

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA

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

**Corso di laurea in scienze psicologiche dello sviluppo, della personalità
e delle relazioni interpersonali**

Elaborato finale

Dietro lo specchio: una revisione degli studi fMRI che indagano l'immagine corporea in pazienti affetti da bulimia

*Behind the mirror: a review of fMRI studies investigating body
image in patients with bulimia*

Relatore

Prof. Claudio Gentili

Laureanda: Veronica Stasikowski

Matricola: 2047251

Anno accademico 2023/2024

Indice

ABSTRACT	3
Introduzione	4
Capitolo 1: La bulimia nervosa	6
1.1 Aspetti epidemiologici e caratteristiche generali	6
1.2 Criteri diagnostici del DSM-V-TR	7
1.3 Eziologia e trattamento	8
1.4 Bulimia nervosa e immagine corporea	9
Capitolo 2: Metodo	11
2.1 Stringa di ricerca, criteri di inclusione e di esclusione	11
2.2 Descrizione degli studi inclusi nella metanalisi	14
2.3 Analisi statistica	17
Capitolo 3: Risultati	19
Capitolo 4: Discussione e limitazioni	23
4.1 Discussione dei risultati	23
4.2 Limitazioni	26
Conclusione	28
Bibliografia	29

ABSTRACT

L'alterazione percettiva dell'immagine corporea, dall'insoddisfazione corporea alle distorsioni cognitivo-percettive più gravi, è un sintomo molto comune nei disturbi del comportamento alimentare; tuttavia, i correlati neurobiologici alla base sono ancora poco studiati, soprattutto nella bulimia.

Si è svolta una metanalisi di tipologia ALE allo scopo di approfondire l'argomento, analizzando i pochi studi presenti ad oggi che indagano l'immagine corporea in pazienti bulimici mediante l'utilizzo dell'fMRI e confrontando le coordinate di attivazione cerebrale di partecipanti sani e bulimici alla ricerca di pattern di attivazione ricorrenti e significativi.

Nel gruppo dei pazienti bulimici si rileva una maggiore attivazione cerebrale del sistema limbico (soprattutto a livello del giro paraippocampale, dell'uncus e del nucleo caudato) e del culmen e una minore attivazione dei lobi temporale e occipitale (giro temporale inferiore, giro temporale medio, giro fusiforme, giro occipitale mediale), del lobo frontale (giro cingolato e giro frontale mediale) e del declive. I partecipanti che soffrono di bulimia mostrano un pattern di ipoattivazione a livello della *fusiform body area* (FBA) e della *extrastriate body area* (EBA)

Essendo la metanalisi condotta su un numero ristretto di studi, i risultati sono di difficile generalizzazione sull'intera popolazione dei pazienti affetti da bulimia; tuttavia, essa descrive una panoramica dello stato attuale della ricerca, mettendo in luce la necessità di maggiori approfondimenti a riguardo. Inoltre, pone l'attenzione sull'importanza degli interventi terapeutici mirati sull'immagine corporea per pazienti bulimici.

Introduzione

Il potersi riconoscere, guardarsi dall'esterno, scoprire come il resto del mondo ci vede sono fattori fondanti nella costruzione dell'identità e permettono una percezione di sé come un'unità indissolubile di psiche e soma.

Nonostante lo specchio sia uno strumento potenzialmente estremamente affidabile nel rappresentare un'immagine speculare di quello che ha davanti, l'elaborazione della propria immagine corporea non permette sempre una rappresentazione affidabile e perfettamente aderente alla realtà.

Immaginiamo ora di vivere in un mondo popolato esclusivamente di specchi deformanti, un mondo che non ci permette di conoscere la nostra immagine corporea reale, questo è quello che molte persone affette da disturbi del comportamento alimentare vivono ogni giorno.

Tuttavia, il disturbo dell'immagine corporea, sintomo trasversale dei disturbi del comportamento alimentare, non è racchiuso solo nella deformazione percettiva e cognitiva della propria immagine corporea, ma si estende a numerose sfere del funzionamento della persona ed è infatti caratterizzato dalla presenza di componenti cognitive, affettive, percettive e comportamentali.

In particolare, nella bulimia nervosa, il Manuale Diagnostico Statistico dei Disturbi Mentali (DSM-V-TR) presenta un criterio diagnostico che valuta la presenza della componente affettiva dell'immagine corporea, secondo cui i livelli di autostima sono indebitamente influenzati dalla forma e dal peso del corpo. Nella bulimia quindi, a livello clinico-diagnostico ci si sofferma principalmente sull'insoddisfazione corporea, piuttosto che su distorsioni cognitivo-percettive.

Numerosi studi hanno dimostrato la correlazione tra le disfunzioni dell'immagine corporea e comportamenti e/o atteggiamenti problematici relativi alla sfera alimentare, rivelando che il rapporto con la propria immagine corporea non solo predica la gravità dei disturbi alimentari, ma che sia anche un fattore di rischio per lo sviluppo degli stessi. (Thompson et al., 1995)

Nell'ambito dei Disturbi del Comportamento Alimentare (DCA) molti studi con risonanza magnetica funzionale (fMRI) si sono concentrati sull'analisi del substrato neurobiologico in presenza di stimoli che elicitassero la risposta cerebrale al cibo, mentre sono pochi gli studi che hanno indagato la percezione corporea in pazienti con DCA, ancora meno quelli che l'hanno indagata nello specifico su pazienti con bulimia.

La bulimia nervosa, eppure, è tra i disturbi alimentari più diffusi nella società occidentale, è sempre più dilagante e in crescita soprattutto tra i giovanissimi (Miskovic-Wheatley et al., 2023). Si tratta di una sindrome estremamente complessa, sia nella definizione dei criteri diagnostici che nell'eziologia e nel trattamento.

Da qui nasce la necessità di fare chiarezza sul fenomeno prendendo in considerazione i risultati riportati da studi che hanno impiegato la risonanza magnetica funzionale per indagare il costrutto della percezione corporea in soggetti affetti da bulimia nervosa.

Capitolo 1: La bulimia nervosa

1.1 Aspetti epidemiologici e caratteristiche generali

La bulimia nervosa è un disturbo alimentare altamente diffuso, in crescita tra i giovanissimi.

Il DSM-V-TR riporta che negli Stati Uniti uno studio epidemiologico condotto su un campione comunitario di adulti, la prevalenza *lifetime* varia dallo 0,28% all'1%, con tassi molto più elevati nelle donne rispetto agli uomini: dallo 0,46% all'1,5% nelle donne, dallo 0,5% allo 0,8% negli uomini.

Il sostantivo bulimia, dal greco βουΐς (bue) e λιμός (fame) significa letteralmente “fame da bue” e riflette la voracità, la dismisura e la mancanza di controllo tipici del corrispettivo disturbo alimentare.

La bulimia è un disturbo alimentare caratterizzato dall'alternanza di episodi ricorrenti di “abbuffata” e condotte di compensazione.

Per abbuffata si intende un episodio durante il quale la persona ingerisce grandi quantità di cibo in un breve periodo di tempo, percependo una mancanza di controllo; spesso pazienti bulimici riferiscono di non riuscire a fermarsi pur sentendosi estremamente sazi, percependo dolori all'addome o nausea. La mancanza di controllo si estende non solo alla quantità di cibo e alla durata dell'abbuffata, ma anche alla tipologia di cibo ingerito, arrivando a mangiare qualsiasi cosa si abbia a disposizione in quel momento.

Per condotte di compensazione si intende tutte quelle tipologie di comportamenti anomali che la persona bulimica trova per limitare o neutralizzare l'impatto delle abbuffate. Tra i comportamenti compensatori più diffusi troviamo il vomito autoindotto, il digiuno eccessivo, l'utilizzo di lassativi e l'esercizio fisico estremo.

Nei pazienti bulimici si riscontra inoltre, un'eccessiva preoccupazione per il peso e per la forma corporea, spesso accompagnata e aggravata dal fattore di rischio della percezione distorta del proprio corpo.

Le manifestazioni fisiche possono essere delle più svariate:

- danni allo smalto dentale
- infiammazioni ricorrenti alla gola

- segno di Russel¹
- stati di disidratazione e malnutrizione
- squilibrio degli elettroliti
- perdita o blocco del ciclo mestruale
- stanchezza cronica.

1.2 Criteri diagnostici del DSM-V-TR

Il manuale diagnostico statistico dei disturbi mentali, nella sua quinta edizione text revision (DSM-V-TR), definisce i seguenti criteri necessari per la diagnosi della bulimia nervosa:

- Episodi ricorrenti di abbuffata. Un episodio di abbuffata è caratterizzato da entrambi i seguenti aspetti:
 - Mangiare, in un determinato periodo di tempo (per es., un periodo di due ore), una quantità di cibo significativamente maggiore di quella che la maggior parte degli individui mangerebbe nello stesso tempo e in circostanze simili.
 - Sensazione di perdere il controllo durante l'episodio (per es., sensazione di non riuscire a smettere di mangiare o a controllare cosa o quanto si sta mangiando).
- Ricorrenti ed inappropriate condotte compensatorie per prevenire l'aumento di peso, come vomito autoindotto, abuso di lassativi, diuretici o altri farmaci, digiuno o attività fisica eccessiva.
- Le abbuffate e le condotte compensatorie inappropriate si verificano entrambe in media almeno una volta alla settimana per 3 mesi.
- I livelli di autostima sono indebitamente influenzati dalla forma e dal peso del corpo.
- L'alterazione non si manifesta esclusivamente nel corso di episodi di anoressia nervosa.

Il livello di gravità attuale è definito dalla frequenza delle condotte compensatorie inappropriate, con un una gravità lieve per una media di 1-3 episodi di compensazione a settimana, moderata per una media di 4-7 episodi compensatori a settimana, grave per 8-13 episodi in media a settimana ed estrema dai 14 episodi in su a settimana.

¹ calli sulle nocche delle dita causati dall'indursi il vomito

1.3 Eziologia e trattamento

Le cause della bulimia nervosa sono, ancora oggi, oggetto del dibattito scientifico, in generale si ipotizza che sia l'interazione dei seguenti fattori a determinare l'instaurarsi, la gravità e la prognosi del disturbo alimentare:

- **Genetici e fisiologici:** obesità infantile e maturazione puberale precoce aumentano il rischio di insorgenza della bulimia. Può essere inoltre presente trasmissione familiare del disturbo e vulnerabilità genetica.
- **Temperamentali:** sintomatologia depressiva e disturbi d'ansia sociale e generalizzata nell'infanzia, bassa autostima e preoccupazione eccessiva relativa al peso sono fattori di rischio per lo sviluppo del disturbo.
- **Ambientali:** l'interiorizzazione dell'ideale di magrezza e abusi sessuali o fisici durante l'infanzia aumentano la probabilità di insorgenza.

Per quanto riguarda le comorbidità, la maggior parte dei bulimici presenta almeno un altro disturbo mentale o comorbidità multiple. Tra le più frequenti sono da evidenziare i disturbi dell'umore, soprattutto depressione o sintomatologia depressiva, disturbi d'ansia o sintomatologia ansiosa, disturbo borderline di personalità e un'alta frequenza di abuso di sostanze, con una particolare preferenza per sostanze stimolanti, data probabilmente dal tentativo di controllare l'appetito e il peso (DSM-V-TR).

I trattamenti più diffusi per la bulimia nervosa, oltre al monitoraggio medico regolare per la valutazione della salute fisica del paziente e al supporto nutrizionale per sviluppare abitudini alimentari sane, sono la terapia cognitivo-comportamentale che si concentra sul modificare comportamenti e convinzioni disfunzionali (Hay et al., 2009) e la farmacoterapia con antidepressivi per ridurre i sintomi depressivi e ansiosi spesso associati al disturbo alimentare (Bacaltchuk et al., 2001). Particolarmente interessante è la cosiddetta "terapia dello specchio", tecnica che si propone di ridurre le disfunzioni dell'immagine corporea tramite l'esposizione graduale e la ristrutturazione cognitiva (Trentowska et al., 2013).

1.4 Bulimia nervosa e immagine corporea

Il dibattito scientifico si concentra sulla specifica natura del costrutto dei disturbi dell'immagine corporea che è, ancora oggi, di difficile definizione. La maggior parte degli studiosi distingue due dimensioni o modalità di tali disfunzioni: distorsioni percettive delle dimensioni corporee e insoddisfazione corporea di tipo cognitivo-valutativa (Cash et al., 1996). Le distorsioni percettive delle dimensioni corporee si verificano quando una persona ha difficoltà a stimare accuratamente le dimensioni del proprio corpo, i pazienti affetti da disturbi alimentari spesso valutano le loro dimensioni fisiche come più grandi di quanto sia oggettivamente vero. L'insoddisfazione corporea di tipo cognitivo-valutativa nasce dal confronto con risvolti negativi tra il proprio corpo e gli ideali di bellezza culturalmente definiti, soprattutto per gli aspetti della forma e del peso.

L'insoddisfazione corporea è la modalità delle disfunzioni dell'immagine corporea che è maggiormente indagata a livello clinico-diagnostico nella bulimia nervosa. Nonostante ciò, recenti ricerche rivelano come anche nella bulimia è presente un significativo bias di stima delle dimensioni corporee (Mohr et al., 2011).

Come già accennato in precedenza è innegabile che la nostra società occidentale sia incentrata sul culto dell'estetica e più in particolare sul binomio successo-bellezza: una persona di successo rispetta necessariamente i canoni di bellezza odierni, e una persona bella è generalmente una persona magra e senza inestetismi.

Il mito della bellezza legata alla magrezza è tipico della nostra cultura e innesta giorno dopo giorno delle aspettative e delle credenze in ognuno, specialmente nel periodo di estrema vulnerabilità dell'infanzia e dell'adolescenza, radicandosi negli schemi di credenze dei più giovani. Ciò è ancora più preoccupante se si pensa che la popolazione più esposta a questo tipo di contenuti è proprio quella dei giovanissimi, condizionati dalle più svariate piattaforme social, dove ad aggravare la situazione ci sono filtri e intelligenza artificiale pronti a cancellare ogni inestetismo e ogni chilo considerato "di troppo".

In particolare, le donne hanno un'estrema pressione sociale in questo ambito; alla donna da sempre viene richiesta un'attenzione maggiore all'estetica e una cura del corpo impeccabile, inoltre la donna risente maggiormente dei canoni di bellezza basati sulla magrezza, mentre all'uomo generalmente viene richiesto un corpo più muscoloso.

Ciò potrebbe spiegare in parte il perchè i disturbi alimentari siano più presenti nella popolazione femminile.

È chiaro che vivere in una società estremamente legata al culto della bellezza-magrezza è difficile per una persona con un corpo non conforme a quei canoni irraggiungibili, lo è ancora di più se questa persona ha una percezione distorta del proprio peso e della propria immagine, tanto da rappresentare un fattore di rischio nello sviluppo di disturbi alimentari.

Negli ultimi anni è cresciuto l'interesse nello studio della percezione corporea; oggi nella pratica clinica-diagnostica si parla spesso di disturbo dell'immagine corporea per indicare il sintomo caratterizzato da distorsioni dell'immagine corporea e in generale da una percezione alterata del proprio corpo.

Tale disturbo è altamente frequente in modo trasversale nei DCA ed è composto oltre che dalla componente meramente percettiva, ossia l'alterazione di come viene percepito il corpo sia in specchio che in foto e cognitiva che comprende i pensieri, gli schemi e le credenze disfunzionali relative al proprio corpo, anche da una rilevante componente affettiva caratterizzata da un senso di insoddisfazione dato dalla lontananza del proprio corpo rispetto agli ideali di bellezza e da una componente comportamentale che si manifesta principalmente con le pratiche di body monitoring o body checking.

Ci si potrebbe chiedere, ci sono delle evidenze scientifiche che spiegano come e in che modo avviene un'elaborazione distorta dell'immagine corporea? In cosa differisce una popolazione di persone bulimiche rispetto a una popolazione sana di riferimento nell'elaborazione cerebrale di stimoli che riguardano l'immagine corporea?

Capitolo 2: Metodo

2.1 Stringa di ricerca, criteri di inclusione e di esclusione

È stata svolta una ricerca sistematica della letteratura scientifica per indagare e per definire al meglio l'ambito di interesse: la percezione dell'immagine corporea in pazienti bulimici.

Si è scelto di selezionare studi che utilizzassero come strumento d'indagine la Risonanza Magnetica Funzionale (fMRI), in modo da indagare nello specifico e con chiarezza i correlati neurobiologici.

La ricerca è stata svolta su Pubmed e PsycInfo, in modo da accedere a dei database di letteratura biomedica riconosciuti ed affidabili.

La stringa di ricerca utilizzata è stata:

“(bulimia nervosa or bulimic or bulimia or eating disorder) AND (fMRI or functional magnetic resonance imaging or brain imaging or neuroimaging) AND (body perception or body image or self-image or body dissatisfaction) NOT rest”

In particolare, si è scelto di avere una stringa di ricerca non troppo restrittiva in modo da non perdere materiale utile alla revisione. Tramite questa stringa di ricerca è stato possibile raccogliere tutti gli studi presenti nei due database che analizzassero la percezione dell'immagine corporea nella bulimia nervosa, mediante l'utilizzo di tecniche di neuroimaging. Nella stringa è stata specificata l'esclusione di progetti di ricerca di tipo “resting state”, per selezionare solo gli studi che utilizzassero degli stimoli o task che elicitassero l'elaborazione dell'immagine corporea in pazienti affetti da bulimia nervosa.

La suddetta stringa di ricerca ha prodotto 343 risultati su PsycInfo e 373 su Pubmed, per un totale di 716 studi.

Dalla grande mole di studi raccolta, è stata svolta una selezione, per eliminare quelli non inerenti e non coerenti con il nostro ambito di interesse.

Per la selezione degli articoli e l'analisi degli stessi è stato impiegato il software “Zotero”, che permette una gestione rigorosa di riferimenti bibliografici.

In primo luogo, sono stati uniti i duplicati, e successivamente tramite una lettura meticolosa degli abstract sono stati selezionati gli studi seguendo i seguenti criteri di esclusione:

- Studi di metanalisi e revisioni sistematiche.

- Studi fuori tema rispetto all'argomento della metanalisi, ad esempio studi che non analizzavano la bulimia in modo specifico e studi con stimoli che non elicitavano la risposta cerebrale all'immagine corporea.
- Studi in resting-state o di connettività funzionale
- Studi che non agivano un confronto diretto tra un gruppo sperimentale di pazienti bulimici e un gruppo di controllo di partecipanti sani.
- Studi che impiegavano tecniche di neuroimaging diverse dall'fMRI, come la tomografia a emissione di positroni (PET)

Dopo questa selezione si è arrivati ad un totale di 13 studi, letti meticolosamente in *full text*. Alcuni di essi sono stati esclusi per mancanza di dati fondamentali o perché non perfettamente conformi ai criteri di inclusione, si è giunti a un corollario composto da 7 articoli.

Dato l'esiguo numero di articoli raccolti, si è deciso di rendere meno restrittiva la stringa di ricerca, per essere sicuri di non aver tralasciato studi coerenti con il fenomeno d'interesse.

La seconda stringa di ricerca utilizzata è:

“(bulimia nervosa or bulimic or bulimia or eating disorder) AND (fMRI or functional magnetic resonance imaging or brain imaging or neuroimaging) AND body NOT rest”

L'unica modifica apportata è stata quella di sostituire “body perception or body image or self-image or body dissatisfaction“ con semplicemente “body”.

Grazie a questa stringa i risultati sono 358 per PsycInfo e 459 per Pubmed, per un totale di 817 studi. Tuttavia, nonostante il campione di partenza fosse più esteso, dopo aver applicato nuovamente i criteri di esclusione non si sono aggiunti nuovi studi al numero iniziale.

Questa seconda procedura di identificazione e selezione degli studi ha confermato l'esistenza di ben pochi articoli relativi al nostro fenomeno di interesse, evidenziando ancora di più la necessità di una metanalisi che permetta una visione panoramica dello stato attuale della letteratura scientifica a riguardo, con la speranza di futuri studi in questo ambito.

Il processo di selezione degli studi identificati dalla ricerca sistematica è stato riportato nel seguente diagramma di flusso (**Figura 1.1**).

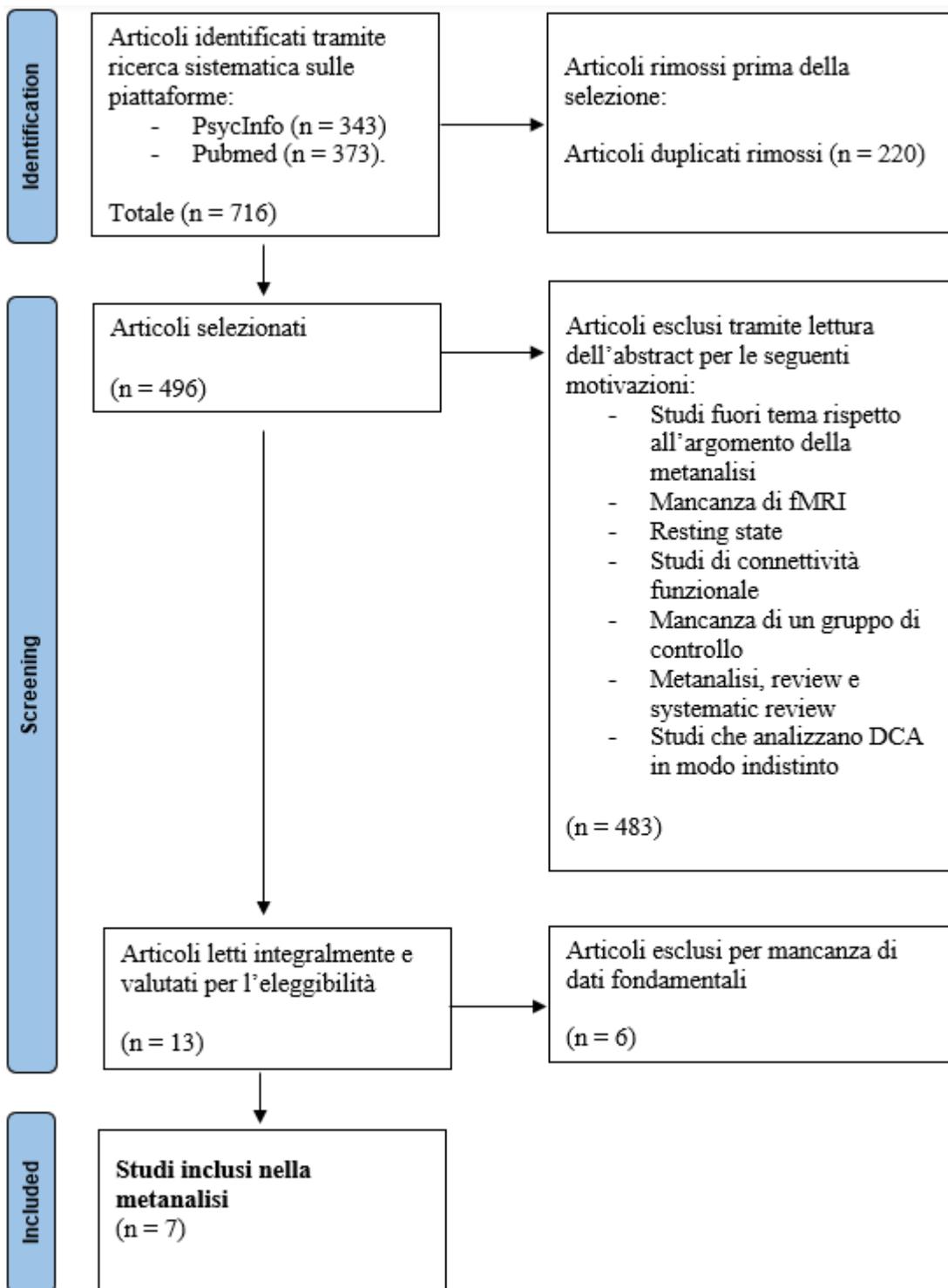


Figura 1.1 Diagramma di flusso del processo di selezione degli studi (a partire dalla prima stringa di ricerca)

2.2 Descrizione degli studi inclusi nella metanalisi

Gli articoli raccolti sono tutti studi che analizzano le differenze neurobiologiche di elaborazione dell'immagine corporea in pazienti bulimici e in partecipanti sani, tramite la risonanza magnetica funzionale. L'fMRI è particolarmente utile per studiare l'attività cerebrale durante compiti cognitivi o l'esposizione a stimoli in quanto misura il segnale BOLD (*Blood Oxygenation Level Dependent*), ossia i cambiamenti di concentrazione di emoglobina ossigenata nelle diverse aree cerebrali. Quando le aree sono più attive richiedono più ossigeno e aumentando il flusso sanguigno aumenta il corrispettivo segnale BOLD.

In totale, i 7 studi inclusi presentano 214 partecipanti, di cui 95 pazienti bulimici facenti parte del gruppo sperimentale (BN) e 119 partecipanti sani facenti parte del gruppo di controllo (HC). È da evidenziare la presenza esclusiva di partecipanti di genere femminile.

Gli studi presi in considerazione, nonostante si propongano tutti di analizzare i correlati neurobiologici sottostanti all'elaborazione dell'immagine corporea utilizzando la stessa tecnica di neuroimaging, utilizzano stimoli diversi per elicitare la risposta neuronale, indagando così sfumature diverse dello stesso fenomeno.

In particolare, alcuni studi prevedono la partecipazione attiva dei soggetti sperimentali, con degli *emotional decisional task* durante o subito dopo la scansione, mentre altri studi prevedono dei *task* di natura maggiormente "passiva" in cui vengono semplicemente presentati gli stimoli in un contesto autoreferenziale. Tutti gli studi inclusi, ad eccezione di Yoshie Miyake et al. (2010, b), presentano stimoli "body" in cui viene elicitata l'elaborazione dell'immagine corporea direttamente con la fotografia o il disegno di un corpo. Yoshie Miyake et al. (2010, b) utilizzano come stimolo delle parole negative che riguardano il corpo, ma non la figura di un corpo vero e proprio.

Notiamo inoltre come alcuni studi utilizzano come stimolo delle fotografie del corpo del partecipante stesso, modificando o meno le dimensioni corporee, altri invece utilizzano fotografie di corpi di altre persone.

Una breve descrizione schematica degli studi presi in considerazione nella metanalisi è rappresentata di seguito (**Tabella 1.1**).

Studio	Partecipanti				Criteri di esclusione per BN*	Task **
	Pazienti (BN)		Controlli sani (HC)			
	Numero	Età	Numero	Età		
<i>Rudolf Uher et al.</i> (2005) Functional Neuroanatomy of Body Shape Perception in Healthy and Eating-Disordered Women.	9	29.6 ± 9.3	18	26.6 ± 8.6	Psicosi, abuso di alcol o droga, terapia in corso con farmaci antipsicotici.	Disegni one-line di corpi femminili sottopeso, normopeso e sovrappeso + <i>Valutazione di ogni stimolo su scala likert per misurare disgusto e paura.</i>
<i>Yoshie Miyake et al.</i> (2010) Brain activation during the perception of distorted body images in eating disorders	11	24.5 ± 5.8	11	26.5 ± 5.5	Presenza di altri disturbi psichiatrici.	Fotografie del proprio corpo e del corpo di un'altra donna, distorte in diversi gradi di BMI. (compresa testa) + <i>emotional decisional task= scegliere la foto più unpleasant di ogni set</i>
<i>Yoshie Miyake et al.</i> (2010) Neural processing of negative word stimuli concerning body image in patients with eating disorders: An fMRI study	12	25.0 ± 6.9	12	25.4 ± 5.8	Presenza di altri disturbi psichiatrici.	Parole negative che riguardano l'immagine corporea + <i>Emotional decisional task= scegliere parola più negativa di ogni set</i>
<i>Silja Vocks et al.</i> (2010) Neural correlates of viewing photographs of one's own body and another woman's body in anorexia and bulimia nervosa: an fMRI study	15	28.4 ± 7.0	27	26.7 ± 7.6	Disturbi di personalità.	Fotografie del proprio corpo e del corpo di un'altra donna, da diverse prospettive standardizzate (senza testa). + <i>Per rilevare le emozioni suscitate dalle immagini= Positive and Negative Affect Schedule</i>

<p><i>Harald Matthias Mohr et al.</i> (2011) Body image distortions in bulimia nervosa: Investigating body size overestimation and body size satisfaction by fMRI</p>	15	24.8 ± 3.2	16	25.5 ± 4.5	<p>Abuso di sostanze, schizofrenia e sintomi psicotici, disturbi bipolari, malattie neurologiche e lesioni cerebrali.</p>	<p>Fotografie del proprio corpo modificate secondo diversi gradi di distorsione della corporatura. + “Body size estimation task” = valutare quanto la foto distorta sia distante dall’originale e “Body satisfaction task” = valutare la foto rispetto alla propria immagine corporea ideale</p>
<p><i>Diane L. Spangler et al.</i> (2012) An fMRI Investigation of Emotional Processing of Body Shape in Bulimia Nervosa</p>	12	18-38 <i>range</i>	12	18-30 <i>range</i>	<p>Presenza di altri disturbi psicologici, psichiatrici, neurologici, abuso di sostanze, lesioni cerebrali.</p>	<p>Modelli generati al computer di corpi femminili in due condizioni sperimentali, sottopeso e sovrappeso. Presentati in un contesto autoreferenziale.</p>
<p><i>Frederique Van den Eynde et al.</i> (2013) Brain responses to body image stimuli but not food are altered in women with bulimia nervosa</p>	21	28.0 ± 7.1	23	27.3 ± 5.1	<p>Terapia con farmaci antipsicotici, disturbi neurologici, presenza di altri disturbi psichiatrici, comportamenti suicidari, gravidanza.</p>	<p>Immagini di corpi femminili magri (BMI=18.5) prese da riviste femminili. (senza testa). Viene chiesto di comparare il proprio corpo a quello presentato. + Scala likert a 10 punti per valutare l’ansia</p>

Tabella 1.1 Descrizione schematica degli studi inclusi nella metanalisi.

* Nei criteri di esclusione riportati, non vengono specificati quelli relativi alle misure di sicurezza dell’fMRI come la claustrofobia e la presenza di impianti metallici.

** I compiti sperimentali riportati sono solo quelli di nostro interesse, non sono stati specificati ad esempio i paradigmi con stimoli “food”

2.3 Analisi statistica

Si è svolta una metanalisi *coordinate-based* di tipologia ALE (*Activation Likelihood Estimation*) degli studi di risonanza magnetica funzionale.

L'analisi statistica della metanalisi è stata svolta sul software *GingerALE (Version 3.0.2)*. Per iniziare sono stati estratti i dati riguardanti le coordinate spaziali di attivazione cerebrale rilevanti per la nostra indagine e sono stati inseriti, insieme ad altre informazioni fondamentali, in dei file *Wordpad*, seguendo una sintassi compatibile con il software. Si è scelto, per rigorosità metodologica, di suddividere le coordinate in quattro file, secondo la combinazione di due fattori: il gruppo sperimentale che presentava una maggiore attivazione cerebrale per quelle specifiche coordinate (divisione tra BN>HC e HC>BN) e l'utilizzo di una normalizzazione spaziale² secondo l'atlante di Talairach o l'atlante del Montreal Neurological Institute (divisione tra TLRC e MNI).

Al fine di confrontare le coordinate dei diversi studi si è scelto di convertire tutte le coordinate spaziali di tipo Talairach in coordinate basate sull'atlante MNI (software: FSL), tramite lo strumento di conversione *icbm2tal* messo a disposizione dal software. I risultati della conversione sono stati integrati con le coordinate che già utilizzavano l'atlante MNI e successivamente inseriti in due nuovi file, questa volta secondo un unico criterio di suddivisione: BN>HC e HC>BN.

I due file ottenuti sono stati sottoposti al processo di metanalisi *coordinate-based* del software *GingerALE*, per determinare l'affidabilità e la significatività delle attivazioni cerebrali identificate tramite i singoli studi. Sono stati impostati i seguenti valori:

- *Cluster-level FWE = 0,05*
- *Threshold Permutations = 2000*
- *P value < 0,005*

² Nella maggior parte dei casi, gli studi fMRI comportano l'acquisizione di attivazioni cerebrali di un certo numero di soggetti diversi che si differenziano tra loro in termini di dimensioni e forma del cervello. La normalizzazione spaziale permette di deformare le singole acquisizioni al fine di avere una corrispondenza spaziale tra soggetti, disponendo tutte le acquisizioni dei vari soggetti in un atlante universale. La normalizzazione spaziale è fondamentale, in quanto senza di essa sarebbe impossibile sia generalizzare i risultati su una popolazione più grande di soggetti che confrontare studi diversi.

L'analisi statistica ci permette di calcolare il valore di ALE (*Activation Likelihood Estimation*) per ogni voxel, che stima la probabilità che un determinato voxel del cervello mostri un'attivazione significativa.

Per voxel si intende un singolo elemento di volume in uno spazio tridimensionale, il cervello viene diviso in un numero ben definito di voxel al fine di valutarne le singole attivazioni.

La metanalisi permette di valutare il grado di concordanza delle attivazioni cerebrali dei vari studi, in modo da studiare quanto i foci di attivazione di diversi studi si sovrappongano e di rilevare quindi dei possibili cluster di attivazione. Una volta calcolati i valori ALE dei singoli voxel e dei cluster, il software esegue un test di significatività per determinare se le attivazioni cerebrali osservate sono significativamente diverse da quello che ci si potrebbe aspettare per pura casualità.

Capitolo 3: Risultati

Le due analisi svolte dal software GingerALE per le due condizioni BN>HC e HC>BN hanno prodotto i seguenti risultati.

La prima analisi prende in considerazione tutte le coordinate spaziali in cui è stata rilevata una maggiore attivazione cerebrale nei pazienti affetti da bulimia rispetto ai controlli sani durante lo svolgimento dei compiti sperimentali (BN>HC). Le coordinate sono state estrapolate da 4 studi, con un totale di 6 foci di attivazione e un campione complessivo composto da 134 partecipanti. Questa prima analisi ha rivelato la presenza di un cluster composto da due picchi di attivazione. (**Tabella 2**)

<i>Cluster #</i>	<i>Coordinate (x y z)</i>	<i>Emisfero</i>	<i>Regione</i>	<i>ALE</i>	<i>Volume (mm³)</i>	<i>Weighted Center (x y z)</i>
1	40 -20 -20	Dx	Ippocampo	0,0092	3080	38.1 -22.5 -26.4
	38 -26 -34	Dx	Area di Brodmann 36	0,0091		

Tabella 3.1 Picchi di attivazione cerebrali del cluster BN>HC

Nei pazienti bulimici c'è stata una maggiore attivazione in un cluster di volume pari a 3080 (mm³), formato da due picchi a livello dell'ippocampo e dell'area di Brodmann 36. Notiamo come tutte le zone di attivazione siano composte da sostanza grigia e siano situate nell'emisfero destro, nello specifico il 98,6% cervello destro e 1,4% cervelletto destro. Il lobo limbico è stato quello maggiormente reclutato, rappresenta infatti l'87% del cluster di attivazione, seguito dal lobo temporale (11,6%) e dal lobo anteriore del cervelletto (1,4%).

Con più precisione il cluster coinvolge per il 76,8% il giro paraippocampale, per l'8,7% l'uncus, per il 5,8% il giro fusiforme, per il 5,8% aree sottocorticali, per l'1,4% il culmen e per l'1,4% il nucleo caudato.

Le tipologie cellulari che hanno avuto una maggiore attivazione nei pazienti affetti da bulimia sono l'area di Brodmann 36 (39,1%), l'ippocampo (37,7%), l'area di Brodmann 20 (20,3%) e la coda del nucleo caudato (1,4%).

La seconda analisi prende in considerazione tutte le coordinate spaziali in cui è stata rilevata una maggiore attivazione cerebrale nei partecipanti del gruppo di controllo rispetto ai pazienti affetti da bulimia durante lo svolgimento dei compiti sperimentali (HC>BN). Le coordinate sono state estrapolate da 5 studi, con un totale di 33 foci di attivazione e un campione complessivo composto da 166 partecipanti. Questa seconda analisi ha rivelato la presenza di due cluster composti rispettivamente da due e tre picchi di attivazione (**Tabella 3**).

<i>Cluster #</i>	<i>Coordinate (x y z)</i>	<i>Emisfero</i>	<i>Regione</i>	<i>ALE</i>	<i>Volume (mm³)</i>	<i>Weighted Center (x y z)</i>
1	52 -64 -10	Dx	Area di Brodmann 37	0,0129	1400	50.5 -65 -10.6
	44 -70 -14	Dx	Area di Brodmann 19	0,0095		
2	-24 32 28	Sx	Area di Brodmann 9	0,0092	1056	-21.5 31.1 29.1
	-26 30 24	Sx	Area di Brodmann 9	0,0090		
	-16 32 34	Sx	Area di Brodmann 6	0,0088		

Tabella 3.2 Picchi di attivazione dei due cluster HC>BN

Il primo cluster della condizione di maggiore attivazione nei partecipanti sani di controllo ha un volume di 1400 (mm³) ed è caratterizzato da due picchi di attivazione: l'area di Brodmann 37 e l'area di Brodmann 19. È composto solamente da sostanza grigia e si estende esclusivamente a destra, per il 75,9% nel cervello destro e per il 24,1% nel cervelletto destro. Il lobo maggiormente reclutato è

quello temporale (44,8%), seguito dal lobo occipitale (31%) e dal lobo posteriore del cervelletto (24,1%).

Più nello specifico, questo primo cluster coinvolge giro fusiforme (48,3%), declive (24,1%), circonvoluzione occipitale mediale (12,1%), circonvoluzione temporale media (10,3%), circonvoluzione temporale inferiore (5,2%).

Le tipologie cellulari che hanno avuto una maggiore attivazione nei partecipanti sani sono per il 48,3% l'area di Brodmann 37, per il 25,9% l'area di Brodmann 19 e per l'1,7% l'area di Brodmann 20.

Il secondo cluster della condizione di maggiore attivazione nei partecipanti sani di controllo rispetto ai pazienti bulimici ha un volume di 1056 (mm³) ed è caratterizzato dalla presenza di 3 picchi di attivazione; due di questi nell'area di Brodmann 9, e il terzo nell'area di Brodmann 6. È composto esclusivamente da sostanza grigia ed è situato per tutta la sua interezza nell'emisfero cerebrale destro, nel lobo frontale. In particolare, il secondo cluster coinvolge la circonvoluzione del cingolo (64,3%), la circonvoluzione frontale media (28,6%) e aree sottocorticali (7,1%).

Le tipologie cellulari che hanno avuto una maggiore attivazione appartengono per il 50% all'area di Brodmann 6, per il 28,6% all'area di Brodmann 32, per il 14,3% all'area di Brodmann 8 e per il 7,1% all'area di Brodmann 9.

Di seguito sono riportate le rappresentazioni grafiche dei cluster di maggiore attivazione cerebrale del gruppo dei pazienti bulimici, BN>HC (**Figura 3.1, Figura 3.2, Figura 3.3**) e del gruppo di controllo, HC>BN (**Figura 3.4, Figura 3.5, Figura 3.6**). Le immagini sono state create grazie al software *Mango (v4.1)*.

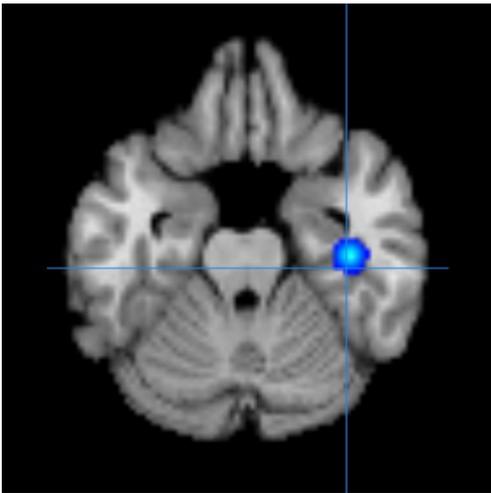


Figura 3.1 BN>HC: Sezione assiale

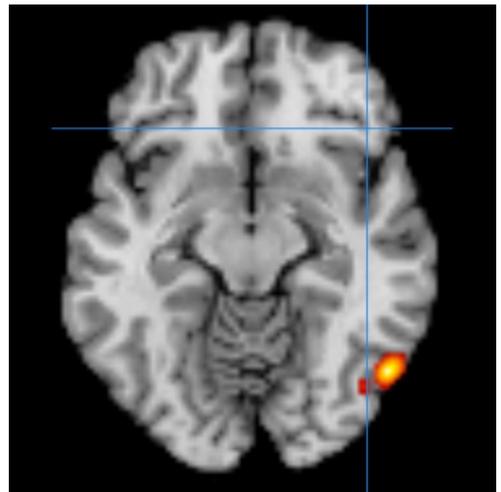


Figura 3.4 HC>BN: Sezione assiale

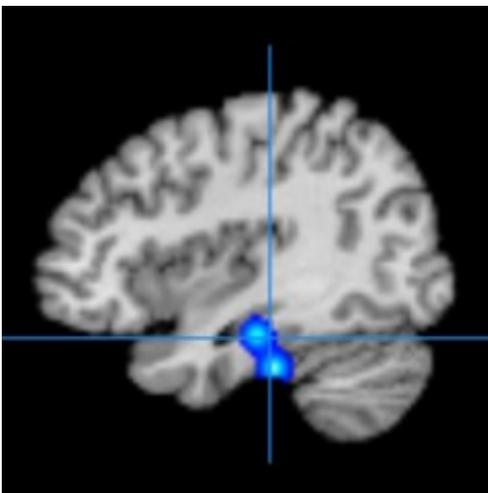


Figura 3.2 BN>HC: Sezione sagittale

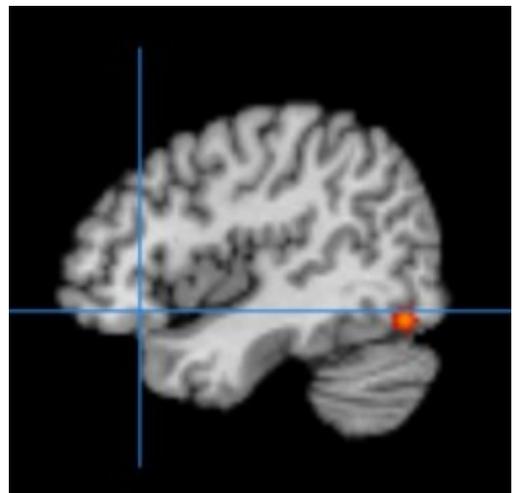


Figura 3.5 HC>BN: Sezione sagittale

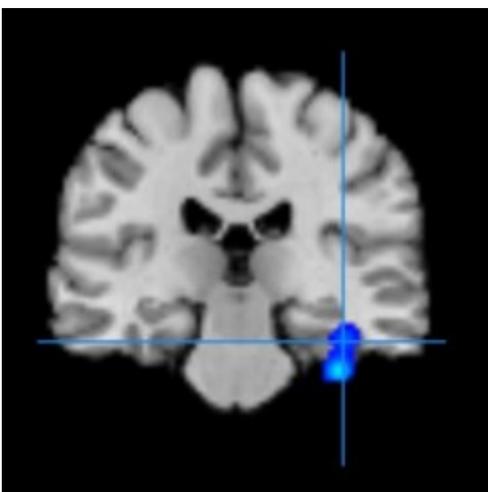


Figura 3.3 BN>HC: Sezione coronale

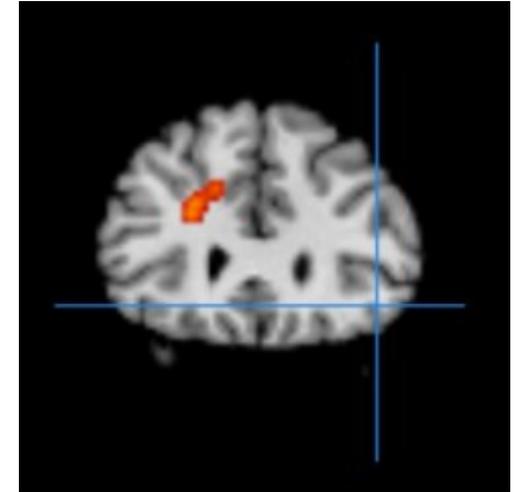


Figura 3.6 HC>BN: Sezione coronale

Capitolo 4: Discussione e limitazioni

4.1 Discussione dei risultati

In generale per il gruppo dei pazienti bulimici notiamo una maggiore attivazione del sistema limbico (soprattutto a livello del giro paraippocampale, dell'uncus e del nucleo caudato) e del culmen e una minore attivazione dei lobi temporale e occipitale (giro temporale inferiore, giro temporale medio, giro fusiforme, giro occipitale mediale), del lobo frontale (giro cingolato e giro frontale mediale) e del declive. Tra le ipoattivazioni nei bulimici, sono da evidenziare quelle a livello della *fusiform body area* (FBA) e della *extrastriate body area* (EBA).

Una delle principali differenze riscontrate tra gruppo sperimentale e di controllo, è una maggiore attivazione a livello del sistema limbico nei pazienti bulimici, in particolare per quanto riguarda le aree del giro paraippocampale (regione corticale nel telencefalo che circonda l'ippocampo), dell'uncus (terminazione ventrale ad "uncino" del giro paraippocampale) e del nucleo caudato (nucleo della base che insieme al putamen forma la struttura dello striato dorsale). Il sistema limbico, oltre alle sue funzioni legate alla memoria a breve e lungo termine, alle risposte comportamentali, all'apprendimento, all'olfatto e al meccanismo della motivazione e della ricompensa, ha un ruolo chiave in ambito emozionale. In particolare, il giro paraippocampale è fondamentale nell'integrazione tra emozioni e memoria, nella risposta agli stimoli emotivi e nella regolazione emotiva di ansia e paura.

L'iperattivazione del giro paraippocampale e dell'uncus nel gruppo dei bulimici, potrebbe derivare da una maggiore percezione di salienza emotiva dello stimolo. In particolare, guardando il corpo di un'altra donna, la maggiore attivazione emotiva potrebbe essere il risultato del processo di confronto sociale (Vocks et al., 2010, a). Kurosaki et al. hanno confrontato i pattern di attivazione cerebrale di uomini e donne sani esposti a fotografie del loro corpo distorto per taglia: nelle donne è stata riscontrata una maggiore attivazione del giro paraippocampale e della corteccia prefrontale, mentre gli uomini mostravano una maggiore attivazione del lobo occipitale destro, in particolare a livello della corteccia visiva primaria e secondaria. I risultati sono stati interpretati in linea con l'ipotesi precedente, come una prova che l'attivazione del giro paraippocampale sembra essere dovuta a una tendenza a percepire l'immagine corporea, soprattutto se distorta, attraverso un complesso processo

emozionale, probabilmente perché l'immagine corporea distorta è ritenuta un'informazione emotivamente minacciosa. L'attivazione di aree della corteccia visiva negli uomini è invece probabilmente dovuta a una elaborazione dell'immagine principalmente secondo processi di elaborazione visiva di oggetti complessi.

Un'altra area di maggiore attivazione nel gruppo dei pazienti bulimici è quella del Culmen, a livello del lobo anteriore del cervelletto, la quale svolge un ruolo importante a livello delle funzioni attentive all'interno di attività cognitive. Allo stesso tempo il declive, area del cervelletto che insieme al culmen forma la struttura del monticulus, appare maggiormente attivato nel gruppo di controllo. Anche questa zona potrebbe essere attivata dalla necessità attentiva nel compito sperimentale, probabilmente la differenza di attivazione di queste due zone nei due gruppi, dipende dai diversi disegni sperimentali.

Per quanto concerne le iperattivazioni cerebrali nel gruppo dei controlli sani invece, è molto interessante notare l'attivazione del giro fusiforme in quanto al suo interno è presente la *fusiform body area* (FBA), zona specifica per l'elaborazione di stimoli visivi riguardanti il corpo umano. In generale, il giro fusiforme, situato al di sotto del giro paraippocampale, è specializzato nell'elaborazione e al riconoscimento di informazioni cromatiche e di forme visive complesse come corpi, visi e parole. I risultati riguardo questa area sembrano essere lievemente contraddittori in quanto il giro fusiforme è presente sia nel cluster di maggiore attivazione dei bulimici che nel primo cluster di maggiore attivazione dei controlli sani, ciò è probabilmente dovuto alla diversità dei disegni sperimentali degli studi presi in considerazione. Tuttavia, notiamo come solo nel 5,8% del cluster di maggiore attivazione nei pazienti bulimici è reclutato il giro fusiforme, mentre il primo cluster del gruppo dei partecipanti sani è composto al 48,3% dalla suddetta zona.

Uher et al. hanno rilevato una correlazione negativa tra l'attivazione del giro fusiforme e le valutazioni soggettive di "avversione" dei partecipanti, con minori attivazioni associate a una maggiore avversione percepita. In particolare, questa ipoattivazione nel gruppo dei bulimici è molto più evidente durante i task che prevedono stimoli visivi di corpi sovrappeso. Inoltre, Van den Eynde et al. hanno notato una minore attivazione del giro fusiforme e una maggiore attivazione dell'insula nei pazienti bulimici guardando corpi di donne snelle, suggerendo che in un contesto di confronto con il corpo di un'altra donna, i pazienti bulimici si concentrano maggiormente sul proprio corpo che sull'elaborazione delle forme dello stimolo presentato. In aggiunta, il pattern di ipoattivazione congiunta del giro fusiforme, del giro temporale mediale e dell'*extrastriate body area* (EBA) nei bulimici (rilevato anche nella nostra metanalisi), potrebbe riflettere un certo grado di evitamento

corporeo: interventi terapeutici focalizzati sull'immagine corporea nei bulimici mostrano un incremento dell'attivazione della zona EBA (Vocks et al., 2011).

L'*extrastriate body area*, a livello delle aree di Brodmann 18 e 19, nella corteccia occipitotemporale, fa parte della corteccia visiva extrastriata ed è una zona deputata esclusivamente all'elaborazione visiva di stimoli statici e in movimento relativi al corpo umano e di parti di esso. L'EBA e la FBA sono le uniche due zone cerebrali ad oggi conosciute che hanno delle funzioni specifiche circa l'elaborazione visiva del corpo umano (Peelen et al., 2007). La differenza principale tra queste due aree, oltre alla localizzazione, è data dal fatto che l'EBA è coinvolta principalmente nel riconoscimento delle parti del corpo e delle configurazioni corporee mentre la FBA è specializzata nel riconoscimento del corpo come un'intera entità e nella percezione dell'identità corporea (Vocks et al., 2010, b).

L'iperattivazione dell'EBA e del giro frontale mediale nei partecipanti sani, rilevata soprattutto nel compito di "*size estimation*", congiunta a una peggiore prestazione dei pazienti bulimici nello stimare le dimensioni del proprio corpo, suggerisce che il giro frontale mediale e l'EBA supportano una percezione realistica delle proprie dimensioni corporee e delle proprie forme e che l'ipoattivazione delle suddette zone sia correlata al bias di stima delle dimensioni corporee nella bulimia (Mohr et al., 2011). Lo studio appena citato è particolarmente interessante in quanto è uno dei pochi che mette in luce non solo l'insoddisfazione corporea nella bulimia, ma anche il bias di stima delle dimensioni corporee, che la maggior parte delle volte viene associato solo all'anoressia.

È stata riscontrata, infine, un'iperattivazione del giro cingolato, zona della corteccia del lobo prefrontale situata al di sopra del corpo calloso che ha funzioni di coordinamento tra afferenze sensitive ed elaborazioni emozionali. La parte anteriore del giro cingolato è implicata nell'attenzione esecutiva (selezione e monitoraggio delle risposte), perciò l'attivazione di questa zona potrebbe essere dovuta alla natura del compito sperimentale.

In particolare, notiamo che gli studi che hanno maggiormente contribuito alla creazione di questo specifico cluster avevano come compito sperimentale un'*emotional decisional task* in cui veniva chiesto ai partecipanti di scegliere una delle immagini o di valutarle. I risultati relativi all'ipoattivazione del giro cingolato nei bulimici, tuttavia, sembrano essere contraddittori, in quanto è stata riscontrata una correlazione positiva tra l'attivazione del giro cingolato posteriore e il grado di insoddisfazione corporea in pazienti con disturbi alimentari (Goethals et al., 2006).

4.2 Limitazioni

Nonostante i risultati siano particolarmente interessanti, la presente metanalisi ha numerose limitazioni, prime fra tutte la presenza di un numero esiguo di studi inclusi con la conseguente presenza di pochi partecipanti e l'inclusione di partecipanti esclusivamente di genere femminile sia nei gruppi sperimentali che nei gruppi di controllo, non rappresentando realisticamente la popolazione effettiva dei bulimici. Le seguenti problematiche rappresentano una limitazione in quanto non permettono generalizzazioni accurate dei risultati sull'intera popolazione di pazienti affetti da bulimia.

In secondo luogo, è rilevante sottolineare le differenze nei disegni sperimentali degli studi presi in considerazione, sia a livello dei criteri di inclusione ed esclusione dei partecipanti che a livello dei compiti sperimentali (vedi **Tabella 1**). Le differenze nei criteri di esclusione dei vari studi non permettono la formazione di un campione totale di partecipanti omogeneo e rendono difficile il confronto tra i risultati (ad esempio non tutti gli studi presentano tra i criteri di esclusione l'utilizzo di farmaci antipsicotici e/o antidepressivi). A livello dei compiti sperimentali invece, bisogna evidenziare che alcuni studi prevedevano la partecipazione attiva dei soggetti sperimentali, con degli *emotional decisional task* durante o subito dopo la scansione, mentre altri studi prevedevano dei *task* di natura maggiormente "passiva" in cui venivano semplicemente presentati gli stimoli in un contesto autoreferenziale. Oltre alle differenze di attivazione cerebrale in attività cognitive che richiedono più o meno partecipazione, una potenziale critica alla presentazione passiva degli stimoli è che non assicura una continuità attentiva nel partecipante.

Tutti gli studi inclusi, ad eccezione di Yoshie Miyake et al. (2010, b) prevedevano la presentazione di stimoli "body" in cui viene elicitata l'elaborazione dell'immagine corporea direttamente con la fotografia o il disegno di un corpo, sicuramente la natura più o meno realistica dello stimolo può facilitare o meno l'immedesimazione o il confronto sociale con il suddetto corpo e questo può influenzare i risultati di attivazione cerebrale. Yoshie Miyake et al. (2010, b) hanno invece utilizzato come stimolo delle parole negative che riguardavano l'immagine corporea, ma non la figura di un corpo vero e proprio; nella lettura ovviamente si elicitava l'attivazione di aree cerebrali molto differenti rispetto all'elaborazione dell'immagine di un corpo, ciò potrebbe aver causato delle distorsioni nella metanalisi.

Un'altra possibile limitazione è la presenza in alcuni studi di stimoli "body" che includono il viso, ciò potrebbe essere un fattore fuorviante in quanto sono stati dimostrati dei pattern di attivazione cerebrale specifici nell'elaborazione di volti, ci si potrebbe chiedere in questi studi se i risultati siano dovuti all'elaborazione dell'espressione facciale o all'elaborazione del corpo vero e proprio. È da evidenziare inoltre che una delle zone specificamente adibite all'elaborazione dei volti è la *fusiform face area* (FFA) che è molto vicina alla già ampiamente citata FBA, area per noi di particolare interesse.

Infine, nessuno degli studi inclusi considera le variabili dell'umore dei partecipanti al momento della scansione e la quantità di consumo di cibo assunta prima dell'esperimento, nonostante sia stata dimostrata l'influenza delle suddette variabili nell'elaborazione dell'immagine corporea nei disturbi alimentari (Vocks, 2010, a).

Conclusioni

L'obiettivo del presente elaborato è indagare lo stato attuale degli studi di risonanza magnetica funzionale sull'elaborazione dell'immagine corporea nella bulimia.

Nonostante le numerose limitazioni, prima fra tutte l'esistenza di pochi articoli a riguardo, è stato possibile svolgere una metanalisi *coordinate-based* di tipologia ALE che ha rivelato dei risultati particolarmente interessanti, facendo luce su possibili nuovi sviluppi della ricerca scientifica in questo ambito. Nello specifico, sono da evidenziare nel gruppo sperimentale dei pazienti bulimici, delle iperattivazioni a livello del lobo limbico (giro paraippocampale, nucleo caudato) che suggeriscono una forte salienza emotiva dello stimolo "*body*" per i bulimici e delle ipoattivazioni a livello di aree specifiche per l'elaborazione visiva del corpo umano, come la fusiform body area (FBA) e la extrastriate body area (EBA), zone che permettono una rappresentazione realistica del corpo, confermando così le distorsioni dell'immagine corporea nel gruppo dei bulimici.

I suddetti risultati sono particolarmente rilevanti in quanto potrebbero essere interpretati come un segno della presenza nella bulimia, non solo di disfunzioni che appartengono alla sfera dell'insoddisfazione corporea, ma anche di distorsioni percettive nella stima delle dimensioni corporee, come già dimostrato per l'anoressia.

In conclusione, gli esiti della presente metanalisi supportano la necessità in ambito terapeutico di strategie mirate sull'immagine corporea focalizzate non solo sull'insoddisfazione, ma anche sul bias di stima delle dimensioni.

Bibliografia

American Psychiatric Association (2022). **DSM-V-TR. Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders, Fifth Edition, Text Revision**. Washington D.C.

Bacaltchuk J, Hay P. **Antidepressants versus placebo for people with bulimia nervosa**. *Cochrane Database Syst Rev*. 2001;2003(4):CD003391. doi: 10.1002/14651858.CD003391. Update in: *Cochrane Database Syst Rev*. 2003;(4):CD003391. doi: 10.1002/14651858.CD003391. PMID: 11687198; PMCID: PMC6991155.

Cash TF, Deagle EA. **The nature and extent of body-image disturbances in anorexia nervosa and bulimia nervosa: a meta-analysis**. *Int J Eat Disord* 1997;22:107-25.

Eickhoff SB, Laird AR, Grefkes C, Wang LE, Zilles K, Fox PT. **Coordinate-based activation likelihood estimation meta-analysis of neuroimaging data: A random-effects approach based on empirical estimates of spatial uncertainty**. *Hum Brain Mapp* 30, 2907-2926, 2009.

Goethals I, Vervaet M, Audenaert K, et al. **Does regional brain perfusion correlate with eating disorder symptoms in anorexia and bulimia nervosa patients?** *J Psychiatr Res* 2007;41:1005-11.

Hay PP, Bacaltchuk J, Stefano S, Kashyap P. **Psychological treatments for bulimia nervosa and bingeing**. *Cochrane Database Syst Rev*. 2009 Oct 7;2009(4):CD000562. doi: 10.1002/14651858.CD000562.pub3. PMID: 19821271; PMCID: PMC7034415.

Hosseini SA, Padhy RK. **Body Image Distortion** (Archived). 2023 Sep 4. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2024 Jan-. PMID: 31536191.

Kurosaki M, Shirao N, Yamashita H, et al. **Distorted images of one's own body activates the prefrontal cortex and limbic/paralimbic system in young women: a functional magnetic resonance imaging study**. *Biol Psychiatry* 2006;59:380-6.

Miyake Y, Okamoto Y, Onoda K, Kurosaki M, Shirao N, Yamawaki S: **Brain activation during the perception of distorted body images in eating disorders**. *Psychiatry Res* 2010, 181(3):183-192.

Miyake Y, Okamoto Y, Onoda K, Shirao N, Okamoto Y, Otagaki Y, et al. **Neural processing of negative word stimuli concerning body image in patients with eating disorders: an fMRI study.** *Neuroimage*. 2010;50(3):1333–9.

Miskovic-Wheatley, J., Bryant, E., Ong, S.H. *et al.* **Eating disorder outcomes: findings from a rapid review of over a decade of research.** *J Eat Disord* 11, 85 (2023). <https://doi.org/10.1186/s40337-023-00801-3>

Mohr HM, Roder C, Zimmermann J, Hummel D, Negele A, Grabhorn R: **Body image distortions in bulimia nervosa: investigating body size overestimation and body size satisfaction by fMRI.** *Neuroimage* 2011, 56(3):1822–1831

M. V. Peelen, P. E. Downing, **The neural basis of visual body perception.** *Nat. Rev. Neurosci.*8, 636–648 (2007)

R. Aleong, T. Paus, **Neural correlates of human body perception.** *J. Cognit. Neurosci.*22, 482–495 (2010)

Spangler DL, Allen MD: **An fMRI investigation of emotional processing of body shape in bulimia nervosa.** *Int J Eat Disord* 2011. doi:10.1002/eat.20899

Thompson JK, Covert MD, Richards KJ, Johnson S, Cattarin J. **Development of body image, eating disturbance, and general psychological functioning in female adolescents: covariance structure modeling and longitudinal investigations.** *Int J Eat Disord*. 1995 Nov;18(3):221-36. doi: 10.1002/1098-108x(199511)18:3<221::aid-eat2260180304>3.0.co;2-d. PMID: 8556018.

Trentowska M, Bender C, Tuschen-Caffier B. **Mirror exposure in women with bulimic symptoms: how do thoughts and emotions change in body image treatment?** *Behav Res Ther*. 2013 Jan;51(1):1-6. doi: 10.1016/j.brat.2012.03.012. Epub 2012 Sep 5. PMID: 23168326.

Uher, R., Murphy, T., Friederich, H.C., Dalglish, T., Brammer, M.J., Giampietro, V., Phillips, M.L., Andrew, C.M., Ng, V.W., Williams, S.C.R., Campbell, I.C., Treasure, J.,

2005. **Functional neuroanatomy of body shape perception in healthy and eatingdisordered women.** Biol. Psychiatry 58, 990–997.

Van den Eynde et al.: **Brain responses to body image stimuli but not food are altered in women with bulimia nervosa.** BMC Psychiatry 2013 13:302

Vocks S, Busch M, Grönemeyer D, Schulte D, Herpertz S, Suchan B: **Neural correlates of viewing photographs of one's own body and another woman's body in anorexia and bulimia nervosa: An fMRI study.** J Psychiatry Neurosci 2010 (a), 35(3):163–176.

Vocks S, Busch M, Grönemeyer D, Schulte D, Herpertz S, Suchan B: **Differential neuronal responses to the self and others in the extrastriate body area and the fusiform body area.** Cogn Affect Behav Neurosci 2010 (b), 10(3):422–429

Vocks S, Schulte D, Busch M, Grönemeyer D, Herpertz S, Suchan B: **Changes in neuronal correlates of body image processing by means of cognitivebehavioural body image therapy for eating disorders: a randomized controlled fMRI study.** Psychol Med 2011, 48(1):1–9