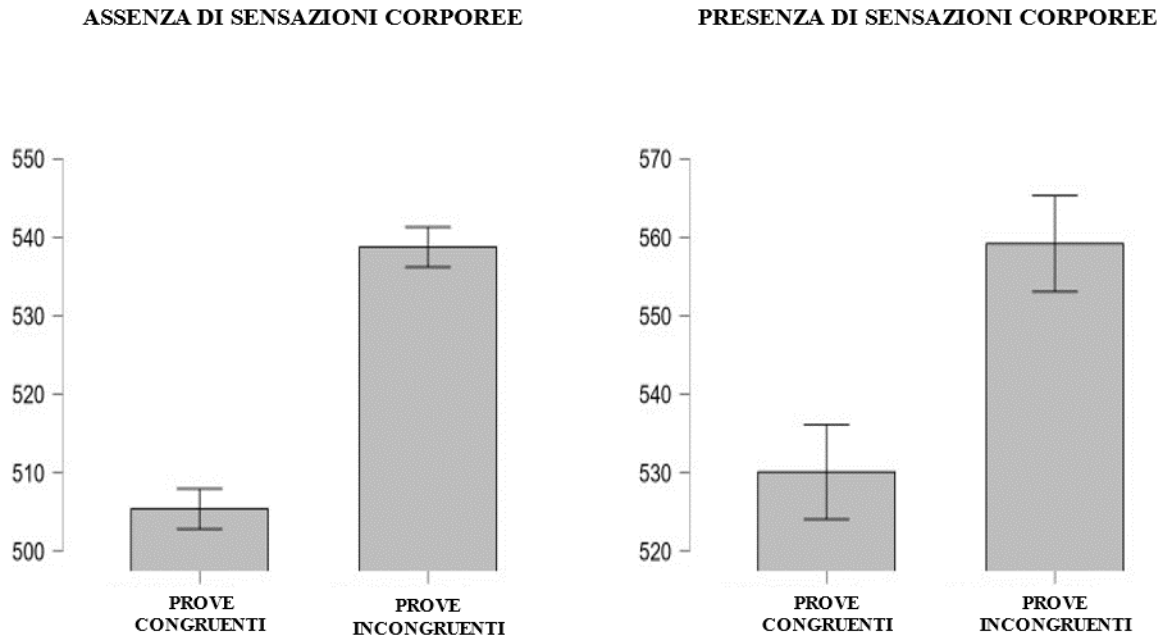
**Figura 4.6** Valori medi del tono dell'umore in termini di valenza e arousal in funzione della congruenza e della correttezza delle prove. I valori della valenza e dell'arousal possono variare da 1 (bassa valenza o elevato arousal) a 550 (elevata valenza o basso arousal). Le barre di errore rappresentano gli errori standard delle medie.

#### 4.3.4 Analisi dell'effetto Simon in funzione della presenza di sensazioni corporee

I tempi di reazione medi corretti sono stati analizzati con una analisi della varianza (ANOVA) a misure ripetute con due fattori entro i soggetti: *body sensation*, ovvero presenza di sensazioni corporee (sì vs. no) e congruenza (prove congruenti vs. incongruenti).

È stato possibile eseguire tale analisi solo su un sottogruppo di partecipanti ( $n = 60$ ), ovvero coloro che hanno riportato delle sensazioni corporee almeno in qualche prova congruente e incongruente.

L'ANOVA ha rivelato solo un effetto principale della congruenza,  $F(1,59) = 27.40, p < .001, \eta^2_p = 0.32$ , ma nessun effetto principale del *body sensation* o di interazione tra i due fattori, tutti gli  $F \leq 1.80$ , tutti i  $p \geq 0.18$ . Pertanto, l'effetto Simon nei TR è risultato di grandezza simile sia nelle prove in cui i partecipanti hanno riportato delle sensazioni corporee ( $M = 31.21; DS = 73.67$ ), sia nelle prove in cui non hanno riportato alcuna sensazione ( $M = 31.74; DS = 34.84$ ) (Figura 4.7).



**Figura 4.7** Valori medi delle prove congruenti e delle prove incongruenti in funzione della presenza o meno di sensazioni corporee. Le barre di errore rappresentano gli errori standard delle medie.

#### 4.3.5 Analisi della proporzione delle sensazioni corporee

Per verificare la presenza di differenze nella proporzione delle sensazioni corporee in funzione del tipo di prova (congruenti vs. incongruenti) e della presenza di eventuali errori (prove corrette vs. incorrette) sono stati condotti due *t-test* a campioni appaiati.

Per quanto riguarda l'analisi della congruenza non sono state rilevate differenze nella proporzione di sensazioni corporee tra prove congruenti ( $M = 0.27$ ;  $DS = 0.32$ ) e prove incongruenti ( $M = 0.28$ ;  $DS = 0.32$ ),  $t(97) = -1.02$ ,  $p = 0.31$ ,  $d = -0.10$ , mentre è stata rilevata una differenza significativa in funzione dell'accuratezza. La proporzione di sensazioni corporee è risultata più elevata nelle prove incorrette ( $M = 0.35$ ;  $DS = 0.38$ ) rispetto alle prove corrette ( $M = 0.27$ ;  $DS = 0.32$ ),  $t(88) = -3.19$ ,  $p = 0.002$ ,  $d = -0.34$ .

#### 4.3.6 Correlazioni tra effetto Simon e scale utilizzate

L'effetto Simon sia in termini di TR che PE non è risultato correlare significativamente con nessuna delle cinque sottoscale del *Bermond-Vorst Alexithymia Questionnaire - Version B* utilizzato per misurare l'alessitimia. L'effetto Simon non è risultato correlare né con le scale utilizzate per misurare le capacità enterocettive dei partecipanti, ovvero la *Interoceptive Accuracy Scale* e la *Interoceptive Attention Scale*, né con le tre sottoscale della *Depression Anxiety Stress Scales-21*.

#### 4.3.7 Correlazioni tra effetto Simon e tono dell'umore

Sono state rilevate delle correlazioni positive tra l'effetto Simon in termini di TR e la valenza sia nelle prove congruenti ( $r = 0.28, p = 0.005; rho = 0.18, p = 0.08$ ), sia nelle prove incongruenti ( $r = 0.25, p = 0.01; rho = 0.17, p = 0.09$ ). Ulteriore correlazione positiva è stata rilevata tra l'effetto Simon in termini di errori e la valenza sia nelle prove corrette ( $r = 0.28, p = 0.006; rho = 0.17, p = 0.098$ ), sia nelle prove incorrette ( $r = 0.24, p = 0.025; rho = 0.23, p = 0.027$ ).

Non sono state rilevate, invece, correlazioni significative né tra l'effetto Simon in termini di tempi di reazione e l'*arousal* nelle prove congruenti ( $r = 0.15, p = 0.147; rho = 0.16, p = 0.128$ ) e nelle prove incongruenti ( $r = 0.15, p = 0.146; rho = 0.15, p = 0.150$ ), né tra l'effetto Simon in termini di errori e l'*arousal* nelle prove corrette ( $r = 0.15, p = 0.140; rho = 0.15, p = 0.147$ ) e nelle prove incorrette ( $r = 0.02, p = 0.839; rho = 0.01, p = 0.915$ ).

#### 4.3.8 Correlazioni tra la proporzione totale di sensazioni corporee, effetto Simon e scale utilizzate

È stata rilevata una correlazione negativa tra la proporzione totale di sensazioni corporee percepite dai partecipanti e una sottoscala del *Bermond-Vorst Alexithymia Questionnaire - Version B*, ovvero la sottoscala "verbalizzare" ( $r = - 0.27, p = 0.008; rho = - 0.25, p = 0.012$ ).

Sono state rilevate, invece, due correlazioni positive. Una correlazione è emersa tra la proporzione totale di sensazioni corporee e l'*Interoceptive Attention Scale* ( $r = 0.16, p = 0.125; rho = 0.21, p =$

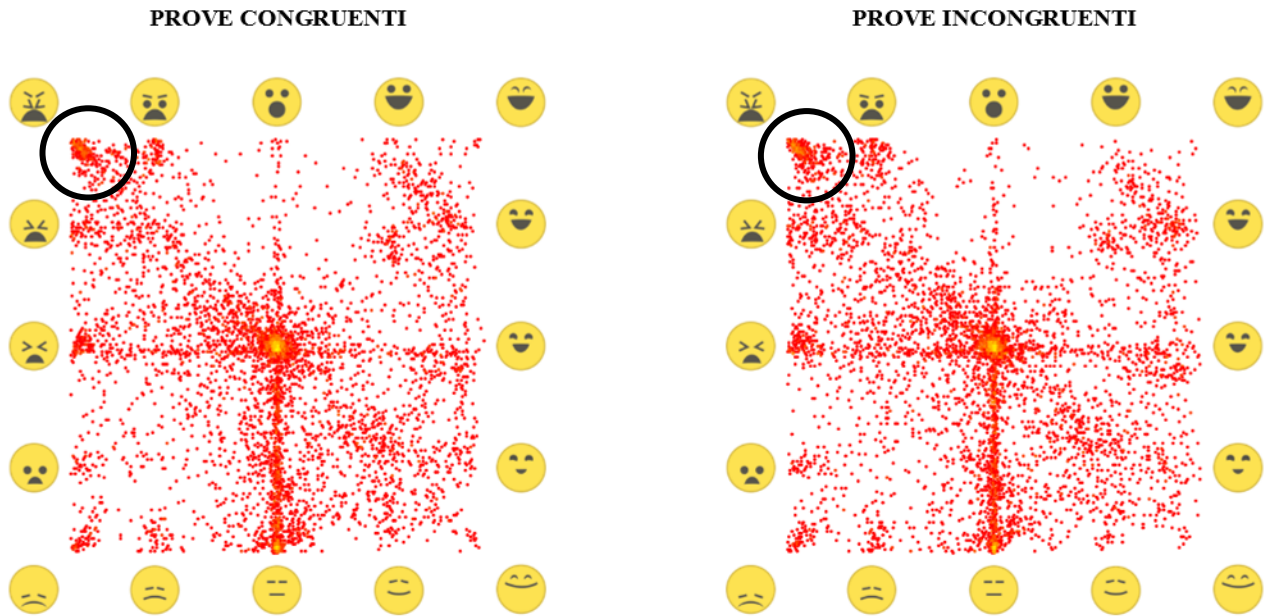
0.034) e l'altra è emersa tra la proporzione totale di sensazioni corporee e una sottoscala della *Depression Anxiety Stress Scales-21*, ovvero la sottoscala relativa alla depressione ( $r = 0.19$ ,  $p = 0.061$ ;  $\rho = 0.22$ ,  $p = 0.033$ ).

#### **4.3.9 Mappe del tono dell'umore e delle sensazioni corporee**

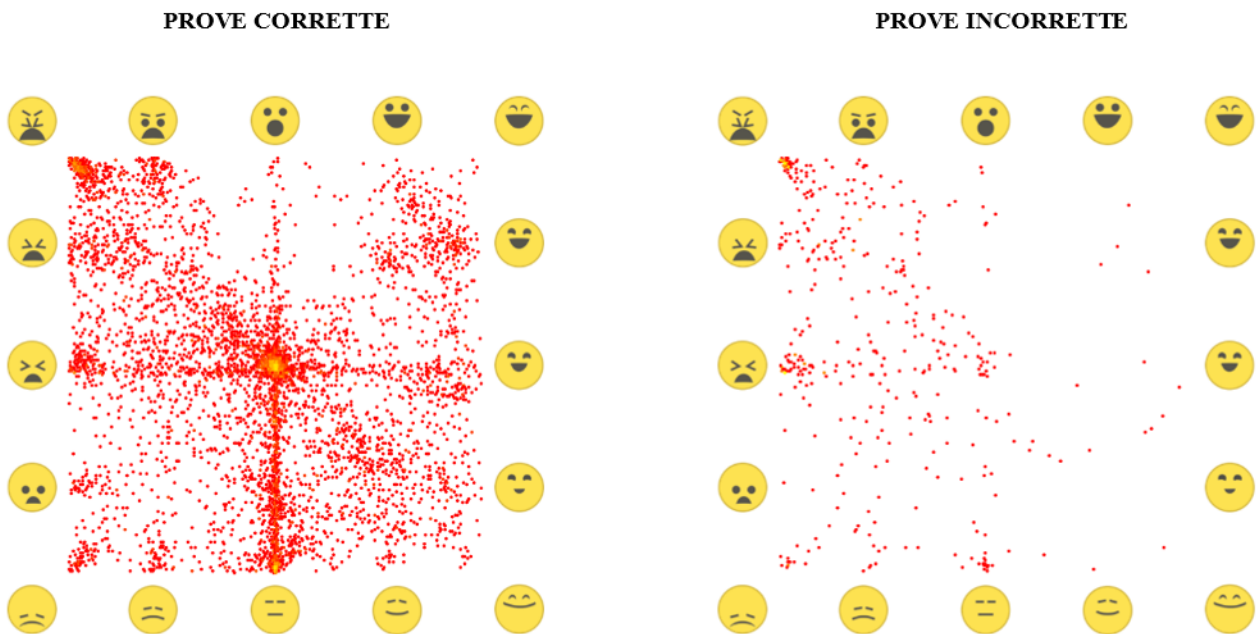
I dati ottenuti sono stati plottati creando delle *heatmap* sia per quanto riguarda il tono dell'umore, sia per quanto riguarda le sensazioni corporee.

Per questioni di tempo, il presente lavoro di tesi si è limitato a riportare solo a livello descrittivo le *heatmap* ottenute che verranno successivamente analizzate utilizzando delle tecniche di analisi più specifiche come quella impiegata nello studio condotto da Nummenmaa et al. (2013), come l'analisi discriminante lineare che è stata utilizzata per verificare se le diverse emozioni erano associate a modelli corporei statisticamente diversi.

Nelle Figure 4.8 e 4.9 sono riportate le mappe relative al tono dell'umore in funzione rispettivamente della congruenza e della correttezza delle prove. Il colore giallo denota le zone a maggiore densità. Si può notare sia nel caso delle prove congruenti che incongruenti una prevalenza di click nella zona centrale, in corrispondenza dell'*emoji* neutra. Inoltre, nelle prove incongruenti, rispetto a quelle congruenti, sembrerebbe esserci una maggiore concentrazione (seppur molto lieve) di click nell'angolo in alto a sinistra (alto *arousal* e valenza negativa). Per quanto riguarda le mappe osservate in funzione della correttezza della prova, si nota come nel caso degli errori, i click sono distribuiti prevalentemente nella parte sinistra dell'EmojiGrid, ovvero quella a valenza negativa. Appaiono, invece, distribuiti nei quattro quadranti nel caso delle prove eseguite correttamente.

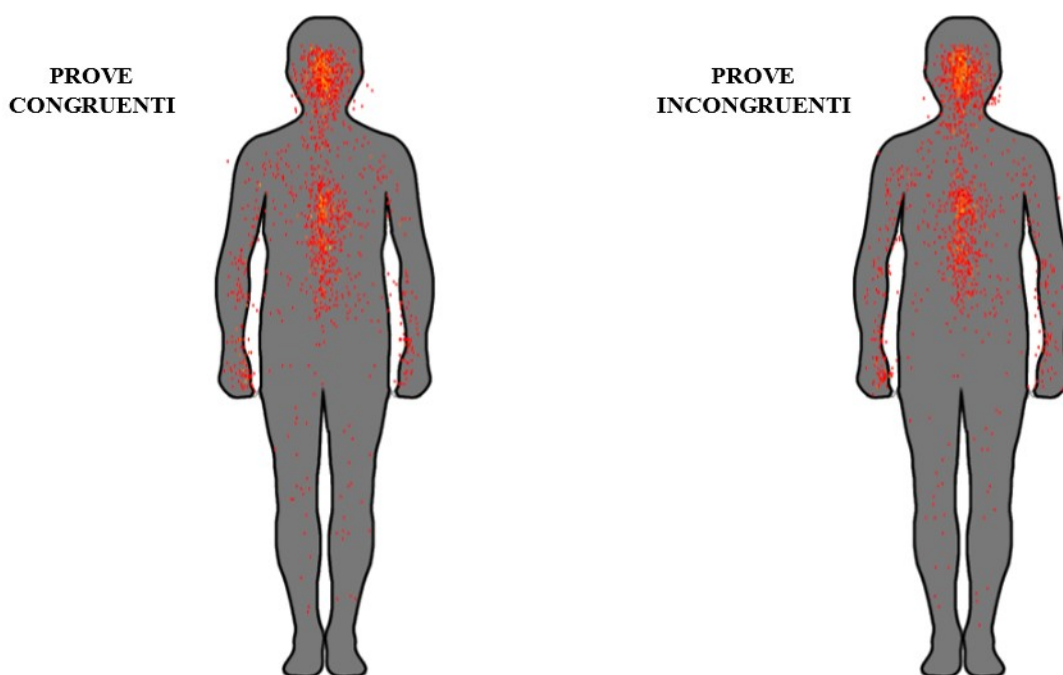


*Figura 4.8* Mappe relative al tono dell'umore nelle prove congruenti e nelle prove incongruenti.



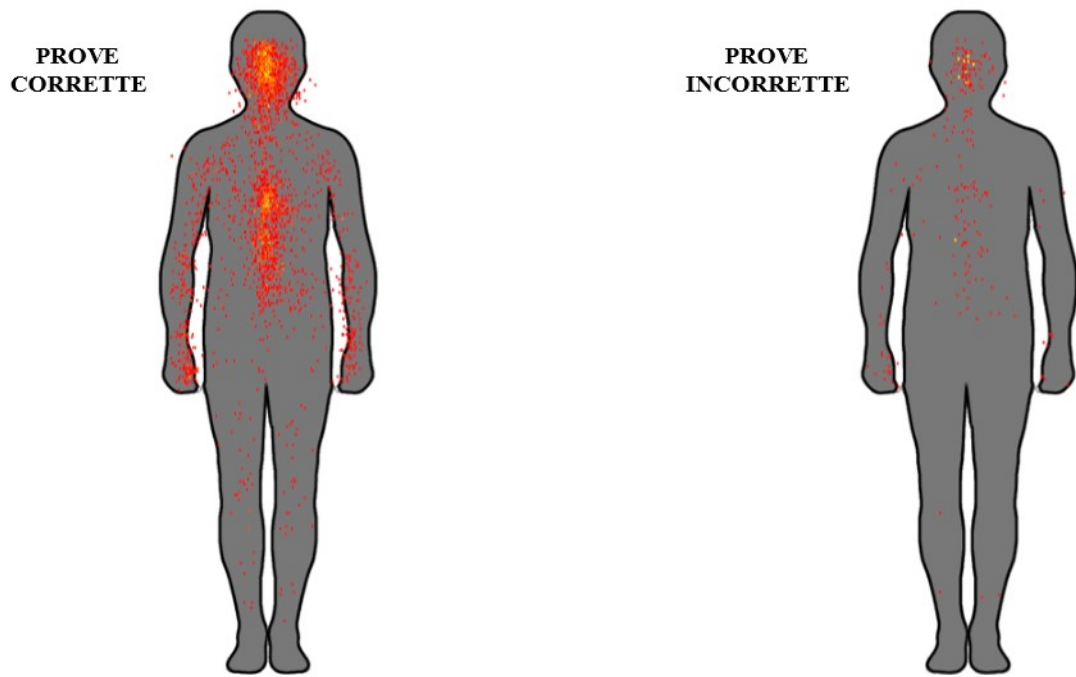
*Figura 4.9* Mappe relative al tono dell'umore nelle prove corrette e nelle prove incorrette.

Nelle Figure 4.10 e 4.11 sono riportate le mappe relative alle sensazioni corporee in funzione rispettivamente della congruenza e della correttezza delle prove. Per quanto riguarda le mappe delle sensazioni corporee in funzione della congruenza, non si rilevano notevoli differenze tra prove congruenti e incongruenti. In entrambi i casi, è possibile osservare un'elevata percezione di sensazioni corporee a livello della testa, del torace e dello stomaco. Alcune sensazioni corporee sono state percepite anche a livello delle mani e della braccia, ovvero nelle parti del corpo che sono state utilizzate dai partecipanti per svolgere il compito. Infine, per quanto riguarda le mappe delle sensazioni corporee in funzione della correttezza delle prove, è possibile osservare che nel caso delle prove eseguite correttamente è presente una distribuzione delle sensazioni in diversi punti come nella testa, nel torace, nello stomaco, nelle braccia e nelle mani, mentre nelle prove eseguite scorrettamente, i partecipanti tendono a localizzare eventuali sensazioni prevalentemente nella testa.



**Figura 4.10** Mappe relative alle sensazioni corporee nelle prove congruenti e nelle prove incongruenti.





*Figura 4.11 Mappe relative alle sensazioni corporee nelle prove corrette e nelle prove incorrette.*

## CAPITOLO 5: DISCUSSIONE

Il presente lavoro di tesi si è posto come obiettivo principale quello di esaminare lo stato affettivo, in termini di valenza e *arousal*, esperito dai partecipanti durante l'esecuzione di un compito Simon, ovvero un *conflict task* caratterizzato da prove conflittuali (*i.e.*, prove incongruenti) e non conflittuali (*i.e.*, prove congruenti). A tal riguardo, è stata indagata anche la possibilità che l'esecuzione di prove congruenti e incongruenti potesse essere associata a specifiche e differenti percezioni di sensazioni corporee da parte dei partecipanti, permettendo così di indentificare una sorta di mappa corporea del conflitto cognitivo. Dai risultati ottenuti è stato possibile osservare che, per quanto riguarda la valenza, i partecipanti sembrerebbero riuscire a differenziare tra prove congruenti e incongruenti poiché hanno riportato valori più elevati durante le prove congruenti rispetto a quelle incongruenti. I partecipanti sembrerebbero presentare uno stato d'animo più positivo durante lo svolgimento di una prova priva di conflitto. Per quanto riguarda l'*arousal*, invece, a livello numerico è stata rilevata una differenza tra prove congruenti e incongruenti, ma tale differenza non può essere considerata significativa. I risultati ottenuti sono in linea ed estendono quelli ottenuti per esempio da Fröber et al. (2017) che hanno chiesto ai loro partecipanti una valutazione affettiva, in termini di piacevole o spiacevole, della prova appena svolta durante un compito Simon, ottenendo un maggior numero di valutazioni piacevoli per le prove congruenti rispetto a quelle incongruenti. I risultati ottenuti nel presente studio possono essere interpretati anche in una prospettiva più ampia facendo riferimento alla *Affective Signaling Hypothesis* (Dignath et al., 2020). Secondo tale ipotesi, il conflitto cognitivo può innescare uno stato affettivo negativo che viene registrato e utilizzato come segnale per l'adattamento del controllo cognitivo al fine di attenuare i conflitti futuri (Dignath et al., 2020). Nonostante, il presente studio non permetta di verificare l'adattamento al conflitto indotto dallo stato affettivo a causa del numero ridotto di prove, il fatto che siano state rilevate delle differenze soggettive nella percezione delle prove congruenti e incongruenti suggerisce che tali percezioni esperite durante ogni singola prova possano avere un

ruolo nella gestione della prova successiva.

Per quanto riguarda la percezione delle sensazioni corporee, ci si aspettava che i partecipanti percepissero maggiori sensazioni corporee durante lo svolgimento di una prova incongruente piuttosto che una congruente e poter così delineare una mappa corporea del conflitto cognitivo. In realtà, l'analisi delle proporzioni delle sensazioni corporee non ha rivelato differenze tra le due tipologie di prove. Infatti, le mappe relative alle sensazioni corporee ottenute nelle due tipologie di prove (Figura 4.10) risultano essere molto simili tra loro, presentando in entrambi i casi un elevato numero di percezioni corporee a livello della testa, del torace e dello stomaco. Non è stato, quindi, possibile delineare una mappa corporea specifica per il conflitto cognitivo.

In modo analogo, lo stato affettivo dei partecipanti, in termini di valenza e *arousal*, è stato esaminato anche in relazione alla commissione o meno di eventuali errori durante l'esecuzione delle prove. Anche in questo caso si è voluto poi verificare se la commissione o meno di errori potesse essere associata a specifiche sensazioni corporee e quindi poter delineare delle mappe corporee in relazione alle prove svolte correttamente e scorrettamente. Dai risultati ottenuti è stato possibile osservare che, per quanto riguarda la valenza, i partecipanti hanno riportato livelli più elevati durante lo svolgimento di una prova corretta piuttosto che incorretta. Anche in questo caso, sembrerebbe che, come per le prove congruenti, i partecipanti riescano a percepire quando hanno commesso o meno un errore nonostante non abbiano ricevuto alcun feedback sulla loro prestazione e quindi riportino sensazioni più piacevoli durante una prova svolta correttamente. Anche per quanto riguarda l'*arousal* sono emerse differenze significative tra prove corrette e incorrette suggerendo che i partecipanti riescano a differenziare tra queste due tipologie di prove, riportando un *arousal* maggiore durante le prove in cui hanno commesso un errore. Tali risultati possono essere considerati simili ed estendere, per esempio, quelli ottenuti nello studio condotto da Spunt et al. (2012) nel quale, i partecipanti hanno riportato maggiori stati d'animo negativi (*i.e.*, frustrazione, ansia e sensazioni di disagio) durante le prove in cui avevano commesso un errore. Gli errori possono avere una valenza negativa perché comportano un conflitto. Infatti, secondo la *Conflict*

*Monitoring Theory* (Botvinick et al., 2001), gli errori possono essere considerati un caso particolare di conflitto che emerge tra la risposta errata messa in atto e la risposta corretta attivata successivamente. I risultati ottenuti nel presente studio si allineano con uno dei presupposti chiave della *Affective Signaling Hypothesis* (Dignath et al., 2020), ovvero che gli errori possano suscitare una reazione affettiva negativa. Nonostante, anche in questo caso, il presente studio non permetta di verificare se la risposta affettiva indotta dall'errore possa innescare degli aggiustamenti del controllo cognitivo, il fatto che i partecipanti riescano a percepire in modo diverso le prove svolte correttamente e quelle in cui hanno commesso un errore, suggerisce che tali percezioni possano avere un ruolo nella gestione della prova successiva.

Infine, per quanto riguarda la percezione di eventuali sensazioni corporee, le mappe ottenute (Figura 4.11) non sono direttamente confrontabili poiché il numero di prove con errori risulta essere nettamente inferiore a quelle corrette. Quello che è possibile osservare, però, è come nel caso degli errori, i partecipanti tendano a localizzare le eventuali sensazioni corporee prevalentemente nella testa. Questa localizzazione potrebbe far pensare che l'errore percepito richieda una maggiore elaborazione mentale da parte dei partecipanti.

Un secondo obiettivo dello studio, è stato valutare se la capacità di risoluzione del conflitto, rappresentata dalla grandezza dell'effetto Simon, potesse dipendere dal fatto che vi fosse stata o meno una percezione corporea durante l'esecuzione della prova. Dai risultati ottenuti, però, non è stata rilevata alcuna variazione significativa della grandezza dell'effetto Simon in funzione della percezione di sensazioni corporee.

Infine, il presente studio si è posto l'obiettivo di indagare il ruolo delle differenze individuali nelle abilità enterocettive soggettive e di altri aspetti di personalità ad esse legate (alessitimia, presenza di sintomi legati ad ansia, depressione e stress). Dai risultati ottenuti sono emerse alcune correlazioni, in particolare una negativa e due positive.

La correlazione negativa è stata rilevata tra la sottoscala "verbalizzare" del *Bermond-Vorst Alexithymia Questionnaire – Version B* (Vorst & Bermond, 2001), utilizzato per misurare

l'alessitimia e la proporzione di sensazioni corporee. La sottoscala "verbalizzare" fa riferimento al grado in cui un individuo è capace di descrivere o comunicare le proprie emozioni (Vorst & Bermond, 2001). I risultati ottenuti possono essere interpretati attraverso il significato stesso di alessitimia, ovvero un disturbo caratterizzato dalla difficoltà nell'identificare, interpretare e descrivere le proprie emozioni (Luminet, Bagby & Taylor, 2018). Inoltre, l'alessitimia sembra essere caratterizzata da un'esperienza interna ridotta al minimo e da una maggiore attenzione focalizzata verso l'esterno, tale effetto secondo alcuni autori (Brewer et al., 2016) potrebbe essere attribuito a un'alterata enterocezione. In tal senso, i risultati ottenuti nel presente studio possono essere considerati in linea con quanto appena riportato poiché i partecipanti che hanno riferito maggiori difficoltà a descrivere o comunicare le proprie emozioni hanno riportato anche minori sensazioni corporee.

Per quanto riguarda le due correlazioni positive, la prima è stata identificata tra la proporzione di sensazioni corporee e l'*Interoceptive Attention Scale* (Gabriele et al., 2022). I risultati ottenuti possono essere interpretati attraverso il significato di enterocezione, ovvero l'abilità somatosensoriale che consente di percepire, di sentire quello che sta accadendo all'interno del proprio corpo e di riuscire a discriminare tra i diversi stati corporei fisiologici e legati alle emozioni (Khalsa et al., 2018). In particolare, l'attenzione enterocettiva si riferisce a quanto spazio occupano i segnali enterocettivi, ovvero i segnali provenienti dal corpo, nella propria attenzione (Murphy, Catmur & Bird, 2019). In tal senso, non è sorprendente che nel presente studio i partecipanti che hanno riportato livelli più elevati di attenzione enterocettiva hanno riportato anche maggiori sensazioni corporee.

Infine, la seconda correlazione positiva è stata indenticata tra la sottoscala relativa alla depressione della *Depression Anxiety Stress Scales-21* (Bottesì et al., 2015) e il numero di sensazioni corporee riportate dai partecipanti. I risultati ottenuti suggeriscono che i partecipanti che hanno riportato più alti livelli di depressione hanno riportato anche un maggior numero di sensazioni corporee. Tali risultati possono essere interpretati all'interno di un contesto più ampio, ovvero quello della

depressione. Infatti, i pazienti depressi molto spesso riferiscono un'ampia gamma di sintomi e fenomeni legati al proprio corpo come una diminuzione della sensazione di vitalità, una valutazione negativa del corpo, una perdita di interesse sessuale e anche disturbi fisici come dolori cronici alle articolazioni, agli arti, alla schiena e problemi gastrointestinali (Trivedi, 2004). La depressione, quindi, porta gli individui a dirigere la loro attenzione verso l'interno del corpo, determinando una maggiore preoccupazione corporea che può rendere più fastidiosi anche i disturbi più banali e lievi (Sayar, Kirmayer & Taillefer, 2003).

Per concludere, lo studio pilota che è stato ideato presenta alcuni limiti. Un primo limite che può essere identificato riguarda la tipologia di compito utilizzata e il numero di prove previste. Il compito Simon già di per sé risulta essere un po' noioso e ripetitivo poiché richiede ai partecipanti di svolgere le medesime azioni per più prove consecutive. Nel presente studio, ai partecipanti è stato chiesto di valutare anche il loro stato d'animo e di riferire l'eventuale percezione di sensazioni corporee dopo ogni singola prova del compito. Questo può aver contribuito ad annoiare ulteriormente e in alcuni casi anche a stancare i partecipanti. Nel compito, il numero di prove previste è stato ridotto. Infatti, lo studio ha permesso di verificare solo lo stato affettivo percepito dai partecipanti durante l'esecuzione di ogni singola prova. Sulla base dell'idea sostenuta dalla *Conflict Monitoring Theory* (Botvinick et al., 2001), estesa successivamente dalla *Affective Signaling Hypothesis* (Dignath et al., 2020), in uno studio successivo sarà interessante poter verificare, attraverso un numero più elevato di prove, se lo stato affettivo percepito dai partecipanti possa essere monitorato e possa innescare un adattamento del controllo cognitivo, favorendo una migliore gestione del conflitto nella prova successiva. Ulteriore limite da considerare riguarda il campione. Nonostante il numero di partecipanti possa essere considerato discreto, un numero maggiore avrebbe consentito delle analisi più specifiche e approfondite. Infine, il campione presenta una prevalenza nettamente femminile. Sarebbe stato opportuno porre maggiore attenzione anche nel bilanciare di più il campione, in modo tale da includere nello studio una percentuale simile di femmine e di maschi.

## BIBLIOGRAFIA

Aarts, K., De Houwer, J., & Pourtois, G. (2012). Evidence for the automatic evaluation of self-generated actions. *Cognition*, *124*(2), 117-127.

Alvarez, J. A., & Emory, E. (2006). Executive function and the frontal lobes: A meta-analytic review. *Neuropsychology Review*, *16*, 17-42.

Bailey, C. E. (2007). Cognitive accuracy and intelligent executive function in the brain and in business. *Annals of the New York Academy of Sciences*, *1118*(1), 122-141.

Barch, D. M. (2005). The cognitive neuroscience of schizophrenia. *Annual Review of Clinical Psychology*, *1*, 321-353.

Barch, D. M., Braver, T. S., Sabb, F. W., & Noll, D. C. (2000). Anterior cingulate and the monitoring of response conflict: Evidence from an fMRI study of overt verb generation. *Journal of Cognitive Neuroscience*, *12*(2), 298-309.

Bechara, A., Damasio, A. R., Damasio, H., & Anderson, S. W. (1994). Insensitivity to future consequences following damage to human prefrontal cortex. *Cognition*, *50*(1-3), 7-15.

Berger, A., Mitschke, V., Dignath, D., Eder, A., & van Steenbergen, H. (2020). The face of control: Corrugator supercillii tracks aversive conflict signals in the service of adaptive cognitive control. *Psychophysiology*, *57*(4), e13524.

Berntson, G. G., & Khalsa, S. S. (2021). Neural circuits of interoception. *Trends in Neurosciences*, *44*(1), 17-28.

Best, J. R., & Miller, P. H. (2010). A developmental perspective on executive function. *Child Development*, *81*(6), 1641-1660.

Bock, A. M., Gallaway, K. C., & Hund, A. M. (2015). Specifying links between executive functioning and theory of mind during middle childhood: Cognitive flexibility predicts social understanding. *Journal of Cognition and Development*, *16*(3), 509-521.

- Booth, R. W., & Peker, M. (2017). State anxiety impairs attentional control when other sources of control are minimal. *Cognition and Emotion*, *31*(5), 1004-1011.
- Bottesi, G., Ghisi, M., Altoè, G., Conforti, E., Melli, G., & Sica, C. (2015). The Italian version of the Depression Anxiety Stress Scales-21: Factor structure and psychometric properties on community and clinical samples. *Comprehensive Psychiatry*, *60*, 170-181.
- Botvinick, M. M. (2007). Conflict monitoring and decision making: Reconciling two perspectives on anterior cingulate function. *Cognitive, Affective, & Behavioral Neuroscience*, *7*, 356-366.
- Botvinick, M. M., Braver, T. S., Barch, D. M., Carter, C. S., & Cohen, J. D. (2001). Conflict monitoring and cognitive control. *Psychological Review*, *108*(3), 624.
- Botvinick, M. M., Cohen, J. D., & Carter, C. S. (2004). Conflict monitoring and anterior cingulate cortex: An update. *Trends in Cognitive Sciences*, *8*(12), 539-546.
- Braem, S., Bugg, J. M., Schmidt, J. R., Crump, M. J., Weissman, D. H., Notebaert, W., & Egner, T. (2019). Measuring adaptive control in conflict tasks. *Trends in Cognitive Sciences*, *23*(9), 769-783.
- Brener, J., & Kluitse, C. (1988). Heartbeat detection: Judgments of the simultaneity of external stimuli and heartbeats. *Psychophysiology*, *25*(5), 554-561.
- Brewer, R., Cook, R., & Bird, G. (2016). Alexithymia: A general deficit of interoception. *Royal Society Open Science*, *3*(10), 150664.
- Brown, T. E., & Landgraf, J. M. (2010). Improvements in executive function correlate with enhanced performance and functioning and health-related quality of life: Evidence from 2 large, double-blind, randomized, placebo-controlled trials in ADHD. *Postgraduate Medicine*, *122*(5), 42-51.
- Bull, R., & Lee, K. (2014). Executive functioning and mathematics achievement. *Child Development Perspectives*, *8*(1), 36-41.
- Butterfuss, R., & Kendeou, P. (2018). The role of executive functions in reading comprehension. *Educational Psychology Review*, *30*, 801-826.



- Ceunen, E., Vlaeyen, J. W., & Van Diest, I. (2016). On the origin of interoception. *Frontiers in Psychology, 7*, 743.
- Chan, T., Wang, I., & Ybarra, O. (2021). Leading and managing the workplace: The role of executive functions. *Academy of Management Perspectives, 35*(1), 142-164.
- Chen, W. G., Schloesser, D., Arensdorf, A. M., Simmons, J. M., Cui, C., Valentino, R., ... & Langevin, H. M. (2021). The emerging science of interoception: Sensing, integrating, interpreting, and regulating signals within the self. *Trends in Neurosciences, 44*(1), 3-16.
- Chetverikov, A., Iamschinina, P., Begler, A., Ivanchei, I., Filippova, M., & Kuvaldina, M. (2017). Blame everyone: Error-related devaluation in Eriksen flanker task. *Acta Psychologica, 180*, 155-159.
- Clawson, A., Clayson, P. E., & Larson, M. J. (2013). Cognitive control adjustments and conflict adaptation in major depressive disorder. *Psychophysiology, 50*(8), 711-721.
- Clayson, P. E., Clawson, A., & Larson, M. J. (2011). Sex differences in electrophysiological indices of conflict monitoring. *Biological Psychology, 87*(2), 282-289.
- Collette, F., Hogge, M., Salmon, E., & Van der Linden, M. (2006). Exploration of the neural substrates of executive functioning by functional neuroimaging. *Neuroscience, 139*(1), 209-221.
- Cotrena, C., Damiani Branco, L., Ponsoni, A., Samame, C., Milman Shansis, F., & Paz Fonseca, R. (2020). Executive functions and memory in bipolar disorders I and II: New insights from meta-analytic results. *Acta Psychiatrica Scandinavica, 141*(2), 110-130.
- Craft, J. L., & Simon, J. R. (1970). Processing symbolic information from a visual display: Interference from an irrelevant directional cue. *Journal of Experimental Psychology, 83*(3), 415-420.
- Craig, A. D. (2009). How do you feel—now? The anterior insula and human awareness. *Nature Reviews Neuroscience, 10*(1), 59-70.

Cristofori, I., Cohen-Zimmerman, S., & Grafman, J. (2019). Executive functions. *Handbook of Clinical Neurology*, 163, 197-219.

Damasio, A., & Carvalho, G. B. (2013). The nature of feelings: Evolutionary and neurobiological origins. *Nature Reviews Neuroscience*, 14(2), 143-152.

Damen, T. G., Strick, M., Taris, T. W., & Aarts, H. (2018). When conflict influences liking: The case of the Stroop task. *PLoS One*, 13(7), e0199700.

de Galan, M., Sellaro, R., Colzato, L. S., & Hommel, B. (2014). Conflict adaptation is predicted by the cognitive, but not the affective alexithymia dimension. *Frontiers in Psychology*, 5, 768.

De Ridder, D. T., Lensvelt-Mulders, G., Finkenauer, C., Stok, F. M., & Baumeister, R. F. (2012). Taking stock of self-control: A meta-analysis of how trait self-control relates to a wide range of behaviors. *Personality and Social Psychology Review*, 16(1), 76-99.

Dehaene, S., Posner, M. I., & Tucker, D. M. (1994). Localization of a neural system for error detection and compensation. *Psychological Science*, 5(5), 303-305.

Devinsky, O., Morrell, M. J., & Vogt, B. A. (1995). Contributions of anterior cingulate cortex to behaviour. *Brain*, 118(1), 279-306.

Diamond, A. (2013). Executive functions. *Annual Review of Psychology*, 64, 135-168.

Diamond, A. (2020). Chapter 19 - Executive functions. In A. Gallagher, C. Bulteau, D. Cohen & J. L. Michaud (Eds.) *Handbook of Clinical Neurology* (pp. 225-240). Elsevier.

Diamond, A., & Ling, D. S. (2016). Conclusions about interventions, programs, and approaches for improving executive functions that appear justified and those that, despite much hype, do not. *Developmental Cognitive Neuroscience*, 18, 34-48.

Dignath, D., Eder, A. B., Steinhauser, M., & Kiesel, A. (2020). Conflict monitoring and the affective-signaling hypothesis—An integrative review. *Psychonomic Bulletin & Review*, 27, 193-216.

- Dignath, D., Janczyk, M., & Eder, A. B. (2017). Phasic valence and arousal do not influence post-conflict adjustments in the Simon task. *Acta Psychologica, 174*, 31-39.
- Dohle, S., Diel, K., & Hofmann, W. (2018). Executive functions and the self-regulation of eating behavior: A review. *Appetite, 124*, 4-9.
- Dreisbach, G., & Fischer, R. (2012). Conflicts as aversive signals. *Brain and Cognition, 78*(2), 94-98.
- Durston, S., Davidson, M. C., Thomas, K. M., Worden, M. S., Tottenham, N., Martínez, A., ... & Casey, B. J. (2003). Parametric manipulation of conflict and response competition using rapid mixed-trial event-related fMRI. *Neuroimage, 20*(4), 2135-2141.
- Ehlers, A., Breuer, P., Dohn, D., & Fiegenbaum, W. (1995). Heartbeat perception and panic disorder: Possible explanations for discrepant findings. *Behaviour Research and Therapy, 33*(1), 69-76.
- Eisenberger, N. I., Lieberman, M. D., & Williams, K. D. (2003). Does rejection hurt? An fMRI study of social exclusion. *Science, 302*(5643), 290-292.
- Elkins-Brown, N., Saunders, B., He, F., & Inzlicht, M. (2017). Stability and reliability of error-related electromyography over the corrugator supercilii with increasing trials. *Psychophysiology, 54*(10), 1559-1573.
- Endrass, T., & Ullsperger, M. (2014). Specificity of performance monitoring changes in obsessive-compulsive disorder. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews, 46*, 124-138.
- Eriksen, B. A., & Eriksen, C. W. (1974). Effects of noise letters upon the identification of a target letter in a nonsearch task. *Perception & Psychophysics, 16*(1), 143-149.
- Fatima, S. (2019). Executive dysfunctions in autism spectrum disorders. In A. Ardila, S. Fatima & M. Rosselli (Eds.), *Dysexecutive Syndromes: Clinical and Experimental Perspectives* (pp. 61-79). Cham: Springer International Publishing.

- Favieri, F., Forte, G., & Casagrande, M. (2019). The executive functions in overweight and obesity: A systematic review of neuropsychological cross-sectional and longitudinal studies. *Frontiers in Psychology, 10*, 2126.
- Fazio, R. H., Sanbonmatsu, D. M., Powell, M. C., & Kardes, F. R. (1986). On the automatic activation of attitudes. *Journal of Personality and Social Psychology, 50*(2), 229.
- Fischer, R., Plessow, F., Kunde, W., & Kiesel, A. (2010). Trial-to-trial modulations of the Simon effect in conditions of attentional limitations: Evidence from dual tasks. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance, 36*(6), 1576.
- Folstein, J. R., & Van Petten, C. (2008). Influence of cognitive control and mismatch on the N2 component of the ERP: A review. *Psychophysiology, 45*(1), 152-170.
- Fossati, P., Ergis, A. M., & Allilaire, J. F. (2002). Executive functioning in unipolar depression: A review. *L'Encéphale, 28*(2), 97-107.
- Friedman, N. P., & Miyake, A. (2017). Unity and diversity of executive functions: Individual differences as a window on cognitive structure. *Cortex, 86*, 186-204.
- Fritz, J., & Dreisbach, G. (2013). Conflicts as aversive signals: Conflict priming increases negative judgments for neutral stimuli. *Cognitive, Affective, & Behavioral Neuroscience, 13*, 311-317.
- Fröber, K., Stürmer, B., Frömer, R., & Dreisbach, G. (2017). The role of affective evaluation in conflict adaptation: An LRP study. *Brain and Cognition, 116*, 9-16.
- Gabriele, E., Spooner, R., Brewer, R., & Murphy, J. (2022). Dissociations between self-reported interoceptive accuracy and attention: Evidence from the Interoceptive Attention Scale. *Biological Psychology, 168*, 108243.
- Garfinkel, S. N., Seth, A. K., Barrett, A. B., Suzuki, K., & Critchley, H. D. (2015). Knowing your own heart: Distinguishing interoceptive accuracy from interoceptive awareness. *Biological Psychology, 104*, 65-74.

- Garfinkel, S. N., Tiley, C., O'Keeffe, S., Harrison, N. A., Seth, A. K., & Critchley, H. D. (2016). Discrepancies between dimensions of interoception in autism: Implications for emotion and anxiety. *Biological Psychology, 114*, 117-126.
- Gehring, W. J., Liu, Y., Orr, J. M., & Carp, J. (2012). The error-related negativity (ERN/Ne). *Oxford Handbook of Event-Related Potential Components*, 231-291.
- Gilbert, S. J., & Burgess, P. W. (2008). Executive function. *Current Biology, 18*(3), R110-R114.
- Gold, A. L., Jarcho, J. M., Rosen, D. K., Pine, D. S., & Ernst, M. (2015). Emotional and nonemotional conflict processing in pediatric and adult anxiety disorders. *Journal of Child and Adolescent Psychopharmacology, 25*(10), 754-763.
- Goller, F., Khalid, S., & Ansorge, U. (2017). A double dissociation between conscious and non-conscious priming of responses and affect: Evidence for a contribution of misattributions to the priming of affect. *Frontiers in Psychology, 8*, 453.
- Grant, D. A., & Berg, E. (1948). A behavioral analysis of degree of reinforcement and ease of shifting to new responses in a Weigl-type card-sorting problem. *Journal of Experimental Psychology, 38*(4), 404.
- Gratton, G., Coles, M. G., & Donchin, E. (1992). Optimizing the use of information: Strategic control of activation of responses. *Journal of Experimental Psychology: General, 121*(4), 480.
- Hamm, V. P., & Hasher, L. (1992). Age and the availability of inferences. *Psychology and Aging, 7*(1), 56.
- Harnishfeger, K. K., & Pope, R. S. (1996). Intending to forget: The development of cognitive inhibition in directed forgetting. *Journal of Experimental Child Psychology, 62*(2), 292-315.
- Henry, J. D., & Crawford, J. R. (2005). The short-form version of the Depression Anxiety Stress Scales (DASS-21): Construct validity and normative data in a large non-clinical sample. *The British Journal of Clinical Psychology, 44*(2), 227-239.

- Herman, A. M., Zaremba, D., Kossowski, B., & Marchewka, A. (2022). The utility of the emBODY tool as a novel method of studying complex phenomena-related emotions. *Scientific Reports*, *12*(1), 19884.
- Hietanen, J. K., Glerean, E., Hari, R., & Nummenmaa, L. (2016). Bodily maps of emotions across child development. *Developmental Science*, *19*(6), 1111-1118.
- Inzlicht, M., Bartholow, B. D., & Hirsh, J. B. (2015). Emotional foundations of cognitive control. *Trends in Cognitive Sciences*, *19*(3), 126-132.
- Jung, W. M., Ryu, Y., Lee, Y. S., Wallraven, C., & Chae, Y. (2017). Role of interoceptive accuracy in topographical changes in emotion-induced bodily sensations. *PloS One*, *12*(9), e0183211.
- Kerns, J. G., Cohen, J. D., MacDonald III, A. W., Cho, R. Y., Stenger, V. A., & Carter, C. S. (2004). Anterior cingulate conflict monitoring and adjustments in control. *Science*, *303*(5660), 1023-1026.
- Khalsa, S. S., Adolphs, R., Cameron, O. G., Critchley, H. D., Davenport, P. W., Feinstein, J. S., ... & Zucker, N. (2018). Interoception and mental health: A roadmap. *Biological Psychiatry: Cognitive Neuroscience and Neuroimaging*, *3*(6), 501-513.
- Kleinsorge, T. (2021). Stimulus-response conflict tasks and their use in clinical psychology. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, *18*(20), 10657.
- Knoll, J. F., & Hodapp, V. (1992). A comparison between two methods for assessing heartbeat perception. *Psychophysiology*, *29*(2), 218-222.
- Kober, H., Barrett, L. F., Joseph, J., Bliss-Moreau, E., Lindquist, K., & Wager, T. D. (2008). Functional grouping and cortical-subcortical interactions in emotion: A meta-analysis of neuroimaging studies. *Neuroimage*, *42*(2), 998-1031.
- Kolacz, J., Holmes, L., & Porges, S. W. (2018). *Body Perception Questionnaire (BPQ) Manual*. Bloomington.

- Kopp, B., Rist, F., & Mattler, U. W. E. (1996). N200 in the flanker task as a neurobehavioral tool for investigating executive control. *Psychophysiology*, *33*(3), 282-294.
- Kövecses, Z. (2003). *Metaphor and Emotion: Language, Culture, and Body in Human Feeling*. Cambridge University Press.
- Kucina, T., Wells, L., Lewis, I., de Salas, K., Kohl, A., Palmer, M. A., ... & Heathcote, A. (2023). Calibration of cognitive tests to address the reliability paradox for decision-conflict tasks. *Nature Communications*, *14*(1), 2234.
- Lange, C. G., & James, W. (1967). *The Emotions*. New York/London: Hafner Publishing Co.
- Larsen, J. T., Norris, C. J., & Cacioppo, J. T. (2003). Effects of positive and negative affect on electromyographic activity over zygomaticus major and corrugator supercilii. *Psychophysiology*, *40*(5), 776-785.
- Larson, M. J., Perlstein, W. M., Stigge-Kaufman, D., Kelly, K. G., & Dotson, V. M. (2006). Affective context-induced modulation of the error-related negativity. *Neuroreport*, *17*(3), 329-333.
- Li, W., Jiang, Z., Liu, Y., Wu, Q., Zhou, Z., Jorgensen, N., ... & Li, C. (2014). Positive and negative emotions modulate attention allocation in color-flanker task processing: Evidence from event related potentials. *Motivation and Emotion*, *38*, 451-461.
- Logan, G. D., & Cowan, W. B. (1984). On the ability to inhibit thought and action: A theory of an act of control. *Psychological Review*, *91*(3), 295.
- Lovibond, S. H., & Lovibond, P. F. (1995). *Manual for the Depression Anxiety Stress Scales*. Sydney: Psychology Foundation of Australia.
- Luminet, O., Bagby, R. M., & Taylor, G. J. (2018). *Alexithymia: Advances in research, theory, and clinical practice*. Cambridge University Press
- Lyons, N., Strasser, A., Beitz, B., Teismann, T., Ostermann, T., Anderle, L., & Michalak, J. (2021). Bodily maps of emotion in major depressive disorder. *Cognitive Therapy and Research*, *45*, 508-516.

Mandler, G., Mandler, J. M., & Uviller, E. T. (1958). Autonomic feedback: The perception of autonomic activity. *The Journal of Abnormal and Social Psychology*, 56(3), 367.

Marshall, G. A., Rentz, D. M., Frey, M. T., Locascio, J. J., Johnson, K. A., Sperling, R. A., & Alzheimer's Disease Neuroimaging Initiative (2011). Executive function and instrumental activities of daily living in mild cognitive impairment and Alzheimer's disease. *Alzheimer's & Dementia*, 7(3), 300-308.

Mazzucchi, A. (2020). Lobi frontali, capacità esecutive e loro riabilitazione. In A. Mazzucchi (Ed.), *La Riabilitazione Neuropsicologica. Premesse Teoriche e Applicazioni Cliniche* (pp. 303-323). Milano: Edra S.p.A.

Medford, N., & Critchley, H. D. (2010). Conjoint activity of anterior insular and anterior cingulate cortex: Awareness and response. *Brain Structure and Function*, 214, 535-549.

Miyake, A., Friedman, N. P., Emerson, M. J., Witzki, A. H., Howerter, A., & Wager, T. D. (2000). The unity and diversity of executive functions and their contributions to complex “frontal lobe” tasks: A latent variable analysis. *Cognitive Psychology*, 41(1), 49-100.

Morgan, A. B., & Lilienfeld, S. O. (2000). A meta-analytic review of the relation between antisocial behavior and neuropsychological measures of executive function. *Clinical Psychology Review*, 20(1), 113-136.

Moser, J. S., Moran, T. P., Schroder, H. S., Donnellan, M. B., & Yeung, N. (2013). On the relationship between anxiety and error monitoring: A meta-analysis and conceptual framework. *Frontiers in Human Neuroscience*, 7, 466.

Murphy, J., Brewer, R., Plans, D., Khalsa, S. S., Catmur, C., & Bird, G. (2020). Testing the independence of self-reported interoceptive accuracy and attention. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 73(1), 115-133.

Murphy, J., Catmur, C., & Bird, G. (2018). Alexithymia is associated with a multidomain, multidimensional failure of interoception: Evidence from novel tests. *Journal of Experimental Psychology: General*, 147(3), 398.



- Murphy, J., Catmur, C., & Bird, G. (2019). Classifying individual differences in interoception: Implications for the measurement of interoceptive awareness. *Psychonomic Bulletin & Review*, *26*, 1467-1471.
- Nee, D. E., Wager, T. D., & Jonides, J. (2007). Interference resolution: Insights from a meta-analysis of neuroimaging tasks. *Cognitive, Affective, & Behavioral Neuroscience*, *7*, 1-17.
- Niendam, T. A., Bearden, C. E., Rosso, I. M., Sanchez, L. E., Hadley, T., Nuechterlein, K. H., & Cannon, T. D. (2003). A prospective study of childhood neurocognitive functioning in schizophrenic patients and their siblings. *American Journal of Psychiatry*, *160*(11), 2060-2062.
- Nigg, J. T. (2000). On inhibition/disinhibition in developmental psychopathology: Views from cognitive and personality psychology and a working inhibition taxonomy. *Psychological Bulletin*, *126*(2), 220.
- Nummenmaa, L., Glerean, E., Hari, R., & Hietanen, J. K. (2014). Bodily maps of emotions. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *111*(2), 646-651.
- Ogilvie, J. M., Stewart, A. L., Chan, R. C., & Shum, D. H. (2011). Neuropsychological measures of executive function and antisocial behavior: A meta-analysis. *Criminology*, *49*(4), 1063-1107.
- Okon-Singer, H., Hendl, T., Pessoa, L., & Shackman, A. J. (2015). The neurobiology of emotion-cognition interactions: Fundamental questions and strategies for future research. *Frontiers in Human Neuroscience*, *9*, 58.
- Osinsky, R., Gebhardt, H., Alexander, N., & Hennig, J. (2012). Trait anxiety and the dynamics of attentional control. *Biological Psychology*, *89*(1), 252-259.
- Otten, M., & Jonas, K. J. (2013). Out of the group, out of control? The brain responds to social exclusion with changes in cognitive control. *Social Cognitive and Affective Neuroscience*, *8*(7), 789-794.
- Padmala, S., Bauer, A., & Pessoa, L. (2011). Negative emotion impairs conflict-driven executive control. *Frontiers in Psychology*, *2*, 192.

- Palser, E. R., Galvez-Pol, A., Palmer, C. E., Hannah, R., Fotopoulou, A., Pellicano, E., & Kilner, J. M. (2021). Reduced differentiation of emotion-associated bodily sensations in autism. *Autism, 25*(5), 1321-1334.
- Pardo, J. V., Pardo, P. J., Janer, K. W., & Raichle, M. E. (1990). The anterior cingulate cortex mediates processing selection in the Stroop attentional conflict paradigm. *Proceedings of the National Academy of Sciences, 87*(1), 256-259.
- Payne, B. K., Cheng, C. M., Govorun, O., & Stewart, B. D. (2005). An inkblot for attitudes: Affect misattribution as implicit measurement. *Journal of Personality and Social Psychology, 89*(3), 277.
- Pennington, B. F., & Ozonoff, S. (1996). Executive functions and developmental psychopathology. *Journal of Child Psychology and Psychiatry, 37*(1), 51-87.
- Pessoa, L. (2008). On the relationship between emotion and cognition. *Nature Reviews Neuroscience, 9*(2), 148-158.
- Peterson, B. S., Kane, M. J., Alexander, G. M., Lacadie, C., Skudlarski, P., Leung, H. C., ... & Gore, J. C. (2002). An event-related functional MRI study comparing interference effects in the Simon and Stroop tasks. *Cognitive Brain Research, 13*(3), 427-440.
- Pfabigan, D. M., Pintzinger, N. M., Siedek, D. R., Lamm, C., Derntl, B., & Sailer, U. (2013). Feelings of helplessness increase ERN amplitudes in healthy individuals. *Neuropsychologia, 51*(4), 613-621.
- Polak, A. R., Witteveen, A. B., Reitsma, J. B., & Olf, M. (2012). The role of executive function in posttraumatic stress disorder: A systematic review. *Journal of Affective Disorders, 141*(1), 11-21.
- Porges, S. (1993). Body perception questionnaire. *Laboratory of Developmental Assessment, University of Maryland, 10*, s15327752jpa5304\_1.
- Posner, M. I., & Snyder, C. R. R. (1975). Attention and cognitive control. In R. L. Solso (Ed.), *Information Processing and Cognition* (pp. 55-85). Hillsdale: Erlbaum.

- Quadt, L., Critchley, H. D., & Garfinkel, S. N. (2018). The neurobiology of interoception in health and disease. *Annals of the New York Academy of Sciences*, *1428*(1), 112-128.
- Quattrocki, E., & Friston, K. (2014). Autism, oxytocin and interoception. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, *47*, 410-430.
- Russell, J. A., Weiss, A., & Mendelsohn, G. A. (1989). Affect grid: A single-item scale of pleasure and arousal. *Journal of Personality and Social Psychology*, *57*(3), 493-502.
- Sayar, K., Kirmayer, L. J., & Taillefer, S. S. (2003). Predictors of somatic symptoms in depressive disorder. *General Hospital Psychiatry*, *25*(2), 108-114.
- Schandry, R. (1981). Heart beat perception and emotional experience. *Psychophysiology*, *18*(4), 483-488.
- Schoupe, N., Braem, S., De Houwer, J., Silvetti, M., Verguts, T., Ridderinkhof, K. R., & Notebaert, W. (2015). No pain, no gain: The affective valence of congruency conditions changes following a successful response. *Cognitive, Affective, & Behavioral Neuroscience*, *15*, 251-261.
- Schuch, S., & Koch, I. (2015). Mood states influence cognitive control: The case of conflict adaptation. *Psychological Research*, *79*, 759-772.
- Schuch, S., Zwerings, J., Hirsch, P., & Koch, I. (2017). Conflict adaptation in positive and negative mood: Applying a success-failure manipulation. *Acta Psychologica*, *176*, 11-22.
- Schulz, A., Lass-Hennemann, J., Sütterlin, S., Schächinger, H., & Vögele, C. (2013). Cold pressor stress induces opposite effects on cardioceptive accuracy dependent on assessment paradigm. *Biological Psychology*, *93*(1), 167-174.
- Shackman, A. J., Salomons, T. V., Slagter, H. A., Fox, A. S., Winter, J. J., & Davidson, R. J. (2011). The integration of negative affect, pain and cognitive control in the cingulate cortex. *Nature Reviews Neuroscience*, *12*(3), 154-167.

Smith, J. L., Mattick, R. P., Jamadar, S. D., & Iredale, J. M. (2014). Deficits in behavioural inhibition in substance abuse and addiction: A meta-analysis. *Drug and Alcohol Dependence*, *145*, 1-33.

Snyder, H. R., Kaiser, R. H., Warren, S. L., & Heller, W. (2015). Obsessive-compulsive disorder is associated with broad impairments in executive function: A meta-analysis. *Clinical Psychological Science*, *3*(2), 301-330.

Spunt, R. P., Lieberman, M. D., Cohen, J. R., & Eisenberger, N. I. (2012). The phenomenology of error processing: The dorsal ACC response to stop-signal errors tracks reports of negative affect. *Journal of Cognitive Neuroscience*, *24*(8), 1753-1765.

Stephani, C., Fernandez-Baca Vaca, G., Maciunas, R., Koubeissi, M., & Lüders, H. O. (2011). Functional neuroanatomy of the insular lobe. *Brain Structure and Function*, *216*, 137-149.

Stroop, J. R. (1935). Studies of interference in serial verbal reactions. *Journal of Experimental Psychology*, *18*(6), 643-662.

Stürmer, B., Nigbur, R., Schacht, A., & Sommer, W. (2011). Reward and punishment effects on error processing and conflict control. *Frontiers in Psychology*, *2*, 335.

Swinney, D., & Prather, P. (1989). On the comprehension of lexical ambiguity by young children: Investigations into the development of mental modularity. In D. S. Gorfein (Ed.), *Resolving Semantic Ambiguity* (pp. 225-238). New York: Springer.

Tangney, J. P., Baumeister, R. F., & Boone, A. L. (2004). High self-control predicts good adjustment, less pathology, better grades, and interpersonal success. *Journal of Personality*, *72*(2), 271-324.

Taylor, J. L. (2009). Proprioception. In L. R. Squire (Ed.), *Encyclopedia of Neuroscience* (pp.1143-1149). Academic Press.

Themanson, J. R., Ball, A. B., Khatcherian, S. M., & Rosen, P. J. (2014). The effects of social exclusion on the ERN and the cognitive control of action monitoring. *Psychophysiology*, *51*(3), 215-225.

- Toet, A., Kaneko, D., Ushiyama, S., Hoving, S., De Kruijf, I., Brouwer, A. M., ... & Van Erp, J. B. (2018). EmojiGrid: A 2D pictorial scale for the assessment of food elicited emotions. *Frontiers in Psychology, 9*, 2396.
- Tolomeo, S., Christmas, D., Jentsch, I., Johnston, B., Sprengelmeyer, R., Matthews, K., & Douglas Steele, J. (2016). A causal role for the anterior mid-cingulate cortex in negative affect and cognitive control. *Brain, 139*(6), 1844-1854.
- Torregrossa, L. J., Snodgrass, M. A., Hong, S. J., Nichols, H. S., Glerean, E., Nummenmaa, L., & Park, S. (2019). Anomalous bodily maps of emotions in schizophrenia. *Schizophrenia Bulletin, 45*(5), 1060-1067.
- Trivedi, M. H. (2004). The link between depression and physical symptoms. *Primary Care Companion to the Journal of Clinical Psychiatry, 6*(suppl. 1), 12.
- van Steenbergen, H., Band, G. P., & Hommel, B. (2009). Reward counteracts conflict adaptation: Evidence for a role of affect in executive control. *Psychological Science, 20*(12), 1473-1477.
- van Steenbergen, H., Band, G. P., & Hommel, B. (2010). In the mood for adaptation: How affect regulates conflict-driven control. *Psychological Science, 21*(11), 1629-1634.
- van Steenbergen, H., Booij, L., Band, G. P., Hommel, B., & van der Does, A. W. (2012). Affective regulation of cognitive-control adjustments in remitted depressive patients after acute tryptophan depletion. *Cognitive, Affective, & Behavioral Neuroscience, 12*, 280-286.
- Vocat, R., Pourtois, G., & Vuilleumier, P. (2008). Unavoidable errors: A spatio-temporal analysis of time-course and neural sources of evoked potentials associated with error processing in a speeded task. *Neuropsychologia, 46*(10), 2545-2555.
- Vorst, H. C., & Bermond, B. (2001). Validity and reliability of the Bermond–Vorst Alexithymia questionnaire. *Personality and Individual Differences, 30*(3), 413-434.
- Walshe, E. A., Ward McIntosh, C., Romer, D., & Winston, F. K. (2017). Executive function capacities, negative driving behavior and crashes in young drivers. *International Journal of Environmental Research and Public Health, 14*(11), 1314.

- Wegner, D. M. (1989). *White bears and other unwanted thoughts: Suppression, obsession, and the psychology of mental control*. New York: Penguin Press.
- Werner, N. S., Jung, K., Duschek, S., & Schandry, R. (2009). Enhanced cardiac perception is associated with benefits in decision-making. *Psychophysiology*, *46*(6), 1123-1129.
- Werner, N. S., Peres, I., Duschek, S., & Schandry, R. (2010). Implicit memory for emotional words is modulated by cardiac perception. *Biological Psychology*, *85*(3), 370-376.
- Whitehead, W. E., Drescher, V. M., Heiman, P., & Blackwell, B. (1977). Relation of heart rate control to heartbeat perception. *Biofeedback and Self-regulation*, *2*, 371-392.
- Wiens, S., Mezzacappa, E. S., & Katkin, E. S. (2000). Heartbeat detection and the experience of emotions. *Cognition & Emotion*, *14*(3), 417-427.
- Willcutt, E. G., Doyle, A. E., Nigg, J. T., Faraone, S. V., & Pennington, B. F. (2005). Validity of the executive function theory of attention-deficit/hyperactivity disorder: A meta-analytic review. *Biological Psychiatry*, *57*(11), 1336-1346.
- Wilson, S. P., & Kipp, K. (1998). The development of efficient inhibition: Evidence from directed-forgetting tasks. *Developmental Review*, *18*(1), 86-123.
- Wiswede, D., Münte, T. F., & Rüsseler, J. (2009). Negative affect induced by derogatory verbal feedback modulates the neural signature of error detection. *Social Cognitive and Affective Neuroscience*, *4*(3), 227-237.
- Wöstmann, N. M., Aichert, D. S., Costa, A., Rubia, K., Möller, H. J., & Ettinger, U. (2013). Reliability and plasticity of response inhibition and interference control. *Brain and Cognition*, *81*(1), 82-94.
- Yeung, N., (2013) Conflict monitoring and cognitive control. In K. N. Ochsner & S. Kosslyn (Eds.), *The Oxford Handbook of Cognitive Neuroscience, Volume 2: The Cutting Edges* (pp. 274–299). Oxford: University Press.

Yeung, N., Botvinick, M. M., & Cohen, J. D. (2004). The neural basis of error detection: Conflict monitoring and the error-related negativity. *Psychological Review*, *111*(4), 931.

Zelazo, P. D., Blair, C. B., & Willoughby, M. T. (2016). Executive Function: Implications for Education. NCER 2017-2000. *National Center for Education Research*.

Zelazo, P. D., & Carlson, S. M. (2012). Hot and cool executive function in childhood and adolescence: Development and plasticity. *Child Development Perspectives*, *6*(4), 354-360.

Zelazo, P. D., & Cunningham, W. (2007). Executive Function: Mechanisms underlying emotion regulation. In J. Gross (Ed.), *Handbook of Emotion Regulation* (pp. 135-158). New York: Guilford.