



**UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA**

**Dipartimento di Psicologia Generale**

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

**Tesi di Laurea Magistrale**

**RESTRAINED EATERS E REGOLAZIONE EMOZIONALE VERSO STIMOLI  
DI CIBO: UN'INDAGINE TRAMITE POTENZIALI EVENTO-RELATI**

**Restrained eaters and emotion regulation towards food:  
an event-related potential investigation**

*Relatrice*

**Prof.ssa Marta Ghisi**

*Correlatori*

**Dott. Matteo Giraldo**

**Prof.ssa Michela Sarlo**

***Laureanda: Valentina Maragno***

***Matricola: 1204315***

Anno Accademico 2022/2023



# INDICE

<b>CAPITOLO 1. LA REGOLAZIONE EMOZIONALE.....</b>	<b>1</b>
1.1 INTRODUZIONE.....	1
<i>1.1.1 Le emozioni.....</i>	<i>2</i>
<i>1.1.2 La regolazione emozionale.....</i>	<i>7</i>
1.2 IL PROCESS MODEL DI GROSS.....	8
1.3 CORRELATI NEURALI DELLA REGOLAZIONE EMOZIONALE: STUDI DI NEUROIMMAGINE.....	15
1.4 CORRELATI NEURALI DELLA REGOLAZIONE EMOZIONALE: STUDI ELETTROFISIOLOGICI.....	20
<i>1.4.1 La regolazione emozionale per stimoli negativi.....</i>	<i>22</i>
<i>1.4.2 La regolazione emozionale per stimoli positivi.....</i>	<i>28</i>
<b>CAPITOLO 2. L'ELABORAZIONE DEL CIBO.....</b>	<b>32</b>
2.1 INTRODUZIONE.....	32
2.2 CORRELATI NEURALI DELL'ELABORAZIONE DI STIMOLI DI CIBO.....	33
<i>2.2.1 Studi di neuroimmagine.....</i>	<i>33</i>
<i>2.2.2 Studi elettrofisiologici.....</i>	<i>38</i>
<i>2.2.3 Dati soggettivi e comportamentali.....</i>	<i>44</i>
2.3 CIBO E REGOLAZIONE EMOZIONALE.....	45
2.4 RESTRAINED EATING.....	53

2.4.1 <i>Bias attentivo nei restrained eaters</i> .....	60
2.4.1 <i>Implicazioni cliniche del restrained eating</i> .....	65
2.5 RESTRAINED EATING E REGOLAZIONE EMOZIONALE.....	67
<b>CAPITOLO 3. LA RICERCA SPERIMENTALE.....</b>	<b>73</b>
3.1 INTRODUZIONE.....	73
3.2 METODO.....	76
3.2.1 <i>Partecipanti</i> .....	76
3.2.2 <i>Materiale</i> .....	77
3.2.3 <i>Paradigma sperimentale e procedura</i> .....	78
3.2.4 <i>Registrazione elettrofisiologica e analisi dei dati</i> .....	80
3.2.5 <i>Analisi statistiche</i> .....	81
3.3 RISULTATI.....	82
3.3.1 <i>Variabili Soggettive</i> .....	82
3.3.2 <i>Ampiezza del Potenziale Tardivo Positivo (LPP)</i> .....	86
3.4 DISCUSSIONE.....	90
<b>BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>97</b>

# CAPITOLO 1

## LA REGOLAZIONE EMOZIONALE

### 1.1. Introduzione

Le emozioni sono fondamentali per la sopravvivenza di esseri umani e animali, guidano i processi decisionali e laddove adeguatamente regolate consentono di selezionare le scelte ottimali, rendendo più probabile il verificarsi di un comportamento, senza però determinarlo direttamente. Le emozioni sono adattive in quanto consentono di mettere in atto il comportamento più adeguato in relazione al contesto, alle risorse di cui si dispone e agli obiettivi, favorendo anche la comunicazione tra membri della stessa specie e tra membri di specie diverse.

La regolazione emozionale può essere definita come l'insieme di processi che influenzano la decisione dell'individuo su quale emozione provare, quando provarla, e su come esprimerla o esperirla (Gross, 1998). La regolazione emozionale è applicabile alle emozioni sia positive sia negative, gli sforzi possono essere atti a incrementare o a diminuire l'entità della risposta emozionale e vengono attuati tanto da individui sani, quanto da individui che manifestano psicopatologia. Gli studi sulla regolazione emozionale vedono i loro antecedenti in due filoni della psicologia (Ochsner & Gross, 2005):

- Nella psicotica con gli studi condotti sui meccanismi di difesa (Breuer & Freud, 1895/1957; Freud, 1957) e successivamente ripresi con focus sulla regolazione di ansia e di altre emozioni negative (Erdelyi, 1974; Paulhus et al., 1997);
- Nelle teorizzazioni sullo stress e sulle strategie di *coping* risalenti agli anni '60 del secolo scorso e di provenienza psicotica, con particolare focus sulle situazioni le cui richieste eccedono o vengono percepite come eccedere le risorse individuali (Lazarus, 1966; Lazarus e Folkman, 1984);

La ricerca sulla regolazione emozionale si è inizialmente incentrata, anche in ragione delle implicazioni cliniche, sulle emozioni negative e solo negli ultimi anni è divenuta oggetto d'indagine anche la regolazione delle emozioni positive.

### **1.1.1. Le emozioni**

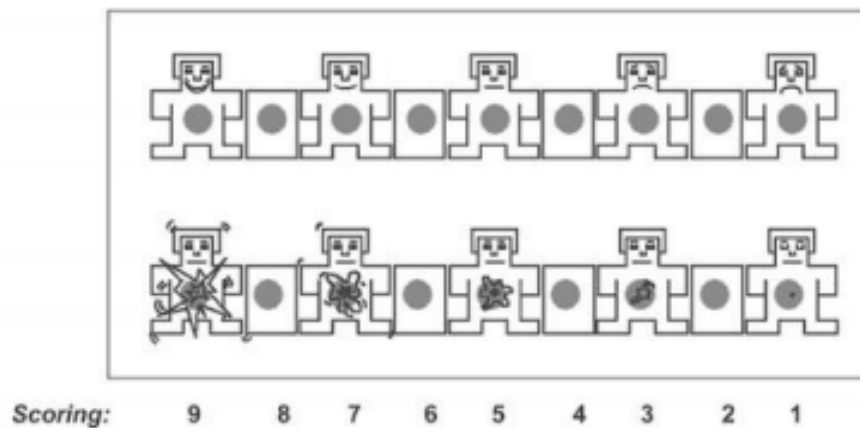
Le emozioni originano da situazioni rilevanti per l'individuo. Gli stimoli capaci di innescare il processo emozionale sono definiti emotigeni e si caratterizzano in quanto intrinsecamente vantaggiosi o svantaggiosi per la sopravvivenza. Data la loro intrinseca salienza tali stimoli vengono definiti "naturali", ma nel corso dell'esperienza il cervello associa anche a nuovi stimoli e situazioni la risposta emozionale che hanno generato, divenendo, di conseguenza, stimoli rilevanti "appresi". L'apprendimento di uno stimolo o di una situazione come emotivamente rilevante, sottolinea l'impatto che le esperienze individuali hanno nella generazione delle risposte emozionali. Le emozioni hanno una natura multidimensionale (Mauss, Levenson, McCarter, Wilhelm & Gross, 2005) e i tre livelli che la caratterizzano possono mostrare dissociazione o asincronia delle risposte. Nello specifico, i tre livelli comprendono:

- L'esperienza consapevole, ovvero il resoconto verbale, il vissuto individuale e pertanto soggettivo;
- Il comportamento espressivo, che comprende non solo la mimica facciale ma anche la postura, la gestualità, il tono della voce; si fa qui riferimento alla porzione osservabile della risposta emozionale;
- Le modificazioni fisiologiche, che includono non solo il sistema nervoso centrale e autonomo, ma anche il sistema somato-motorio e quello endocrino.

Le emozioni organizzano i diversi sistemi di risposta dell'organismo con l'obiettivo di predisporre l'azione più adattiva possibile in funzione del contesto ambientale in cui ci si trova, sia che l'azione venga attuata, sia che non risulti in una sua successiva attuazione (Frijda, 1986).

Il termine emozione deriva dal latino *emovēre* (che letteralmente significa smuovere) e condivide la sua radice con il termine motivazione, che origina dal latino *motus*, ovvero spinta per il soddisfacimento di un bisogno. Sebbene non si possa ridurre l'emozione a una motivazione di base, è necessario considerare che è da quest'ultima che si è evoluta. Infatti, le emozioni si sono evolute a partire da funzioni più semplici, quali le motivazioni appetitive e difensive, che hanno favorito nel corso dell'evoluzione la sopravvivenza dell'individuo e dell'intera specie (Konorski, 1967; Lang, Bradley & Cuthbert, 1990). La componente fisiologica delle emozioni non ha un ruolo solo nell'output del processo emozionale ma ne è parte integrante, influenzando talvolta il processo emozionale stesso. Ciononostante, è necessario sottolineare l'assenza in letteratura di evidenze coerenti circa la specificità autonoma per ciascuna emozione che ha condotto la psicofisiologia ad adottare un approccio dimensionale piuttosto che categoriale e discreto (Hamann, 2012). L'approccio dimensionale consente infatti di considerare e spiegare tutti

i possibili stati emozionali esperiti, sostenendo l'esistenza di un numero limitato di dimensioni attorno alle quali si organizzano le risposte emozionali, come la valenza e l'arousal (Lang, Bradley, & Cuthbert, 1997). La valenza rappresenta il grado di piacevolezza o spiacevolezza associate a uno stimolo e riflette la motivazione appetitiva o difensiva (ovvero le disposizioni all'approccio e all'evitamento), mentre l'arousal, che rappresenta lo stato di attivazione o di calma in cui si trova l'individuo, riflette il grado di attivazione motivazionale, ovvero l'intensità della disposizione all'approccio o all'evitamento (Lang, 1995; Lang & Bradley, 2010; Lang et al., 1993; Hamann, 2012). A livello soggettivo le reazioni emozionali e affettive scaturite dalla visione di stimoli emotigeni vengono misurate attraverso il *Self-Assessment Manikin* (SAM; Lang, 1980). Il SAM nella sua versione più recente e adattata a cura di Lang e Bradley (2007) si costituisce di due scale grafiche di autovalutazione che misurano le dimensioni di valenza ed arousal (Figura 1.1).

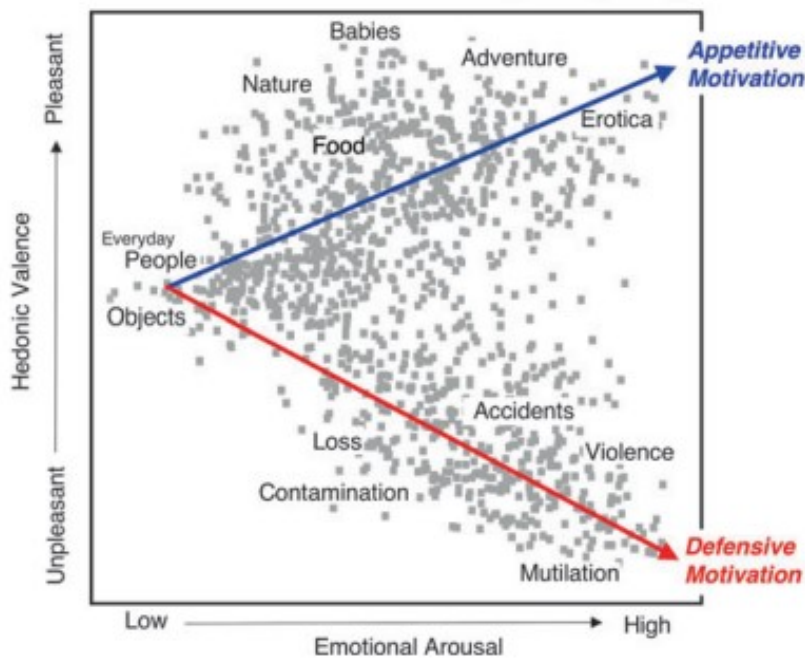


**Figura 1.1.** Le due principali scale SAM utilizzate per valutare la valenza (in alto) e l'arousal (in basso), attraverso scale Likert a 9 punti. Adattato da Lang e Bradley (2007).



Ogni dimensione viene valutata su una scala Likert a 9 punti: per la dimensione della valenza l'1 indica massima spiacevolezza e il 9 massima piacevolezza; per la dimensione dell'arousal l'1 corrisponde a massima calma e il 9 a massima attivazione.

Al fine di facilitare il confronto tra gli studi condotti in ambito emozionale, Lang e collaboratori (Bradley & Lang, 1999; Lang, Bradley & Cuthbert, 1999) hanno messo a punto un set di immagini standardizzate che variano sia per la dimensione della valenza sia per la dimensione dell'arousal, ovvero l'*International Affective Picture System* (IAPS; *Center for the Study of Emotions and Attention*, [CSEA], 1995). Le valutazioni soggettive di valenza e arousal in risposta alla presentazione di tali immagini emozionali si sono dimostrate stabili e transculturali (Lang et al., 1999; Ramirez et al., 1998) e il database IAPS viene continuamente aggiornato (Bradley & Lang, 2000). Ogni giudizio circa la valenza e l'arousal trova graficamente rappresentazione entro lo spazio affettivo, dove le traiettorie risultanti riflettono il livello di attivazione dei sistemi motivazionali appetitivo e difensivo in funzione delle dimensioni di valenza e arousal (Figura 1.2).



**Figura 1.2.** Rappresentazione grafica dello spazio affettivo basato sulle dimensioni di valenza (in ordinata) e di arousal (in ascissa). Le immagini piacevoli e altamente attivanti si distribuiscono lungo la traiettoria rappresentante l'attivazione del sistema motivazionale appetitivo, mentre le immagini spiacevoli e altamente attivanti si distribuiscono lungo la traiettoria che rappresenta l'attivazione del sistema motivazionale difensivo. La distribuzione dei contenuti emotigeni assume in questo modo la classica forma a boomerang. Adattato da Bradley e Lang (2007).

Tra i modelli che si erano proposti di approfondire e spiegare le peculiarità della risposta emozionale, i più accreditati e adeguati alla domanda sperimentale si sono rivelati essere i modelli a doppio sistema ed è entro questi modelli che trovano collocazione i sistemi motivazionali appetitivo e difensivo. Così come in ambito cognitivo esistono le euristiche, ovvero scorciatoie cognitive che con un ridotto dispendio di tempo ed energie favoriscono il raggiungimento della risposta corretta senza tuttavia assicurarla, allo stesso modo in ambito emozionale esistono delle scorciatoie emozionali, che rendono parzialmente conto delle ragioni per cui non si è sempre consapevoli del proprio stato emozionale. LeDoux (1990) dimostrò che l'amigdala gestisce un percorso alternativo, parallelo all'elaborazione corticale (dove le informazioni provenienti dal talamo

raggiungono le cortecce sensoriali che completano con informazioni più dettagliate l'elaborazione dello stimolo), che consente di elaborare rapidamente l'informazione emozionale predisponendo l'organismo alla risposta. La rapidità di elaborazione dello stimolo implica una certa imprecisione nel processo, motivo per cui è compito della via corticale inibire, o regolare, la risposta emozionale predisposta. Infatti, un'ulteriore caratteristica delle emozioni risiede proprio nella loro malleabilità, nel loro essere passibili di modificazioni.

### **1.1.2 La regolazione emozionale**

Come sopra accennato, la funzione delle emozioni è di natura adattiva: consentono di mettere in atto il comportamento più efficiente per gestire una determinata situazione, in funzione di alcuni fattori prettamente individuali, come le esperienze passate e l'apprendimento avvenuto. Tuttavia, l'emozione in sé non causa uno specifico *output* comportamentale e questo anche perché è soggetta a controllo da parte dell'individuo, il quale può regolare più o meno efficacemente l'emozione stessa (Gross, 2002).

Le emozioni sono quindi cruciali per la sopravvivenza, ma un funzionamento adattivo dell'individuo richiede un'efficiente capacità di regolazione emozionale (Gross et al., 2006). La regolazione emozionale viene definita come l'insieme dei tentativi messi in atto dall'individuo per influenzare quale emozione provare, quando provarla, e in che modo esperirla ed esprimerla. La regolazione emozionale può avere luogo incrementando o diminuendo l'intensità della risposta emozionale, sia che questa riguardi emozioni positive, sia che riguardi emozioni negative (Parrott, 1993). Gli sforzi attuati per la regolazione della risposta emozionale rendono conto della sua natura controllata e consapevole, tuttavia, la

natura della regolazione emozionale può essere anche automatica e inconsapevole (Cole, 1986; Gross, 1999).

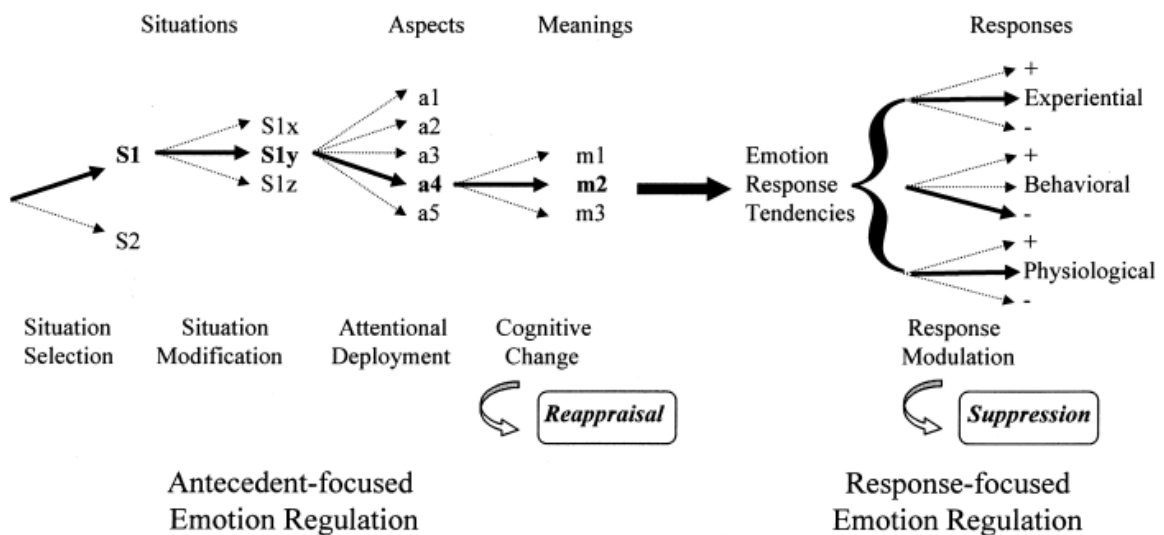
Gross e collaboratori (2006) per definire e circoscrivere il concetto di regolazione emozionale, la distinguono da altre forme di regolazione affettiva come il *coping*, la regolazione dell'umore e le difese psicologiche. La regolazione emozionale presenta alcune sovrapposizioni con il coping, ma caratteristica di quest'ultimo è quella di riguardare comportamenti e obiettivi privi di connotazione emozionale. La regolazione dell'umore differisce dalla regolazione emozionale in quanto concerne stati affettivi di minor intensità, prolungati nel tempo. Il terzo tipo di regolazione affettiva fonda le sue radici sulla psicodinamica e consiste nelle difese psicologiche. Si tratta di una caratteristica individuale piuttosto stabile, che consente di diminuire l'esperienza soggettiva legata all'ansia e ad altre emozioni negative.

## **1.2 Il *Process-Model* di Gross**

Proposto nel 1998 da Gross, è il modello più accreditato circa la regolazione emozionale, nonché quello cui si fa maggiormente riferimento. Il modello è stato studiato e applicato anche entro le neuroscienze e prevede il coinvolgimento di processi di natura sia cognitiva sia comportamentale, inducendo in tal modo cambiamenti non solo nell'esperienza soggettiva, ma anche a livello fisiologico e comportamentale.

Quello proposto da Gross è un modello della regolazione emozionale stadiale (Gross, 2002; Sheppes & Gross, 2011) secondo cui un'emozione può essere regolata con diverse modalità e in diversi momenti del processo che la genera. Il modello propone

primariamente una distinzione tra le strategie finalizzate a modificare la futura risposta emozionale, da attuare pertanto prima che la risposta emozionale venga generata (“*antecedent-focused*”), e tra strategie finalizzate a gestire la risposta emozionale esistente, attuabili solo una volta che la risposta emozionale è già stata generata (“*response-focused*”). Nel modello vengono descritte cinque strategie attraverso cui è possibile regolare le emozioni: la scelta della situazione, la modificazione della situazione, l’impiego dell’attenzione, il cambiamento cognitivo e la modulazione della risposta (Figura 1.3). Tali strategie non sono adattive di per sé ma in relazione al contesto e al modo in cui vengono messe in atto (Gross, 2008).



**Figura 1.3** Process-model di Gross sulla regolazione emozionale. Secondo questo modello l’emozione può essere regolata in cinque momenti distinti del processo che la genera. Inoltre, è possibile osservare come il modello tenga in considerazione tutte e tre le componenti caratterizzanti la risposta emozionale. Adattato da Gross (2001).

*La scelta della situazione (Situation Selection)*

È una strategia che consiste nel raggiungimento o evitamento di determinate situazioni, luoghi, persone od oggetti. Si tratta di una strategia che viene attuata prima che

lo stimolo emotigeno si presenti, con il fine di evitare o al contrario di ricercare quelle situazioni che inibiscono l'insorgere di emozioni che non si desidera esperire o che facilitano l'insorgere di emozioni che si desidera esperire. In questo senso la componente mnestica e quella di apprendimento risultano fondamentali: per ricercare o evitare determinati contesti ed emozioni, è necessario un apprendimento, implicito o esplicito, che associ all'emozione esperita il contesto che la ha generata. Inoltre, anche una buona conoscenza di sé risulta cruciale per valutare i benefici che possono conseguire nel breve e lungo periodo (Aspinwall & Taylor, 1997).

#### *La modificazione della situazione (Situation Modification)*

Tale strategia si basa su una modificazione attiva della situazione. La sua efficacia dipende da quanto la situazione sia o meno passibile di modifiche, ma lo scopo ultimo è quello di individuare delle situazioni in cui viene ridotta o massimizzata la probabilità di incontrare un determinato stimolo emotigeno.

#### *L'impiego dell'attenzione (Attention Deployment)*

Le due forme di regolazione emozionale sopra descritte si accomunano e caratterizzano per un'azione che viene operata sull'ambiente, atta a modificarlo. Come strategia di regolazione emozionale invece, l'impiego dell'attenzione vede un coinvolgimento dell'attenzione selettiva e pertanto un *focus* su quegli aspetti verso cui l'attenzione viene dirottata dall'individuo. Le strategie finalizzate a modificare il focus attentivo sono molteplici e possono essere così categorizzate: concentrazione, distrazione, ruminazione. La concentrazione consiste nel raccogliere le proprie risorse cognitive (Erber & Tesser, 1992) e nell'allocarle verso un compito scelto così da essere del tutto occupati in esso. La distrazione prevede uno spostamento del focus attentivo su aspetti della

situazione che non generano emozioni (Nix et al., 1995) o che consentono di allontanare l'attenzione dalla situazione attuale (Derryberry & Rothbart, 1988). Si tratta di una strategia che richiede sforzi cognitivi finalizzati a concentrare la propria attenzione in un particolare compito o argomento (Csikszentmihalyi, 1975). La ruminazione, ovvero una forma di pensiero circolare e persistente (Nolen-Hoeksema, 1993), consiste nello spostamento dell'attenzione verso le proprie emozioni negative e le loro conseguenze; in genere si ricorre a tale strategia per andare a fondo di un problema. È emerso in letteratura che l'eccessivo focus sulle emozioni negative e sulle possibili conseguenze può condurre a sintomi depressivi più gravi e più duraturi (Just & Alloy, 1997; Nolen-Hoeksema, 1994) e a forme d'ansia più durature (Borkovec, Roemer & Kinyon, 1995), ragione per cui questa strategia di regolazione emozionale è da considerarsi disadattiva.

Si sottolinea che concentrazione e distrazione sono considerabili come una versione interna della strategia “scelta della situazione”.

#### *Rivalutazione cognitiva (Cognitive Change)*

Una situazione potenzialmente emotigena non suscita necessariamente un'emozione: affinché questa venga generata è necessario che l'individuo attribuisca alla situazione un significato emozionale. Tale valutazione, o *appraisal*, determina la successiva risposta emozionale agendo sul piano soggettivo, fisiologico e comportamentale.

La rivalutazione cognitiva, o *reappraisal*, consiste in una trasformazione cognitiva della situazione così da alterarne l'impatto emozionale. Tale strategia di regolazione emozionale è stata inizialmente oggetto d'indagine da parte di Lazarus e Alfert (1964), che hanno evidenziato come richiedere un atteggiamento distaccato e analitico nel

vedere il filmato di un'operazione chirurgica, determini una riduzione nelle risposte comportamentali e fisiologiche. Gli studi presenti in letteratura circa la regolazione emozionale sono molteplici. Il paradigma consisteva nella rivalutazione del filmato a valenza negativa che veniva presentato. Vi è una convergenza dei dati a favore di una riduzione dell'impatto comportamentale e fisiologico determinato dalla visione del filmato, nel gruppo istruito rispetto al gruppo di controllo che non aveva messo in atto alcuna strategia atta a regolare le emozioni suscitate (Cantor & Wilson, 1984; Dandoy & Goldstein, 1990; Gross, 1998; Langer, Janis & Wolfer, 1975).

#### *Modulazione della risposta (Response Modulation)*

Contrariamente alle strategie descritte finora, la modulazione della risposta è attuabile solo una volta che la risposta emozionale ha avuto inizio e consiste nell'influenzare direttamente la risposta emozionale nei tre livelli che la caratterizzano: soggettivo, comportamentale, fisiologico. Una strategia di modulazione della risposta è individuabile nella *soppressione espressiva*, che consiste nell'inibire il comportamento espressivo relato all'emozione, ovvero mimica facciale ed espressione. È stato dimostrato che accentuare il comportamento espressivo di un'emozione ne incrementa anche il vissuto emozionale (Izard, 1990; Matsumoto, 1987), ma i dati presenti in letteratura sembrano suggerire che l'inibizione del comportamento espressivo diminuisca l'esperienza di alcune emozioni come orgoglio e divertimento, ma non di altre come tristezza e disgusto (Gross, 1998; Gross e Levenson, 1997; McCanne e Anderson, 1987; Stepper e Strack, 1993; Strack, Martin, e Stepper, 1988).

I primi studi volti a indagare il funzionamento delle strategie di regolazione emozionale definite nel modello di Gross, si sono concentrati sulle strategie a cui si ricorre



più frequentemente, selezionandone una tra quelle attuabili prima della generazione della risposta emozionale, ovvero la rivalutazione cognitiva, e l'unica attuabile una volta che la risposta emozionale è già stata generata, ovvero la soppressione espressiva. La rivalutazione cognitiva ha luogo nelle prime fasi del processo di generazione della risposta emozionale e questo fa sì che il suddetto processo venga modificato prima ancora che le tendenze caratterizzanti la risposta emozionale siano state generate. In questo senso, la rivalutazione cognitiva è considerabile una strategia per la cui attuazione non è richiesto un *surplus* di risorse cognitive (Gross & John, 2003; John & Gross, 2004). Nei contesti emozionali negativi, assieme a una riduzione della risposta comportamentale, si è osservata anche una riduzione del vissuto emozionale negativo, a riprova del fatto che suddetta strategia influenza la risposta emozionale in tutti i suoi livelli. Al contrario, la soppressione espressiva ha luogo nelle ultime fasi del processo di generazione della risposta emozionale e questa è molto probabilmente la ragione per cui in un contesto emozionale negativo i suoi effetti sono riscontrabili su un piano comportamentale, ma non sul piano del vissuto soggettivo che rimane negativo. Infatti, lo sforzo cognitivo richiesto da tale strategia risulta essere continuo, impattando negativamente sulle risorse cognitive che non potranno essere allocate in strategie di regolazione emozionale più efficienti. Si è osservato che il ricorso abituale alla soppressione espressiva si associa a un peggioramento delle sfere emozionali, interpersonali e del benessere individuale, che invece non si osserva negli individui che ricorrono con maggiore frequenza alla rivalutazione cognitiva. Inoltre, la soppressione si associa ad alterazioni delle funzioni mnestiche non osservate negli individui soliti a ricorrere alla rivalutazione cognitiva (Gross, 2002).

Le conseguenze sul lungo termine causate dal ricorso abituale a una specifica strategia di regolazione emozionale rendono conto dell'importanza di comprenderne i

meccanismi sottostanti, i fattori in grado di favorirla o al contrario di ostacolarla, ma sottolineano anche l'importanza di poter disporre, nella propria quotidianità, di efficaci strategie di regolazione emozionale. Un modello che si è dimostrato capace di prendere in considerazione contemporaneamente tutti e tre i livelli caratterizzanti la risposta emozionale, è il modello delle emozioni di Damasio (1998). Secondo Damasio l'emozione (*emotion*) e l'esperienza emozionale (*feeling*) sono fenomeni interrelati ma distinti. L'emozione consiste in un pattern di risposte fisiologiche (periferiche e centrali) e neurali prodotte da stimoli esterni salienti percepiti sul momento oppure rievocati. È una modalità di reazione prodotta in maniera automatica, predisposta dall'evoluzione al fine di disporre di un repertorio di azioni fisiologiche adatto a rispondere agli stimoli salienti in maniera innata e programmata, ovvero il programma d'azione. I programmi d'azioni vengono mappati a livello neurale sia in strutture sottocorticali (a livello del tronco encefalico) che contengono una rappresentazione più grezza della mappa, sia in strutture corticali come le corteccie somatosensoriali, essenziali sia per arricchire le informazioni contenute nelle mappe. Tali rappresentazioni neurali delle modificazioni fisiologiche periferiche e centrali che caratterizzano l'emozione, generano degli stati mentali, ovvero l'esperienza emozionale, che diviene consapevole in funzione dell'intensità dello stimolo o dell'evento, e in funzione dello stato di coscienza generale dell'individuo (Damasio et al., 2000).

Comprendere i meccanismi sottostanti la regolazione emozionale diventa tanto più importante se si considera che il processo risulta alterato in numerosi disturbi affettivi e di personalità (American Psychiatric Association, 1994). Infatti, una buona capacità di regolazione delle proprie emozioni influisce positivamente sul piano sia individuale sia sociale. Tali sforzi nella regolazione emozionale determinano in larga misura la natura con cui le difficoltà influiscono sul benessere psicofisico dell'individuo (Ochsner & Gross,

2005). È sulla base di queste considerazioni che la letteratura ha iniziato ad approfondire la relazione tra regolazione emozionale e benessere psicofisico, individuando tra i fattori in grado di incrementare le abilità di regolazione emozionale, l'esercizio fisico costante (Ligeza et al., 2019). È stato inoltre individuato nella deprivazione di sonno un fattore cruciale in grado di determinare un peggioramento delle abilità di regolazione emozionale (Zhang et al., 2019). Se si considera che disturbi o alterazioni del sonno sono comuni in numerose psicopatologie, è chiaro che indagare i meccanismi sottostanti la regolazione emozionale e i fattori in grado di favorirla o peggiorarla, possono fornire un importante contributo alla clinica, in fase sia preventiva sia di trattamento.

### **1.3 Correlati neurali della regolazione emozionale: studi di neuroimmagine**

Le evidenze relative al substrato neurobiologico della regolazione emozionale costituiscono un ambito di ricerca piuttosto recente e provengono da studi di lesione condotti su animali, da studi neuropsicologici, di neuroimmagine e psicofisiologici condotti sull'uomo. Davidson e colleghi (2000) hanno proposto che i correlati neurali della regolazione emozionale siano riscontrabili in un'interazione tra strutture limbiche sottocorticali, come amigdala e ipotalamo, e alcune strutture corticali prefrontali, quali la corteccia dorsolaterale, orbitofrontale e cingolata anteriore.

Data la complessità dei processi emozionali risulta più plausibile il coinvolgimento di circuiti cerebrali piuttosto che di singole regioni cerebrali. Entro tale complessità alcune regioni svolgono un ruolo più importante, come l'amigdala, cruciale nell'individuazione ed elaborazione della minaccia. L'emozione di paura costituisce un processo interagente con quello di detezione della minaccia e conseguente innesco della

risposta di difesa, senza però coincidervi: l'amigdala contribuisce al processo ma non riflette direttamente l'emozione stessa. Come sottolineò LeDoux (2013), dopo aver contribuito a mettere in atto questo processo di corrispondenza tra amigdala e paura, la distinzione tra il processo che genera l'esperienza consapevole e quello che "gestisce" la risposta di paura, deve essere chiara: i due processi interagiscono ma non coincidono. Infatti, il ruolo dell'amigdala è più generale: risponde a tutti gli stimoli salienti che si presentano nell'ambiente e, di conseguenza, anche a stimoli emozionali positivi se sufficientemente attivanti (Canli, 2004). Si tratta di una regione che si è specializzata nel corso dell'evoluzione nell'elaborazione e detezione di stimoli emozionalmente negativi in quanto prototipo di stimolo saliente per la sopravvivenza. Tuttavia, è per la stessa ragione che in risposta alla presentazione di volti umani si osserva l'attivazione dell'amigdala (Wager et al., 2008), sebbene non sia l'area deputata all'elaborazione dei volti: si tratta di stimoli informativi sull'ambiente e pertanto l'amigdala risponde alla loro salienza. L'amigdala prepara l'organismo alla risposta allocando risorse attentive ed è per questo che in condizioni di incertezza risulta attiva (LeDoux, 1996; Pessoa et al., 2005).

In letteratura vi è coerenza circa l'attivazione di amigdala e corteccia prefrontale, ma a causa dei diversi compiti sperimentali e delle differenti strategie di regolazione emozionale adoperate, mancano dati univoci in relazione alle regioni cerebrali che prendono parte ai suddetti processi (Ochsner et al., 2004). Come precedentemente accennato, il modello delle emozioni più accreditato è quello a doppio sistema, dove si sostiene che il substrato neurale delle emozioni sia da ricercarsi in dei *network* di attivazione cerebrale e non in singole aree.

Sono stati condotti numerosi studi tramite tecniche di neuroimmagine al fine di indagare i circuiti neurali sottostanti la regolazione emozionale (Beauregard et al., 2001;

Kalisch et al., 2006; Kim e Hamann, 2007; Levesque et al., 2003; Ochsner et al., 2002; Ochsner et al., 2004; Phan et al., 2005; Urry et al., 2006; van Reekum et al., 2007). Uno dei primi è stato condotto da Beauregard e colleghi (2001) con un gruppo di partecipanti di sesso maschile. L'ipotesi sperimentale è stata indagata attraverso la presentazione di filmati a contenuto sia erotico sia neutro, finché veniva registrata l'attività corticale tramite risonanza magnetica funzionale (fMRI). Lo studio prevedeva due condizioni sperimentali: nella prima il compito era di visione passiva e ai partecipanti veniva chiesto di lasciarsi coinvolgere dall'attivazione prodotta dal filmato a contenuto erotico; nella seconda veniva invece richiesto di inibire qualsiasi risposta emozionale prodotta dal filmato, attraverso la rivalutazione cognitiva. In questa condizione ai partecipanti è stato suggerito di divenire degli spettatori non coinvolti, disinteressati, senza tuttavia distogliere lo sguardo dallo schermo (ragione per cui non è possibile parlare di *distrazione*). Nella condizione di visione passiva di filmati erotici è stata osservata l'attivazione di regioni distinte quali: l'amigdala destra, il polo temporale destro e l'ipotalamo. Nella condizione di rivalutazione dei filmati è invece emersa l'attivazione del giro frontale superiore e della corteccia cingolata anteriore destra, mentre non sono emersi dati significativi circa l'attivazione di amigdala, ipotalamo e polo temporale destro. I risultati osservati da Bauregard e colleghi (2001) si sono dimostrati in linea con quanto ipotizzato da Davidson e colleghi (2000) circa l'esistenza di un circuito neurale alla base della regolazione emozionale che coinvolge corteccia prefrontale, amigdala e ipotalamo. Entro tale circuito l'amigdala svolge la funzione fondamentale di detezione e valutazione dello stimolo emotigeno, l'ipotalamo di attivazione autonoma e neuroendocrina, mentre le diverse regioni della corteccia prefrontale mediano la regolazione della risposta emozionale (Beauregard et al., 2001). Studi successivi (Kim e Hamann, 2007; Ochsner et al., 2004; Urry et al., 2006) nei quali i

partecipanti dovevano regolare la loro risposta emozionale riducendola tramite rivalutazione cognitiva, hanno osservato risultati simili, fornendo quindi ulteriore sostegno all'ipotesi di Davidson e colleghi (2000).

Una differente strategia di regolazione emozionale, ovvero la *soppressione espressiva*, è stata per la prima volta indagata tramite strumenti di neuroimmagine da Goldin e collaboratori (2008). In questo esperimento condotto tramite fMRI sono state messe a confronto *soppressione espressiva* e *rivalutazione cognitiva*. Il materiale stimolo era costituito da filmati a valenza neutra e da filmati a valenza negativa della durata di 15 sec. Il materiale stimolo veniva presentato in quattro diverse condizioni: visione di immagini a contenuto neutro, visione di immagini a contenuto spiacevole, rivalutazione di immagini a contenuto spiacevole e soppressione espressiva di immagini a contenuto spiacevole. Durante il compito sperimentale, oltre alla registrazione dell'attività cerebrale tramite fMRI, è stata anche registrata l'espressività dei partecipanti tramite videocamera. Dai risultati è emersa l'attivazione di amigdala e insula durante la condizione di visioni di immagini dal contenuto spiacevole e un decremento nella loro attivazione durante la condizione di rivalutazione di immagini dal contenuto spiacevole, dove è stata invece evidenziata l'attivazione della corteccia prefrontale nelle regioni mediali, dorsolaterali e ventrolaterali. Per quanto riguarda l'interazione tra corteccia prefrontale, amigdala e insula, è emerso che tanto più precoce era l'attivazione della corteccia prefrontale, struttura che media la *rivalutazione cognitiva*, maggiori erano il ritardo e la diminuzione di attività di amigdala e insula. Durante la *soppressione* l'attività di amigdala e insula è rimasta sostenuta, mentre la corteccia prefrontale è risultata significativa solo verso la fine del filmato in relazione allo sforzo richiesto dall'inibizione dell'espressione facciale. Per quanto concerne le risposte soggettive e comportamentali, la *rivalutazione* ha comportato

una maggiore riduzione dell'esperienza emozionale negativa, mentre la soppressione ha provocato una riduzione nelle espressioni facciali di disgusto. Gli autori hanno concluso che le due distinte strategie di regolazione emozionale studiate hanno un diverso impatto sulle differenti componenti della risposta emozionale. In particolare, mentre la *soppressione* riduce in misura maggiore la risposta comportamentale richiedendo più tempo perché si riscontri un effetto anche sulle componenti esperienziali e cerebrali della risposta, la *rivalutazione* ha un maggiore effetto su queste ultime.

La corteccia prefrontale costituisce la porzione di corteccia filogeneticamente più recente e la complessità del suo funzionamento è ben esemplificata dalle molteplici connessioni sia corticali sia sottocorticali che la caratterizzano (Kolb & Whishaw, 2009). Si tratta di un'area che anche da punto di vista ontogenetico è ultima a svilupparsi e costituisce il substrato neuroanatomico delle funzioni cognitive superiori, tra cui rientrano anche i processi decisionali e i processi di regolazione comportamentale. La corteccia prefrontale ventromediale e orbitofrontale, in particolare, sembrano implicate nei processi di regolazione del comportamento. I meccanismi di interazione corticale e sottocorticale atti a mediare il processo di regolazione emozionale non sono stati ancora chiariti (Wager et al., 2008) e per questo Wager e collaboratori (2008) hanno indagato il costrutto sostenendo, sulla base dei loro risultati, l'esistenza di due percorsi sottocorticali associati alla corteccia prefrontale. Il primo percorso vede un coinvolgimento delle aree deputate all'elaborazione di stimoli principalmente negativi, quali amigdala e insula, mentre il secondo percorso prevede il coinvolgimento di nucleus accumbens e striato ventrale, coinvolti nell'elaborazione di emozioni principalmente positive. I due percorsi sono ritenuti indipendenti e possono essere attivi simultaneamente. L'efficacia della rivalutazione di uno stimolo emotigeno dipenderebbe quindi da come la corteccia

prefrontale controlla la natura e l'equilibrio tra valutazione negativa e positiva dello stimolo. Una riduzione dell'attività corteccia prefrontale-amigdala e un incremento dell'attività del circuito corteccia prefrontale-nucleus accumbens/striato ventrale comporta una *rivalutazione cognitiva* efficace (Wager et al., 2008). Tale interpretazione dei risultati rientra nei modelli del doppio processo, ampiamente utilizzati per la descrizione di numerosi fenomeni mentali riguardanti processi cognitivi come il ragionamento (De Neys & Glumicic, 2008; De Neys & Goel, 2011), l'attenzione e la memoria, ma anche processi più vicini alla sfera emozionale, come la teoria della mente e l'autoregolazione emozionale (Barrett et al., 2004). Il modello del doppio processo prevede la distinzione tra processi controllati (*top-down*) e processi automatici (*bottom-up*). I processi controllati si caratterizzano per essere volontari ed endogeni, e per richiedere sforzo cognitivo. I processi automatici, al contrario, non richiedono dispendio di energie e si caratterizzano per essere esogeni e involontari, l'attenzione non viene orientata volontariamente verso una porzione dello spazio bensì orientata automaticamente verso uno stimolo esterno, che risulta più saliente degli altri. Lungo questa linea, la rivalutazione può essere considerata un processo controllato all'interno dei meccanismi emozionali (Izquierdo & Murray, 2005; Quirk & Beer, 2006).

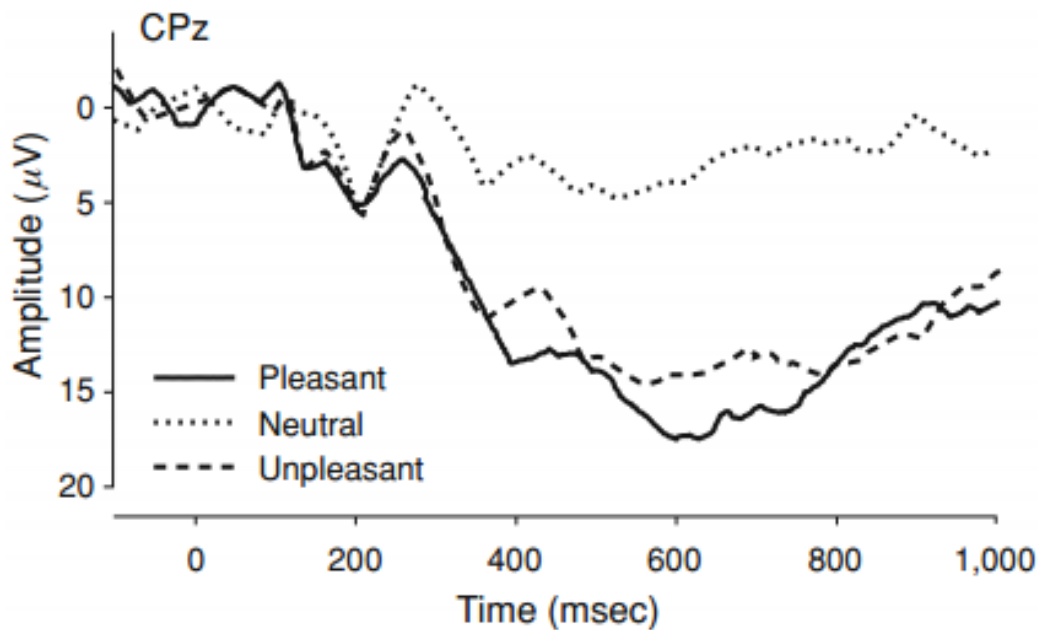
#### **1.4 Correlati neurali della regolazione emozionale: studi elettrofisiologici**

La letteratura scientifica sulla regolazione emozionale consiste non solo di studi condotti tramite neuroimmagini al fine di individuare i correlati neurali del processo, ma anche di studi condotti tramite potenziali evento-relati (ERP) aventi l'obiettivo di individuare possibili componenti che fungano da *marker* del processo. Gli stimoli



emozionali godono di una cattura automatica dell'attenzione (Bradley & Lang, 2000; Lang et al., 2007) che ne facilita la successiva elaborazione e l'ampiezza più marcata e sostenuta del potenziale positivo tardivo, o *late positive potential* (LPP), ne sarebbe indice (Cuthbert et al., 2000). Le evidenze provenienti da diversi studi (Foti & Hajcak, 2008; Hajcak et al., 2009; Hajcak & Nieuwenhuis, 2006; MacNamara, Foti & Hajcak, 2009; Moser et al., 2006) sono coerenti nel ritenere l'LPP la componente ERP maggiormente rappresentativa del fenomeno.

Il LPP è un potenziale corticale lento che si sviluppa circa 300 millisecondi in seguito alla presentazione di uno stimolo (Figura 1.4) ed è solitamente osservabile per tutta la durata dello stimolo emotigeno (Cuthbert et al., 2000; Hajcak & Nieuwenhuis, 2006; Hajcak & Olvet, 2008). La sua ampiezza è massima in area centro-parietale (Keil et al., 2002) e da un punto di vista funzionale segnala l'allocazione di risorse attentive (Lang et al., 1997). Il LPP è modulato dal grado di attivazione degli stimoli emotigeni e risulta di maggiore ampiezza a fronte di stimoli piacevoli e spiacevoli piuttosto che neutri (Cuthbert et al., 2000; Hajcak et al., 2007; Schupp et al., 2000; Schupp et al., 2004).



**Figura 1.4.** Deflessione positiva che si osserva a circa 300ms dalla presentazione dello stimolo (LPP), maggiore per gli stimoli piacevoli e spiacevoli rispetto agli stimoli neutri. È possibile osservare l’LPP per tutta la durata dello stimolo (Hajcak e Nieuwenhuis 2006).

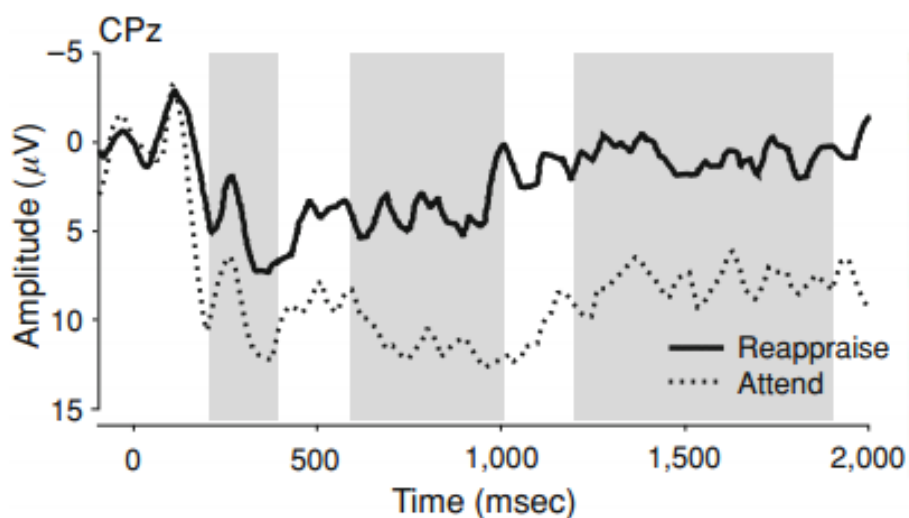
### 1.4.1 La regolazione emozionale per stimoli negativi

Uno dei primi studi ad aver indagato tramite ERP in che modo la richiesta di modulare la risposta emozionale influenzi la risposta emozionale stessa è stato condotto da Moser e collaboratori (2006) con riferimento alle variazioni osservate nella componente LPP. Lo studio prevedeva la somministrazione di stimoli neutri e spiacevoli (selezionate dal database IAPS) in tre diverse condizioni sperimentali: una di visione passiva e due in cui veniva rispettivamente richiesto di incrementare o diminuire l’intensità emozionale dello stimolo. L’ipotesi degli autori era di osservare una variazione nell’ampiezza dell’LPP in funzione dell’allocazione di risorse attentive richieste dallo stimolo per la sua elaborazione. In linea con gli studi precedenti (Cuthbert et al., 2000; Schupp et al., 2000; Schupp et al., 2004), si è osservata una maggiore ampiezza della componente LPP per gli

stimoli emozionali spiacevoli (e altamente attivanti) rispetto agli stimoli neutri. Inoltre, è stata osservata una modulazione di tale componente in funzione delle istruzioni sperimentali, in particolare si è evidenziata, laddove veniva richiesto di ridurre la risposta emozionale evocata dallo stimolo spiacevole, una riduzione nella componente indagata. Non sono invece state riscontrate dagli autori differenze significative nelle variazioni dell'LPP nella condizione di incremento della risposta emozionale a stimoli spiacevoli altamente attivanti. Il motivo per cui non è stato rilevato alcun effetto nella condizione di incremento della risposta emozionale è stato interpretato dagli autori come probabilmente dovuto a un "effetto soffitto": gli stimoli selezionati per lo studio, altamente attivanti e dal contenuto altamente negativo, possono aver reso difficile aumentare ulteriormente la risposta emozionale. Gli autori hanno concluso che la risposta elettrocorticale (LPP) a stimoli altamente negativi e attivanti può essere modulata attraverso la regolazione verso il basso della risposta emozionale (Moser et al., 2006).

Un ulteriore studio condotto sulla regolazione di emozioni negative è quello condotto da Hajcak e Nieuwenhuis (2006). Obiettivo dello studio era di indagare come la rivalutazione cognitiva influenzasse la modulazione dell'ampiezza dell'LPP, osservandone le caratteristiche temporali. A differenza dello studio precedentemente condotto sulla regolazione di emozioni negative (Moser et al., 2006), il materiale stimolo utilizzato si costituiva qui di stimoli neutri, spiacevoli e piacevoli (selezionati dal database IAPS). Lo studio si costituiva di due fasi: la prima fase prevedeva un compito di visione passiva finalizzato a stabilire l'effetto della rilevanza emozionale degli stimoli sull'LPP. La seconda fase mirava a misurare gli effetti della rivalutazione cognitiva sull'LPP, e presentava due condizioni: in una veniva richiesto ai partecipanti di rivalutare verso il basso gli stimoli che venivano loro presentati, nell'altra veniva richiesto di prestarvi

semplicemente attenzione. In seguito a ogni *trial* veniva chiesto ai partecipanti di fornire una valutazione circa l'intensità della loro risposta emozionale, per mettere a confronto i dati elettrofisiologici a quelli *self-report*. Dai dati emerge una riduzione dell'intensità della risposta emozionale in seguito a rivalutazione cognitiva e, in maniera coerente, si osserva anche una riduzione nell'ampiezza dell'LPP (Figura 1.5). In particolare, la riduzione dell'LPP è risultata correlare positivamente con la riduzione dell'intensità della risposta emozionale in seguito a rivalutazione cognitiva. In linea con lo studio esposto in precedenza (Moser et al., 2006), questi risultati forniscono ulteriore supporto circa l'efficacia della rivalutazione cognitiva nel modulare la risposta emozionale a stimoli spiacevoli.



**Figura 1.5.** Modulazione dell'LPP in seguito a rivalutazione cognitiva. Si noti la diminuzione nell'ampiezza dell'LPP in risposta agli stimoli spiacevoli nella condizione di rivalutazione rispetto alla condizione di visione passiva (Hajcak e Nieuwenhuis, 2006).

La relazione tra LPP e rivalutazione cognitiva è stata in seguito approfondita (Foti e Hajcak, 2008; MacNamara, Foti e Hajcak, 2009) con particolare *focus* sui processi di rivalutazione di stimoli negativi. Lo studio di Foti e Hajcak (2008) prevedeva un compito

di visione passiva durante il quale venivano presentati su uno schermo stimoli neutri e spiacevoli, preceduti da una loro breve descrizione presentata in cuffia. Le descrizioni che precedevano la comparsa degli stimoli neutri erano sempre neutre, mentre le descrizioni antecedenti la comparsa degli stimoli spiacevoli potevano sottolinearne gli aspetti negativi oppure ricorrere a termini neutri per descriverli. In seguito a ogni trial veniva richiesta una valutazione circa l'arousal e la valenza percepiti, misurati attraverso una scala Likert a 9 punti. L'ipotesi degli autori era che la cornice contestuale entro la quale veniva calato lo stimolo, potesse influenzare il significato in seguito attribuitogli. In linea con quanto atteso, si è osservato che nella condizione in cui gli stimoli spiacevoli erano preceduti da una descrizione neutra, l'LPP risultava ridotto e il dato era coerente con la riduzione nell'attivazione e nella valutazione negativa osservati nei self-report. La conclusione cui sono giunti gli autori è che la rivalutazione cognitiva di uno stimolo non dipende dalla presenza di una sua descrizione, bensì dalla natura della descrizione stessa, in quanto capace di determinare l'impatto della descrizione nella regolazione emozionale. I risultati di questo studio sono di particolare interesse poiché sottolineano l'importanza delle esperienze individuali e pregresse nell'apprendimento di uno stimolo come emozionale.

Alcuni studi presenti in letteratura hanno evidenziato la possibilità di modificare il significato emozionale di uno stimolo manipolando il contesto in cui viene presentato (Foti & Hajcak, 2008; Maratos & Rugg, 2001; Smith, Dolan & Rugg, 2004). Ugualmente, modificare l'informazione emozionale, ovvero cambiare il significato attribuito allo stimolo emozionale tramite rivalutazione cognitiva, consente di modificarne il contesto. Lo studio esposto in precedenza (Foti & Hajcak, 2008) non ha manipolato il contesto emozionale che precedeva la comparsa degli stimoli neutri e questo non ha reso possibile distinguere l'attività neurale elicitata da fattori intrinseci (come il tipo di immagine) da

quella elicitata da fattori estrinseci (quale ad esempio la descrizione fornita in cuffia). Lo studio di MacNamara e collaboratori (2009) è andato quindi a ovviare al limite individuato nello studio precedente definendo un paradigma in cui il contesto emozionale ove gli stimoli venivano presentati era oggetto di manipolazione sia che fossero neutri, sia che fossero spiacevoli. In particolare, prima della comparsa di entrambe le categorie di stimoli, veniva fornita in cuffia una loro breve descrizione che in metà dei casi era neutra e nella restante metà negativa. L'ipotesi degli autori era di osservare una modulazione operata dai fattori intrinseci in una finestra temporale precoce e di osservare in una finestra più tardiva la modulazione operata dai fattori estrinseci. Inoltre, dal momento che sia i fattori intrinseci sia quelli estrinseci alterano la rilevanza emozionale di uno stimolo, gli autori ipotizzavano di osservare un loro effetto additivo nella modulazione degli ERP. Per distinguere l'influenza dei fattori intrinseci da quella dei fattori estrinseci nelle analisi è stata condotta un'analisi delle componenti principali (PCA) spazio-temporale che consente di distinguere *pattern* di attività elettrocorticale diversi. Anche in questo caso, in seguito a ogni trial venivano somministrate al partecipante due scale Likert a 9 punti per la valutazione soggettiva di arousal e valenza. I giudizi sulla valenza sono risultati essere più negativi per gli stimoli spiacevoli e per tutti gli stimoli preceduti dalla descrizione negativa, condizioni in cui si sono osservati anche i giudizi più alti sull'arousal. Inoltre, è stata riscontrata una differenza più marcata tra le descrizioni neutre e quelle negative nel caso degli stimoli neutri rispetto a quanto riscontrato per gli stimoli spiacevoli. Analogamente, si è osservato un incremento nell'ampiezza dell'LPP sia in seguito alla presentazione di stimoli spiacevoli, a prescindere dal tipo di descrizione fornita precedentemente in cuffia, sia in seguito alla presentazione di descrizioni negative rispetto a quelle neutre. In particolare, attraverso la PCA condotta, sono emerse una precoce positività parieto-occipitale a 334ms

(dall'*onset*) e una successiva positività centro-parietale a 1,066ms, entrambe maggiori per gli stimoli spiacevoli rispetto a quelli neutri, e per le descrizioni negative rispetto a quelle positive. Tuttavia, mentre il picco di positività osservato a 1,066ms, non risentiva della modulazione operata dalla descrizione antecedente lo stimolo, il picco di positività osservato a 1,688ms in area frontale, era maggiore per le descrizioni negative rispetto a quelle neutre ma non risentiva dell'influenza operata dal tipo di stimolo presentato. Gli autori hanno concluso che tanto i fattori intrinseci quanto i fattori estrinseci influenzano le componenti ERP in finestre temporali precoci e intermedie, mentre le componenti più tardive, in linea con quanto ipotizzato, risentono solo della modulazione operata dai fattori estrinseci.

Le strategie di regolazione emozionale possono essere implementate spontaneamente oppure sulla base di esplicite istruzioni (Cole, 1986; Gross, 1999). Harrison e Chassy (2017) hanno approfondito la conoscenza riguardante il ricorso abituale a una particolare strategia di regolazione emozionale, indagandone l'influenza attraverso l'LPP sulla risposta corticale. Sulla base di evidenze precedenti circa i benefici apportati a livello soggettivo, comportamentale e neurale della rivalutazione cognitiva (Drabant et al., 2009; Goldin et al., 2008; Kim e Hamann, 2007; McRae et al., 2010), gli autori si sono focalizzati su tale strategia indagando in che modo un suo impiego frequente e pertanto spontaneo influenzi la risposta elettrocorticale. Il materiale stimolo si componeva di immagini neutre (come paesaggi e animali) e di immagini minacciose (come cadaveri e aggressioni fisiche) selezionate dal database IAPS e osservate in un compito di visione passiva. In seguito a ogni trial veniva richiesto ai partecipanti di giudicarne la minacciosità attraverso una scala Likert a 9 punti. L'analisi dell'LPP è stata condotta in due finestre temporali: una prima che andava dai 500 ai 1000ms (dall'*onset*) e una seconda che andava

dai 1000 ai 1500ms. In entrambe le finestre temporali si è osservato un incremento dell'LPP in risposta agli stimoli minacciosi rispetto a quello neutri, a prescindere dal ricorso abituale o meno alla rivalutazione cognitiva. Inoltre, nella finestra temporale che andava dai 1000 ai 1500ms si è osservata una attenuazione nell'incremento dell'LPP in risposta agli stimoli spiacevoli, proporzionale alla frequenza con cui si ricorreva alla rivalutazione cognitiva nella quotidianità. L'attenuazione dell'LPP è stata interpretata dagli autori come indice di una riduzione nella salienza dello stimolo per opera della rivalutazione. Gli autori hanno concluso che vista la forte relazione esistente tra rivalutazione cognitiva e benessere psicologico (Gross & John, 2003), l'LPP potrebbe divenire un indice clinico di un adattivo cambiamento cognitivo.

#### **1.4.2 La regolazione emozionale per stimoli positivi**

La letteratura esistente sulla regolazione di emozioni positive è piuttosto modesta e questo è probabilmente riconducibile a due fattori: a un'alterazione nel processo di regolazione emozionale, che si è osservato essere comune a diverse psicopatologie (Gruber et al., 2014; Paul et al., 2016; Philips et al., 2008) e alla minore frequenza con cui si ricorre nella vita di tutti i giorni alla regolazione di emozioni positive (Gross et al., 2006). La regolazione emozionale cui si ricorre abitualmente riguarda le emozioni negative, tuttavia, l'abilità di regolare verso il basso le emozioni negative e di gestire situazioni complicate, non equivale a trovarsi in uno stato di benessere e piacere.

A sostegno di quanto ipotizzava Parrott (1993) circa la possibilità di regolazione delle emozioni positive, Bryant (1989) ha introdotto il concetto di *savoring*. Il *savoring* è una strategia di regolazione emozionale che mira a intensificare, mantenere e prolungare



le emozioni positive esperite (Bryant, 1989). Savoring letteralmente significa “assaporare” e consiste in una tecnica incentrata sul presente (*present-moment focused*) che rimanda contemporaneamente sia all’esperienza sensoriale di piacere, sia alla ricerca del piacere in ogni situazione che viene esperita. (Bryant & Veroff, 2007) Non si tratta quindi di una strategia basata sulla reinterpretazione dello stimolo o della situazione, bensì sull’intensificazione degli aspetti positivi esperiti nel presente. Diversi studi hanno recentemente comprovato la sua efficacia in ambito clinico nel trattamento di molteplici disturbi quali quello d’ansia, il disturbo depressivo, il disturbo da attacchi di panico e da abuso di sostanze (Craske et al., 2019; Garland & Howard, 2018; Garland et al., 2015; Smith & Hanni, 2019), ma ancora poco è noto circa i correlati neurali ed elettrofisiologici di tale strategia di regolazione emozionale.

Il primo studio ad aver indagato i correlati elettrocorticali del savoring e i suoi possibili effetti a lungo termine sulla regolazione della risposta emozionale, è stato condotto da Wilson e MacNamara (2021). Gli autori hanno approfondito la conoscenza riguardante questa tecnica indagando in quale momento del processo di generazione emozionale ha luogo, e in che circostanze è in grado di esercitare un effetto prolungato sulla risposta emozionale a un determinato stimolo. Lo studio prevedeva la presentazione di immagini a contenuto neutro e piacevole in due condizioni sperimentali: una di visione passiva (“guarda”) e una di savoring (“assapora”), dove veniva richiesto di “assaporare” qualsiasi sensazione positiva generata dall’immagine. Al fine di incrementare l’affidabilità degli effetti osservati venivano fatti trascorrere 20 minuti a seguito dei quali venivano ripresentati i medesimi stimoli in un compito di visione passiva. In entrambi i compiti, veniva richiesta una valutazione su valenza e arousal di ogni stimolo attraverso scale Likert a 9 punti. Dai risultati emerge che complessivamente, le immagini presentate nella

condizione “assapora” vengono valutate come più piacevoli e attivanti rispetto a quelle presentate nella condizione “guarda”, inoltre, gli effetti operati dal savoring sulle immagini neutre sono risultati maggiori rispetto a quelli operati sulle immagini piacevoli. Gli autori forniscono due spiegazioni complementari a questo dato: suggeriscono un possibile “effetto soffitto” per le immagini piacevoli dovuto a una difficoltà nell’incrementare ulteriormente valenza e arousal di immagini già intrinsecamente positive e attivanti, e la possibilità, dall’altra parte, che gli effetti del savoring siano più facilmente osservabili per le immagini neutre dal momento che presentano più “spazio” per l’intensificazione di valenza e arousal esperiti. I risultati elettrofisiologici si mostrano coerenti con quelli self-report: in particolare, in una prima finestra temporale che andava dai 400 ai 1000ms si è osservato, sia nel primo che nel secondo compito, un incremento dell’LPP per le immagini presentate nella condizione “assapora” rispetto a quelle presentate nella condizione “guarda”, e complessivamente, una maggiore ampiezza dell’LPP in risposta agli stimoli piacevoli rispetto agli stimoli neutri. Analogamente, nella finestra temporale successiva che andava dai 1000 ai 6000ms, si è osservato un incremento nell’ampiezza dell’LPP per le immagini presentate nella condizione “assapora” rispetto alla condizione “guarda” e per gli stimoli positivi rispetto a quelli neutri. A differenza però di quanto osservato nella finestra temporale precedente, l’LPP osservato tra i 1000 e i 6000ms risulta più ampio solo per le immagini positive precedentemente presentate nella condizione “assapora”, e non per le immagini neutre presentate nella medesima condizione. Si tratta della prima evidenza relativa all’efficacia del savoring nell’incrementare la risposta emozionale soggettiva e neurale.

Wilson e MacNamara (2021) suggeriscono che per valutare l’effettiva efficacia di una strategia di regolazione emozionale nel miglioramento del benessere individuale sia

necessario che questa determini effetti prolungati nel lungo periodo, e ipotizzano che i risultati controversi circa l'efficacia di altre strategie nell'incrementare le emozioni positive (Baur et al., 2015; Bernat et al., 2011; Kropf et al., 2008) possa ricondursi alle risorse cognitive richieste per generare un'interpretazione alternativa dello stimolo emozionale, come avviene per la rivalutazione cognitiva. Tuttavia, si tratta di un ambito di ricerca piuttosto recente che per testare un'ipotesi come quella proposta da Wilson e MacNamara (2021) necessita di studi, non ancora condotti, che mettano a confronto strategie di regolazione emozionale differenti.

## CAPITOLO 2

# L'ELABORAZIONE DEL CIBO E IL RESTRAINED EATING

### 2.1 Introduzione

Mangiare costituisce uno dei bisogni fisiologici di base ed il cibo rappresenta uno stimolo intrinsecamente emozionale in quanto fondamentale per la sopravvivenza. Il *craving* (ovvero il forte desiderio) provato nei confronti di un cibo dipende non solo dalle caratteristiche proprie di questo, come il suo valore nutrizionale o calorico, ma anche dallo stato di fame o di sazietà in cui si trova l'individuo (Piech et al., 2009). Tuttavia, nonostante l'accordo e le conoscenze circa l'importanza di una dieta sana e di uno stile di vita attivo, i disturbi del comportamento alimentare sono in costante crescita (Killgore, 2010) e questo dato sottolinea le difficoltà insite nel relazionarsi con il cibo. Infatti, il comportamento alimentare non viene controllato solo da meccanismi omeostatici ma risente di numerosi altri fattori, come lo stato emozionale attuale dell'individuo (Macht, 1999).

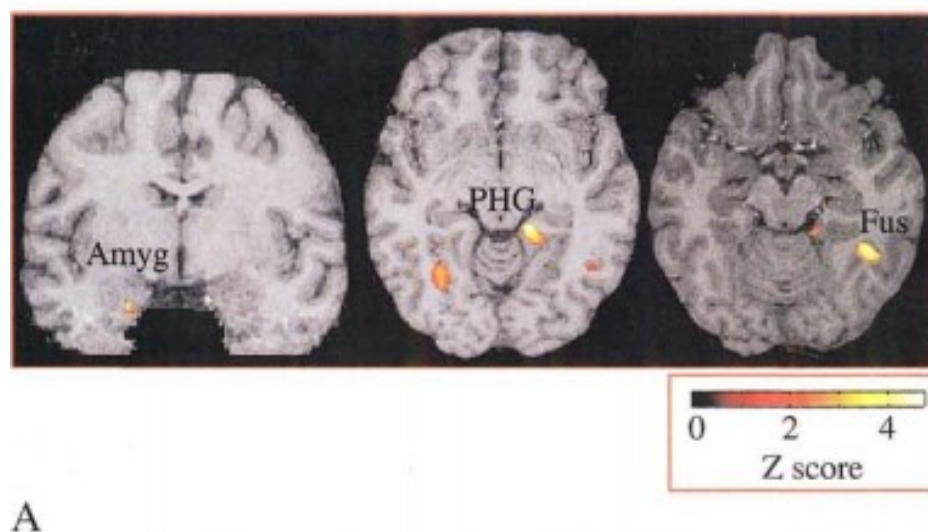
Vista la natura essenziale del cibo per l'essere umano, è plausibile ipotizzare l'esistenza di processi di detezione e di elaborazione specifici per il cibo, capaci di coglierne le caratteristiche nutritive ed energetiche (Killgore, 2010).

## **2.2 Correlati neurali dell'elaborazione del cibo**

### **2.2.1 Studi di neuroimmagine**

I primi studi condotti tramite le tecniche di neuroimmagine e in particolare attraverso l'fMRI erano volti a indagare l'attivazione cerebrale associata all'elaborazione di stimoli di cibo, e con questo fine si sono concentrati sul ruolo dell'amigdala. Ciò che ha spinto i ricercatori a orientare il loro *focus* su questa struttura cerebrale risiede nella sua funzione di integrazione di informazioni enterocettive e sensoriali esterne (LaBar et al., 2001), che le conferisce la capacità di riallocare dinamicamente le risorse di cui dispone l'individuo sugli stimoli rilevanti, spiegando il ruolo che svolge nell'attuazione di un comportamento adattivo. Regioni quali la corteccia orbito-frontale e l'amigdala appaiono cruciali nel controllo del comportamento alimentare in seguito all'assunzione di cibo (Gallagher, McMahan, & Schoenbaum, 1999; Hatfield, Han, Conley, Gallagher, & Holland, 1996) ed è stato ipotizzato (Rolls, 1996) che proprio la corteccia orbito-frontale abbia assunto su di sé, nel corso dell'evoluzione, alcune funzioni motivazionali proprie dell'amigdala, consentendo all'organismo di disporre di maggiore flessibilità nella rappresentazione dei cambiamenti che avvengono nel valore del rinforzo. Lo studio condotto da LaBar e colleghi (2001) prevedeva una manipolazione dello stato motivazionale interno dell'individuo, ovvero dello stato di fame, per indagare in quali condizioni quest'ultimo modula l'attivazione dell'amigdala e delle strutture limbiche ad essa connesse in risposta alla presentazione di stimoli visivi appetitivi. Il compito previsto era di visione passiva e gli stimoli prevedevano immagini di cibo, immagini di oggetti, e immagini non identificabili, rese sfocate, selezionate tra gli stimoli appartenenti alle due condizioni precedenti al fine di controllare l'attivazione cerebrale elicitata dalla tipologia di stimoli presentata. I partecipanti raggiungevano il laboratorio a digiuno per le 8 ore

precedenti lo studio oppure in uno stato di sazietà, e per controllare che prestassero effettivamente attenzione al compito sperimentale veniva loro richiesto di premere un bottone ogniqualvolta lo stimolo lampeggiasse sullo schermo. Conclusa questa prima parte dello studio i soggetti potevano consumare un pasto a loro scelta e trascorsa un'ora veniva nuovamente condotto il compito di visione passiva. In ragione della rapida abitudine cui è soggetta l'amigdala (funzionale all'individuazione ed elaborazione di nuovi stimoli rilevanti nell'ambiente), gli stimoli presentati nella seconda fase dello studio differivano da quelli utilizzati in precedenza. Dai dati relativi alla visione di stimoli di cibo è emersa una maggiore attivazione di giro para-ippocampale e giro fusiforme nella condizione di deprivazione rispetto alla condizione di sazietà, mentre l'amigdala mostrava attivazione in risposta agli stimoli di cibo solo nella condizione di deprivazione (Figura 2.1). Dalla visione di stimoli di oggetti non emergeva l'attivazione di tali aree, a sostegno di una modulazione dell'amigdala in funzione dello stato di deprivazione alimentare dell'individuo, e quindi della rilevanza di uno stimolo. Gli autori hanno concluso che regioni quali l'amigdala, il giro para-ippocampale e il giro fusiforme anteriore svolgono un ruolo importante nella regolazione del comportamento, segnalando gli stimoli rilevanti per l'individuo da un punto di vista motivazionale.



**Figura 2.2.** Immagine in T1 ottenuta attraverso fMRI dove è possibile osservare l'attivazione di amigdala, giro para-ippocampale e giro fusiforme nella condizione di fame rispetto a quella di sazietà (LaBar et al., 2001).

La manipolazione dello stato motivazionale esterno, e in particolare del contenuto calorico degli stimoli di cibo presentati, è stata oggetto di uno studio condotto successivamente (Killgore et al., 2003) e avente l'obiettivo di indagare l'attivazione cerebrale associata ai cibi a basso o ad alto contenuto calorico. Il compito previsto era di visione passiva e gli stimoli raffiguravano sia cibo ad alto e a basso contenuto calorico, sia utensili relativi al cibo (come forchette o cucchiai). Dai dati ottenuti tramite fMRI è emerso un incremento nell'attivazione bilaterale di amigdala e corteccia prefrontale ventro-mediale per quanto riguarda la presentazione di stimoli raffiguranti cibo, ma non per gli stimoli raffiguranti utensili. Tali attivazioni non sono apparse specifiche per il basso o alto contenuto calorico del cibo, tuttavia, è stato osservato un coinvolgimento di *network* cerebrali distinti in funzione del contenuto calorico dei cibi. La visione di cibi a basso contenuto calorico si associava all'attivazione di corteccia orbito-frontale mediale, corteccia gustativa e somato-sensoriale primaria, mentre la visione di cibi ad alto contenuto calorico si associava ad un aumento, rispetto a quanto osservato con gli altri

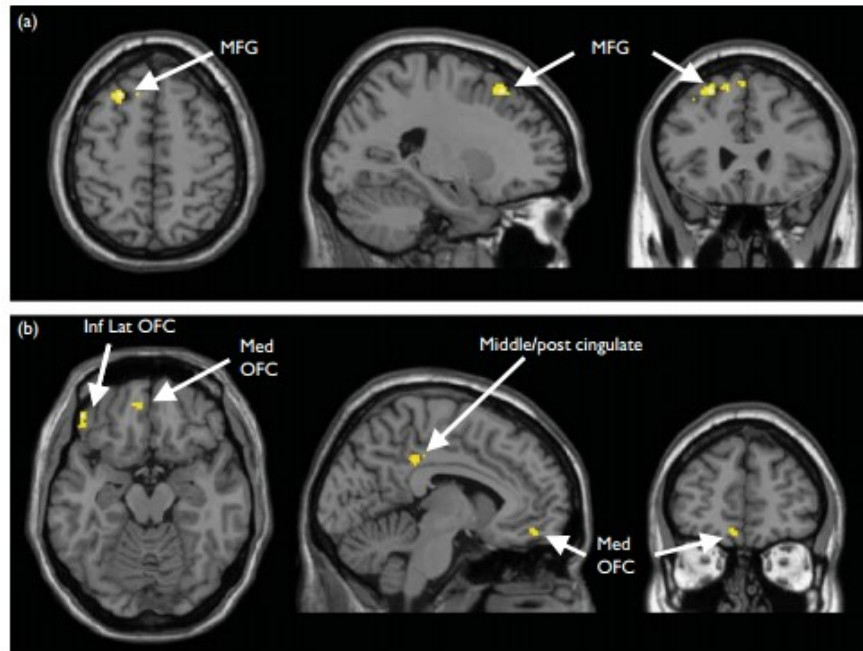
stimoli, nell'attivazione di corteccia prefrontale dorsolaterale e mediale, talamo, ipotalamo e corpo calloso. L'attivazione dell'amigdala alla presentazione di stimoli raffiguranti cibo è coerente con la sua funzione di detezione ed elaborazione di stimoli biologicamente rilevanti, mentre per quanto riguarda l'attivazione di corteccia prefrontale dorsolaterale e mediale, maggiore per i cibi ad alto contenuto calorico, gli autori hanno concluso si tratti di strutture associate al meccanismo della ricompensa (Critchley, Mathias & Dolan, 2001; Watanabe, 1996), che non risulterebbe implicato nell'elaborazione di cibi poco calorici.

I fattori capaci di influenzare l'attivazione cerebrale in risposta a cibi altamente o poco calorici sono molteplici e tra questi troviamo la fame, discussa sopra, (LaBar et al., 2001), l'umore (Killgore & Yurgelun-Todd, 2006), ma anche l'età (Killgore & Yurgelun-Todd, 2005). Un ulteriore potenziale fattore è stato indagato da Killgore e Yurgelun-Todd (2010), che hanno deciso di approfondire tramite fMRI le differenze scaturite sulla base del sesso biologico, nell'elaborazione cerebrale di stimoli di cibo. La letteratura presenta numerose evidenze circa le diversità sul piano cerebrale e comportamentale derivanti dal sesso biologico; tra queste si ricorda un maggiore coinvolgimento del femminile nei temi inerenti alimentazione e immagine corporea, e un maggiore coinvolgimento in diete e stretti regimi alimentari rispetto a quanto riscontrabile nel maschile (Davy et al., 2006). Inoltre, sono state osservate differenze di natura sia strutturale che funzionale nell'architettura cerebrale di maschi e femmine, riguardanti in particolare il meccanismo della ricompensa (Cahill, 2006). Infine, la prevalenza di disturbi alimentari si riscontra nelle femmine e questo ha fornito la spinta necessaria per indagare più a fondo tali differenze e le loro implicazioni (Hoek, 2006; Striegel-Moore & Bulik, 2007). I partecipanti allo studio erano quindi sia femmine sia maschi e il paradigma prevedeva



che guardassero passivamente immagini di cibi poco calorici, di cibi molto calorici e immagini di controllo raffiguranti oggetti finché veniva loro misurata l'attività cerebrale tramite fMRI. Al fine di controllare che i partecipanti fossero a tutti gli effetti coinvolti nello svolgimento del compito, veniva loro detto che sarebbe seguito un compito di riconoscimento degli stimoli presentati. L'ipotesi dello studio era di osservare, nelle femmine rispetto ai maschi, una maggiore attivazione generale in risposta ai cibi molto calorici, e di osservarla in particolare nelle regioni deputate ad inibizione e controllo comportamentale, oltre che in particolari regioni di interesse quali insula ed amigdala. Dai risultati ottenuti al compito di riconoscimento è emerso che i partecipanti erano a tutti gli effetti impegnati nel compito sperimentale svolto durante l'fMRI e questo ha consentito agli autori di procedere con l'analisi dei dati ottenuti tramite neuroimmagini. Sono emerse due differenze significative tra i gruppi sperimentali, una relativa all'attivazione cerebrale totale e una relativa all'attivazione delle regioni d'interesse. Rispetto ai maschi, le femmine hanno mostrato una maggiore attività cerebrale in risposta a cibi molto calorici, con particolare coinvolgimento di regioni quali la corteccia orbito-frontale mediale e laterale inferiore, il giro cingolato posteriore e centrale (Figura 2.1.2). Da un'analisi condotta sulle regioni d'interesse in risposta a cibi molto calorici è invece emerso un incremento nell'attivazione bilaterale dell'amigdala nei maschi, e un incremento nell'attivazione dell'insula nelle femmine. Gli autori hanno concluso che le aree attive nelle femmine, coinvolte in processi inibitori e decisionali, possano, in concomitanza ad altri fattori, motivare la prevalenza femminile che si osserva nei disturbi del comportamento alimentare (Hoek, 2006; Striegel-Moore & Bulik, 2007). Inoltre, la distinta attivazione di amigdala nei maschi e di insula nelle femmine ha portato gli autori

a concludere che le femmine elaborano il cibo ad un livello cognitivo/somatico più complesso rispetto ai maschi, che si basano invece sul rinforzo derivante dal cibo.



**Figura 3.2.** Immagine ottenuta tramite fMRI dal confronto tra i cibi molto calorici e quelli poco calorici. (a) è possibile osservare un incremento nell'attivazione del giro frontale mediale nel genere femminile rispetto al genere maschile e (b) un incremento nell'attività della corteccia orbitofrontale laterale inferiore, della corteccia orbitofrontale mediale e del giro cingolato mediale e posteriore (Killgore & Yurgelun-Todd, 2010).

### 2.1.2 Studi elettrofisiologici

La ricerca psicofisiologica sull'elaborazione del cibo è ricorsa primariamente ai potenziali evento-relati (ERP) per indagare in che modo tale processo risente dei cambiamenti nello stato motivazionale, e in che momento del processo hanno luogo.

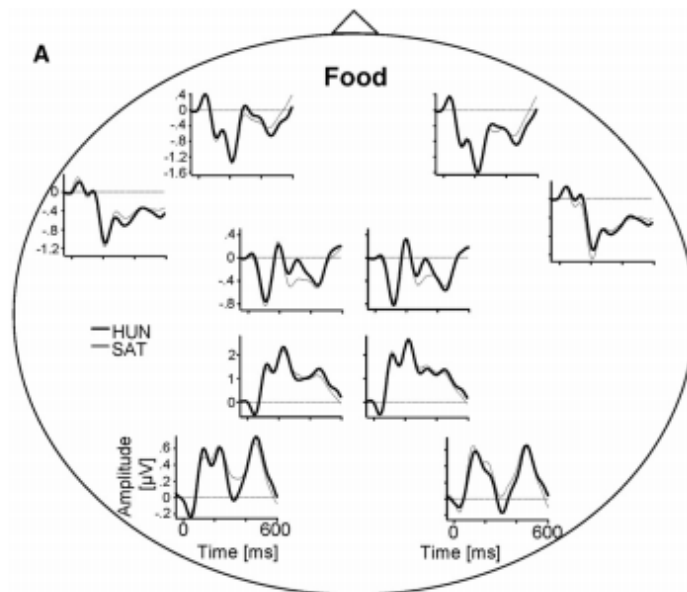
Nei contesti ecologici l'attenzione viene guidata dalla motivazione (Lang et al., 1997) e la valutazione degli stimoli rilevanti ai propri bisogni appare cruciale

nell'organizzazione del comportamento alimentare (Seib et al., 2018). La regolazione motivazionale dell'attenzione sembra essere spontanea e involontaria (Mauler et al., 2006) e può essere spiegata come un meccanismo adattivo evolutosi filogeneticamente al fine di facilitare l'individuazione del cibo presente nell'ambiente. Toepel e collaboratori (2009) hanno approfondito l'indagine circa la natura implicita con cui viene colto il valore motivazionale intrinseco del cibo, ovvero il suo contenuto energetico, attraverso la tecnica della stima delle sorgenti neurali applicata alla registrazione dei potenziali evocati visivi (VEP). I potenziali evocati visivi venivano misurati durante un compito di discriminazione tra cibi ricchi di grassi, cibi poveri di grassi e utensili da cucina. I dati in letteratura sono concordi nel ritenere che la discriminazione tra categorie distinte di oggetti abbia luogo tra i 100 e 200ms dalla presentazione dello stimolo (Murray et al., 2006; Bentin et al., 2007; Rossion & Jacques, 2008) e data l'importanza per la sopravvivenza di discriminare e quindi riconoscere il valore energetico del cibo, gli autori ipotizzano che anche per il cibo una discriminazione implicita tra cibi ad alto e a basso contenuto di grassi abbia luogo nella medesima finestra temporale. Dall'analisi dei potenziali evocati visivi osservati per i cibi ad alto contenuto di grassi, è emersa una somiglianza in ampiezza e latenza (165ms circa dalla presentazione degli stimoli) ai potenziali evocati visivi osservati nei compiti di categorizzazione di volti sulla base della valenza emozionale (Mouchetant-Rostaing et al., 2000), dato che secondo gli autori supporta che la discriminazione di stimoli altamente salienti e appartenenti alla medesima categoria abbia luogo in questa precoce finestra temporale. La stima delle sorgenti neurali per i potenziali evocati visivi elicitati da cibi ricchi e poveri di grassi, ha mostrato l'attivazione di regioni associate all'elaborazione visiva dello stimolo (Aggleton & Mishkin, 1990), quali le regioni occipitali posteriori e temporo-parietali, e di regioni

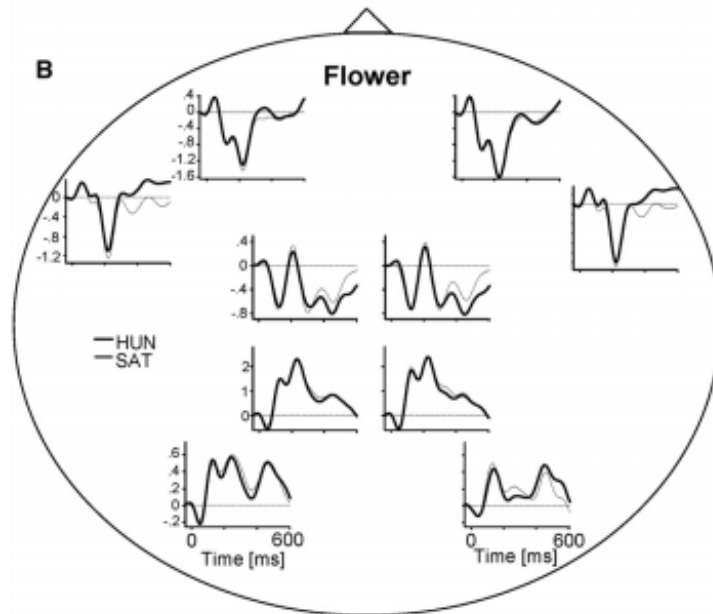
associate ai processi decisionali e di valutazione della ricompensa (Thut et al., 1997; O'Doherty et al., 2001), quali le regioni prefrontali e frontali inferiori. Complessivamente, tutte queste regioni sono risultate più attive per i cibi ricchi di grassi rispetto a quelli poveri di grassi, portando gli autori a concludere che la discriminazione implicita dei cibi sulla base del loro valore energetico non risente dello stato motivazionale interno dell'individuo, vista la condizione di sazietà in cui sono stati testati i partecipanti. Da un punto di vista biologico può essere spiegato come un meccanismo volto a favorire l'individuazione del cibo più nutriente e appagante.

Stockburger e colleghi (2009) hanno approfondito le dinamiche temporali di tale fenomeno, concentrandosi su finestre temporali tardive (300-600ms). Ricerche precedenti (Cuthbert et al., 2000; Schupp et al., 2006) hanno evidenziato come stimoli emozionalmente rilevanti producano LPP più ampi e sulla base anche di tali evidenze gli autori hanno ipotizzato di riscontrare un incremento dell'LPP in risposta al cibo nella condizione di deprivazione rispetto a quella di sazietà, dal momento che rende lo stimolo cibo particolarmente saliente (Bulik & Brinded, 1994; Epstein & Salens, 2000; Raynor & Epstein, 2003). Il paradigma prevedeva una condizione di sazietà ed una di deprivazione a cui venivano sottoposti tutti i partecipanti, in due diverse sessioni sperimentali a una settimana di distanza. Il materiale si costituiva di stimoli di cibo e di fiori in una condizione, e di immagini piacevoli, spiacevoli e neutre nell'altra, selezionate dal database IAPS. Al fine di indagare finestre temporali più tardive, gli stimoli permanevano sullo schermo 660ms, e per ognuno veniva richiesta una valutazione sulla valenza e sull'arousal attraverso scale Likert a 9 punti. Nella condizione di deprivazione è stata osservata una modulazione nelle valutazioni soggettive in merito al cibo, valutato come più piacevole e attivante, che non è stata osservata per i fiori. Un'ulteriore modulazione

operata dalla deprivazione è emersa nelle immagini IAPS, dove quelle spiacevoli sono state valutate meno avverse rispetto alla condizione sazietà. Non sono emersi effetti della deprivazione di cibo sull'elaborazione delle immagini emozionali, ma sono emersi per l'elaborazione degli stimoli di cibo. Infatti, nella condizione di deprivazione è stata osservata una maggiore positività centro-parietale a 300-360ms dalla presentazione dello stimolo, e in finestre temporali più tardive (450-600ms) una maggiore ampiezza dell'LPP (Figura 2.3). Inoltre, sempre nella condizione di deprivazione, è stata osservata in risposta all'elaborazione dei fiori una riduzione dell'LPP (Figura 2.4). Gli autori hanno interpretato i risultati come evidenza di una riallocazione di risorse attentive, che comporta un incremento dell'attenzione verso alcuni stimoli (in questo caso di cibo) ed una riduzione verso altri (in tal caso i fiori).



**Figura 2.4.** Potenziali evento-relati ottenuti in risposta alle immagini di cibo, nella condizione di fame (linea spessa) e nella condizione di sazietà (linea più sottile), (Stockburger et al., 2009).



**Figura 2.5.** Potenziali evento-relati osservati in risposta alle immagini di fiori nella condizione di fame (linea spessa) e nella condizione di sazietà (linea più sottile), (Stockburger et al., 2009).

Finestre temporali più tardive sono invece state indagate in studi successivi (Svaldi et al., 2010) che hanno preso in considerazione l’LPP in quanto indice di attenzione motivata (Cuthbert et al., 2000) e la *slow positive wave* (SPW), indice di attenzione sostenuta (Schupp et al., 2006). Il campione sperimentale era costituito da partecipanti sani e da partecipanti con disturbo da alimentazione incontrollata (*binge eating disorder*, BED), e l’obiettivo era delineare i molteplici fattori in grado di indurre, in chi manifesta tale disturbo, stati motivazionali ambivalenti in risposta a stimoli di cibo. Spesso in chi manifesta BED si osserva il fenomeno del *weight cycling*, ovvero la ripetuta sconfitta del tentativo di astenersi dalle abbuffate e, in genere, le abbuffate riguardano cibi altamente calorici e ricchi di grassi e zuccheri (Yanovski et al., 1992; de Zwaan et al., 1992). Sulla base di tali evidenze gli autori hanno ipotizzato di riscontrare nel gruppo sperimentale rispetto a quello di controllo un’elaborazione preferenziale per gli stimoli di cibo ad alto contenuto calorico rispetto a quelli a basso contenuto calorico, indicata da

una maggiore ampiezza di LPP e SPW, e di osservare ampiezze simili di LPP e SPW tra i due gruppi per quanto riguarda i cibi a basso contenuto calorico. Inoltre, gli autori ipotizzavano di osservare, nel gruppo sperimentale rispetto a quello di controllo, uno stato di ambivalenza motivazionale suscitato dagli stimoli di cibo molto calorici, e ipotizzavano che venissero più frequentemente giudicati come proibiti nel gruppo sperimentale rispetto a quello di controllo. Il materiale stimolo si costituiva di immagini di cibo molto calorico ricco in grassi e zuccheri, e di immagini di cibo a basso contenuto calorico. Il paradigma prevedeva un compito di visione passiva suddiviso in due fasi: inizialmente al partecipante era semplicemente richiesto di guardare le immagini sullo schermo, in seguito veniva detto che alcuni dei cibi presentati sarebbero successivamente stati disponibili per l'assaggio, manipolando in tal modo il contesto motivazionale. Sono stati misurati i giudizi soggettivi circa il craving attraverso una scala Likert a 8 punti, l'appetibilità del cibo su una scala Likert a 9 punti, e il divieto nei confronti del cibo misurato in maniera dicotomica "sì/no". Dai risultati è emerso che i cibi molto calorici elicitano LPP e SPW più ampi nei partecipanti con BED rispetto ai controlli sani mentre nessun risultato significativo è emerso per i cibi poco calorici, suggerendo il forte valore motivazionale proprio dei cibi molto calorici per le persone con BED, e la relativa allocazione di risorse attentive richiesta. Inoltre, è stato riscontrato un incremento nell'ampiezza dell'LPP laddove ai partecipanti veniva detto esserci del cibo successivamente disponibile per l'assaggio, e coerentemente con quanto ipotizzato dagli autori, è stato riscontrato che i partecipanti con BED giudicavano come proibite le immagini di cibo molto calorico con maggiore frequenza rispetto ai controlli sani.

Sulla base delle evidenze riportate è possibile ipotizzare che la discriminazione tra i cibi molto e poco calorici abbia luogo in uno stadio temporale precoce

dell'elaborazione degli stimoli (Toepel et al., 2009) e che solo successivamente risenta della modulazione operata dallo stato motivazionale in cui si trova l'individuo, ovvero se in condizioni di deprivazione o di sazietà. È da sottolineare, tuttavia, che tale modulazione si è dimostrata essere poco efficace negli individui affetti da disturbi del comportamento alimentare.

### **2.2.3 Dati soggettivi e comportamentali**

Gli stimoli di cibo rappresentano alcuni tra gli stimoli emozionali per eccellenza visto il loro intrinseco valore ai fini della sopravvivenza. In quanto stimolo emozionale la risposta che elicitata si dispiega lungo i tre livelli che caratterizzano la risposta emozionale, tra cui anche quello manifesto, misurabile tramite self-report, questionari e valutazioni affettive e soggettive. Gli studi condotti in ambito emozionale spesso si corredano di valutazioni soggettive circa la valenza (piacevole vs spiacevole) e l'arousal (attivazione vs calma) elicitate dall'elaborazione dello stimolo emozionale, in tal caso il cibo. Queste valutazioni vengono misurate attraverso il *Self-Assessment Manikin* (SAM, Lang, 1980), che si costituisce di due scale grafiche di autovalutazione: una per valenza e una per l'arousal. Ogni dimensione viene valutata su una scala Likert a 9 punti dove l'1 sta ad indicare massima spiacevolezza o massima calma e dove il 9 indica massima piacevolezza o massima attivazione. La maggior parte delle ricerche volte ad indagare l'impatto dello stato motivazionale sull'elaborazione del cibo ha osservato un incremento nei giudizi di valenza ed arousal nello stato di deprivazione rispetto a quello di sazietà (Drobes et al., 2001; Stoeckel et al., 2007; Stockburger et al., 2009), suggerendo un incremento della salienza emozionale e motivazionale del cibo nelle condizioni di deprivazione dal cibo (Stoeckel et al., 2007).



### 2.3 Cibo e regolazione emozionale

Nelle società industrializzate i disturbi del comportamento alimentare e i comportamenti alimentari incontrollati si osservano sempre con maggiore frequenza (Reader et al., 2018), e spesso si caratterizzano per un consumo di cibo maggiore di quanto biologicamente richiesto (Corwin & Hajnal, 2005). Al fine di non eccedere nel consumo di cibi molto calorici è necessario monitorare e regolare il proprio comportamento alimentare (Lowe, 2003) e diverse evidenze provenienti dalle neuroimmagini (Beauregard et al., 2001; Ochsner et al., 2004; Wager et al., 2008) e dalla psicofisiologia (Goldin et al., 2008; Hajcak & Nieuwenhuis, 2006; Moser et al., 2006) hanno dimostrato che le risposte affettive ed emozionali sono modulabili attraverso strategie di regolazione emozionale. Se il consumo eccessivo di cibi molto calorici e ricchi di grassi riflette un fallimento nella regolazione del *craving* anche in condizioni di sazietà (Giuliani et al., 2013), allora interventi nella promozione della regolazione del craving dovrebbero favorire una riduzione nel consumo di tali cibi (Reader et al., 2018).

Uno dei primi studi ad aver indagato l'efficacia della rivalutazione cognitiva (v. Capitolo 1, Gross, 1998) nella riduzione del craving scaturito da cibi molto calorici è stato condotto da Giuliani e collaboratori (2013). Per controllare la natura soggettiva del craving ai partecipanti venivano presentate sette categorie di cibi molto calorici (cioccolata, biscotti, ciambelle, patatine, gelato, pasta e pizza) e veniva loro richiesto di indicare la categoria di cibi che più scaturiva in loro il desiderio di mangiare e quella che li invogliava di meno. Il materiale stimolo si costituiva di immagini di cibo poco calorico (presentate a tutti i partecipanti) e di immagini di cibo molto calorico che differivano tra i vari partecipanti: per ognuno, gli stimoli molto calorici presentati appartenevano alle due categorie di cibo in precedenza classificate come fortemente desiderate o come poco

invoglianti al consumo. Gli stimoli venivano presentati in due condizioni: nella condizione “Guarda” ai partecipanti veniva richiesto di immaginare che il cibo fosse di fronte a loro e di consumarlo; nella condizione “Regola” veniva sempre richiesto di immaginarsi il cibo come a tutti gli effetti di fronte a sé, ma veniva richiesto di farlo in una maniera tale da ridurre il desiderio di consumarlo. A tal fine ai partecipanti venivano proposte diverse strategie da poter adottare (come immaginare di essere sazi o che il cibo fosse stato in qualche modo contaminato, come avviene con uno starnuto) e veniva loro richiesto di ricorrere alla stessa strategia per tutto il compito. La presentazione di ogni stimolo era seguita da una valutazione sulla sua desiderabilità attraverso una scala Likert a 5 punti. In linea con alcuni studi precedenti (Hollmann et al., 2011; Kober et al., 2010; Siep et al., 2012), dai risultati è emerso che il forte desiderio di consumare un cibo può essere regolato cognitivamente e, in particolare, che le valutazioni sulla desiderabilità dei cibi ad alto contenuto calorico (sia nella condizione di forte desiderio di consumare quel cibo sia nella condizione in cui il cibo non invogliava al suo consumo) sono più basse (negative) nella condizione “Regola” rispetto alla condizione “Guarda”. Inoltre, l’efficacia della regolazione è risultata essere maggiore per i cibi ad alto contenuto calorico fortemente desiderati rispetto a quelli che meno invogliavano al consumo. Lo studio non indagava un collegamento diretto tra craving e comportamento alimentare, tuttavia, è emerso che la regolazione dei cibi molto calorici e fortemente desiderati correlava positivamente con i punteggi ottenuti alla sottoscala sulla restrizione cognitiva del *Three-Factor Eating Questionnaire* (TFEQ-disinhibition; Stunkard & Messick, 1985). Sulla base dell’efficacia riscontrata nel ridurre il desiderio scaturito dai cibi molto calorici attraverso strategie diverse, gli autori hanno concluso che gli individui ricorrono a strategie diverse nella loro quotidianità e suggeriscono che l’efficacia nella regolazione

possa dipendere dall'aver individuato o meno la strategia che meglio si addice e funziona per se stessi. Alla stessa conclusione erano giunti Littel e Franken (2011), indagando le strategie di regolazione del craving nei fumatori, dove hanno osservato una modulazione dell'LPP non in funzione della regolazione in sé ma della strategia di regolazione cognitiva adottata.

Sarlo e colleghi (2013) hanno indagato come la rivalutazione di stimoli di cibo moduli gli ERP. Il materiale stimolo era costituito da immagini di cibo molto calorico e da immagini di oggetti non relati al cibo, come figure geometriche e oggetti casalinghi. Lo studio prevedeva quattro condizioni sperimentali: due di visione passiva dove venivano presentate in un caso gli stimoli neutri e nell'altro gli stimoli di cibo (condizione "Guarda"), e due di rivalutazione cognitiva dove venivano presentati unicamente stimoli di cibo: i partecipanti erano istruiti ad incrementare l'intensità delle emozioni positive scaturite dagli stimoli di cibo nella condizione "Aumenta" e a ridurle nella condizione "Diminuisci". Ogni condizione prevedeva la presentazione di sei blocchi di immagini, ognuno relativo a una delle due categorie di stimoli, in seguito ai quali veniva richiesta una valutazione su appetibilità, valenza, arousal e sforzo richiesto attraverso scale Likert a 9 punti. Dai risultati è emerso un incremento bilaterale nell'ampiezza della P300 in area fronto-centrale e centro-parietale per le condizioni in cui venivano presentati stimoli di cibo rispetto a quelle in cui venivano presentati stimoli neutri. Una modulazione simile a quella operata sulla P300 è stata riscontrata nell'LPP, che è risultato essere più ampio (in area centro-parietale) per gli stimoli di cibo rispetto a quelli neutri, in tutte le condizioni sperimentali. Questi dati iniziali possono essere interpretati entro la cornice teorica dell'attenzione motivata, per cui stimoli evolutivamente rilevanti per la sopravvivenza catturano l'attenzione e richiedono un maggiore investimento di risorse

rispetto agli stimoli neutri. Inoltre, l'incremento nell'ampiezza della P300 nelle condizioni "Aumenta" e "Diminuisci" rispetto alla condizione di visione passiva, è indice del fatto che il compito sperimentale ha aumentato la salienza degli stimoli di cibo in quanto rilevanti per lo svolgimento del compito (Weinberg et al., 2012). In aggiunta, la P300 è risultata essere maggiore in area centro-parietale sinistra durante la condizione "Aumenta" rispetto alla condizione "Guarda", in maniera coerente con quanto riscontrato a livello soggettivo, in quanto condizione associata a un incremento nelle valutazioni di valenza, arousal e appetibilità. Lo sforzo cognitivo richiesto invece, è stato giudicato essere inferiore nella condizione "Aumenta" rispetto a quello richiesto nella condizione "Diminuisci". Per quanto riguarda la modulazione dell'LPP, sia nella finestra temporale dei 500-1000ms sia in quella successiva dei 1000-5000ms, l'ampiezza è risultata maggiore in area centro-parietale nella condizione "Aumenta" rispetto alle condizioni "Guarda" e "Diminuisci". Inoltre, mentre nella condizione "Diminuisci" le valutazioni sulla valenza erano minori (più negative) rispetto alle condizioni "Guarda" e "Aumenta", le valutazioni circa arousal e appetibilità non differivano tra le condizioni "Diminuisci" e "Guarda"; coerentemente non è stata riscontrata una differenza nell'ampiezza dell'LPP tra queste due condizioni. Quest'ultimo dato, opposto a quanto si aspettavano gli autori e contrario a precedenti evidenze (Hajcak & Nieuwenhuis, 2006; Moser et al., 2006; 2010), è stato interpretato dagli autori come effetto delle strategie di regolazione emozionale adoperate, che in questo caso non prevedevano una rivalutazione verso il basso di materiale spiacevole bensì un'attenuazione delle emozioni positive scaturite dagli stimoli di cibo. I risultati sono stati messi in relazione con i punteggi ottenuti al questionario *Eating Disorder Inventory* (EDI, Diehl & Staufienbiel, 1994) che misura le alterazioni del comportamento alimentare e sono risultate correlazioni positive tra le tendenze bulimiche

(episodi ricorrenti di abbuffate seguite da mezzi inappropriati per controllare il peso) e l'ampiezza dell'LPP nella condizione Diminuisci.

La rivalutazione cognitiva del craving per il cibo è stata messa in relazione al comportamento alimentare caratteristico dell'individuo in uno studio di Reader e colleghi (2018). Il valore di rinforzo dei cibi ad alto contenuto calorico ha una natura sia intrinseca che appresa e questo contribuisce al craving provato nei confronti di questi cibi (Boyland & Halford, 2013; Weltens et al., 2014), che spesso predice successivi episodi d'abbuffata e il fallimento della dieta, risultando in un incremento del peso corporeo (Boswell & Kober, 2016; Greeno et al., 2000; Meule et al., 2011). Entro tale cornice teorica, il consumo di cibo indotto dal craving può essere concettualizzato come un fallimento nell'esercitare un controllo adeguato in risposta al craving. Inoltre, è stato scoperto che i deficit nella regolazione di sé a due anni di vita predicono obesità infantile e incremento del peso corporeo in adolescenza (Francis & Susman, 2009; Graziano et al., 2010), e che le abilità adulte di controllo inibitorio predicono il consumo di cibo e l'aumento di peso nel lungo termine (Guerrieri et al., 2009; Lopez et al., 2014; Nederkoorn et al., 2010). Giuliani e collaboratori (2013) hanno fornito delle iniziali evidenze circa l'efficacia della rivalutazione cognitiva nella riduzione del craving e nella promozione del consumo di alimenti più sani. Un consumo regolare di frutta e verdura correla con le abilità di controllo inibitorio, suggerendo che una preferenza per i cibi a basso contenuto calorico possa essere associata ad abilità di regolazione dominio generali, e non specifiche per il cibo (Wyckoff et al., 2017). Nel presente studio di Reader e collaboratori (2018) i partecipanti hanno riportato le loro abitudini alimentari nell'arco temporale di una settimana attraverso l'EMA (*Ecological Momentary Assessment*; Shiffman et al., 2008). L'ipotesi era di osservare negli individui che implementano più frequentemente strategie

di rivalutazione cognitiva un ridotto desiderio per i cibi ad alto contenuto calorico e delle abitudini alimentari più sane. In particolare, gli autori ipotizzavano che questo si manifestasse sia attraverso una riduzione del craving e del consumo di cibi ad alto contenuto calorico, sia attraverso un incremento del craving e del consumo di cibi a basso contenuto calorico. Il materiale stimolo consisteva di stimoli di cibo a basso contenuto calorico e di stimoli di cibo ad alto contenuto calorico, presentati in due differenti condizioni sperimentali: la condizione “Guarda”, dove i partecipanti erano istruiti a rispondere naturalmente, e la condizione “Regola”, dove i partecipanti venivano istruiti a considerare le conseguenze a lungo termine sulla salute derivanti dal consumo ripetuto di quello stesso cibo. In seguito a ogni immagine veniva richiesta una valutazione del craving scaturito dal cibo presentato, attraverso una scala Likert a 5 punti dove l’1 indicava l’assenza di craving e il 5 un craving molto intenso. Successivamente al compito sperimentale i partecipanti venivano sottoposti a un’EMA: a partire dal giorno seguente ricevevano quotidianamente quattro messaggi dove veniva loro richiesto lo stato di fame, se avessero provato negli ultimi 20 minuti un forte desiderio per un cibo in particolare (da riportare e classificare come a basso o ad alto contenuto calorico), l’intensità del craving, e se avessero o meno mangiato il cibo in questione, richiedendone la quantità in caso di risposta affermativa. Nel caso di craving per cibi ad alto contenuto calorico ai partecipanti veniva anche richiesto di riportare quanto fossero riusciti a resistere al craving e nel caso in cui non fosse stato esperito recentemente alcun craving, le domande relate all’appetito venivano sostituite da alcune domande sull’attuale situazione affettiva e ambientale in cui ci si trovava. Dallo studio è emerso che la regolazione verso l’alto dei cibi a basso contenuto calorico predice una diminuzione nelle quantità assunte dei cibi ad alto contenuto calorico desiderati, ma non predice il desiderio di consumare cibi a basso

contenuto calorico e nemmeno cibi ad alto contenuto calorico. Inoltre, dall'insieme dell'efficacia della regolazione per i cibi ad alto e a basso contenuto calorico è risultato che un maggiore successo nella regolazione si associa a un incremento nel desiderio di assumere più frequentemente cibi a basso contenuto calorico. Complessivamente, dallo studio è emerso che il focus sulle conseguenze a lungo termine sulla salute si associava non solo a una diminuzione del craving per i cibi ad alto contenuto calorico, ma anche a un incremento del craving per i cibi a basso contenuto calorico, e che una maggiore efficacia della regolazione verso l'alto si associava a una riduzione delle quantità assunte del cibo ad alto contenuto calorico desiderato. Nel presente studio la maggior parte dei risultati osservati deriva nello specifico dalla regolazione verso l'alto e questo ha indotto gli autori a concludere che un incremento del craving verso i cibi a basso contenuto calorico possa essere più efficace e semplice da attuare rispetto all'attenuazione del desiderio per i cibi ad alto contenuto calorico.

Morawetz e collaboratori (2020) hanno indagato tramite fMRI i processi decisionali che portano a scelte alimentari più o meno salutari, in relazione alla capacità dell'individuo di regolare le emozioni negative incidentali, ovvero tutte quelle emozioni che non dovrebbero, di norma, essere rilevanti al fine del processo decisionale in quanto non riguardano una delle componenti capaci di influenzare l'esito (Grunberg & Straub 1992; Garg et al., 2007; Garg & Lerner, 2013). Sulla base delle evidenze presenti in letteratura circa un coinvolgimento di network neurali simili nella regolazione emozionale, nei processi decisionali e nei processi di elaborazione della ricompensa (Hare et al., 2011; Hutcherson et al., 2012; Morawetz et al., 2019), Morawetz e collaboratori (2020) hanno strutturato un paradigma che prevedeva un compito di regolazione emozionale costituito dalle condizioni "Guarda" e "Decresci" a cui seguiva, per ogni *trial*,

un compito di scelta tra cibi molto o poco calorici. Per ogni trial del compito di decisione alimentare ai partecipanti spettava stabilire attraverso una scala che andava da -200 (assolutamente no) a +200 (assolutamente sì) se avrebbero consumato il cibo presentato, indicandone in tal modo la preferenza. Infine, sempre in una scala che andava da -200 (estremamente negativo) a +200 (estremamente positivo), veniva richiesto di riportare lo stato emozionale attuale. La scelta alimentare operata dai partecipanti è risultata essere più forte per i cibi sani e per i cibi appetibili nella condizione “Diminuisci” rispetto alla condizione “Guarda”, mentre laddove il cibo veniva rifiutato non si è osservata alcuna modulazione operata da salubrità e appetibilità dei cibi nella condizione “Diminuisci” rispetto alla condizione “Guarda”. È stata condotta una *Region Of Interest* (ROI, ovvero un’analisi sulle regioni d’interesse) su corteccia prefrontale ventromediale e striato, regioni che sono risultate essere modulate anche dalla salubrità del cibo, con l’obiettivo di indagare come la regolazione emozionale influenzi la scelta operata, e ne è emerso che la regolazione di emozioni incidentali negative influenza la successiva attività di corteccia prefrontale ventromediale e striato durante i processi decisionali. In particolare, le differenze nell’attivazione dello striato tra le opzioni alimentari scelte e quelle rifiutate incrementano in seguito alla regolazione emozionale anziché come funzione dello stato emozionale. Gli autori hanno ipotizzato che la rivalutazione cognitiva possa aver attenuato gli effetti che gli stati affettivi incidentali hanno in altri domini, consentendo di considerare meglio le diverse opzioni possibili e spiegando così la differenza osservata nell’attivazione dello striato tra le opzioni scelte e quelle rifiutate in seguito a regolazione emozionale. In questo senso, l’esperienza di autocontrollo all’interno di un dominio si sarebbe estesa a domini differenti, determinando un incremento nell’attenzione nei confronti degli attributi salutari dei cibi ed una maggiore elaborazione delle scelte



alimentari operabili, conducendo a scelte alimentari più salutari. I dati ottenuti tramite fMRI suggeriscono che la scelta alimentare sia modulata dalla regolazione emozionale attraverso network neurali implicati nella scelta del cibo e nell'elaborazione della ricompensa: la corteccia prefrontale ventromediale e lo striato, attive durante il processo decisionale e modulate da scelta, sanità e preferenza, mostrano un incremento di attività associato all'elaborazione del valore durante i processi decisionali, suggerendo che tali regioni siano implicate nella codifica del valore soggettivo della ricompensa (Hare et al., 2009; Plassmann et al., 2010), in questo caso del cibo. È stato dimostrato che la sola percezione di stimoli di cibo attiva sia corteccia prefrontale ventromediale che striato (Killgore et al., 2003; Goldstone et al., 2009; Siep et al., 2009; Simmons et al., 2005) e questo ha consentito agli autori di interpretare tali attivazioni come a supporto di un'associazione tra l'elaborazione del valore e della preferenza, concludendo che in tale studio gli attributi salutari sono stati elaborati entro l'elaborazione dello stimolo stessa e non a parte.

#### **2.4 Il *Restrained Eating***

Il *restrained eating* è un comportamento alimentare caratterizzato da frequenti sforzi cognitivi atti a limitare il consumo di cibo e viene in genere attuato come strategia finalizzata al controllo del peso e della forma fisica (Coletta et al., 2009). Spesso gli individui che restringono la propria alimentazione sono spinti da altri obiettivi, come migliorare il proprio aspetto fisico o la propria salute; tuttavia, l'obiettivo di controllo del peso rimane centrale per il restrained eater (Stroebe et al., 2013). La *restraint theory* è stata sviluppata da Herman e Polivy nel 1980 con l'obiettivo di fornire una spiegazione al processo che conduce a un comportamento alimentare incontrollato caratterizzato da periodi di restrizione alimentare più o meno lunghi intervallati da abbuffate. Il primo e

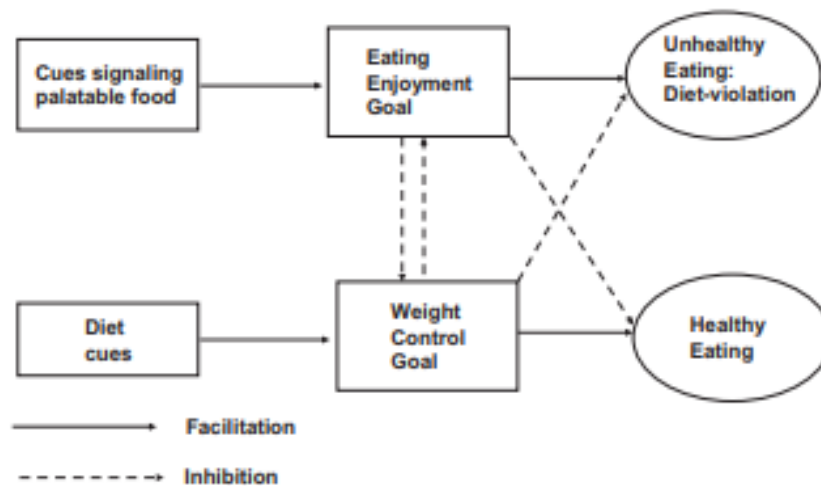
più famoso studio ad aver indagato le differenze nel comportamento alimentare di *restrained* e non *restrained eaters* ha messo a confronto le quantità di gelato consumate dai due gruppi a seguito del consumo di uno o due *milkshake* o senza alcun consumo di *milkshake* prima dello studio (Herman & Mack, 1975). È stato osservato che il consumo di *milkshake* nei non *restrained eaters* determinava una riduzione nel consumo di gelato e nel gruppo di *restrained* un incremento nell'assunzione di gelato. L'incremento controintuitivo del consumo di gelato nei *restrained eaters* a seguito dell'ingestione di altro cibo viene chiamata alimentazione contro-regolatoria (*counterregulatory eating*) dal momento che non solo non viene ridotta l'ingestione di ulteriore cibo ma viene addirittura aumentata. Herman e Polivy (1984) sostengono che la teoria dell'alimentazione contro-regolatoria si basa su due assunti (Coletta et al., 2009). Il primo risiede nell'interesse da parte dei *restrained eaters* nei confronti del peso corporeo, che li indurrebbe a definire cognitivamente dei limiti al consumo di cibo; il secondo si ricollega alla preoccupazione nei confronti del peso corporeo, che indurrebbe i *restrained eaters* a ignorare i segnali fisiologici di fame, minando la loro capacità di generare e riconoscere tali segnali. Stando agli autori l'approccio caratteristico dei *restrained eaters* "tutto o niente" nei confronti della dieta li renderebbe vulnerabili alle abbuffate nel momento in cui vengono violati alcuni *standard* alimentari. Le frequenti abbuffate alzerebbero la soglia di sazietà cosicché il consumo di cibo durante i momenti di disinibizione si prolunga oltre il punto in cui verrebbe normalmente inibito. Tale regolazione al contrario che si osserva nei *restrained eaters* può altresì essere spiegata in termini di cambiamento motivazionale: gli obiettivi alimentari del giorno vengono abbandonati se viene violato qualche aspetto della dieta, indulgendo in cibi appetibili solitamente proibiti, con l'obiettivo di recuperare il giorno attraverso uno sforzo superiore (Herman & Polivy, 1984; Sin & Vartanian, 2012).

Herman e Polivy (1984) hanno teorizzato il *boundary model of eating*, secondo cui il nostro organismo è biologicamente programmato per mantenere controllato il consumo di cibo tra un limite che è la fame e uno che è la sazietà. Secondo tale modello i restrained eaters, a differenza di individui non restrained, impongono all'assunzione di cibo dei limiti di natura cognitiva, e quindi finalizzati al controllo del peso, piuttosto che lasciare che il consumo di cibi sia regolato dagli stimoli interni all'organismo. Da ciò deriverebbe un incremento del rischio per i restrained eaters di mostrare comportamenti alimentari non regolati e una minore sensibilità per i segnali fisici di fame e sazietà. Pertanto, se viene meno la capacità o la motivazione a controllare il consumo di cibo, i restrained eaters non posseggono altri limiti (oltre a quello da loro imposto che non riescono a soddisfare ulteriormente) capaci di guidarli nell'attuazione di un comportamento alimentare regolato (Stroebe et al., 2013). In questo senso, i restrained eaters mostrano un'aumentata responsività nei confronti della disponibilità di stimoli esterni, quali ad esempio il cibo.

Nel 1980 Herman e Polivy hanno anche realizzato la *Restraint Scale*, uno strumento che consente di misurare il comportamento alimentare restrittivo e che associa ad alti punteggi maggiori restrizioni alimentari. La scala restraint si costituisce di due sottoscale che correlano moderatamente: una sottoscala misura la preoccupazione nei confronti della dieta e l'altra misura le fluttuazioni nel peso corporeo (Stroebe et al., 2013).

Gli individui con alti punteggi alla scala restraint e alte tendenze disinibitorie sono stati classificati come restrained eaters inefficaci, mentre gli individui con tendenze disinibitorie più basse e con punteggi più alti nelle misure di restrizione cognitiva sono stati classificati restrained eaters efficaci (Kuijer et al., 2008; Whitelock et al., 2018). Il comportamento alimentare di questi ultimi si caratterizza per un'efficace traduzione delle

loro intenzioni di evitare determinate tipologie di stimoli alimentari in comportamenti restrittivi coerenti, mentre i restrained eaters inefficaci spesso falliscono in questo intento (Papies et al., 2008; Zhang et al., 2019). Per quanto concerne l'efficacia del comportamento alimentare restrittivo, il modello del conflitto degli obiettivi nel comportamento alimentare (*goal conflict model of eating behaviour*, Figura 2.5) (Stroebe et al., 2008; Stroebe et al., 2013) considera l'esperienza dei restrained eaters come un dilemma legato all'autocontrollo nel momento in cui ci si interfaccia con due distinti obiettivi: il controllo del peso corporeo e il piacere derivante dal successivo consumo di cibi gustosi (Stroebe et al., 2008; Stroebe et al., 2013). Il modello spiega il fallimento nella restrizione alimentare da parte degli restrained eaters inefficaci come conseguenza dell'interfacciarsi con cibi appetitosi, che renderebbe più saliente il piacere derivante dal consumo di quel cibo, indebolendo l'obiettivo di controllo del peso. Allo stesso modo, il modello prevede che nei restrained eaters efficaci l'interfacciarsi con un cibo gustoso mantenga attivo l'obiettivo di controllo del peso (Stroebe et al., 2008; Stroebe et al., 2013). È stato osservato che tale conflitto motivazionale viene rilevato e risolto prima dagli individui con alti livelli di autocontrollo (Gillebaart et al., 2016) e, ancora, è stato osservato che l'auto-regolazione del comportamento alimentare si associa alle funzioni esecutive, tra cui l'autocontrollo (Dohle et al., 2018); suggerendo come l'autocontrollo rappresenti un elemento chiave per il successo della restrizione alimentare, la cui efficacia dipende dal conflitto stesso (Zhang et al., 2019).



**Figura 2.6.** Illustrazione schematica del Goal conflict model of eating behavior. Gli stimoli che rimandano alla dieta attivano l'obiettivo del mantenimento del peso inibendo il piacere scaturito dal cibo, mentre gli stimoli relativi a cibi appetitosi attivano il piacere derivato dal loro consumo, inibendo l'obiettivo di controllo del peso (Stroebe et al., 2013).

Lo studio condotto da Blechert e collaboratori (2010) aveva l'obiettivo di indagare come contesti motivazionali diversi (ottenuti attraverso la manipolazione della disponibilità del cibo) influenzano l'elaborazione elettrocorticale degli stimoli di cibo nei restrained eaters. Come indice del significato motivazionale degli stimoli di cibo è stato misurato l'LPP. È stato evidenziato in letteratura (Stockburger et al., 2008) che la deprivazione di cibo influenza i potenziali evento-relati in risposta agli stimoli di cibo, e per questo ai partecipanti era stato chiesto di non consumare alcun cibo nelle tre ore precedenti l'esperimento. Per indurre i partecipanti a riportare onestamente il cibo consumato in precedenza veniva loro annunciata la somministrazione di un test salivare sensibile al cibo consumato di recente. Gli stimoli previsti dallo studio appartenevano a quattro categorie distinte: stimoli non relati al cibo, selezionati dal database IAPS, di immagini piacevoli, spiacevoli e neutre, e stimoli di cibo ad alto contenuto calorico. Il compito era di visione passiva nel primo blocco e in seguito ai partecipanti veniva detto

che avrebbero rivisto le stesse immagini di cibo, organizzate però all'interno di due menù, e che successivamente sarebbe stato loro richiesto di consumare alcuni dei cibi presenti nei menù. Prima dell'inizio del secondo blocco del compito, lo sperimentatore riferiva al partecipante che solo i cibi presenti nel menù 2 erano disponibili, mentre quelli presenti nel menù 1 non sarebbero stati disponibili per l'assaggio. Le istruzioni per il compito riportavano quanto segue: "verranno presentati una serie di stimoli di cibo, alcuni di questi sono stati preparati così da poter essere in seguito assaggiati. Finché guardi le immagini, prova a immaginare di consumare quel cibo." Le medesime istruzioni venivano date per il menù 2. Per quanto concerne il primo blocco, è stato osservato in entrambi i gruppi un incremento nell'ampiezza dell'LPP per le immagini emozionali piacevoli e spiacevoli rispetto alle immagini neutre e agli stimoli di cibo. Nel secondo blocco è emersa nei restrained eaters rispetto ai non restrained una minore positività dell'LPP nella condizione di disponibilità di cibo, mentre non sono emerse modulazioni nell'attività elettro-corticale in funzione della disponibilità o meno del cibo nei restrained eaters. Gli autori hanno concluso che in un compito di visione passiva è possibile che le immagini di cibo non risultino particolarmente salienti, spiegando in tal modo l'assenza di differenze significative nell'attività elettrocorticale in risposta a stimoli di cibo e immagini neutre da parte dei restrained eaters, suggerendo che in mancanza di un esplicito contesto motivazionale i restrained eaters potrebbero non mostrare alcun *bias* attentivo nei confronti del cibo (ad alto contenuto calorico). Inoltre, gli autori interpretano il dato relativo al secondo blocco sperimentale come possibile risultato di un'efficace *down-regulation* (rivalutazione cognitiva verso il basso) operata sul cibo disponibile da parte dei restrained eaters, che mettendo in atto un controllo cognitivo sulle loro tendenze motivazionali, hanno la reattività allo stimolo *target*, ovvero il cibo ad alto contenuto

calorico. Gli autori hanno concluso che è possibile che i restrained eaters riducano efficacemente il valore appetitivo del cibo disponibile in maniera automatica.

Lo studio condotto da Zhang e collaboratori (2019) mette a confronto i livelli di conflitto esperito da restrained eaters efficaci e inefficaci in un compito di decisione alimentare, indagando se il fallimento nella risoluzione del conflitto si associasse alla mancata detezione del conflitto. Il paradigma prevedeva la misurazione dei movimenti oculari tramite *eye-tracker* durante l'esecuzione di un compito di scelta alimentare. Nel compito venivano presentati simultaneamente nella parte destra e sinistra dello schermo uno stimolo di cibo ad alto contenuto calorico e uno a basso contenuto calorico. Erano previste prove sia congruenti sia incongruenti: in metà dei *trial*, nelle prove congruenti, gli stimoli di cibo avevano precedentemente ottenuto la stessa valutazione circa la loro gustosità, mentre nelle prove incongruenti gli stimoli di cibo ad alto contenuto calorico erano stati valutati come più gustosi rispetto allo stimolo di cibo poco calorico presentato simultaneamente. Il successo nella restrizione alimentare è associato all'autocontrollo individuale (Dohle et al., 2018) e la percezione di conflitto esperito appare una componente fondamentale nel processo di autocontrollo (Myrseth & Fishbach, 2009) oltre che potenzialmente associato all'efficacia della restrizione alimentare (Zhang et al., 2019). Obiettivo dello studio era di determinare in quali condizioni il mancato conflitto esperito si associasse, in quanto precursore dell'autocontrollo, a un fallimento nella restrizione alimentare. Dallo studio è emerso che i restrained eaters inefficaci esperivano complessivamente meno conflitto rispetto a quanto esperivano i restrained eaters efficaci e, in particolare, laddove veniva richiesto autocontrollo (ovvero nelle condizioni congruenti). L'interpretazione fornita ai risultati è basata sul modello del conflitto degli obiettivi, è che l'esposizione al cibo molto calorico attiva nei restrained eaters inefficaci il

piacere che darebbe il consumo di quel cibo mentre nei restrained eaters efficaci oltre ad attivare tale obiettivo, manterrebbe attivo anche l'obiettivo di mantenimento del peso, motivo per il quale esperirebbero livelli maggiori di conflitto. Gli autori hanno concluso che i risultati si mostrano a supporto dell'ipotesi per cui l'assenza di conflitto esperito laddove l'autocontrollo risulta necessario, potrebbe fornire una spiegazione sul perché i restrained eaters spesso falliscono nei loro piani alimentari.

#### **2.4.1 Bias attentivo nei restrained eaters**

Nel 2004 Nederkoorn e collaboratori hanno evidenziato che i restrained eaters rispetto ai non restrained si caratterizzano per un minore controllo inibitorio e per una maggiore impulsività, oltre che per una maggiore sensibilità nei confronti del cibo o di stimoli relati al cibo presenti nell'ambiente (Stroebe, 2008). Meule e collaboratori (2011) si sono interrogati se la disinibizione comportamentale osservata nei restrained eaters fosse specifica per il cibo, strutturando il paradigma sperimentale attraverso il compito XY, una versione modificata del *Go/No-Go task*, dove è richiesto di premere il pulsante di risposta ogniqualvolta lo stimolo target (X o Y) differisce da quello precedente. Ogni stimolo target era circondato da altri stimoli che potevano essere o immagini di cibi molto calorico o immagini di oggetti neutri e sia prima che durante l'esperimento veniva richiesto ai partecipanti di riportare il loro livello di fame attraverso una scala Likert a 7 punti. Una volta arrivati in laboratorio i partecipanti trovavano sul tavolo merendine diverse e veniva loro chiesto di assaggiare un piccolo pezzo di ognuna e di valutare quanto piacesse loro attraverso una scala Likert a 7 punti. Una volta concluso il compito XY, veniva riferito ai partecipanti che potevano mangiare qualsiasi cosa desiderassero tra le merendine rimaste. Dai risultati sono emersi tempi di reazione più lunghi nei i restrained eaters rispetto ai non restrained nella condizione in cui venivano presentate immagini di



cibo, ma non laddove venivano presentati oggetti neutri. Inoltre, i restrained eaters hanno commesso meno errori rispetto ai non restrained a prescindere dalla tipologia di immagine presentata, e hanno consumato una maggiore quantità di cibo rispetto ai non restrained in entrambe le condizioni. I risultati emersi circa i tempi di reazione sono stati interpretati dagli autori come a sostegno di un bias attentivo presente nei restrained eaters nei confronti del cibo. Tale bias attentivo, a supporto di quanto dimostrato da Hollitt e colleghi (2010), si caratterizzerebbe per un'augmentata vigilanza nei confronti di questi stimoli senza però determinarne un rallentamento nel disancoraggio attentivo, di cui sarebbe indice il minore numero di errori commessi.

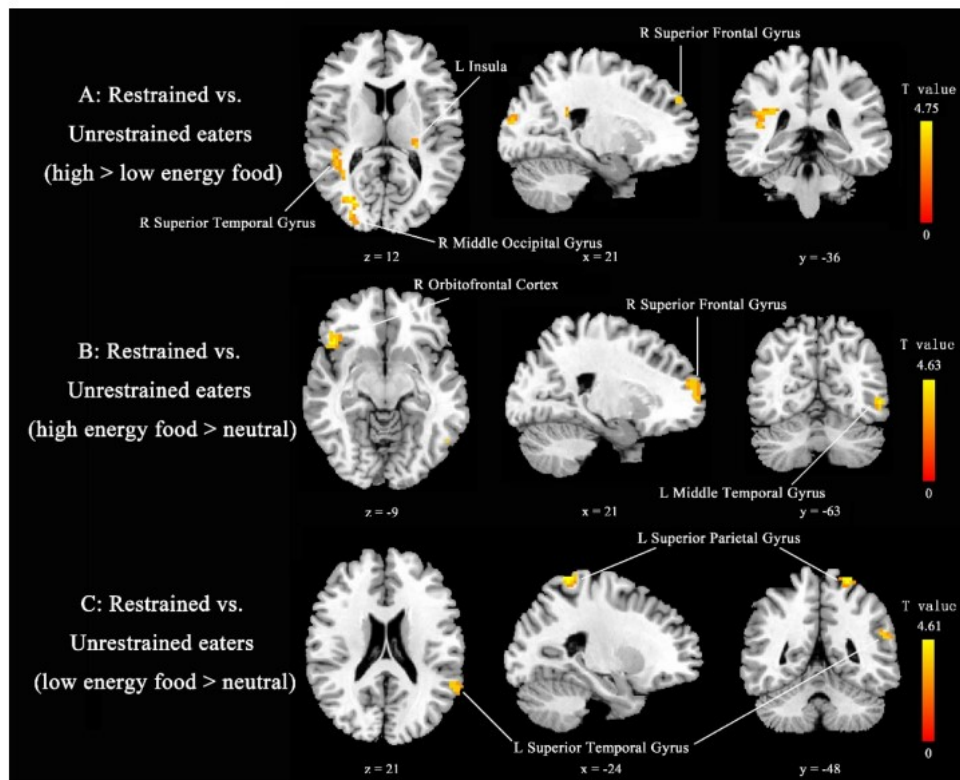
Werthmann e collaboratori (2016) hanno indagato in che modo il bias attentivo presente nei restrained eaters risente nell'elaborazione del cibo di uno stato affettivo temporaneo, come nel caso di questo studio l'induzione di un *mindset* salutare piuttosto che appetitoso. Il compito era un *visual probe* condotto attraverso *eye-tracker* e prevedeva stimoli di cibo ad alto contenuto calorico e stimoli non relati al cibo. La manipolazione del *mindset*, ovvero la mentalità con cui i partecipanti si avvicinavano al cibo, è avvenuta attraverso la presentazione ai partecipanti di un menù dal quale dovevano scegliere le loro pietanze preferite. Il *mindset* appetitoso veniva indotto suggerendo ai partecipanti di pensare che il loro migliore amico si sposava e che si era stati incaricati di scegliere un delizioso menù per il matrimonio, mentre il *mindset* salutare veniva indotto presentando ai partecipanti una situazione in cui il migliore amico decideva di perdere peso (3-4 kg) e richiedeva il loro aiuto per definire una *routine* alimentare sana capace di fargli raggiungere i suoi obiettivi. Il compito *visual probe* consiste nella presentazione simultanea di due stimoli ai due lati opposti del *monitor* del *computer*, e nella conseguente presentazione di un "probe", ovvero di un indizio che cattura visivamente l'attenzione,

che compare al fianco di uno dei due stimoli. Veniva quindi richiesto di premere il bottone corrispondente alla locazione (sinistra o destra) del probe in ogni singolo trial. Come controllo della manipolazione e per valutare la stabilità del suo effetto nel corso del compito, gli autori hanno fatto ricorso a una misura *self-report* e in particolare alla scala visiva analogica (visual analogue scale, VAS) in due momenti differenti del compito: una dopo aver ricevuto le istruzioni per il compito, e una solo dopo aver completato entrambe le fasi che costituivano il compito sperimentale. La scala visuo-analogica si costituisce graficamente di 100 mm dove lo 0 indica “per nulla” e il 100 indica “davvero molto”. Attraverso questa scala ai partecipanti veniva chiesto di riferire quanto ritenessero importante la “salubrità” e quanto la “gustosità”. Le valutazioni sulla “gustosità” non hanno evidenziato differenze significative tra i due gruppi, mentre per quanto riguarda i giudizi sulla salubrità la manipolazione sperimentale è risultata avere effetto, osservando che i partecipanti nel mindset salutare ritengono la salute più importante rispetto a quanto risulta dai giudizi ottenuti dal gruppo con il mindset “appetitoso”. Dallo studio è emerso che indurre un mindset salutista si associava a una riduzione del bias attentivo nei confronti del cibo molto calorico (di cui sono indice i tempi di reazione più lunghi) nei partecipanti molto restrittivi, mentre l’induzione dello stesso mindset non sortiva alcun effetto nei partecipanti poco restrittivi. Gli autori hanno concluso che per indagare il bias attentivo nei confronti del cibo sia fondamentale considerare simultaneamente aspetti di tratto, ovvero stabili nel tempo, e aspetti di stato, ovvero più mutevoli e legati alle circostanze presenti. I partecipanti non restrained eaters si sono dimostrati meno influenzati dalle fluttuazioni momentanee e l’interpretazione che gli autori forniscono è che proprio gli individui che mostrano maggiori conflitti nel relazionarsi col cibo siano anche quelli più suscettibili alle fluttuazioni di stato. Questo conflitto potrebbe riflettersi

proprio nel bias attentivo nei confronti di cibo molto calorico, spiegando da un lato il bias attentivo derivante da una focalizzazione sugli aspetti gustosi e appetibili del cibo, dall'altro l'evitamento attentivo nei confronti del cibo che si presenta quando ci si focalizza sugli aspetti salutari e calorici del cibo. Le misure ottenute tramite eye-tracker non sono risultate significative e questo viene ricondotto dagli autori alla manipolazione, che ha effetto più tardivamente rispetto a quanto viene misurato da tale strumento.

Wang e collaboratori (2016) hanno approfondito in che modo il bias attentivo caratterizzante il restrained eating modula l'attivazione cerebrale che si osserva nell'elaborazione degli stimoli target, in questo caso i cibi ad alto contenuto calorico. Lo studio è stato condotto tramite fMRI e prevedeva un *oddball task*, che si costituisce di due categorie di stimoli e di due tasti di risposta, uno per gli stimoli frequenti (o "standard", presentati in più della metà dei trial) e uno per gli stimoli infrequenti (o "rari"). In tutti e tre i blocchi sperimentali gli stimoli frequenti erano rappresentati da una tazza, mentre quelli infrequenti differivano in ogni blocco: in un blocco erano immagini di cibo molto calorico, in un altro immagini di cibo poco calorico, e nel terzo immagini di oggetti neutri non relativi al cibo (come un fiore o una lampadina). L'ordine di presentazione dei blocchi era controbilanciato tra i partecipanti e i tasti di risposta erano invertiti per metà dei partecipanti. Dai risultati comportamentali si sono osservati tempi di risposta complessivamente più brevi per gli stimoli di cibo ad alto contenuto calorico rispetto a quanto osservato per gli stimoli neutri o a basso contenuto calorico. Inoltre, questi tempi di risposta per il cibo ad alto contenuto calorico apparivano significativamente più bassi nei restrained eaters rispetto a quanto osservato nei controlli; differenza che non si osserva per gli stimoli di cibo a basso contenuto calorico e per gli stimoli neutri. È stata evidenziata una correlazione negativa tra i punteggi ottenuti alla

scala restraint e i tempi di risposta nella condizione con gli stimoli di cibo ad alto contenuto calorico, e i risultati ottenuti tramite fMRI hanno evidenziato un incremento nell'attivazione di regioni implicate nell'allocatione di risorse attentive e nella codifica del valore di rinforzo del cibo. In Figura 2.6 è possibile osservare l'attivazione delle diverse regioni cerebrali nelle diverse condizioni sperimentali.



**Figura 2.6.** Mappa a contrasto in T2 ottenuta tramite fMRI che compara l'attivazione di restrained e non restrained eaters attraverso un'analisi sottrattiva fra cibo ad alto e basso contenuto calorico (A), fra cibo ad alto contenuto calorico e stimoli neutri (B), e fra cibo a basso contenuto calorico e stimoli neutri (C).

L'attivazione della corteccia orbitofrontale, osservata nei restrained eaters per i cibi ad alto contenuto calorico in confronto agli stimoli neutri, è stata messa in relazione all'attivazione dell'insula e alla gustosità nei restrained eaters (Coletta et al., 2009), suggerendo una maggiore attivazione del circuito della ricompensa nei restrained rispetto

ai non restrained eaters, L'attivazione del giro parietale superiore e del giro temporale superiore, osservata nei restrained eaters per i cibi poco calorici in confronto agli stimoli neutri viene modulata dall'attenzione (Coletta et al., 2009), mentre la minore attivazione della corteccia cingolata anteriore e del precuneo, qui osservata nei restrained eaters per gli stimoli di cibo molto calorici rispetto agli stimoli neutri, si associa a un controllo cognitivo minore. Inoltre, lo studio ha evidenziato una maggiore attivazione delle aree visive in risposta agli stimoli di cibo a basso contenuto calorico, interpretata dagli autori come possibile indice di una maggiore allocazione di risorse attentive verso questo tipo di target. Complessivamente, questi dati supportano la maggiore suscettibilità dei restrained eaters nei confronti dei cibi molto calorici e potrebbero rappresentare dei cofattori nel fallimento degli obiettivi alimentari che si impongono i restrained eaters (Wang et al., 2016).

#### **2.4.2 Implicazioni cliniche del restrained eating**

Il bias attentivo nei confronti del cibo documentato nei restrained eaters è stato osservato anche in associazione a disturbi del comportamento alimentare (Svaldi et al., 2010). Evidenze provenienti da numerosi studi comportamentali condotti attraverso il compito *Stroop* (Channon et al., 1988; Cooper et al., 1992; Faiburn et al., 1991; Green e Rogers, 1993; Long et al., 1994), il *visual dot probe* (Leland & Pineda, 2006; Kemps & Tiggemann, 2009; Nijs et al., 2010), o il paradigma di ricerca visiva (Smeets et al., 2008), si sono mostrate coerenti nell'osservare un bias attentivo nei confronti di stimoli relativi al cibo, in individui con disturbi del comportamento alimentare differenti.

Svaldi e collaboratori (2012) hanno preso in considerazione popolazioni cliniche con psicopatologie differenti (quali il disturbo da alimentazione incontrollata, l'anoressia

nervosa, la bulimia nervosa, il disturbo di personalità borderline e il disturbo depressivo maggiore) per indagare se le difficoltà riscontrate nella regolazione emozionale sono caratteristiche dei disturbi del comportamento alimentare o se sono comuni a psicopatologie differenti. Dallo studio è emerso un minore ricorso, in tali popolazioni cliniche rispetto ai controlli sani, a strategie di regolazione emozionale funzionali, osservando contemporaneamente un aumento nel ricorso a strategie di regolazione emozionale disfunzionali e un maggiore livello di intensità emozionale, una minore accettazione delle emozioni esperite e una minore consapevolezza e chiarezza del proprio vissuto emozionale. Un'ipotesi è che le persone con disturbi del comportamento alimentare mostrino una disfunzionalità nella regolazione emozionale e carenti abilità di coping adattivo per gli stati affettivi negativi (Svaldi et al., 2012), osservando bassi livelli di consapevolezza emozionale nell'anoressia nervosa e nella bulimia nervosa (Bydlowski et al., 2005; Carano et al., 2006) e nel disturbo da alimentazione incontrollata (Svaldi et al., 2012). Infatti, la regolazione emozionale si costituisce di processi che non riguardano solo la modulazione dell'arousal emozionale, ma anche la consapevolezza, la comprensione ed accettazione delle emozioni, oltre che la capacità di direzionare il proprio comportamento laddove desiderato, a prescindere dallo stato emozionale attuale (Gratz & Roemer, 2004). Dallo studio è emerso che sia i gruppi con disturbi diversi del comportamento alimentare sia i gruppi con altre psicopatologie come il disturbo borderline di personalità o il disturbo depressivo maggiore, hanno ottenuto punteggi molto simili sulle variabili misurate per la regolazione emozionale, mostrando maggiori difficoltà di regolazione emozionale rispetto al gruppo di controllo, ma senza mostrare differenze significative tra i diversi gruppi sperimentali. Una prima interpretazione fornita dagli autori per l'assenza di differenze tra i gruppi sperimentali risiede in un possibile

effetto soffitto, ma data l'inconsistenza di tale interpretazione una volta considerati i punteggi medi presenti in letteratura, gli autori hanno concluso che i risultati suggeriscono che la regolazione emozionale costituisca un fattore di rischio e di mantenimento trans-diagnostico piuttosto che rappresentare una caratteristica specifica di alcuni disturbi. Mentre una regolazione emozionale disfunzionale appare comune a psicopatologie differenti, la strategia adottata più frequentemente per la gestione degli stati emozionali negativi appare specifica per ogni disturbo (Svaldi et al., 2012).

## **2.5 Restrained eating e regolazione emozionale**

La ricerca dopo aver osservato e studiato il bias attentivo nei confronti del cibo molto calorico nei restrained eaters, si è concentrata sullo studio delle strategie di regolazione cognitiva da loro adoperate nell'elaborazione degli stimoli di cibo.

Secondo il modello delle capacità limitate (*limited capacity model*) (Boon et al., 2002; Wegner et al., 1993) i compiti che richiedono sforzo cognitivo implicano il ricorso all'autocontrollo e tale autocontrollo dipende da risorse limitate la cui disponibilità, in funzione delle richieste del compito, può necessitare di più o meno sforzo (Svaldi et al., 2012). Applicando il modello al contesto del restrained eating, le abbuffate si presenterebbero solo nel momento in cui vengono esaurite le risorse volte all'auto-regolazione, a causa dell'autocontrollo richiesto. Tuttavia, non è chiaro se a determinare le abbuffate sia il compito poiché richiede un quantitativo eccessivo di risorse, o la particolare strategia di regolazione emozionale adoperata, come può essere la soppressione emozionale. Svaldi e collaboratori (2012) hanno indagato in che modo, nei restrained eaters, strategie di regolazione emozionali differenti influenzano il craving

esperito in seguito all'induzione di uno stato emozionale negativo. Evidenze empiriche dimostrano che differenti strategie di regolazione emozionale richiedono un dispendio di risorse differenti anche a livello fisiologico; in particolare la soppressione emozionale, si associa a costi fisiologici maggiori (come un incremento di conduttanza cutanea) rispetto all'accettazione (Campbell-Sills et al., 2006; Dunn et al., 2009; Hofmann et al., 2009) o alla rivalutazione (Gross, 1998, 2008). Gli autori hanno ipotizzato di osservare reazioni fisiologiche più intense nel caso della soppressione rispetto ad accettazione e rivalutazione, e che la soppressione se paragonata alle altre due strategie di regolazione emozionale, avrebbe portato a una maggiore diminuzione dell'attività fisiologica. L'esperimento prevedeva che i partecipanti visionassero un filmato che induceva tristezza, prevedendo una prima fase di training in cui i due filmati adoperati differivano da quello proposto in fase di test. I partecipanti, selezionati tra coloro che avevano ottenuto i punteggi più alti e quelli più bassi alla Restraint Scale, venivano casualmente assegnati a una fra le tre condizioni sperimentali, ovvero: rivalutazione, accettazione e soppressione. Nella condizione di rivalutazione i partecipanti venivano istruiti a prendere distanza dalle emozioni generate dal filmato e una volta individuata la strategia più adatta a sé veniva richiesto di mettere per iscritto la frase a cui avrebbero fatto ricorso per adoperare tale strategia di regolazione emozionale. Nella condizione di accettazione ai partecipanti veniva richiesto di accogliere con consapevolezza le emozioni scaturite dal filmato, e allo stesso modo veniva richiesto di mettere per iscritto la frase a cui sarebbero ricorsi per attuare tale strategia. Nella condizione di soppressione veniva richiesto di non mostrare alcuna emozione di quelle indotte dal filmato e in seguito di scrivere la frase che consentiva loro di adoperare la strategia. Iniziata la fase test, prima e in seguito alla somministrazione del filmato, i partecipanti valutavano la propria tristezza attraverso una



scala visuo-analogica a 100 punti, dove lo zero corrispondeva a “per nulla” e il 100 corrispondeva a “davvero molto”. Alla fine dell’esperimento, sempre attraverso una scala visuo-analogica, ai partecipanti veniva richiesto di indicare il grado con cui avevano adottato le rispettive strategie di regolazione emozionale. Infine, veniva misurato il livello del desiderio di mangiare (*level of desire to eat*). Contrariamente a quanto ipotizzato, dai risultati è emerso che i restrained eaters con punteggi più alti alla scala restraint hanno mostrato un incremento nel livello del desiderio di mangiare non solo nella condizione di soppressione ma anche in quella di accettazione, a differenza di quanto osservato nei restrained eaters con basso punteggio alla scala restraint. L’interpretazione fornita dagli autori entro il modello delle risorse limitate sostiene che sia soppressione che accettazione richiedano un considerevole impiego di risorse cognitive volte all’autocontrollo, che indurrebbe nei restrained eaters una maggiore suscettibilità al desiderio di mangiare.

Svaldi e collaboratori (2015) hanno indagato gli effetti di strategie di regolazione emozionale differenti sull’elaborazione del cibo nei restrained eaters con alti punteggi alla scala restraint, attraverso i potenziali evento-relati, con focus su P300 e LPP. Il materiale si costituiva di stimoli di cibo ad alto contenuto calorico e di stimoli neutri, in particolare oggetti d’ufficio. Il compito prevedeva una condizione di visione passiva dove venivano presentate entrambe le categorie di stimoli, e una condizione di regolazione cognitiva di stimoli di cibo ad alto contenuto calorico dove i partecipanti venivano istruiti ad attuare o la rivalutazione cognitiva (dando un nuovo significato allo stimolo così da poterne prendere le distanze) o la soppressione del craving. Gli autori hanno ipotizzato di osservare nelle condizioni di rivalutazione e soppressione una riduzione nell’ampiezza di LPP e P300 rispetto alla condizione di visione passiva e di osservare a livello soggettivo un minore craving esperito nelle due condizioni di regolazione cognitiva rispetto alla

condizione di visione passiva. Inoltre, gli autori hanno anche ipotizzato di riscontrare nella condizione di rivalutazione cognitiva maggiore efficacia rispetto a quanto osservabile nella condizione di soppressione emozionale, poiché quest'ultima richiede maggiori sforzi di auto-regolazione (Siep et al., 2012). Dai risultati è emersa una maggiore ampiezza della P300 in risposta agli stimoli di cibo nella condizione di visione passiva rispetto a quanto emerso nella stessa condizione per gli stimoli neutri, mentre nessuna differenza è stata riscontrata nelle due condizioni di regolazione cognitiva, dove la P300 era di ampiezza paragonabile a quanto osservato nella condizione di visione passiva di oggetti. L'ampiezza dell'LPP è emersa essere maggiore nella condizione di visione passiva di stimoli di cibo rispetto alla condizione di visione passiva di oggetti, la quale non differiva da quanto osservato per l'LPP nella condizione di rivalutazione. Nella condizione di soppressione è stata osservata una maggiore ampiezza dell'LPP rispetto alla condizione di visione passiva di oggetti. Le valutazioni soggettive di craving erano maggiori nella condizione di visione passiva di stimoli di cibo rispetto alla condizione di rivalutazione, e lo erano anche nella condizione di soppressione rispetto alla condizione di rivalutazione. Questo risultato è stato interpretato dagli autori come coerente con la letteratura che ha evidenziato che le strategie di rivalutazione cognitiva si associano a una diminuzione dell'attività corticale nelle aree associate alla ricompensa (Hollmann et al., 2012; Siep et al., 2012). Complessivamente, dallo studio è emerso che la visione passiva di stimoli di cibo si associava, nei restrained eaters, a una maggiore ampiezza di P300 e LPP rispetto a quando si è impegnati nella rivalutazione o nella soppressione del craving.

Lo studio condotto da Zhou e colleghi (2018) si è occupato di indagare attraverso un compito *Go/No-go*, il controllo inibitorio manifestato dai restrained eaters nei confronti sia di stimoli relativi al cibo sia di stimoli non relativi al cibo. Il compito *Go/No-go*

prevede la presentazione di una serie di stimoli frequenti (che compaiono nel 70% delle prove) a cui bisogna rispondere il prima possibile premendo un tasto, e una serie di stimoli infrequenti (che compaiono nel 30% delle prove) per i quali non bisogna premere alcun tasto, inibendo così la risposta. A questo fine durante il compito sono state misurate alcune componenti dei potenziali evento-relati, quali la N2 e la P3, che è stato dimostrato essere associate all'inibizione della risposta nei compiti Go/No-go (Bruin & Wijers, 2002). N2 è un potenziale negativo generato tra i 180 e i 350ms e presenta due componenti funzionali: la N2a riflette la detezione e il monitoraggio del conflitto tra risposte errate e corrette (Folstein & Van Petten, 2008; Yeung et al., 2004), la N2b è relata alla detezione della novità o allo scostamento dal contesto visivo predominante (Kopp et al., 1996). La P3 è una componente positiva generata tra i 250 e i 600ms dopo la comparsa dello stimolo ed è associata all'inibizione della risposta (Johnstone et al., 2010). Questa componente sembra essere associata agli stadi tardivi del processo inibitorio (Zhang et al., 2007) e aumenta in ampiezza con il crescere della difficoltà e dello sforzo richiesto dal compito che si sta svolgendo (Kok, 2001). Gli autori ipotizzavano di osservare una differenza tra restrained e non restrained eaters nell'inibizione delle risposte relate al cibo, di cui sarebbero indice una diminuzione dell'ampiezza di N2 e un incremento dell'ampiezza di P3 nei restrained eaters. Lo studio prevedeva la somministrazione di due varianti del compito Go/No-go: una relata al cibo, dove gli stimoli frequenti erano immagini di fiori e quelli infrequenti (a cui non rispondere) i cibi ad alto contenuto calorico, e uno non relato al cibo dove gli stimoli frequenti erano immagini di cibo ad alto contenuto calorico e gli stimoli infrequenti (dove inibire la risposta) erano immagini di fiori. Prima della somministrazione delle due varianti del compito Go/No-go veniva chiesto ai partecipanti di valutare attraverso una scala visuo-analogica a cento punti la propria fame e attraverso

il medesimo strumento, anche il proprio desiderio di mangiare. In seguito allo svolgimento dei due compiti veniva chiesto di valutare nuovamente la propria fame e il desiderio di mangiare, e in seguito i partecipanti venivano esposti a cinque diversi cibi ad alto contenuto calorico; quindi, veniva loro richiesto di valutare fame e desiderio di mangiare una terza volta. Infine, svolgevano per una seconda volta i due compiti Go/No-go. Dai risultati comportamentali è emerso che i tempi di risposta dei restrained eaters nel compito relato al cibo erano inferiori in seguito all'esposizione al cibo rispetto a prima dell'esposizione, mentre non è stato osservato alcun effetto nel compito non relato al cibo. Non sono emerse differenze in entrambi i compiti tra restrained eaters e controlli nell'ampiezza della N2b, mentre nel compito relato al cibo è emerso che i restrained eaters rispetto ai controlli mostrano un'ampiezza ridotta della componente N2a. L'ampiezza di P3 nei restrained eaters rispetto ai controlli è risultata di ampiezza maggiore (nelle risposte no-go) nel compito relato al cibo in seguito all'esposizione di cibo rispetto al compito svolto prima dell'esposizione al cibo. La riduzione in ampiezza di N2a nei restrained eaters al compito relato al cibo è stata associata anche a un ridotto reclutamento di risorse neurali (Senderecka et al., 2012); gli autori suggeriscono che i restrained eaters potrebbero avere più difficoltà nel reclutare efficacemente le risorse neurali e attentive più precoci volte alla detezione del conflitto (sugli stimoli relati al cibo), o potrebbero essere meno abili rispetto ai non restrained eaters nel tenere sotto controllo il conflitto.

## CAPITOLO 3

### LA RICERCA SPERIMENTALE

#### 3.1 Introduzione

Nelle società occidentali l'accesso al cibo è immediato e consente di soddisfare qualsiasi desiderio, con il rischio di consumare più cibo di quanto richiesto dal proprio organismo e di eccedere soprattutto nei cibi molto calorici. La stessa società propone simultaneamente modelli di fisicità, femminile in particolare, che pur non rispecchiando la realtà inducono a focalizzare l'attenzione alla forma fisica non tanto per la salute quanto per rientrare negli ideali socioculturali di bellezza (Blechert et al., 2010). La restrizione nella dieta alimentare si caratterizza per frequenti sforzi cognitivi atti a resistere al forte desiderio di mangiare, con l'obiettivo di controllare il proprio peso corporeo (Svaldi et al., 2015). Tuttavia, capita che tale restrizione alimentare venga interrotta da episodi di abbuffata. Diversi studi hanno mostrato che i restrained eaters consumano maggiori quantità di cibo in seguito all'esposizione visiva o olfattiva al cibo (Fedoroff et al., 1997; Fedoroff et al., 2003, Jansen & Van den Hout, 1991), e da evidenze successive è emerso il bias attentivo presente nei restrained eaters nei confronti del cibo ad alto contenuto calorico (Hollitt et al., 2010; Meule et al., 2011; Werthmann et al., 2016), di cui è indice un maggiore orientamento attentivo.

Nello studio dell'attenzione motivata è stato fatto spesso ricorso ai potenziali evento-relati e in particolare l'LPP è risultato essere un valido indicatore dell'attenzione

relata al cibo (Stockburger et al., 2009; Svaldi et al., 2010). Nei partecipanti con un normale comportamento alimentare, le immagini di cibo elicitano LPP più ampi rispetto agli stimoli neutri (Nijs et al., 2008), soprattutto se in una condizione di fame rispetto a una di sazietà (Nijs et al., 2010; Stockburger et al., 2009). Inoltre, è stato osservato che sia le componenti precoci (Toepel et al., 2009) sia le componenti tardive (Meule et al., 2013) dei potenziali evento-relati elicitate dai cibi ad alto contenuto calorico sono maggiori di quelle elicitate dai cibi a basso contenuto calorico.

L'elaborazione di stimoli di cibo molto calorici durante un compito di visione passiva non differisce tra restrained e non restrained eaters, anche se sembra che i restrained eaters attuino in maniera automatica una rivalutazione cognitiva verso il basso nei confronti del cibo che potrebbero consumare, al fine di rispettare l'obiettivo di mantenimento del peso (Blechert et al., 2010), e che riescano a ridurre efficacemente il valore appetitivo del cibo attraverso rivalutazione cognitiva (Svaldi et al., 2015). Inoltre, donne con punteggi di restrizione alimentare più elevati all'*Eating Pathology Symptoms Inventory* (EPSI; Forbush et al., 2013) hanno mostrato maggiore piacevolezza e craving nei confronti del cibo molto calorico rispetto a quello poco calorico (Racine et al., 2018).

In base alla nostra conoscenza al momento dello studio, la letteratura non presentava studi che avessero indagato il processo di rivalutazione cognitiva nei restrained eaters nei confronti del cibo sia ad alto sia a basso contenuto calorico, rivalutandone il valore appetitivo sia verso l'alto (incrementandolo) sia verso il basso (diminuendolo).

Il presente studio mira a indagare in che modo i processi neurali e le risposte emozionali associate agli stimoli di cibo differiscano, durante un compito di regolazione

emozionale, tra individui restrained e non restrained di sesso femminile. In particolare, si è voluto approfondire in che modo i restrained eaters si relazionino al cibo molto e poco calorico. I due gruppi sono stati esposti a immagini di cibo ad alto e basso contenuto calorico e istruiti a guardare passivamente (Guarda) le immagini o a regolare (Aumenta e Diminuisci) il valore appetitivo del cibo mentre veniva registrata l'attività elettroencefalografica e venivano misurate le valutazioni soggettive circa l'esperienza soggettiva e il desiderio di mangiare.

È stato ipotizzato di osservare nella condizione Diminuisci rispetto alle altre due condizioni una riduzione nell'ampiezza dell'LPP, ad indicare il maggiore sforzo richiesto dal diminuire rispetto che dall'incrementare il valore appetitivo del cibo, in entrambi i gruppi sperimentali. Inoltre, ci si aspettava di osservare nella condizione Diminuisci maggiore efficacia nella diminuzione del valore appetitivo del cibo da parte dei restrained eaters rispetto ai non restrained, indicato da LPP di ampiezza inferiore, e valutazioni di craving e di arousal maggiori per i cibi a basso contenuto calorico nei restrained eaters rispetto ai non restrained, dove ci aspettava invece di osservare valutazioni più elevate circa arousal e craving nei confronti del cibo molto calorico. In aggiunta, si ipotizzava di osservare una minore ampiezza dell'LPP nei restrained eaters rispetto ai non restrained per i cibi ad alto contenuto calorico nella condizione sia Diminuisci sia Aumenta, dove ci si aspettava di osservare per entrambi i gruppi LPP di ampiezza superiore rispetto alla condizione Diminuisci.

## 3.2 Metodo

### 3.2.1 Partecipanti

Sono stati contattati studenti dell'Università degli Studi di Padova, reclutati attraverso social network e presso il polo universitario, ed è stato chiesto loro di completare la versione italiana del *Dutch Eating Behaviour Questionnaire* (DEBQ) somministrata online (Van Strien et al., 1986; validazione italiana a cura di Dakanalis et al., 2013). Il campione di restrained eaters è stato selezionato attraverso la sottoscala sulla restrizione alimentare, che prevede punteggi da 1 a 5 per ogni domanda, con punteggi più alti a indicare livelli superiori di restrizione alimentare. Sono stati assegnati al gruppo restrained partecipanti che hanno ottenuto un punteggio  $\geq 3,1$ , corrispondente a 1,64 punti Z, in base ai valori di riferimento della validazione italiana del questionario. Il campione era costituito interamente da partecipanti di sesso femminile poiché rispetto a quello maschile sviluppa più facilmente questo stile di comportamento alimentare ed esperisce più frequentemente il craving relato al cibo.

Il campione ottimale per questo studio sarebbe stato costituito da 50 partecipanti, purtroppo, a causa della pandemia da COVID-19, l'esperimento è stato interrotto e i dati raccolti provengono da 27 studentesse e neolaureate. I due gruppi differivano significativamente alla sottoscala sulla restrizione alimentare del Deutch Eating Behaviour Questionnaire ( $t(25) = 8,62; p < .001$ ). Dodici partecipanti sono state incluse nel gruppo di restrained eaters (età media = 23,25; SD = 3,08) e quindici nel gruppo non restrained (età media = 24,27; SD = 2.28). L'indice medio di massa corporea nel gruppo restraint è di 20,62 kg/m<sup>2</sup> (SD = 1,68) mentre nel gruppo di non restraint è pari a 21,01 kg/m<sup>2</sup> (SD = 1,73). I due gruppi non differivano per l'indice medio di massa corporea ( $t(25) = -0,58; p = 0,57$ ) o per l'età ( $t(25) = -0,99, p = 0,33$ ).



Tutte le partecipanti hanno firmato il consenso informato prima di prendere parte all'esperimento. Lo studio è stato condotto presso il Dipartimento di Psicologia Generale dell'Università degli Studi di Padova, nel laboratorio di psicofisiologia.

### **3.2.2 Materiale**

#### *Questionari*

È stato utilizzato il Dutch Behaviour Questionnaire (Van Strien et al., 1986; Dakanalis et al., 2013), un questionario *self-report* contenente 33 domande a cui rispondere tramite scala Likert a 5 punti (dove 1 indica “mai” e 5 “molto spesso”) suddivise in tre sottoscale: “*emotional eating*”, che include 13 domande (ad esempio “Senti il desiderio di mangiare quando sei irritato?”), “*external eating*”, che include 10 domande (ad esempio “Se il cibo ha un buon odore e un bell'aspetto, ne mangi di più rispetto al solito?”), e “*restrained eating*”, che include 10 domande (ad esempio “Provi a mangiare meno di quanto vorresti durante i pasti?”). I punteggi alla sottoscala *restrained eating* variano da 1 a 5 (come media delle 10 domande), la sottoscala *external eating* presenta anch'essa un punteggio da 1 a 5 (media delle 10 domande), e la sottoscala *emotional eating* ha un punteggio che va da 1 a 6,5 (come media delle 13 domande); per tutte e tre le sottoscale punteggi più elevati indicano maggiori livelli di restrizione alimentare.

#### *Stimoli*

Sono state impiegate un totale di 80 immagini, selezionate da internet in modo tale da disporre di immagini di cibo sia ad alto che a basso contenuto calorico, sia dolce che salato. Attraverso una stima condotta sulle calorie relative a 100g di ogni piatto, gli

stimoli sono stati suddivisi in due categorie: cibi molto calorici e cibi poco calorici. Il dolce e il salato erano inclusi in entrambe le categorie di stimoli.

Le immagini venivano presentate in due blocchi che comprendevano 40 immagini l'uno: uno era costituito da cibi sia dolci che salati ad alto contenuto calorico (ad esempio costine di maiale e torta, Figura 3.1 a), l'altro da cibi sia dolci che salati a basso contenuto calorico (ad esempio petto di pollo e frutta, Figura 3.1 b).



**Figura 3.7.** Esempi di cibo dolce (a destra) e salato (a sinistra), ad alto contenuto calorico (a) e a basso contenuto calorico (b).

### 3.2.3 Paradigma sperimentale e procedura

L'ordine di presentazione di ogni blocco di immagini è stato controbalanciato nelle diverse condizioni, quali: *Guarda*, *Aumenta* e *Diminuisce*. Nella condizione *Guarda* le partecipanti guardavano passivamente le immagini e venivano istruite ad accogliere ogni risposta emozionale esperita ed elicitata dagli stimoli. Nella condizione *Aumenta* le

partecipanti venivano istruite a rivalutare l'immagine di cibo presentata così che risultasse più appetitosa e a questo fine veniva loro suggerito di immaginare che il cibo fosse succulento e che avrebbero potuto in seguito consumarlo. Nella condizione Diminuisce le partecipanti erano istruite a rivalutare ogni immagine così da rendere il cibo meno invogliante ed appetitoso; con questo fine alle partecipanti veniva suggerito di immaginare che il cibo raffigurato non fosse reale ma un modello artificiale.

La condizione Guarda era sempre la prima a essere presentata, mentre la condizione Aumenta e la condizione Diminuisce seguivano in ordine controbilanciato.

In ogni blocco le immagini venivano presentate in ordine casuale. Ogni blocco era preceduto da una croce di fissazione (800-1500ms), da una parola chiave rappresentante la condizione (Guarda, Aumenta, Diminuisce; 4500ms) e dalle relative istruzioni (15s). Ogni immagine veniva presentata per 1800ms. In seguito alla presentazione di ogni blocco veniva chiesto ai partecipanti di valutare la loro esperienza emozionale durante la visione delle immagini, attraverso il Self-Assessment Manikin (Lang, 1980), sulle dimensioni della valenza (piacevole/spiacevole) e dell'arousal (attivazione/calma), a cui è stata aggiunta la dimensione dell'appetibilità o craving (Miccoli et al., 2014). Le tre dimensioni sono state valutate attraverso scale grafiche a 9 punti, dove 1 rappresentava il minimo livello di piacevolezza, attivazione e appetibilità esperiti, mentre 9 corrispondeva al massimo livello di piacevolezza, attivazione e appetibilità. Nelle condizioni Aumenta e Diminuisce è stato misurato anche lo sforzo richiesto durante la rivalutazione cognitiva, attraverso una scala Likert a 9 punti.

Le partecipanti raggiungevano il laboratorio la mattina, a digiuno dalla sera precedente, e veniva chiesto loro se avessero solo bevuto acqua come richiesto. Arrivate

in laboratorio alle partecipanti veniva fatto leggere e firmare il consenso informato. La ricerca è stata approvata dal Comitato Etico dei Dipartimenti di Psicologia dell'Università di Padova. Le partecipanti che seguivano una dieta vegetariana, che presentavano una diagnosi di disturbo mentale, o forti intolleranze o che assumevano farmaci sono state escluse dal campione sperimentale.

L'esperimento si è svolto in una stanza scarsamente illuminata dove le partecipanti sedevano a 1,2 metri dal monitor nel quale venivano presentate le immagini attraverso il software E-Prime. Prima dell'inizio dell'esperimento le partecipanti effettuavano delle prove per ogni condizione e a fine esperimento veniva loro offerta la colazione.

### **3.2.4 Registrazione elettrofisiologica e analisi dei dati**

Per la registrazione dell'attività elettroencefalografica è stato utilizzato un amplificatore *wireless* a 32 canali (LiveAmp 32 System; Brain Products, Gliching). Gli elettrodi adoperati erano Ag/AgCl e sono stati applicati secondo il sistema 10-20 (Klem, Lüders, Jasper, & Elger, 1999) impiegando una cuffia elastica *Easy Cap* (Falk Minow Services, Munich) per la registrazione su 28 siti (FP1, FPz, FP2, F3, Fz, F4, F7, F8, FC1, FC2, FC5, FC6, C3, Cz, C4, T7, T8, CP1, CP2, CP5, CP6, P3, Pz, P4, P7, P8, O1, O2). Sono stati misurati i movimenti oculari verticali e orizzontali attraverso l'elettrooculogramma applicando un elettrodo sull'epicanto dell'occhio sinistro, e due elettrodi sul sopra- e sotto-orbitale dell'occhio destro. Sono stati inoltre applicati due elettrodi all'altezza dei mastoidi (T9 e T10). L'impedenza è stata mantenuta inferiore a 25  $\Omega$  su tutti i siti, come richiede questo sistema di registrazione. Tutti i siti sono stati riferiti online a FC<sub>z</sub> e digitalmente ri-riferiti off-line ai mastoidi collegati. È stato applicato

un filtro passa banda al segnale EEG ed EOG pari a 0.053-70 Hz, e campionato digitalmente con una frequenza di campionamento pari a 500 Hz.

La *Independent Component Analysis* (ICA) è stata condotta sui canali EEG in modo tale da correggere gli artefatti oculari. Il segnale è stato in seguito segmentato in epoche di 2000ms, che andavano da 200ms prima a 1800ms dopo la presentazione dello stimolo. Tutte le epoche sono state successivamente ri-filtrate con un filtro passa basso a 30 Hz ed è stata effettuata la *baseline correction* utilizzando i 200ms precedenti alla comparsa dello stimolo. Sono state ispezionate visivamente tutte le epoche per rilevare eventuali artefatti residui, e ogni porzione in ogni sito che presentava artefatti superiori a  $\pm 70 \mu\text{V}$  veniva rigettata per tutti i siti. Per ogni partecipante e per ogni condizione è stato effettuato l'*averaging* delle epoche prive di artefatti.

### **3.2.5 Analisi statistiche**

È stata condotta un'analisi della varianza (ANOVA) sull'ampiezza media dell'LPP con il Gruppo (Restrained, Unrestrained) come fattore *between-subject*, Lateraltà (sinistra, centro, destra), Condizione (Guarda, Aumenta, Diminuisce) e Cibo (molto calorico, poco calorico), come fattori *within-subject*.

Sui punteggi medi di appetibilità, valenza, arousal e sforzo è stata condotta un'analisi della varianza che vedeva il Gruppo come fattore *between-subject*, e Condizione e Cibo come fattori *within-subject*. Per lo sforzo esperito, il fattore Condizione presentava solo due livelli (Aumenta, Decresce). Sugli effetti principali e sulle interazioni risultate significative sono stati condotti confronti post-hoc attraverso i test Fisher LSD.

## 3.3 Risultati

### 3.3.1 Variabili soggettive

Le valutazioni medie soggettive di appetibilità, valenza, arousal e sforzo, sono riportate in Tabella 3.2 in funzione di gruppo, cibo e condizione.

#### *Appetibilità*

L'effetto principale Condizione è risultato significativo ( $F(2,50) = 36,37$ ;  $p < 0,0001$ ;  $\eta_p^2 = 0,59$ ). I test post-hoc hanno evidenziato valutazioni più basse nella condizione Diminuisce rispetto alla condizione Guarda e alla condizione Aumenta (tutte con  $p < 0,00001$ ), mentre non sono state riscontrate differenze nelle valutazioni circa l'appetibilità tra le condizioni Guarda e Aumenta ( $p = 0,14$ ).

L'effetto principale del Cibo è risultato significativo ( $F(1,25) = 23,70$ ,  $p < 0,0001$ ;  $\eta_p^2 = 0,49$ ), ad indicare un maggior desiderio di mangiare il cibo ad alto contenuto calorico rispetto al cibo a basso contenuto calorico ( $p < 0,00007$ ).

Gli altri effetti principali ed interazioni non sono risultati significativi ( $p > 0,27$ ).

#### *Valenza*

Dall'analisi della varianza è emerso un effetto principale della Condizione ( $F(2,50) = 55,36$ ;  $p < 0,0001$ ;  $\eta_p^2 = 0,69$ ) e dal confronto post-hoc sono state evidenziate valutazioni più bassi nella condizione Decresce rispetto a quanto osservato nelle condizioni Guarda e Aumenta (tutte con  $p < 0,00001$ ). L'incremento della valutazione nella condizione Aumenta rispetto alla condizione Guarda è risultato non significativo seppure prossimo alla significatività statistica ( $p = 0,06$ ).

Gli altri effetti principali e le altre interazioni non sono risultati significativi (tutti  $p > 0,30$ ).

### *Arousal*

L'effetto principale Condizione è risultato significativo ( $F(2,50) = 8,19$ ;  $p < 0,0009$ ;  $\eta_p^2 = 0,25$ ). Dal confronto post-hoc sono emerse valutazioni più alte nella condizione Aumenta rispetto a quanto osservato nelle condizioni Guarda e Diminuisci (tutte con  $p < 0,02$ ), mentre non sono emerse differenze tra la condizione Diminuisci e la condizione Guarda ( $p = 0,12$ ).

L'effetto principale Cibo è risultato significativo ( $F(1,25) = 28,75$ ;  $p < 0,0001$ ;  $\eta_p^2 = 0,53$ ), mostrando complessivamente punteggi più elevati per il cibo ad alto contenuto calorico rispetto al cibo a basso contenuto calorico. L'interazione Gruppo X Cibo è risultata significativa ( $F(1,25) = 5,04$ ;  $p < 0,04$ ;  $\eta_p^2 = 0,17$ ), mostrando che entrambi i gruppi hanno valutato come più attivante il cibo molto calorico rispetto a quello poco calorico ( $p < 0,03$ ). In particolare, il gruppo di restrained eaters ha fornito valutazioni più alte rispetto al gruppo di non restrained eaters nei confronti del cibo molto calorico ( $p < 0,05$ ) ma non per il cibo poco calorico ( $p = 0,60$ ).

Gli altri effetti principali ed interazioni non sono risultati significativi (tutti  $p > 0,14$ ).

### *Sforzo*

L'effetto principale Condizione è risultato significativo ( $F(1,25) = 23,69$ ;  $p < 0,0001$ ;  $\eta_p^2 = 0,49$ ) evidenziando che è stato esperito maggiore sforzo durante la diminuzione del valore appetitivo del cibo piuttosto che durante l'incremento del suo valore.

L'interazione Condizione X Cibo è risultata significativa ( $F(1,25) = 23,54$ ;  $p < 0,0001$ ;  $\eta_p^2 = 0,49$ ) facendo emergere che il maggior sforzo esperito durante la condizione Decresci rispetto alla condizione Aumenta è stato riscontrato nei confronti del cibo molto calorico ( $p < 0,0001$ ) ma non nei confronti del cibo poco calorico ( $p = 0,12$ ). Inoltre, lo sforzo riscontrato nei confronti del cibo molto calorico era più alto durante la condizione Diminuisce rispetto che nella condizione Aumenta ( $p < 0,002$ ), mentre è stato riscontrato il *pattern* opposto per i cibi a basso contenuto calorico ( $p < 0,006$ ).

L'interazione Gruppo X Cibo ( $F(1,25) = 7,14$ ;  $p < 0,02$ ;  $\eta_p^2 = 0,22$ ) è risultata significativa e dal confronto post-hoc è emerso che per il gruppo di restrained eaters lo sforzo richiesto dai cibi a basso contenuto calorico era maggiore rispetto a quanto richiesto dai cibi ad alto contenuto calorico ( $p < 0,02$ ), mentre non è emersa alcuna differenza nel gruppo di non restrained eaters in relazione al tipo di cibo ( $p > 0,31$ ).

Gli altri effetti principali ed interazioni non sono risultati significativi (tutti  $p > 0,20$ ).



	<b>CONDIZIONI</b>					
<b>RESTRAINED EATERS</b>	Guarda	Guarda	Aumenta	Aumenta	Diminuisci	Diminuisci
	Molto calorico	Poco calorico	Molto calorico	Poco calorico	Molto calorico	Poco calorico
	M (SD)	M (SD)	M (SD)	M (SD)	M (SD)	M (SD)
<b>APPETIBILITÀ</b>	7.67 (1.16)	6.58 (1.24)	8.17 (1.93)	6.83 (0.83)	6.00 (1.91)	5.00 (1.91)
<b>VALENZA</b>	7.58 (0.79)	6.25 (1.81)	7.58 (1.31)	6.50 (1.62)	5.17 (2.41)	4.42 (2.02)
<b>AROUSAL</b>	7.17 (1.27)	5.92 (1.44)	7.25 (1.22)	6.17 (1.11)	6.00 (1.91)	4.92 (1.98)
<b>SFORZO</b>	--	--	3.33 (1.83)	5.75 (2.02)	7.25 (1.60)	6.00 (2.13)
<b>NON RESTRAINED EATERS</b>	Guarda	Guarda	Aumenta	Aumenta	Diminuisci	Diminuisci
	Molto calorico	Poco calorico	Molto calorico	Poco calorico	Molto calorico	Poco calorico
	M (SD)	M (SD)	M (SD)	M (SD)	M (SD)	M (SD)
<b>APPETIBILITÀ</b>	7.73 (1.03)	6.80 (1.74)	7.93 (1.03)	7.47 (1.19)	5.73 (1.87)	5.00 (1.81)
<b>VALENZA</b>	7.27 (0.88)	6.53 (1.46)	8.07 (0.80)	7.20 (1.08)	5.20 (1.32)	4.73 (1.28)
<b>AROUSAL</b>	5.47 (1.77)	5.07 (1.62)	6.67 (1.68)	6.33 (1.35)	5.60 (1.50)	4.93 (1.44)
<b>SFORZO</b>	--	--	3.23 (2.31)	4.40 (2.09)	7.01 (1.67)	5.53 (1.96)

**Tabella 3.2.** Valutazioni soggettive (*M* = media; *SD* = deviazione standard) circa appetibilità, valenza, arousal e sforzo durante tutte e tre le condizioni, per i cibi sia ad alto sia a basso contenuto calorico, per entrambi i gruppi.

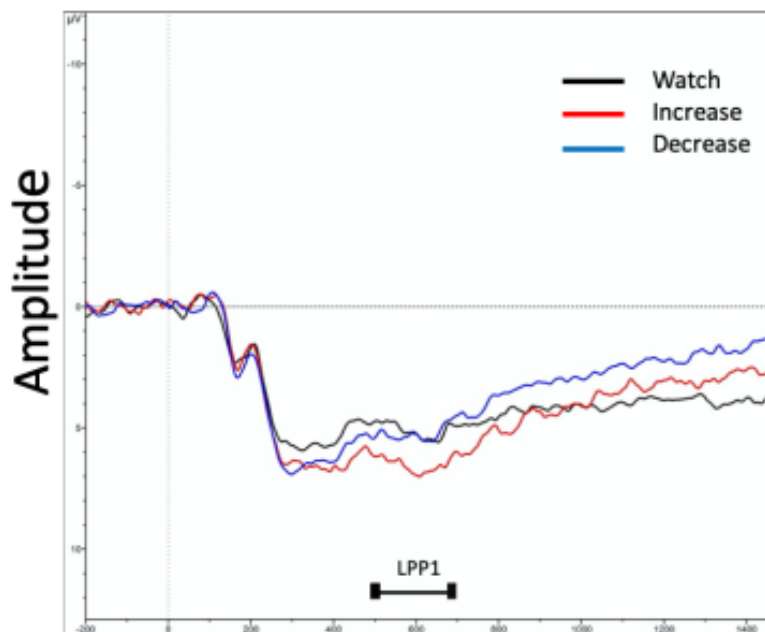
### 3.3.2 Ampiezza del Potenziale Positivo Tardivo (LPP)

#### *LPP1 (500-700ms)*

L'analisi della varianza condotta sull'ampiezza dell'LPP rilevata nella finestra temporale 500-700ms ha mostrato un effetto significativo del Gruppo ( $F(1,25) = 4,29$ ;  $p < 0,05$ ;  $\eta_p^2 = 0,15$ ) e del Cibo ( $F(1,25) = 8,72$ ;  $p < 0,007$ ;  $\eta_p^2 = 0,26$ ), rivelando un'ampiezza complessivamente maggiore nel gruppo di restrained eaters rispetto a quello di non restrained eaters, per i cibi ad alto contenuto calorico rispetto ai cibi a basso contenuto calorico.

Gli effetti principali di Condizione ( $F(2,50) = 8,24$   $p < 0,001$ ,  $\eta_p^2 = .27$ ) e Lateralità sono risultati entrambi significativi ( $F(2,50) = 26,28$ ;  $p < 0,0001$ ;  $\eta_p^2 = 0,51$ ). L'interazione Condizione X Lateralità è risultata significativa ( $F(4,100) = 3,57$ ;  $p < 0,01$ ;  $\eta_p^2 = 0,12$ ), mostrando un incremento nell'ampiezza dell'LPP nei siti di destra rispetto all'ampiezza rilevata dai siti centrali e di sinistra, in tutte le condizioni (per tutti  $p < 0,001$ ). Ancora, l'ampiezza dell'LPP è risultata maggiore nella condizione Aumenta rispetto alle condizioni Guarda e Diminuisce per ogni lateralità (ognuna con  $p < 0,001$ ), e nella condizione Diminuisce rispetto alla condizione Guarda nei siti centrali e di sinistra (tutti con  $p < 0,01$ ) ma non in quelli di destra ( $p = 0,32$ ). In Figura 3.3 è possibile osservare l'ampiezza dell'LPP in funzione delle diverse condizioni.

Gli altri effetti principali e interazioni non sono risultate significative (tutti  $p > 0,19$ ).



**Figura 3.8.** Grand-average degli ERP registrati sul sito P4 nelle tre condizioni Guarda (in nero), Aumenta (in rosso) e Diminuisce (in blu).

#### *LPP2 (700-1000ms)*

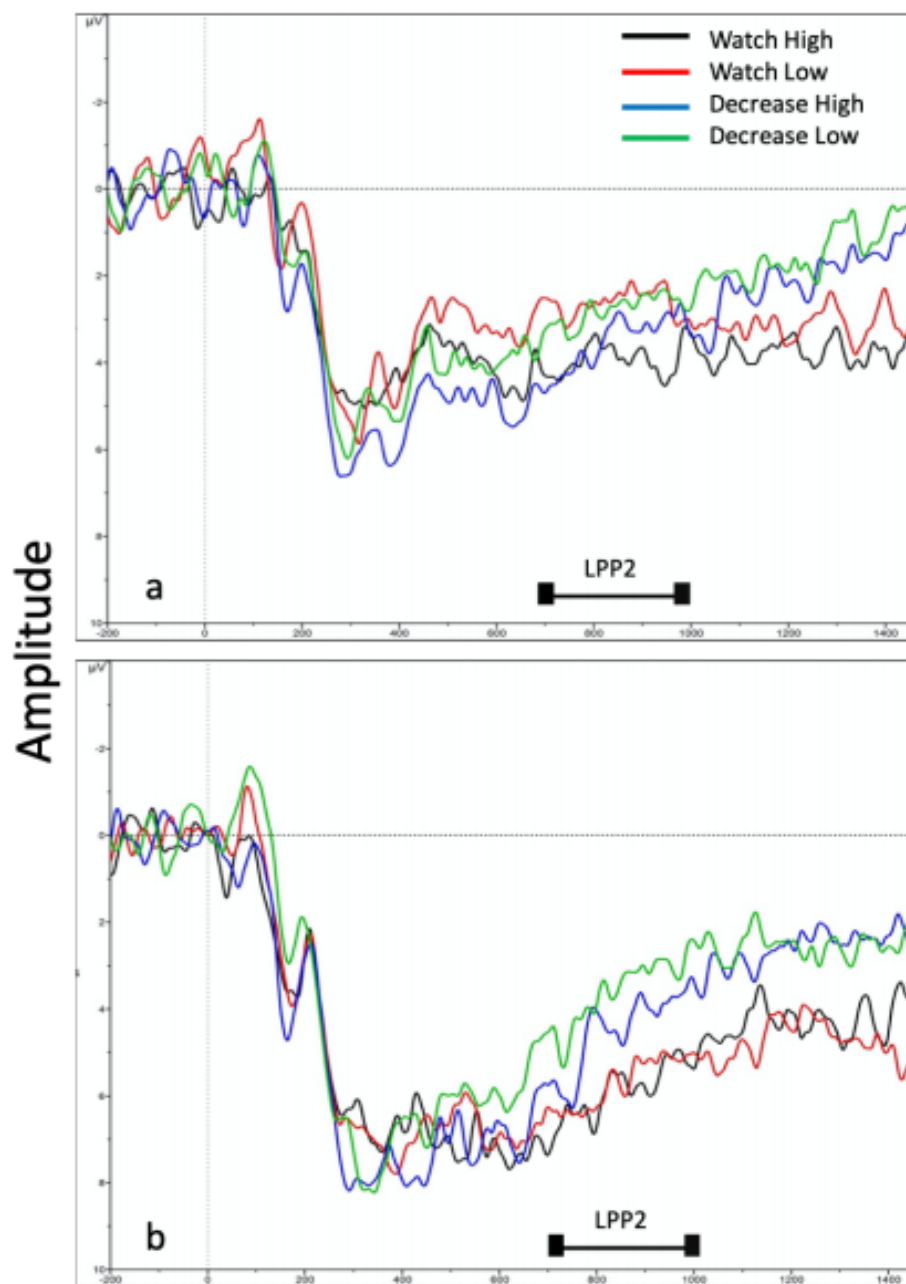
L'effetto principale Lateralità è risultato significativo ( $F(2,50) = 26,74$ ;  $p < 0,0001$ ;  $\eta_p^2 = 0,52$ ) e dal confronto post-hoc è emerso che l'ampiezza dell'LPP2 era minore nei siti centrali rispetto a quelli di destra e di sinistra (tutti  $p < 0,0003$ ), e a sinistra rispetto che a destra ( $p < 0,002$ ).

L'effetto principale Condizione ( $F(2,50) = 7,48$ ;  $p < 0,002$ ;  $\eta_p^2 = 0,23$ ) è risultato significativo e ne è emerso che l'ampiezza dell'LPP2 era significativamente ridotta durante la condizione Diminuisce rispetto a quanto emerso nelle condizioni Guarda e Aumenta (tutti  $p < 0,03$ ), senza alcuna differenza osservata tra le condizioni Guarda e Aumenta (tutti  $p = 0,14$ ).

L'interazione Gruppo X Condizione X Cibo ( $F(2,50) = 3,41$ ;  $p < 0,05$ ;  $\eta_p^2 = 0,12$ ) è risultata significativa e dal confronto post-hoc è emerso che nel gruppo di restrained eaters l'ampiezza dell'LPP2 nella condizione Diminuisci era significativamente ridotta rispetto alle condizioni Guarda e Aumenta per entrambe le categorie di cibo (tutti  $p < 0,04$ ), mentre non sono emerse differenze significative tra la condizione Guarda e Aumenta, per entrambe le categorie di stimoli (tutti  $p > 0,09$ ). Tali effetti non sono risultati significativi nel gruppo di non restrained eaters (tutti  $p > 0,16$ ) eccetto che per i cibi a basso contenuto calorico, che hanno elicitato una minore ampiezza dell'LPP2 nella condizione Diminuisci rispetto alla condizione Aumenta ( $p < 0,0003$ ). Durante la condizione Guarda, nel gruppo di restrained eaters l'ampiezza era maggiore per i cibi ad alto e basso contenuto calorico rispetto a quanto osservato nei non restrained eaters per i cibi a basso contenuto calorico (tutti  $p < .05$ ). Nel gruppo di non restrained eaters durante la condizione Guarda l'ampiezza dell'LPP in risposta ai cibi poco calorici era minore rispetto a quella osservata per i cibi molto calorici nella medesima condizione ( $p < 0,02$ ) e rispetto a quella osservata per i cibi a basso contenuto calorico nella condizione Aumenta ( $p < 0,0002$ ). Si possono osservare gli effetti dell'interazione significativa in Figura 3.4.

È da notare che l'effetto principale Cibo è rimasto poco al di sotto della soglia di significatività mostrando un'ampiezza maggiore per i cibi ad alto contenuto calorico rispetto ai cibi a basso contenuto calorico.

Gli altri effetti principali e interazioni non sono risultati significativi (tutti  $p > 0,11$ ).



**Figura 3.9** Grand-average degli ERP registrati sul sito P4 per i cibi a basso (in rosso) e ad alto (in nero) contenuto calorico durante la condizione Guarda, e per i cibi ad alto (in blu) e a basso (in verde) contenuto calorico durante la condizione Diminuisci, sia nel gruppo di non restrained eaters (a) sia nel gruppo di restrained eaters (b).

### 3.4 Discussione

Questo studio aveva l'obiettivo di indagare, nelle donne restrained e non restrained eaters, la rivalutazione cognitiva durante l'esposizione a cibi ad alto e basso contenuto calorico. In particolare, il *focus* risiedeva nel chiarire in che modo i restrained eaters si relazionassero al cibo a basso e ad alto contenuto calorico non solo nel diminuire il valore appetitivo del cibo, ma anche nell'incrementarlo. Dal momento che individui che mostrano un comportamento alimentare restrittivo adottano una serie di regole da loro stabilite per perdere peso e mantenere la forma fisica, ci si aspettava di osservare che i restrained eaters attuassero efficacemente la rivalutazione cognitiva sia nell'incrementare, soprattutto in relazione a cibi poco calorici, sia nel diminuire, in relazione soprattutto al cibo molto calorico, il valore appetitivo del cibo.

Dai risultati è emerso che i restrained eaters mostravano a livello neurale un incremento nell'elaborazione del cibo (LPP1) a cui seguiva, a differenza che nei non restrained eaters, un'efficace rivalutazione cognitiva (LPP2) volta alla diminuzione del valore appetitivo del cibo ad alto e basso contenuto calorico. Tali differenze non sono emerse a livello soggettivo, suggerendo che la rivalutazione cognitiva nei restrained eaters si caratterizzi per componenti implicite, nonostante le istruzioni di diminuire il valore appetitivo del cibo fossero fornite esplicitamente. Contrariamente alle ipotesi iniziali, non è stato osservato un efficace incremento del valore appetitivo del cibo a basso contenuto calorico nei restrained eaters.

Per quanto riguarda le misure soggettive, le valutazioni circa le dimensioni di valenza e appetibilità erano molto simili tra i due gruppi e hanno mostrato un'efficace rivalutazione degli stimoli di cibo, a confermare che i partecipanti fossero impegnati nel

compito sperimentale. Entrambi i gruppi hanno riportato maggiore desiderio di mangiare e maggiore piacevolezza nella condizione Aumenta rispetto che nelle condizioni Guarda e Diminuisci, e valutazioni più basse nella condizione Diminuisci rispetto alla condizione Guarda. Inoltre, entrambi i gruppi hanno mostrato punteggi più alti lungo queste due dimensioni nei confronti del cibo molto calorico rispetto al cibo poco calorico, a prescindere dalla condizione sperimentale. Lungo la dimensione dell'arousal, i partecipanti hanno riportato maggiore arousal nella condizione Aumenta rispetto a quanto riportato nelle condizioni Guarda e Diminuisci, senza mostrare differenze tra queste ultime due condizioni. In aggiunta, entrambi i gruppi hanno riportato maggiori livelli di arousal nei confronti del cibo molto calorico rispetto al cibo poco calorico. Infine, i restrained eaters hanno riportato maggiori livelli di arousal rispetto ai non restrained nei confronti del cibo molto calorico, ma non sono state osservate differenze circa il cibo poco calorico. Questi risultati suggeriscono che a livello soggettivo la piacevolezza e il desiderio di mangiare non risentono dell'influenza di un comportamento alimentare restrittivo quanto meno in uno stato di fame. Dallo studio di Racine e collaboratori (2018) erano emersi risultati differenti da quanto emerso in questo studio, in particolare che i restrained eaters mostravano maggiore piacevolezza e desiderio di mangiare nei confronti del cibo poco calorico, anche se in tale studio non erano state rilevate informazioni e non era stato controllato lo stato di fame/sazietà dei partecipanti. Nel presente studio le partecipanti hanno riportato maggiore arousal quando veniva chiesto di incrementare il valore appetitivo del cibo rispetto a quando veniva chiesto di diminuirlo o di guardare passivamente le immagini. I livelli di arousal per il cibo poco calorico erano simili nei due gruppi, mentre per i cibi molto calorici il gruppo di restrained ha mostrato livelli di arousal superiori rispetto al gruppo di non restrained. I risultati sono in linea con alcuni

studi comportamentali (Brooks et al., 2011, Hollitt et al., 2010, Papies et al., 2008), che hanno evidenziato un bias attentivo da parte dei restrained eaters nei confronti del cibo ad alto contenuto calorico, caratterizzato da un incremento dell'attenzione rivolta verso questi stimoli.

A differenza di quanto osservato a livello soggettivo lungo le dimensioni di valenza e appetibilità, sono emerse differenze a livello neurale tra i due gruppi in entrambe le componenti ERP indagate, suggerendo che l'elaborazione del cibo e l'abilità di diminuire il valore appetitivo del cibo hanno correlati neurali distinti tra restrained e non restrained eaters, perlomeno quando in stato di fame.

Per quanto riguarda l'LPP1 i restrained eaters hanno mostrato un'ampiezza maggiore di tale componente rispetto ai non restrained eaters, per tutta la durata del compito, a prescindere dalla condizione o dal tipo di cibo. Blechert e collaboratori (2010) non avevano riscontrato differenze tra i due gruppi in seguito a un digiuno di tre ore e questo suggerisce che il digiuno prolungato potrebbe nei restrained eaters incrementare la reattività nei confronti del cibo, dal momento che tendono ad allocare maggiori attenzioni guidate dalla motivazione.

Per quanto concerne il tipo di cibo, i risultati si sono mostrati in linea con evidenze precedenti (Meule et al., 2013; Nijs et al., 2010; Olofsson et al., 2008) che avevano mostrato che l'esposizione al cibo molto calorico elicitava LPP più ampi rispetto al cibo poco calorico. In uno stato di fame il cibo ad alto contenuto calorico acquisisce maggiore rilevanza biologica e maggiore valore motivazionale rispetto al cibo a basso contenuto calorico.



Durante la condizione Aumenta è emerso un incremento dell'ampiezza dell'LPP1 rispetto alla condizione Guarda, in linea con quanto rilevato dallo studio precedente di Sarlo e colleghi (2013). A prescindere dal tipo di cibo, entrambi i gruppi hanno incrementato efficacemente il valore appetitivo del cibo, mentre non è stata osservata nella condizione Diminuisce una riduzione dell'ampiezza dell'LPP1 rispetto alla condizione Guarda, bensì si è registrato un incremento. Questo incremento dell'LPP1 nella condizione Diminuisce rispetto alla condizione Guarda potrebbe esser dovuto all'impiego di risorse volte nel processo di regolazione cognitiva verso il basso, che presenta un carico cognitivo maggiore. Questa interpretazione si mostra coerente con i risultati osservati a livello soggettivo per quanto concerne lo sforzo compiuto, maggiore nella condizione Diminuisce rispetto che nella condizione Aumenta.

Per quanto concerne la seconda finestra considerata dell'LPP (700-1000ms), l'ampiezza dell'LPP2 era minore nella condizione Diminuisce rispetto alle altre due condizioni, in linea con quanto riscontrato a livello soggettivo circa lo sforzo compiuto, maggiore durante la condizione Diminuisce rispetto che nella condizione Aumenta. L'ampiezza dell'LPP2 è stata modulata diversamente nei due gruppi in funzione del tipo di cibo. I restrained eaters hanno ridotto efficacemente il valore appetitivo del cibo sia molto che poco calorico, mentre i partecipanti non restrained non hanno mostrato questo effetto, fatta eccezione per l'ampiezza di LPP2, ridotta in risposta al cibo poco calorico nella condizione Diminuisce rispetto alla condizione Aumenta. Questo risultato è in linea con quanto riscontrato dallo studio di Svaldi e collaboratori (2015), in cui è emersa una riduzione nell'ampiezza dell'LPP nei confronti del cibo molto calorico nei restrained eaters nella condizione di rivalutazione cognitiva rispetto alla condizione di visione passiva.

È possibile concludere che a seguito di un digiuno prolungato i restrained eaters mostrano un incremento a livello neurale della reattività nei confronti degli stimoli di cibo, plausibilmente determinato dallo stato di fame che ha incrementato il valore motivazionale del cibo. Questo dato non è emerso a livello soggettivo, nonostante i restrained eaters diminuissero efficacemente il valore appetitivo del cibo quando è stato esplicitamente chiesto loro di farlo. Questa diminuzione del valore appetitivo del cibo è stata attuata efficacemente dai restrained eaters sia nei confronti del cibo molto calorico sia nei confronti del cibo poco calorico, suggerendo che la motivazione dei restrained eaters nel rispettare le regole alimentari è più forte rispetto all'incremento nel valore appetitivo del cibo dovuto alla deprivazione di cibo.

Alcuni limiti dello studio sono stati già menzionati, come il campione di partecipanti incompleto a causa della pandemia da COVID-19, che impone di considerare questi risultati solo come preliminari. Un limite ulteriore risiede nel campione sperimentale, che ha previsto solo restrained eaters normopeso che non manifestavano disturbi della nutrizione e dell'alimentazione; in futuro potrebbe essere interessante indagare restrained eaters con disturbi del comportamento alimentare e BMI al di sopra e al di sotto della soglia normopeso, al fine di comprendere più a fondo gli aspetti disfunzionali caratterizzanti il comportamento alimentare restrittivo.

In vista di studi futuri sul restrained eating e sulla regolazione emozionale, potrebbe essere interessante indagare se quanto riscontrato nel presente studio risente dell'influenza data dal ricorso a strategie calate sull'individuo (Giuliani et al., 2013; Svaldi et al., 2012), dove è il partecipante a stabilire la frase che meglio gli consente di portare a termine efficacemente il compito, e a cui farà ricorso per l'intera durata del compito. In aggiunta, dal momento che sembra esservi una componente implicita nella

rivalutazione cognitiva attuata dai restrained eaters (Blechert et al., 2010), potrebbe essere interessante indagare tramite un compito Go/No-Go emozionale, il controllo inibitorio che viene messo in atto nei confronti degli stimoli di cibo. A tal fine si potrebbe ricorrere alla misurazione di potenziali evento-relati e in particolare della N200, indice di abilità inibitorie.



## BIBLIOGRAFIA

Aggleton, J. P., & Mishkin, M. (1990). Visual impairments in macaques following inferior temporal lesions are exacerbated selectively by additional damage to superior temporal sulcus. *Behavioural brain research*, 39(3), 262-274.

Aspinwall, L. G., & Taylor, S. E. (1997). A stitch in time: self-regulation and proactive coping. *Psychological bulletin*, 121(3), 417.

Barrett, L. F., Quigley, K. S., Bliss-Moreau, E., & Aronson, K. R. (2004). Interoceptive sensitivity and self-reports of emotional experience. *Journal of personality and social psychology*, 87(5), 684.

Baur, R., Conzelmann, A., Wieser, M. J., & Pauli, P. (2015). Spontaneous emotion regulation: Differential effects on evoked brain potentials and facial muscle activity. *International Journal of Psychophysiology*, 96(1), 38-48.

Beauregard, M., Lévesque, J., & Bourgouin, P. (2001). Neural correlates of conscious self-regulation of emotion. *The Journal of Neuroscience*, 21, RC165 (1 –6).

Bentin, S., Taylor, M. J., Rousselet, G. A., Itier, R. J., Caldara, R., Schyns, P. G., ... & Rossion, B. (2007). Controlling interstimulus perceptual variance does not abolish N170 face sensitivity. *Nature neuroscience*, 10(7), 801-802.

Bernat, E. M., Cadwallader, M., Seo, D., Vizueta, N., & Patrick, C. J. (2011). Effects of instructed emotion regulation on valence, arousal, and attentional measures of affective processing. *Developmental neuropsychology*, 36(4), 493-518.

Blechert, J., Feige, B., Hajcak, G., & Tuschen-Caffier, B. (2010). Availability of food modulates the electrocortical response to food pictures in restrained eaters. *Appetite*, 54, 262–268.

Boon, B., Stroebe, W., Schut, H., & IJntema, R. (2002). Ironic processes in the eating behaviour of restrained eaters. *British journal of health psychology*, 7(1), 1-10.

Borkovec, T.D., Roemer, L., & Kinyon, J. (1995). Disclosure and worry: opposite sides of the emotional processing coin. In J.W. Pennebaker (Ed.), *Emotion, disclosure, and health* (pp. 47–70). Washington, DC: American Psychological Association.

Boswell, R. G., & Kober, H. (2016). Food cue reactivity and craving predict eating and weight gain: a meta-analytic review. *Obesity Reviews*, 17(2), 159-177.

Boyland, E. J., & Halford, J. C. (2013). Television advertising and branding. Effects on eating behaviour and food preferences in children. *Appetite*, 62, 236-241.

Bradley, M. M., & Lang, P. J. (1999). Fearfulness and affective evaluations of pictures. *Motivation and Emotion*, 23(1), 1-13.

Bradley, M. M., & Lang, P. J. (2000). Measuring emotion: Behavior, feeling, and physiology.

Bradley, M. M., Cuthbert, B. N., & Lang, P. J. (1999). Affect and the startle reflex. *Startle modification: Implications for neuroscience, cognitive science, and clinical science*, 157-183.

Breuer, J., & Freud, S. (1955). On the psychical mechanism of hysterical phenomena: Preliminary communication from studies on hysteria. In *The Standard*

Edition of the Complete Psychological Works of Sigmund Freud, Volume II (1893-1895):  
Studies on Hysteria (pp. 1-17).

Breuer, J., & Freud, S., ~1957!. *Studies on hysteria* ~J. Strachey, Trans.!.  
New York: Basic Books. ~Original work published 1895!.

Brooks, S., Prince, A., Stahl, D., Campbell, I. C., & Treasure, J. (2011). A  
systematic review and meta-analysis of cognitive bias to food stimuli in people with  
disordered eating behaviour. *Clinical psychology review*, 31(1), 37-51.

Bruin, K. J., & Wijers, A. A. (2002). Inhibition, response mode, and stimulus  
probability: a comparative event-related potential study. *Clinical  
Neurophysiology*, 113(7), 1172-1182.

Bryant, F. B. (1989). A four-factor model of perceived control: Avoiding, coping,  
obtaining, and savoring. *Journal of personality*, 57(4), 773-797.

Bryant, F. B., & Veroff, J. (2007). *Savoring: A new model of positive experience*.  
Lawrence Erlbaum Associates Publishers.

Bulik, C. M., & Brinded, E. C. (1994). The effect of food deprivation on the  
reinforcing value of food and smoking in bulimic and control women. *Physiology &  
Behavior*, 55(4), 665-672.

Bydlowski, S., Corcos, M., Jeammet, P., Paterniti, S., Berthoz, S., Laurier, C., ...  
& Consoli, S. M. (2005). Emotion-processing deficits in eating disorders. *International  
journal of eating disorders*, 37(4), 321-329.

Cahill, L. (2006). Why sex matters for neuroscience. *Nature reviews  
neuroscience*, 7(6), 477-484.

Campbell-Sills, L., Barlow, D. H., Brown, T. A., & Hofmann, S. G. (2006). Effects of suppression and acceptance on emotional responses of individuals with anxiety and mood disorders. *Behaviour research and therapy*, 44(9), 1251-1263.

Canli, T. (2004). Functional brain mapping of extraversion and neuroticism: learning from individual differences in emotion processing. *Journal of personality*, 72(6), 1105-1132.

Cantor, J., & Wilson, B. J. (1984). Modifying fear responses to mass media in preschool and elementary school children.

Carano, A., De Berardis, D., Gambi, F., Di Paolo, C., Campanella, D., Pelusi, L., ... & Ferro, F. M. (2006). Alexithymia and body image in adult outpatients with binge eating disorder. *International Journal of Eating Disorders*, 39(4), 332-340.

Channon, S., Hemsley, D., & de Silva, P. (1988). Selective processing of food words in anorexia nervosa. *British Journal of Clinical Psychology*, 27(3), 259-260.

Cole, P. M. (1986). Children's spontaneous control of facial expression. *Child development*, 1309-1321.

Coletta, M., Platek, S., Mohamed, F. B., van Steenburgh, J. J., Green, D., & Lowe, M. R. (2009). Brain activation in restrained and unrestrained eaters: an fMRI study. *Journal of abnormal psychology*, 118(3), 598.

Cooper, M. J., Anastasiades, P., & Fairburn, C. G. (1992). Selective processing of eating-, shape-, and weight-related words in persons with bulimia nervosa. *Journal of abnormal psychology*, 101(2), 352.



Corwin, R. L., & Hajnal, A. (2005). Too much of a good thing: neurobiology of non-homeostatic eating and drug abuse. *Physiology & behavior*, 86(1-2), 5-8.

Craske, M. G., Meuret, A. E., Ritz, T., Treanor, M., Dour, H., & Rosenfield, D. (2019). Positive affect treatment for depression and anxiety: A randomized clinical trial for a core feature of anhedonia. *Journal of Consulting and Clinical Psychology*, 87(5), 457.

Critchley, H. D., Mathias, C. J., & Dolan, R. J. (2001). Neural activity in the human brain relating to uncertainty and arousal during anticipation. *Neuron*, 29(2), 537-545.

Csikszentmihalyi, M. (1975). *Beyond boredom and anxiety: The experience of play in work and games*. San Francisco, CA: Jossey-Bass.

Cuthbert, B. N., Schupp, H. T., Bradley, M. M., Birbaumer, N., & Lang, P. J. (2000). Brain potentials in affective picture processing: covariation with autonomic arousal and affective report. *Biological Psychology*, 52, 95– 111.

Dakanalis, A., Zanetti, M. A., Clerici, M., Madeddu, F., Riva, G., & Caccialanza, R. (2013). Italian version of the Dutch Eating Behavior Questionnaire. Psychometric properties and measurement invariance across sex, BMI-status and age. *Appetite*, 71, 187-195.

Damasio, A. R. (1998). Emotion in the perspective of an integrated nervous system. *Brain research reviews*, 26(2-3), 83-86.

Damasio, A. R., Grabowski, T. J., Bechara, A., Damasio, H., Ponto, L. L., Parvizi, J., & Hichwa, R. D. (2000). Subcortical and cortical brain activity during the feeling of self-generated emotions. *Nature neuroscience*, 3(10), 1049.

Dandoy, A. C., & Goldstein, A. G. (1990). The use of cognitive appraisal to reduce stress reactions: A replication. *Journal of social behavior and personality*, 5(4), 275.

Davidson, R. J. (2000). Affective style, psychopathology, and resilience: Brain mechanisms and plasticity. *American Psychologist*, 55, 1196–1214.

Davy, S. R., Benes, B. A., & Driskell, J. A. (2006). Sex differences in dieting trends, eating habits, and nutrition beliefs of a group of midwestern college students. *Journal of the American Dietetic Association*, 106(10), 1673-1677.

De Neys, W., & Glumicic, T. (2008). Conflict monitoring in dual process theories of thinking. *Cognition*, 106(3), 1248-1299.

De Neys, W., & Goel, V. (2011). Heuristics and biases in the brain: Dual neural pathways for decision making. In *Neuroscience of decision making* (pp. 137-154). Psychology Press.

de Zwaan, M., Nutzinger, D. O., & Schoenbeck, G. (1992). Binge eating in overweight women. *Comprehensive Psychiatry*, 33(4), 256-261.

Derryberry, D., & Rothbart, M. K. (1988). Arousal, affect, and attention as components of temperament. *Journal of personality and social psychology*, 55(6), 958.

Diehl, J. M., & Staufenbiel, T. (1994). Ess-Störungs-Inventar (ESI). *Supplement zum IEG auf Diskette*. Eschborn: Verlag D. Klotz.

Dohle, S., Diel, K., & Hofmann, W. (2018). Executive functions and the self-regulation of eating behavior: A review. *Appetite, 124*, 4-9.

Drabant, E. M., McRae, K., Manuck, S. B., Hariri, A. R., & Gross, J. J. (2009). Individual differences in typical reappraisal use predict amygdala and prefrontal responses. *Biological Psychiatry, 65*, 367–373.

Drobes, D. J., Miller, E. J., Hillman, C. H., Bradley, M. M., Cuthbert, B. N., & Lang, P. J. (2001). Food deprivation and emotional reactions to food cues: Implications for eating disorders. *Biological Psychology, 57*(1), 153-177.

Dunn, B. D., Billotti, D., Murphy, V., & Dalgleish, T. (2009). The consequences of effortful emotion regulation when processing distressing material: A comparison of suppression and acceptance. *Behaviour research and therapy, 47*(9), 761-773.

Epstein, L. H., & Saelens, B. E. (2000). Behavioral economics of obesity: food intake and energy expenditure. *Reframing health behavior change with behavioral economics, 293-311*.

Erber, R., & Tesser, A. (1992). Task effort and the regulation of mood: The absorption hypothesis. *Journal of Experimental Social Psychology, 28*(4), 339-359.

Erdelyi, M.H. (1974) A new look at the New Look: perceptual defense and vigilance. *Psychol. Rev.* 81, 1–25

Fairburn, C. G., Cooper, P. J., Cooper, M. J., McKenna, F. P., & Anastasiades, P. (1991). Selective information processing in bulimia nervosa. *International Journal of Eating Disorders, 10*(4), 415-422.

Fedoroff, I. D., Polivy, J., & Herman, C. P. (1997). The effect of pre-exposure to food cues on the eating behavior of restrained and unrestrained eaters. *Appetite*, 28(1), 33-47.

Fedoroff, I., Polivy, J., & Herman, C. P. (2003). The specificity of restrained versus unrestrained eaters' responses to food cues: general desire to eat, or craving for the cued food?. *Appetite*, 41(1), 7-13

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.

Forbush, K. T., Wildes, J. E., Pollack, L. O., Dunbar, D., Luo, J., Patterson, K., ... & Bright, A. (2013). Development and validation of the Eating Pathology Symptoms Inventory (EPSI). *Psychological Assessment*, 25(3), 859.

Foti, D., Hajcak, G. (2008). Deconstructing reappraisal: Descriptions preceding arousing pictures modulate the subsequent neural response. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 20, 977-988.

Francis, L. A., & Susman, E. J. (2009). Self-regulation and rapid weight gain in children from age 3 to 12 years. *Archives of pediatrics & adolescent medicine*, 163(4), 297-302.

Freud, S. (1957). Repression. In *The Standard Edition of the Complete Psychological Works of Sigmund Freud, Volume XIV (1914-1916): On the History of the Psycho-Analytic Movement, Papers on Metapsychology and Other Works* (pp. 141-158).

Frijda, N. H. (1986). *The emotions*. Cambridge University Press.

Gallagher, M., McMahan, R. W., & Schoenbaum, G. (1999). Orbitofrontal cortex and representation of incentive value in associative learning. *Journal of Neuroscience, 19*, 6610-6614.

Garg, N., & Lerner, J. S. (2013). Sadness and consumption. *Journal of Consumer Psychology, 23*(1), 106-113.

Garg, N., Wansink, B., & Inman, J. J. (2007). The influence of incidental affect on consumers' food intake. *Journal of Marketing, 71*(1), 194-206.

Garland, E. L., & Howard, M. O. (2018). Mindfulness-based treatment of addiction: current state of the field and envisioning the next wave of research. *Addiction science & clinical practice, 13*(1), 1-14.

Garland, E. L., Geschwind, N., Peeters, F., & Wichers, M. (2015). Mindfulness training promotes upward spirals of positive affect and cognition: multilevel and autoregressive latent trajectory modeling analyses. *Frontiers in psychology, 6*, 15.

Gillebaart, M., Schneider, I. K., & De Ridder, D. T. (2016). Effects of trait self-control on response conflict about healthy and unhealthy food. *Journal of personality, 84*(6), 789-798.

Giuliani, N. R., Calcott, R. D., & Berkman, E. T. (2013). Piece of cake. Cognitive reappraisal of food craving. *Appetite, 64*, 56-61.

Goldin, P. R., McRae, K., Ramel, W., & Gross, J. J. (2008). The neural bases of emotion regulation: reappraisal and suppression of negative emotion. *Biological psychiatry, 63*(6), 577-586.

Goldstone, A. P., Prechtl de Hernandez, C. G., Beaver, J. D., Muhammed, K., Croese, C., Bell, G., ... & Bell, J. D. (2009). Fasting biases brain reward systems towards high-calorie foods. *European Journal of Neuroscience*, 30(8), 1625-1635.

Gratz, K. L., & Roemer, L. (2004). Multidimensional assessment of emotion regulation and dysregulation: Development, factor structure, and initial validation of the difficulties in emotion regulation scale. *Journal of psychopathology and behavioral assessment*, 26(1), 41-54.

Graziano, P. A., Calkins, S. D., & Keane, S. P. (2010). Toddler self-regulation skills predict risk for pediatric obesity. *International journal of obesity*, 34(4), 633-641.

Green, M. W., & Rogers, P. J. (1993). Selective attention to food and body shape words in dieters and restrained nondieters. *International Journal of Eating Disorders*, 14(4), 515-517.

Greeno, C. G., Wing, R. R., & Shiffman, S. (2000). Binge antecedents in obese women with and without binge eating disorder. *Journal of Consulting and Clinical Psychology*, 68(1), 95.

Gross, D. M. (2008). The secret history of emotion. In *The Secret History of Emotion*. University of Chicago Press.

Gross, J. J. (1998). Antecedent- and response- focused emotion regulation: Divergent consequences for experience, expression, and physiology. *Journal of Personality and Social Psychology*, 74, 224–237.

Gross, J. J. (1999). Emotion and emotion regulation. *Handbook of personality: Theory and research*, 2, 525-552.

Gross, J. J. (2001). Emotion regulation in adulthood: Timing is everything. *Current Directions in Psychological Science, 10*, 214–219.

Gross, J. J. (2002). Emotion regulation: Affective, cognitive, and social consequences. *Psychophysiology, 39*(3), 281-291.

Gross, J. J., & John, O. P. (2003). Individual differences in two emotion regulation processes: implications for affect, relationships, and well-being. *Journal of personality and social psychology, 85*(2), 348.

Gross, J. J., & Levenson, R. W. (1997). Hiding feelings: the acute effects of inhibiting negative and positive emotion. *Journal of abnormal psychology, 106*(1), 95.

Gross, J. J., Richards, J. M., & John, O. P. (2006). Emotion regulation in everyday life.

Gruber, J., Dutra, S. J., Hay, A. C., & Devlin, H. C. (2014). Positive emotion and reward dysregulation across disorders. In M. N. Shiota, M. M. Tugade, & L. Kirby (Eds.), *Handbook of positive psychology*. New York, NY: Guilford Press.

Grunberg, N. E., & Straub, R. O. (1992). The role of gender and taste class in the effects of stress on eating. *Health Psychology, 11*(2), 97.

Guerrieri, R., Nederkoorn, C., Schrooten, M., Martijn, C., & Jansen, A. (2009). Inducing impulsivity leads high and low restrained eaters into overeating, whereas current dieters stick to their diet. *Appetite, 53*(1), 93-100.

Hajcak, G., & Nieuwenhuis, S. (2006). Reappraisal modulates the electrocortical response to unpleasant pictures. *Cognitive, Affective & Behavioral Neuroscience, 6*, 291 –297.

Hajcak, G., & Olvet, D. M. (2008). The persistence of attention to emotion: brain potentials during and after picture presentation. *Emotion, 8*(2), 250.

Hajcak, G., Dunning, J. P., & Foti, D. (2009). Motivated and controlled attention to emotion: time-course of the late positive potential. *Clinical neurophysiology, 120*(3), 505-510.

Hamann, S. (2012). Mapping discrete and dimensional emotions onto the brain: controversies and consensus. *Trends in cognitive sciences, 16*(9), 458-466.

Hare T, Camerer CF, Rangel A. 2009. Self-control in decisionmaking involves modulation of the vmPFC valuation system

Hare, T. A., Camerer, C. F., & Rangel, A. (2009). Self-control in decision-making involves modulation of the vmPFC valuation system. *Science, 324*(5927), 646-648.

Hare, T. A., Malmaud, J., & Rangel, A. (2011). Focusing attention on the health aspects of foods changes value signals in vmPFC and improves dietary choice. *Journal of neuroscience, 31*(30), 11077-11087.

Harrison, N. R., & Chassy, P. (2017). Habitual use of cognitive reappraisal is associated with decreased amplitude of the late positive potential (LPP) elicited by threatening pictures. *Journal of Psychophysiology*.

Hatfield, T., Han, J.-S., Conley, M., Gallagher, M., & Holland, P. C. (1996). Neurotoxic lesions of basolateral, but not central, amygdala interfere with Pavlovian second-order conditioning and reinforcer devaluation effects. *Journal of Neuroscience, 16*, 5256-5265.



Herman, C. & Polivy, J. (1980) *Restrained eating. Obesity. Philadelphia: Saunders.*

Herman, C. P., & Mack, D. (1975). *Restrained and unrestrained eating. Journal of personality.*

Herman, C. P., & Polivy, J. (1984). A boundary model for the regulation of eating. *Research Publications-Association for Research in Nervous and Mental Disease, 62*, 141-156.

Hoek, H. W. (2006). Incidence, prevalence and mortality of anorexia nervosa and other eating disorders. *Current opinion in psychiatry, 19(4)*, 389-394.

Hofmann, S. G., Heering, S., Sawyer, A. T., & Asnaani, A. (2009). How to handle anxiety: The effects of reappraisal, acceptance, and suppression strategies on anxious arousal. *Behaviour research and therapy, 47(5)*, 389-394.

Hollitt, S., Kemps, E., Tiggemann, M., Smeets, E., & Mills, J. S. (2010). Components of attentional bias for food cues among restrained eaters. *Appetite, 54(2)*, 309-313.

Hollmann, M., Hellrung, L., Pleger, B., Schlogl, H., Kabisch, S., Stumvoll, M., et al. (2011). Neural correlates of the volitional regulation of the desire for food. *International Journal of Obesity*

Hollmann, M., Hellrung, L., Pleger, B., Schlögl, H., Kabisch, S., Stumvoll, M., ... & Horstmann, A. (2012). Neural correlates of the volitional regulation of the desire for food. *International journal of obesity, 36(5)*, 648-655.

Hutcherson, C. A., Plassmann, H., Gross, J. J., & Rangel, A. (2012). Cognitive regulation during decision making shifts behavioral control between ventromedial and dorsolateral prefrontal value systems. *Journal of Neuroscience*, *32*(39), 13543-13554.

Izard, C. E. (1990). Facial expressions and the regulation of emotions. *Journal of personality and social psychology*, *58*(3), 487.

Izquierdo, A., & Murray, E. A. (2005). Opposing effects of amygdala and orbital prefrontal cortex lesions on the extinction of instrumental responding in macaque monkeys. *European Journal of Neuroscience*, *22*(9), 2341-2346.

Jansen, A., & Van den Hout, M. (1991). On being led into temptation: "Counterregulation" of dieters after smelling a "preload". *Addictive behaviors*, *16*(5), 247-253.

John, O. P., & Gross, J. J. (2004). Healthy and unhealthy emotion regulation: Personality processes, individual differences, and life span development. *Journal of personality*, *72*(6), 1301-1334.

Johnstone, S. J., Watt, A. J., & Dimoska, A. (2010). Varying required effort during interference control in children with AD/HD: Task performance and ERPs. *International Journal of Psychophysiology*, *76*(3), 174-185.

Just, N., & Alloy, L. B. (1997). The response styles theory of depression: tests and an extension of the theory. *Journal of abnormal psychology*, *106*(2), 221.

Kalisch, R., Wiech, K., Herrmann, K., & Dolan, R. J. (2006). Neural correlates of self-distraction from anxiety and a process model of cognitive emotion regulation. *Journal of cognitive neuroscience*, *18*(8), 1266-1276.

Keil, A., Bradley, M. M., Hauk, O., Rockstroh, B., Elbert, T., & Lang, P. J. (2002). Large-scale neural correlates of affective picture processing. *Psychophysiology*, *39*(5), 641-649.

Kemps, E., & Tiggemann, M. (2009). Attentional bias for craving-related (chocolate) food cues. *Experimental and clinical psychopharmacology*, *17*(6), 425.

Killgore, W. D. (2010). Cortical and Limbic Activation in Response to Low-and High-calorie Food. In *Obesity Prevention* (pp. 57-71). Academic Press.

Killgore, W. D. S., Young, A. D., Femia, L. A., Bogorodzki, P., Rogowska, J., & Yurgelun-Todd, D. A., (2003). Cortical and limbic activation during viewing of high-versus low-caloric foods. *NeuroImage*, *19*, 1381 –1394.

Killgore, W. D., & Yurgelun-Todd, D. A. (2005). Developmental changes in the functional brain responses of adolescents to images of high and low-calorie foods. *Developmental psychobiology*, *47*(4), 377-397.

Killgore, W. S., & Yurgelun-Todd, D. A. (2010). Sex differences in cerebral responses to images of high vs low calorie food. *Neuroreport*, *31*, 354–358.

Kim, S. H., & Hamann, S. B. (2007). Neural correlates of positive and negative emotion regulation. *Journal of Cognitive Neuroscience*, *19*, 776–798.

Kober, H., Kross, E. F., Mischel, W., Hart, C. L., & Ochsner, K. N. (2010). Regulation of craving by cognitive strategies in cigarette smokers. *Drug and Alcohol Dependence*, *106*, 52–55. Kober, H., Mende-Siedlecki, P

Kok, A. (2001). On the utility of P3 amplitude as a measure of processing capacity. *Psychophysiology*, *38*(3), 557-577.

Kolb, B., & Whishaw, I. Q. (2009). *Fundamentals of human neuropsychology*. Macmillan.

Konorski, J. (1967). Some new ideas concerning the physiological mechanisms of perception. *Acta Biol Exp (Warsz)*, 27(2), 147-161.

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.

Krompinger, J. W., Moser, J. S., & Simons, R. F. (2008). Modulations of the electrophysiological response to pleasant stimuli by cognitive reappraisal. *Emotion*, 8(1), 132.

Kuijjer, R., de Ridder, D., Ouweland, C., Houx, B., & van den Bos, R. (2008). Dieting as a case of behavioural decision making. Does self-control matter?. *Appetite*, 51(3), 506-511.

LaBar, K., Gitelman, D., Kim, Y., Parrish, T. B., Nobre, A., & Mesulam, M. M. (2001). Hunger selectively modulates corticolimbic activation to food stimuli in humans. *Behavioral Neuroscience*, 11, 493–500.

Lang, P. J. (1980). Self-assessment manikin. *Gainesville, FL: The Center for Research in Psychophysiology, University of Florida*.

Lang, P. J. (1995). The emotion probe: Studies of motivation and attention. *American psychologist*, 50(5), 372.

Lang, P. J., & Bradley, M. M. (2010). Emotion and the motivational brain. *Biological psychology*, 84(3), 437-450.

Lang, P. J., Bradley, M. M., & Cuthbert, B. N. (1990). Emotion, attention, and the startle reflex. *Psychological review*, 97(3), 377.

Lang, P. J., Bradley, M. M., & Cuthbert, B. N. (1997). International affective picture system (IAPS): Technical manual and affective ratings. NIMH Center for the Study of Emotion and Attention, 1(39-58), 3.

Lang, P. J., Bradley, M. M., & Cuthbert, B. N. (1997). Motivated attention: Affect, activation, and action. *Attention and orienting: Sensory and motivational processes*, 97, 135.

Lang, P., & Bradley, M. M. (2007). The International Affective Picture System (IAPS) in the study of emotion and attention. *Handbook of emotion elicitation and assessment*, 29, 70-73.

Langer, E. J., Janis, I. L., & Wolfer, J. A. (1975). Reduction of psychological stress in surgical patients. *Journal of Experimental Social Psychology*, 11(2), 155-165.

Lazarus, R. S. (1966). Psychological stress and the coping process.

Lazarus, R. S., & Alfert, E. ~1964!. Short-circuiting of threat by experimentally altering cognitive appraisal. *Journal of Abnormal and Social Psychology*, 69, 195-205.

Lazarus, R.S. and Folkman, S. (1984) *Stress, Appraisal and Coping*, Springer.

LeDoux, J. (2003). The emotional brain, fear, and the amygdala. *Cellular and molecular neurobiology*, 23(4), 727-738.

LeDoux, J. E. (2013). The slippery slope of fear. *Trends in cognitive sciences*, 17(4), 155-156.

LeDoux, J. E., Cicchetti, P., Xagoraris, A., & Romanski, L. M. (1990). The lateral amygdaloid nucleus: sensory interface of the amygdala in fear conditioning. *Journal of Neuroscience*, 10(4), 1062-1069.

Leland, D. S., & Pineda, J. A. (2006). Effects of food-related stimuli on visual spatial attention in fasting and nonfasting normal subjects: Behavior and electrophysiology. *Clinical neurophysiology*, 117(1), 67-84.

Lévesque, J., Eugene, F., Joannette, Y., Paquette, V., Mensour, B., Beaudoin, G., ... & Beauregard, M. (2003). Neural circuitry underlying voluntary suppression of sadness. *Biological psychiatry*, 53(6), 502-510.

Ligeza, T. S., Kałamała, P., Tarnawczyk, O., Maciejczyk, M., & Wyczesany, M. (2019). Frequent physical exercise is associated with better ability to regulate negative emotions in adult women: The electrophysiological evidence. *Mental Health and Physical Activity*, 17, 100294.

Littel, M., & Franken, I. H. (2011). Intentional modulation of the late positive potential in response to smoking cues by cognitive strategies in smokers. *PLoS One*, 6(11), e27519.

Long, C. G., Hinton, C., & Gillespie, N. K. (1994). Selective processing of food and body size words: Application of the Stroop test with obese restrained eaters, anorexics, and normals. *International Journal of Eating Disorders*, 15(3), 279-283.

Lopez, R. B., Hofmann, W., Wagner, D. D., Kelley, W. M., & Heatherton, T. F. (2014). Neural predictors of giving in to temptation in daily life. *Psychological science*, 25(7), 1337-1344.

Macht, M. (1999). Characteristics of eating in anger, fear, sadness and joy. *Appetite*, 33(1), 129-139.

MacNamara, A., Foti, D., & Hajcak, G. (2009). Tell me about it: neural activity elicited by emotional pictures and preceding descriptions. *Emotion*, 9(4), 531.

Maratos, E. J., & Rugg, M. D. (2001). Electrophysiological correlates of the retrieval of emotional and non-emotional context. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 13(7), 877-891.

Matsumoto, D. (1987). The role of facial response in the experience of emotion: More methodological problems and a meta-analysis. *Journal of personality and social psychology*, 52(4), 769.

Mauler, B. I., Hamm, A. O., Weike, A. I., & Tuschen-Caffier, B. (2006). Affect regulation and food intake in bulimia nervosa: Emotional responding to food cues after deprivation and subsequent eating. *Journal of Abnormal Psychology*, 115(3), 567.

Mauss, I. B., Levenson, R. W., McCarter, L., Wilhelm, F. H., & Gross, J. J. (2005). The tie that binds? Coherence among emotion experience, behavior, and physiology. *Emotion*, 5(2), 175.

McCanne, T. R., & Anderson, J. A. (1987). Emotional responding following experimental manipulation of facial electromyographic activity. *Journal of Personality and Social Psychology*, 52, 759-768.

McRae, K., Hughes, B., Chopra, S., Gabrieli, J. D. E., Gross, J. J. & Ochsner, K. N. (2010). The neural bases of distraction and reappraisal. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 22, 248–262.

Meule, A., Lukito, S., Vögele, C., & Kübler, A. (2011). Enhanced behavioral inhibition in restrained eaters. *Eating behaviors*, 12(2), 152-155.

Meule, A., Westenhöfer, J., & Kübler, A. (2011). Food cravings mediate the relationship between rigid, but not flexible control of eating behavior and dieting success. *Appetite*, 57(3), 582-584.

Miccoli, L., Delgado, R., Rodriguez-Ruiz S., Guerra, P., Garcia-Marmol, E., & Fernandez-Santaella, M. C. (2014). Meet OLAF, a good friend of the IAPS! The Open Library of Affective Food: A tool to investigate the emotional impact of food in adolescents. *PLoS ONE*, ), e114515.

Morawetz, C., Mohr, P. N., Heekeren, H. R., & Bode, S. (2019). The effect of emotion regulation on risk-taking and decision-related activity in prefrontal cortex. *Social cognitive and affective neuroscience*, 14(10), 1109-1118.

Morawetz, C., Steyrl, D., Berboth, S., Heekeren, H. R., & Bode, S. (2020). Emotion regulation modulates dietary decision-making via activity in the prefrontal–striatal valuation system. *Cerebral Cortex*, 30(11), 5731-5749.

Moser, J. S., Hajcak, G., Bukay, E., & Simons, R. F. (2006). Intentional modulation of emotional responding to unpleasant pictures: An ERP study. *Psychophysiology*, 43, 292–296.



Moser, J. S., Most, S. B., & Simons, R. F. (2010). Increasing negative emotions by reappraisal enhances subsequent cognitive control: a combined behavioral and electrophysiological study. *Cognitive, affective, & behavioral neuroscience*, *10*(2), 195-207.

Mouchetant-Rostaing, Y., Giard, M. H., Bentin, S., Aguera, P. E., & Pernier, J. (2000). Neurophysiological correlates of face gender processing in humans. *European Journal of Neuroscience*, *12*(1), 303-310.

Murray, M. M., Camen, C., Andino, S. L. G., Bovet, P., & Clarke, S. (2006). Rapid brain discrimination of sounds of objects. *Journal of Neuroscience*, *26*(4), 1293-1302.

Myrseth, K. O. R., & Fishbach, A. (2009). Self-control: A function of knowing when and how to exercise restraint. *Current Directions in Psychological Science*, *18*(4), 247-252.

Nederkoorn, C., Houben, K., Hofmann, W., Roefs, A., & Jansen, A. (2010). Control yourself or just eat what you like? Weight gain over a year is predicted by an interactive effect of response inhibition and implicit preference for snack foods. *Health Psychology*, *29*(4), 389.

Nederkoorn, C., Van Eijs, Y., & Jansen, A. (2004). Restrained eaters act on impulse. *Personality and Individual Differences*, *37*(8), 1651-1658.

Nijs, I. M., Franken, I. H., & Muris, P. (2008). Food cue-elicited brain potentials in obese and healthy-weight individuals. *Eating behaviors*, *9*(4), 462-470.

Nijs, I. M., Muris, P., Euser, A. S., & Franken, I. H. (2010). Differences in attention to food and food intake between overweight/obese and normal-weight females under conditions of hunger and satiety. *Appetite*, *54*(2), 243-254.

Nix, G., Watson, C., Pyszczynski, T., & Greenberg, J. (1995). Reducing depressive affect through external focus of attention. *Journal of Social and Clinical Psychology*, *14*, 36–52.

Nolen-Hoeksema, S. (1993). Sex differences in control of depression. In D. M. Wegner & J. W. Pennebaker (Eds.), *Handbook of mental control* (pp. 306–324). Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.

Nolen-Hoeksema, S. (1994). An interactive model for the emergence of gender differences in depression in adolescence. *Journal of Research on Adolescence*, *4*(4), 519-534.

Ochsner, K. N., & Gross, J. J. (2005). The cognitive control of emotion. *TRENDS in Cognitive Sciences*, *9*, 242–249.

Ochsner, K. N., & Gross, J. J. (2005). The cognitive control of emotion. *Trends in cognitive sciences*, *9*(5), 242-249.

Ochsner, K. N., Bunge, S. A., Gross, J. J., & Gabrieli, J. D. (2002). Rethinking feelings: an fMRI study of the cognitive regulation of emotion. *Journal of cognitive neuroscience*, *14*(8), 1215-1229.

Ochsner, K. N., Ray, R. D., Cooper, J. C., Robertson, E. R., Chopra, S., Gabrieli, J. D., & Gross, J. J. (2004). For better or for worse: neural systems supporting the

cognitive down-and up-regulation of negative emotion.  
*Neuroimage*, 23(2), 483-499.

O'Doherty, J., Rolls, E. T., Francis, S., Bowtell, R., & McGlone, F. (2001). Representation of pleasant and aversive taste in the human brain. *Journal of neurophysiology*, 85(3), 1315-1321.

Olofsson, J. K., Nordin, S., Sequeira, H., & Polich, J. (2008). Affective picture processing: an integrative review of ERP findings. *Biological psychology*, 77(3), 247-265.

Papies, E. K., Stroebe, W., & Aarts, H. (2008). Healthy cognition: Processes of self-regulatory success in restrained eating. *Personality and Social Psychology Bulletin*, 34(9), 1290-1300.

Parrott, W. G. (1993). Beyond hedonism: Motives for inhibiting good moods and for maintaining bad moods.

Paul, S., Simon, D., Endrass, T., & Kathmann, N. (2016). Altered emotion regulation in obsessive-compulsive disorder as evidenced by the late positive potential. *Psychological medicine*, 46(1), 137-147.

Paulhus, D.L. et al. (1997) Psychological defense: contemporary theory and research. In *Handbook of Personality Psychology* (Hogan, R. et al., eds), pp. 543–579, Academic Press

Pessoa, L., Padmala, S., & Morland, T. (2005). Fate of unattended fearful faces in the amygdala is determined by both attentional resources and cognitive modulation. *Neuroimage*, 28(1), 249-255.

Phan, K. L., Fitzgerald, D. A., Nathan, P. J., Moore, G. J., Uhde, T. W., & Tancer, M. E. (2005). Neural substrates for voluntary suppression of negative affect: a functional magnetic resonance imaging study. *Biological psychiatry*, *57*(3), 210-219.

Phillips, M. L., Ladouceur, C. D., & Drevets, W. C. (2008). Neural systems underlying voluntary and automatic emotion regulation: toward a neural model of bipolar disorder. *Molecular Psychiatry*, *13*(9), 829-829.

Piech, R. M., Lewis, J., Parkinson, C. H., Owen, A. M., Roberts, A. C., Downing, P. E., & Parkinson, J. A. (2009). Neural correlates of appetite and hunger-related evaluative judgments. *PLoS One*, *4*(8), e6581.

Plassmann, H., O'Doherty, J. P., & Rangel, A. (2010). Appetitive and aversive goal values are encoded in the medial orbitofrontal cortex at the time of decision making. *Journal of neuroscience*, *30*(32), 10799-10808.

Quirk, G. J., & Beer, J. S. (2006). Prefrontal involvement in the regulation of emotion: convergence of rat and human studies. *Current opinion in neurobiology*, *16*(6), 723-727.

Racine, S. E. (2018). Emotional ratings of high-and low-calorie food are differentially associated with cognitive restraint and dietary restriction. *Appetite*, *121*, 302-308.

Ramirez, I., Hernandez, M. A., Sanchez, M., Fernandez, M. C., Vila, J., Pastor, M. C. et al. (1998). Spanish norms of the "International Affective Picture System. *Journal of Psychophysiology*, *12*, 312-313.

Raynor, H. A., & Epstein, L. H. (2003). The relative-reinforcing value of food under differing levels of food deprivation and restriction. *Appetite*, *40*(1), 15-24.

Reader, S. W., Lopez, R. B., & Denny, B. T. (2018). Cognitive reappraisal of low-calorie food predicts real-world craving and consumption of high-and low-calorie foods in daily life. *Appetite*, *131*, 44-52.

Rolls, E. T. (1999). *The brain and emotion*. New York, NY: Oxford University Press.

Rossion, B., & Jacques, C. (2008). Does physical interstimulus variance account for early electrophysiological face sensitive responses in the human brain? Ten lessons on the N170. *Neuroimage*, *39*(4), 1959-1979.

Sarlo, M., Übel, S., Leutgeb, V., & Schienle, A., (2013). Cognitive reappraisal fails when attempting to reduce the appetitive value of food: An ERP study. *Biological Psychology*, *94*, 507 -512.

Schupp, H. T., Cuthbert, B. N., Bradley, M. M., Cacioppo, J. T., Ito, T., & Lang, P. J. (2000). Affective picture processing: the late positive potential is modulated by motivational relevance. *Psychophysiology*, *37*(2), 257-261.

Schupp, H. T., Flaisch, T., Stockburger, J., & Junghöfer, M. (2006). Emotion and attention: event-related brain potential studies. *Progress in brain research*, *156*, 31-51.

Schupp, H., Cuthbert, B., Bradley, M., Hillman, C., Hamm, A., & Lang, P. (2004). Brain processes in emotional perception: Motivated attention. *Cognition and Emotion*, *18*(5), 593-611.

Seib, C., Parkinson, J., McDonald, N., Fujihira, H., Zietek, S., & Anderson, D. (2018). Lifestyle interventions for improving health and health behaviours in women with type 2 diabetes: A systematic review of the literature 2011–2017. *Maturitas, 111*, 1-14.

Senderecka, M., Grabowska, A., Szewczyk, J., Gerc, K., & Chmylak, R. (2012). Response inhibition of children with ADHD in the stop-signal task: An event-related potential study. *International Journal of Psychophysiology, 85*(1), 93-105.

Sheppes, G., & Gross, J. J. (2011). Is timing everything? Temporal considerations in emotion regulation. *Personality and Social Psychology Review, 15*(4), 319-331.

Shiffman, S., Stone, A. A., & Hufford, M. R. (2008). Ecological momentary assessment. *Annu. Rev. Clin. Psychol., 4*, 1-32.

Siep, N., Roefs, A., Roebroek, A., Havermans, R., Bonte, M. L., & Jansen, A. (2009). Hunger is the best spice: an fMRI study of the effects of attention, hunger and calorie content on food reward processing in the amygdala and orbitofrontal cortex. *Behavioural brain research, 198*(1), 149-158.

Siep, N., Roefs, A., Roebroek, A., Havermans, R., Bonte, M., & Jansen, A. (2012). Fighting food temptations. The modulating effects of short-term cognitive reappraisal, suppression, and up-regulation on mesocorticolimbic activity related to appetitive motivation. *NeuroImage, 60*, 213–220.

Siep, N., Roefs, A., Roebroek, A., Havermans, R., Bonte, M., & Jansen, A. (2012). Fighting food temptations: the modulating effects of short-term cognitive reappraisal, suppression and up-regulation on mesocorticolimbic activity related to appetitive motivation. *Neuroimage, 60*(1), 213-220.

Simmons, W. K., Martin, A., & Barsalou, L. W. (2005). Pictures of appetizing foods activate gustatory cortices for taste and reward. *Cerebral Cortex*, *15*(10), 1602-1608.

Sin, N. L. Y., & Vartanian, L. R. (2012). Is counter-regulation among restrained eaters a result of motivated overeating?. *Appetite*, *59*(2), 488-493.

Smeets, E., Roefs, A., van Furth, E., & Jansen, A. (2008). Attentional bias for body and food in eating disorders: Increased distraction, speeded detection, or both?. *Behaviour Research and Therapy*, *46*(2), 229-238.

Smith, A. P., Dolan, R. J., & Rugg, M. D. (2004). Event-related potential correlates of the retrieval of emotional and nonemotional context. *Journal of Cognitive Neuroscience*, *16*(5), 760-775.

Smith, J. L., & Hanni, A. A. (2019). Effects of a savoring intervention on resilience and well-being of older adults. *Journal of Applied Gerontology*, *38*(1), 137-152.

Stepper, S., & Strack, F. (1993). Proprioceptive determinants of emotional and nonemotional feelings. *Journal of Personality and Social Psychology*, *64*, 211–220.

Stockburger, J., Schmälzle, R., Fleisch, T., Bublatzky, F., & Schupp, H. T. (2009). The impact of hunger on food cue processing: an event-related brain potential study. *Neuroimage*, *47*(4), 1819-1829.

Stockburger, J., Weike, A. I., Hamm, A. O., & Schupp, H. T. (2008). Deprivation selectively modulates brain potentials to food pictures. *Behavioral Neuroscience*, *122*(4), 936.

Stoeckel, L. E., Cox, J. E., Cook III, E. W., & Weller, R. E. (2007). Motivational state modulates the hedonic value of food images differently in men and women. *Appetite*, 48, 139–144.

Strack, F., Martin, L. L., & Stepper, S. (1988). Inhibiting and facilitating conditions of the human smile: a nonobtrusive test of the facial feedback hypothesis. *Journal of personality and social psychology*, 54(5), 768. Striegel-Moore, R. H., & Bulik, C. M. (2007). Risk factors for eating disorders. *American psychologist*, 62(3), 181.

Stroebe, W. (2008). Restrained eating and the breakdown of self-regulation.

Stroebe, W., Mensink, W., Aarts, H., Scht, H., & Kruglanski, A. W. (2008). Why dieters fail: Testing the goal conflict model of eating. *Journal of Experimental Social Psychology*, 44(1), 26-36.

Stroebe, W., Van Koningsbruggen, G. M., Papiés, E. K., & Aarts, H. (2013). Why most dieters fail but some succeed: a goal conflict model of eating behavior. *Psychological review*, 120(1), 110.

Stunkard, A. J., & Messick, S. (1985). The three-factor eating questionnaire to measure dietary restraint, disinhibition, and hunger. *Journal of Psychosomatic Research*, 29, 71–83.

Svaldi, J., Griepenstroh, J., Tuschen-Caffier, B., & Ehring, T. (2012). Emotion regulation deficits in eating disorders: a marker of eating pathology or general psychopathology?. *Psychiatry research*, 197(1-2), 103-111.



Svaldi, J., Tuschen-Caffier, B., Biehl, S. C., Gschwendtner, K., Wolz, I., & Naumann, E. (2015). Effects of two cognitive regulation strategies on the processing of food cues in high restrained eaters. An event-related potential study. *Appetite*, *92*, 269-277.

Svaldi, J., Tuschen-Caffier, B., Lackner, H. K., Zimmermann, S., & Naumann, E. (2012). The effects of emotion regulation on the desire to overeat in restrained eaters. *Appetite*, *59*(2), 256-263.

Svaldi, J., Tuschen-Caffier, B., Peyk, P., & Blechert, J. (2010). Information processing of food pictures in binge eating disorder. *Appetite*, *55*, 685–694.

Thut, G., Schultz, W., Roelcke, U., Nienhusmeier, M., Missimer, J., Maguire, R. P., & Leenders, K. L. (1997). Activation of the human brain by monetary reward. *Neuroreport*, *8*(5), 1225-1228.

Toepel, U., Knebel, J. F., Hudry, J., le Coutre, J., & Murray, M. M. (2009). The brain tracks the energetic value in food images. *NeuroImage*, *44*, 967, 974.

Urry, H. L., Van Reekum, C. M., Johnstone, T., Kalin, N. H., Thurow, M. E., Schaefer, H. S., ... & Davidson, R. J. (2006). Amygdala and ventromedial prefrontal cortex are inversely coupled during regulation of negative affect and predict the diurnal pattern of cortisol secretion among older adults. *Journal of Neuroscience*, *26*(16), 4415-4425.

van Reekum, C. M., Johnstone, T., Urry, H. L., Thurow, M. E., Schaefer, H. S., Alexander, A. L., & Davidson, R. J. (2007). Gaze fixations predict brain activation during the voluntary regulation of picture-induced negative affect. *Neuroimage*, *36*(3), 1041-1055.

Van Strien, T., Frijters, J. E., Bergers, G. P., & Defares, P. B. (1986). The Dutch Eating Behavior Questionnaire (DEBQ) for assessment of restrained, emotional, and external eating behavior. *International journal of eating disorders*, *5*(2), 295- 315.

Wager, T. D., Davidson M. L., Hughes, B. L., Lindquist, M. A., & Ochsner, K. N. (2008). Prefrontal-Subcortical pathways mediating successful emotion regulation. *Neuron*, *59*, 1037–1050.

Wang, Y., Dong, D., Todd, J., Du, J., Yang, Z., Lu, H., & Chen, H. (2016). Neural correlates of restrained eaters' high susceptibility to food cues: An fMRI study. *Neuroscience letters*, *631*, 56-62.

Watanabe, M. (1998). Cognitive and motivational operations in primate prefrontal neurons. *Reviews in the neurosciences*, *9*(4), 225-242.

Wegner, D. M., Erber, R., & Zanakos, S. (1993). Ironic processes in the mental control of mood and mood-related thought. *Journal of personality and social psychology*, *65*(6), 1093.

Weinberg, A., Hilgard, J., Bartholow, B. D., & Hajcak, G. (2012). Emotional targets: evaluative categorization as a function of context and content. *International Journal of Psychophysiology*, *84*(2), 149-154.

Weltens, N., Zhao, D., & Van Oudenhove, L. (2014). Where is the comfort in comfort foods? Mechanisms linking fat signaling, reward, and emotion. *Neurogastroenterology & Motility*, *26*(3), 303-315.

Werthmann, J., Jansen, A., & Roefs, A. (2016). Make up your mind about food: A healthy mindset attenuates attention for high-calorie food in restrained eaters. *Appetite, 105*, 53-59.

Whitelock, V., Nouwen, A., van den Akker, O., & Higgs, S. (2018). The role of working memory sub-components in food choice and dieting success. *Appetite, 124*, 24-32.

Wilson, K. A., & MacNamara, A. (2021). Savor the moment: Willful increase in positive emotion and the persistence of this effect across time. *Psychophysiology, 58*(3), e13754.

Wyckoff, E. P., Evans, B. C., Manasse, S. M., Butryn, M. L., & Forman, E. M. (2017). Executive functioning and dietary intake: Neurocognitive correlates of fruit, vegetable, and saturated fat intake in adults with obesity. *Appetite, 111*, 79-85.

Yanovski, S. Z., Leet, M., Yanovski, J. A., Flood, M. N., Gold, P. W., Kissileff, H. R., & Walsh, B. T. (1992). Food selection and intake of obese women with binge-eating disorder. *The American journal of clinical nutrition, 56*(6), 975-980.

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.

Yurgelun-Todd, D. A., & Killgore, W. D. (2006). Fear-related activity in the prefrontal cortex increases with age during adolescence: a preliminary fMRI study. *Neuroscience letters, 406*(3), 194-199.

Zhang, B. W., Zhao, L., & Xu, J. (2007). Electrophysiological activity underlying inhibitory control processes in late-life depression: a Go/Nogo study. *Neuroscience letters*, *419*(3), 225-230.

Zhang, J., Lau, E. Y. Y., & Hsiao, J. H. W. (2019). Using emotion regulation strategies after sleep deprivation: ERP and behavioral findings. *Cognitive, Affective, & Behavioral Neuroscience*, *19*(2), 283-295.

Zhang, X., Luo, Y., Liu, Y., Yang, C., & Chen, H. (2019). Lack of conflict during food choice is associated with the failure of restrained eating. *Eating Behaviors*, *34*, 101309.

Zhou, Y., Liu, Y., Du, J., & Chen, H. (2018). Effects of food exposure on food-related inhibitory control in restrained eaters: An ERP study. *Neuroscience Letters*, *672*, 130-135.