



MILANO 13-14 OTTOBRE 2025

CHIRURGIA BARIATRICA PER IMMAGINI UNA DIVERSA PROSPETTIVA

PRESIDENTE ALESSANDRO GIOVANELLI

Comitato Scientifico

Alfredo Genco | Roberto Grassi | Alfonso Reginelli
Angelo Salerno | Daniele Tassinari

Risonanza magnetica funzionale e comportamento alimentare: Imaging del craving e reward system nei pazienti prima e dopo chirurgia bariatrica

SCHIFF SAMI PSYD PHD

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA

- Perché mangiamo e definizione di craving
- Meccanismi neurali di regolazione del comportamento alimentare: Sistema edonico vs omeostatico
- Cosa è la risonanza magnetica funzionale
- fMRI: craving e reward system in soggetti normopeso
- Quali differenze funzionali si rilevano nei soggetti con obesità
- Dopo chirurgia bariatrica come si modificano i circuiti cerebrali del reward e del controllo
- Quali ruolo predittivo hanno delle tecniche di neuroimaging per la pratica clinica



PER QUALE MOTIVO MANGIAMO?

- In prima istanza, per **garantirci la sopravvivenza** (Regolazione omeostatica):
 - Fabbisogno energetico e nutrizionale
 - Fame fisiologica

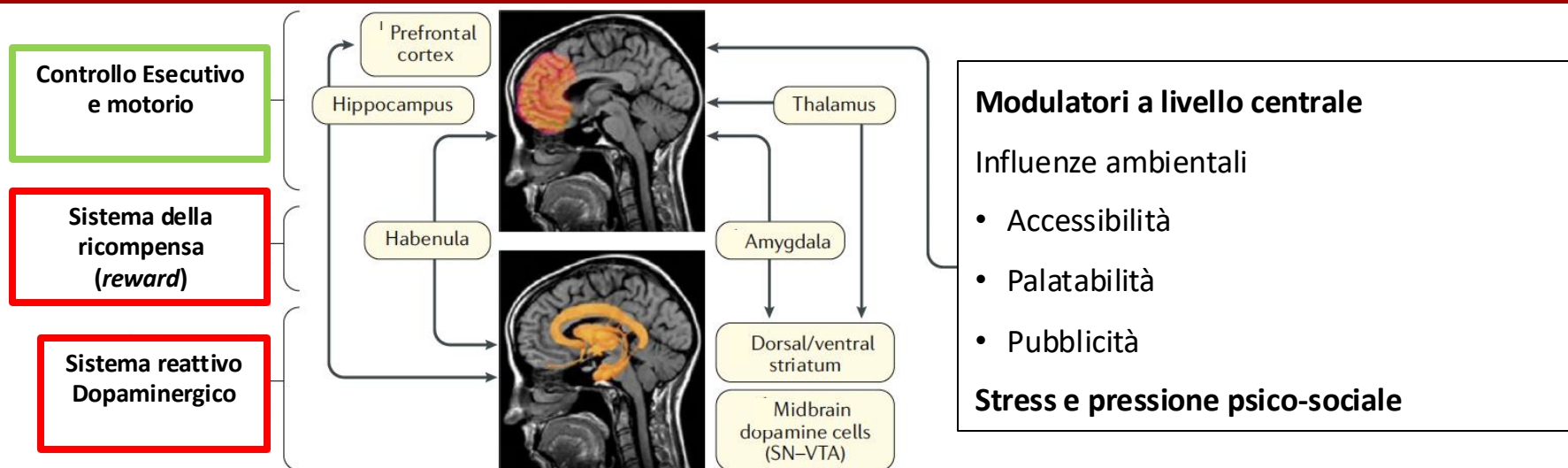
- In seconda battuta, per il **piacere** che ne deriva (Regolazione edonica):
 - Piacere sensoriale (gusto, olfatto, vista ecc..)
 - Piacere sociale (condivisione, novità ...)
 - Equilibrare stati di disequilibrio interno non legati alla fame

COS'E' IL CREVING PER IL CIBO?

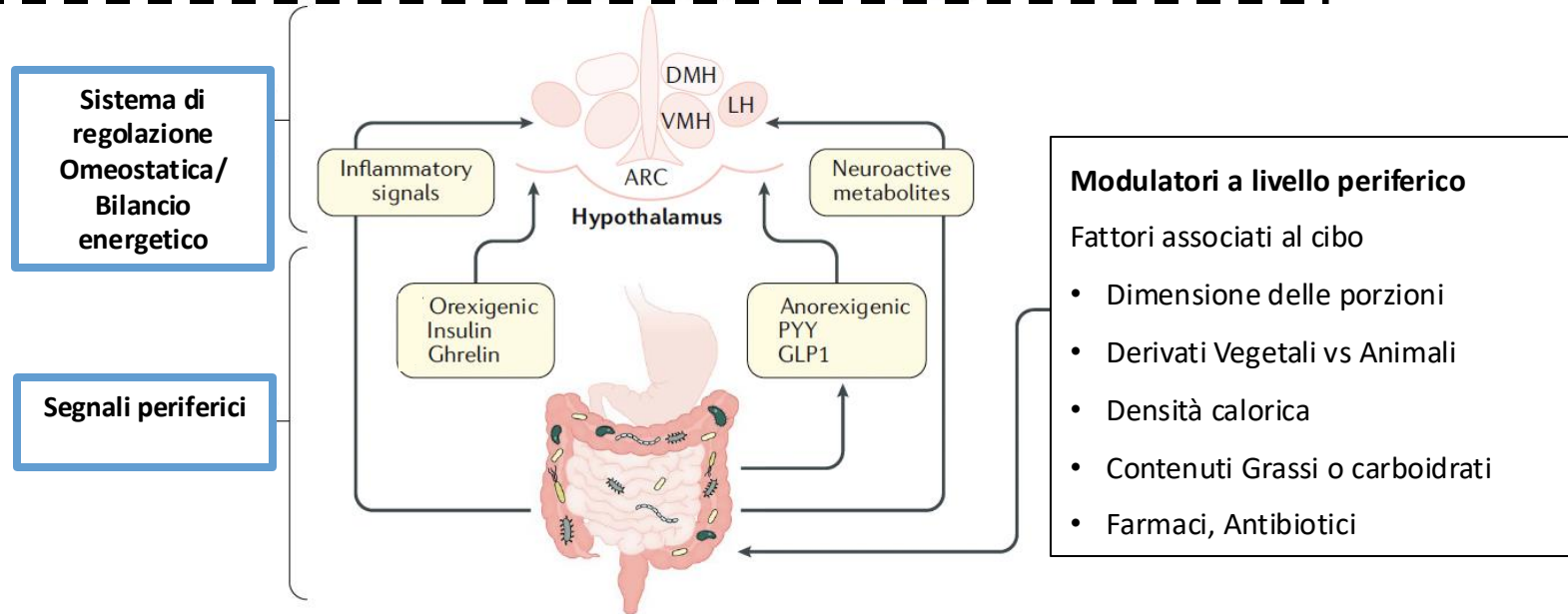
Il *craving* alimentare è definito come un **desiderio intenso e urgente** di assumere un determinato cibo

MECCANISMI NEURALI DI REGOLAZIONE DELL'ASSUNZIONE DI CIBO

Sistema Edonico



Sistema Omeostatico



Da Gupta et al., 2022

Sistema Esecutivo:

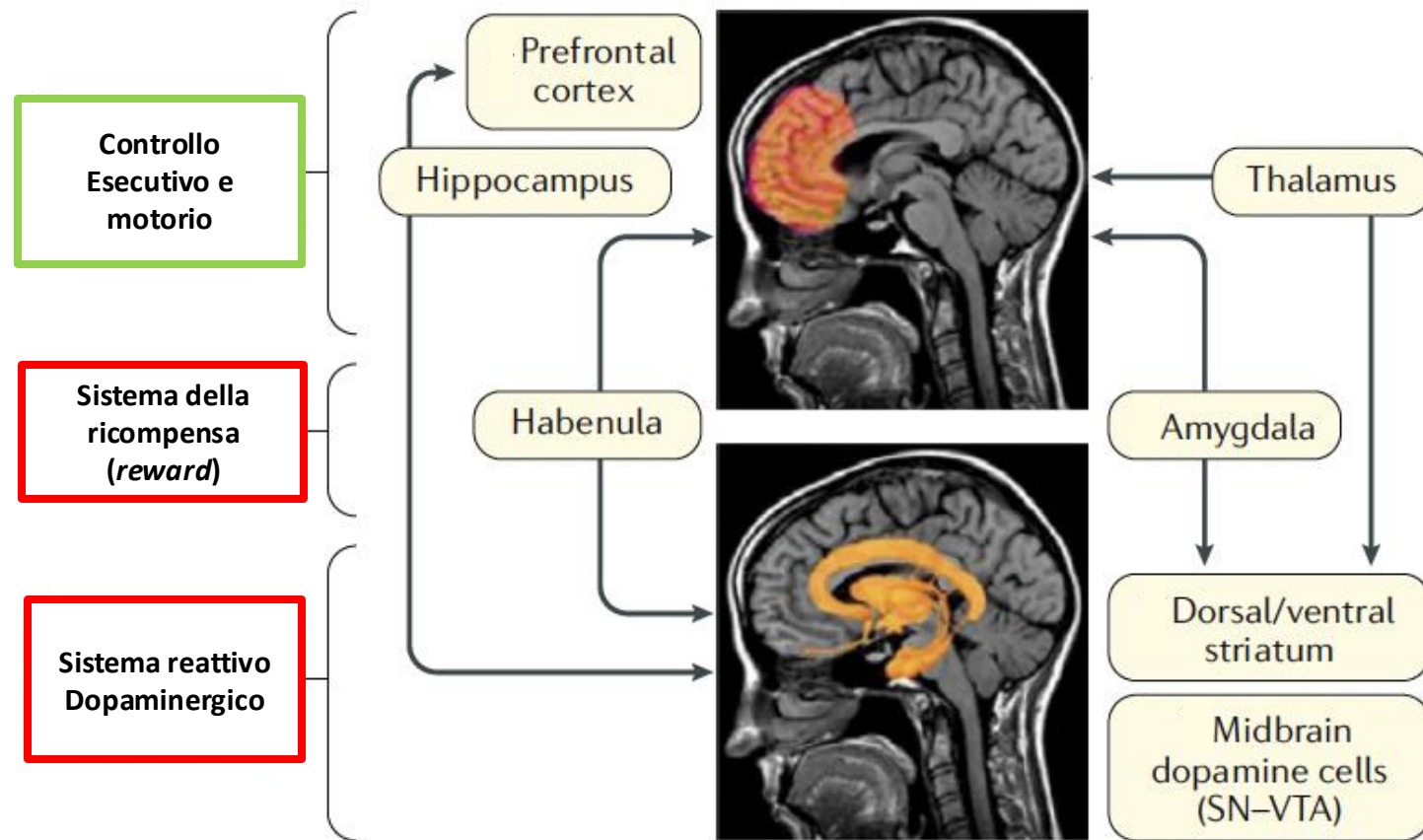
Guida comportamenti volontari orientato a scopi

- Attenzione/Consapevolezza
- Pianificazione
- Inibizione
- Regolazione emotiva
- **Flessibile**
- **Richiede risorse cognitive**
- **Regolazione "lenta del comportamento"**

Sistema della ricompensa:

Attiva comportamenti appresi associati al piacere

- Apprendimento associativo (S-R)
- Basato sulla ricompensa
- Attivazione automatica schemi comportamentali
- **Non necessita di consapevolezza**
- **Rapido**
- **Rigido**



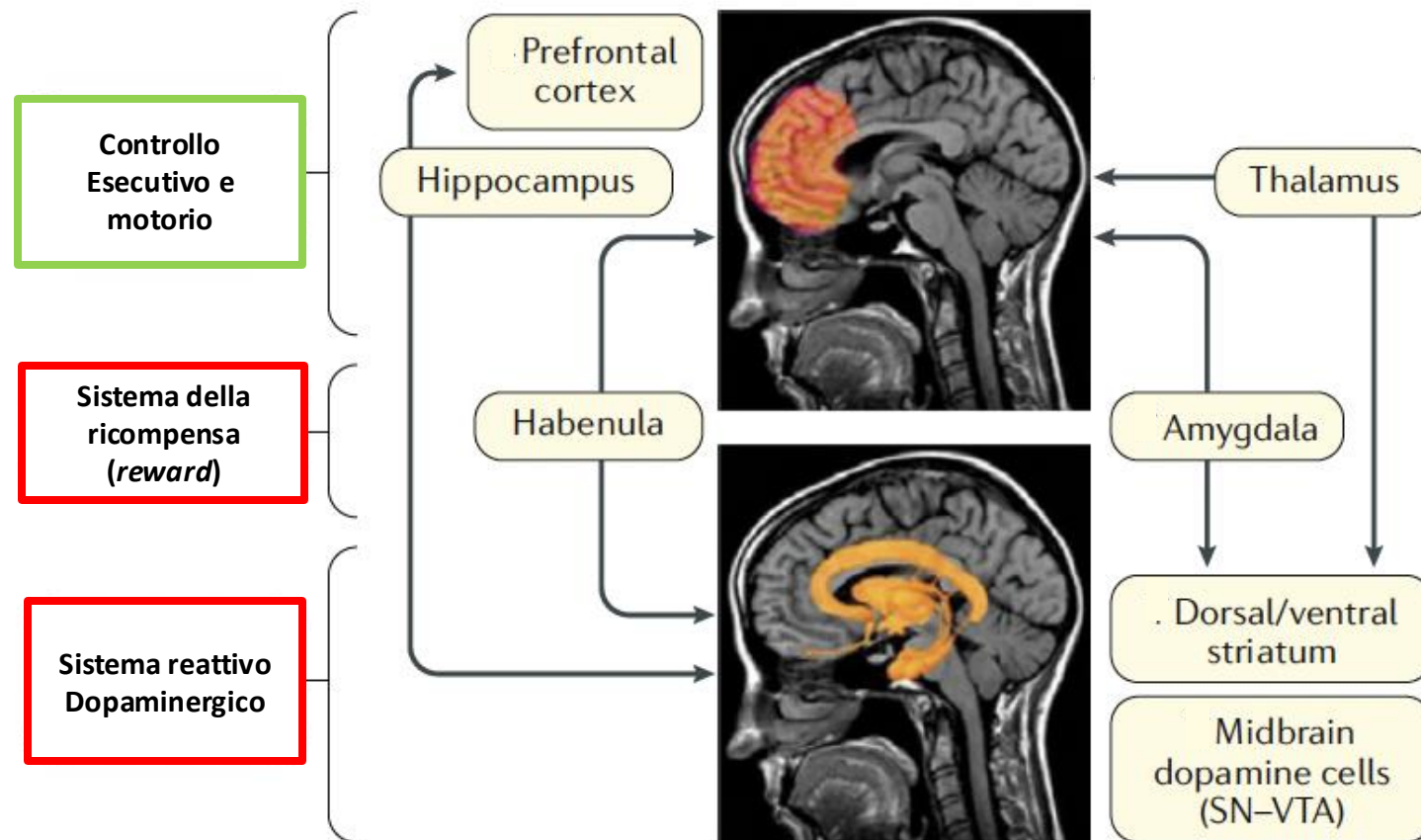
Da Gupta et al., 2022

Sistema Esecutivo:

- **DLPFC/LOFC:** WM e rappresenta scopi di ordine superiore
- **VLPFC/IFC/Pre-SMA:** programmazione, controllo inibizione motoria
- **Corteccia Cingolata Anteriore (ACC):** integrazione informazioni interne/esterne, rilevazione interferenza (*i.e. predictor error*)

Sistema della ricompensa/motivazione:

- **VTA/Nacc:** Rinforza/attiva esperienze legate al piacere
- **Ippocampo/AMYG:** Memoria/Emozioni, valore +/- di stimoli/eventi
- **SN/VP:** Attivazione automatica cluster associativi appresi S-R
- **Insula:** percezione enterocettiva
- **vmPFC, mOFC, Insula:** integrazione informazioni sensoriali interne/esterne rappresenta ricompensa



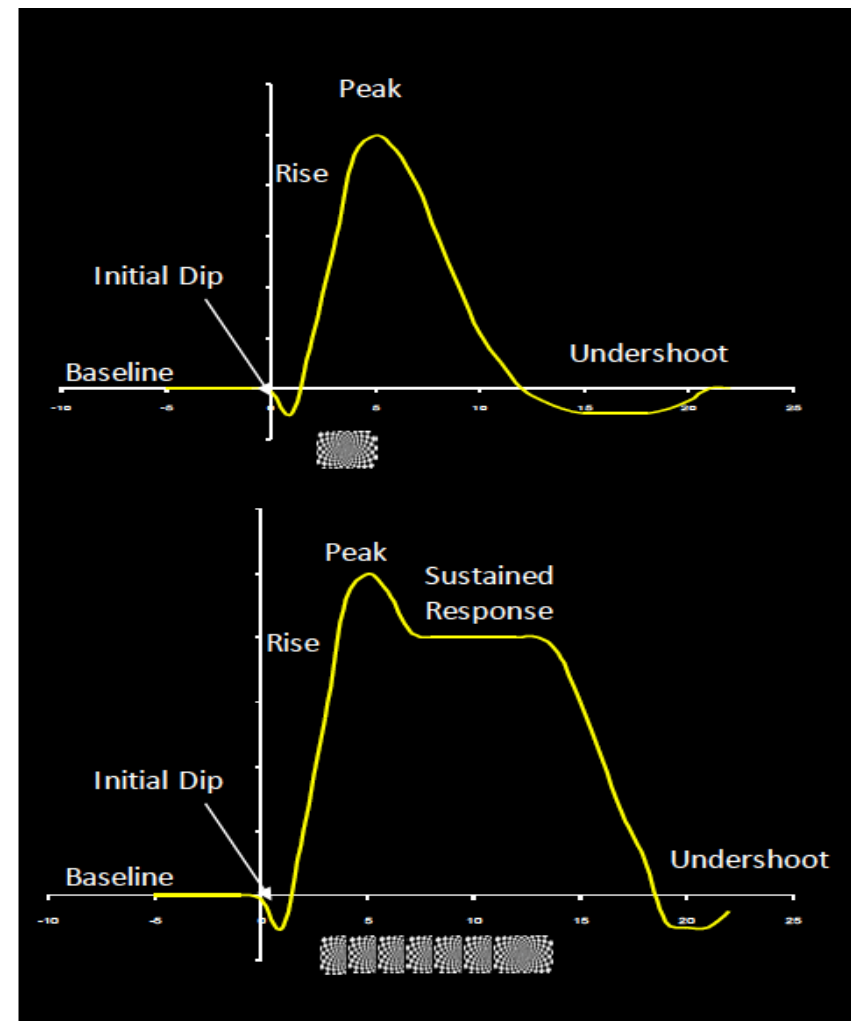
Da Gupta et al., 2022

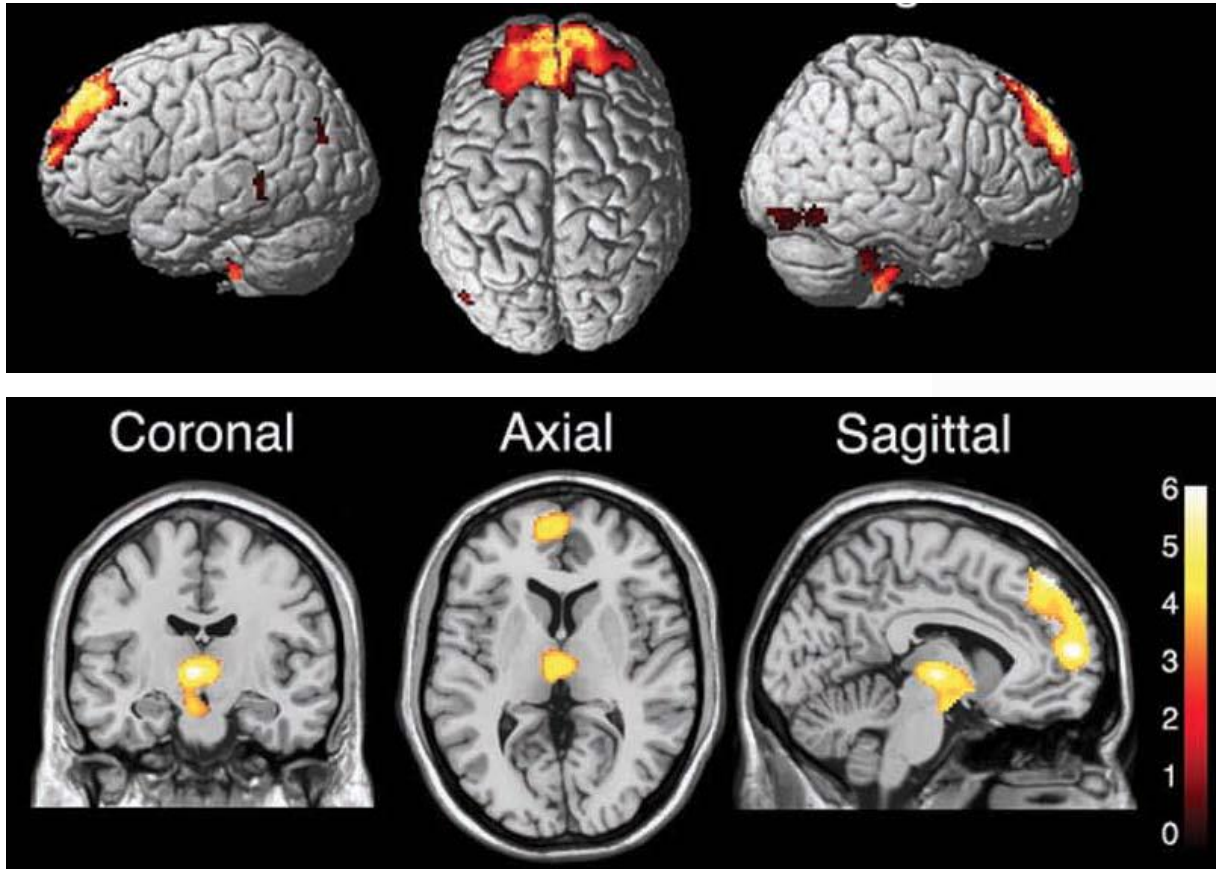
È un metodi di visualizzazione funzionale dell'attività cerebrale:

- Serve ad investigare quali aree cerebrali sono coinvolte in una determinata funzione
- Permette di rilevare l'effetto di varie condizioni patologiche, neurologiche (lesioni) e psichiatriche (autismo, schizofrenia), sul funzionamento di queste aree

Come funziona

- Più che l'attività dei neuroni cerebrali, l'fMRI rileva i cambiamenti locali nell'ossigenazione sanguigna e nel flusso ematico conseguenti all'attività neuronale
- Durante un compito l'afflusso di sangue che segue va ad incrementa i livelli di HBO_2 , diminuendo la perdita di segnale MRI T2^* aumentando il segnale BOLD (*Blood Oxygenation Level Dependent*).





La **FOOD-CUE REACTIVITY** è lo studio dell'attività cerebrale evocata da vari stimoli alimentari, in diverse condizioni sperimentali controllate

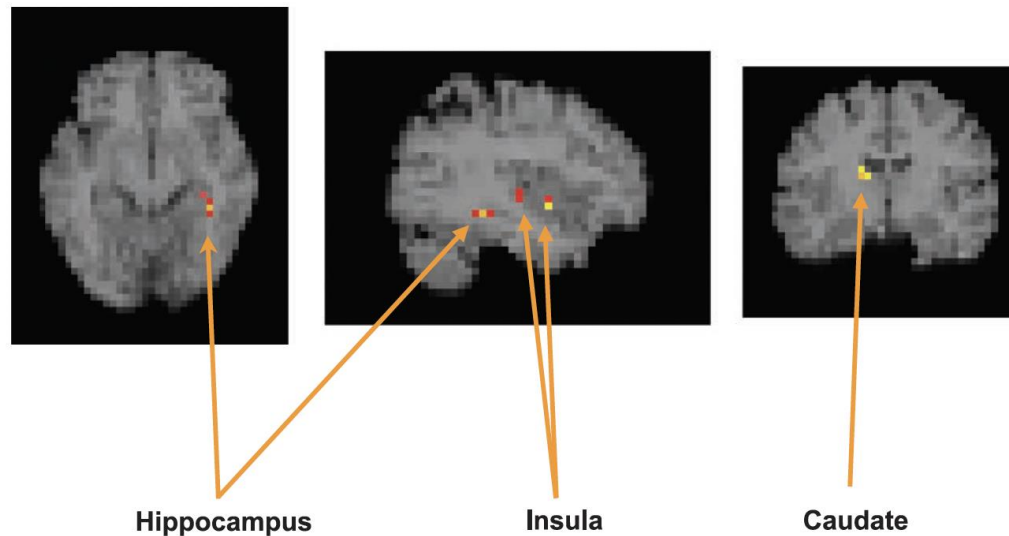
Condizione controllate (stimolo visivo, gustativo ecc..)

- Cibo vs oggetto Fame vs. Sazietà
- Alto vs basso contenuto calorico
- Atteso vs inatteso
- Stato psicofisiologico (mood, stress, deprivazione sonno)

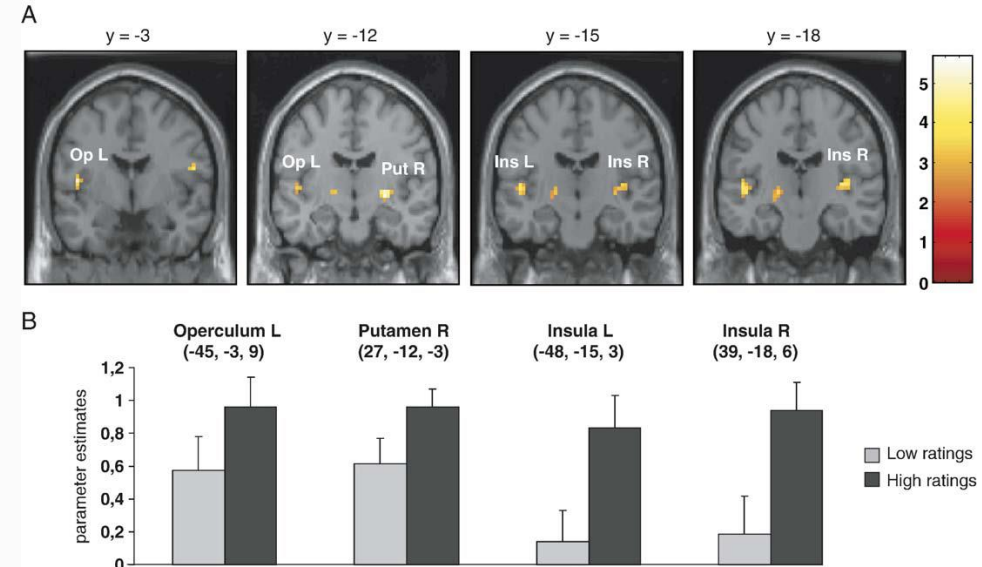
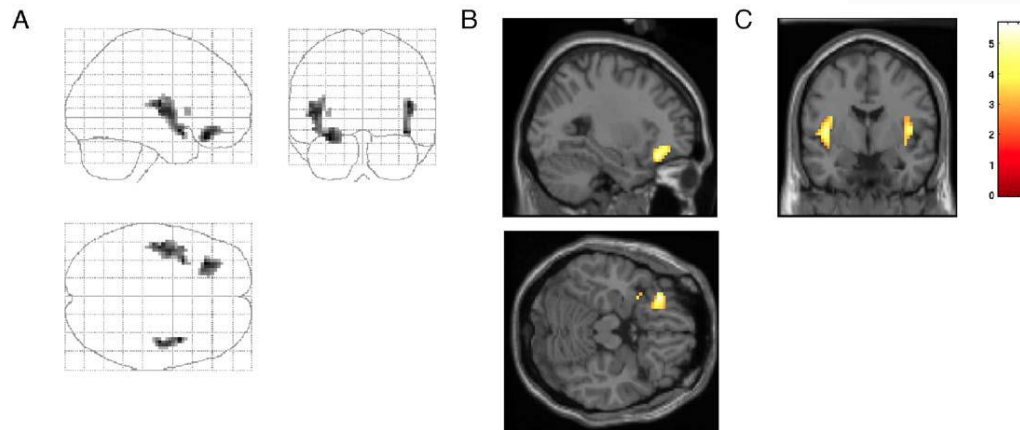
Killgore et al., 2003; Porubska et al., 2006

Pelchat et al., 2004: I partecipanti devono immaginare i loro cibi preferiti (*craving cue*) oppure pensare ad una dieta poco gradita (*non craving cue*)

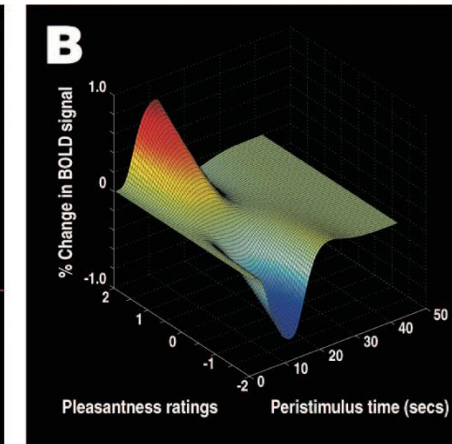
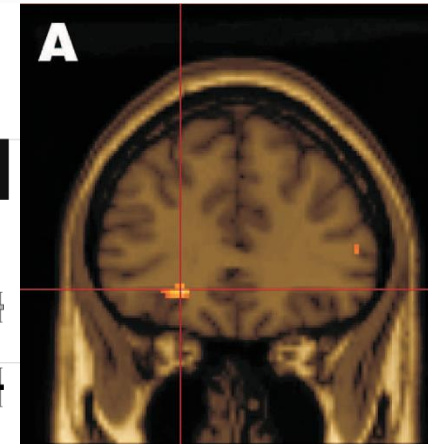
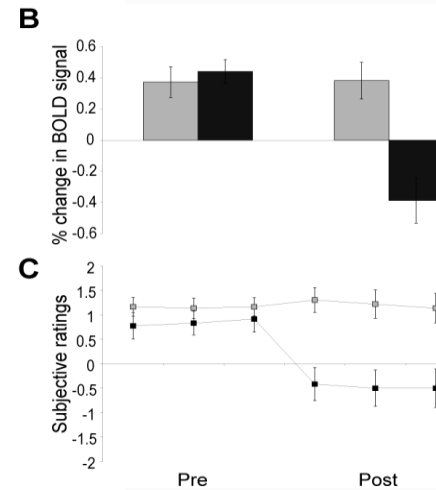
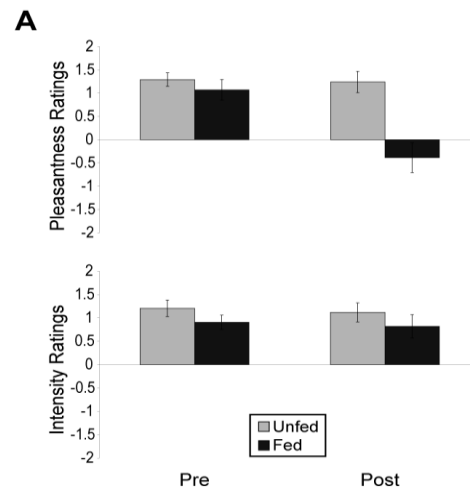
- Gli autori rilevano per la prima volta il ruolo delle aree limbiche nel *craving*: Ippocampo, insula, n. caudato



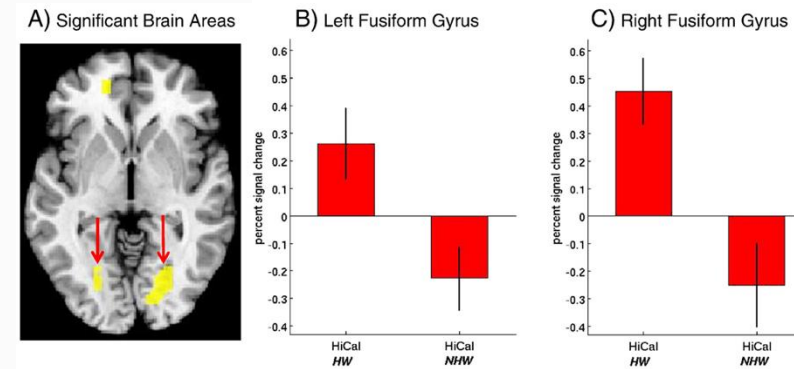
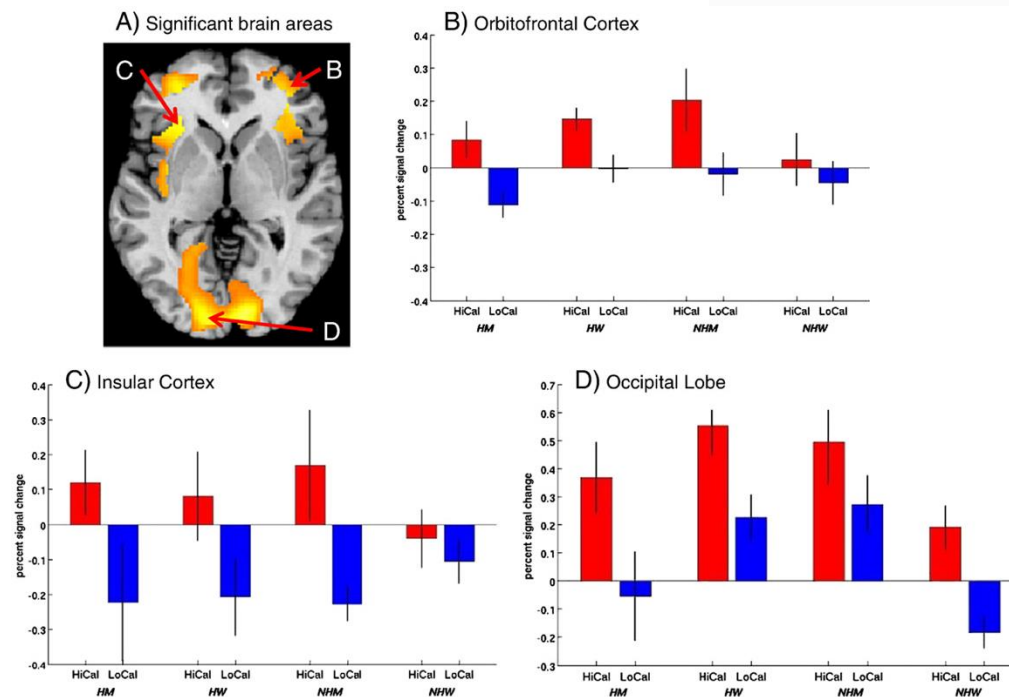
Porubská et al., 2006: Maggiore attivazione dell'OFC e dell'insula in condizione di alta fame soggettiva vs. bassa sensazione di fame per immagini cibo vs. non-cibo



- Ruolo mOFC: integra informazioni sensoriali (es. gusto, olfatto, consistenza degli alimenti), provenienti dalle cortecce sensoriali primarie (Rolls et. al 2005)
- **Sensory-specific satiety**: la piacevolezza di un cibo consumato decresce rispetto alla piacevolezza per un altro cibo non consumato” (Rolls et al. 1981)
- Correlazione tra l’ attivazione della OFC e la sazietà senso-specifica (Kringelbach et al 2003)
- Perdita della **devaluation** al cibo consumato nelle persone con obesità (Snoek et al., 2004)

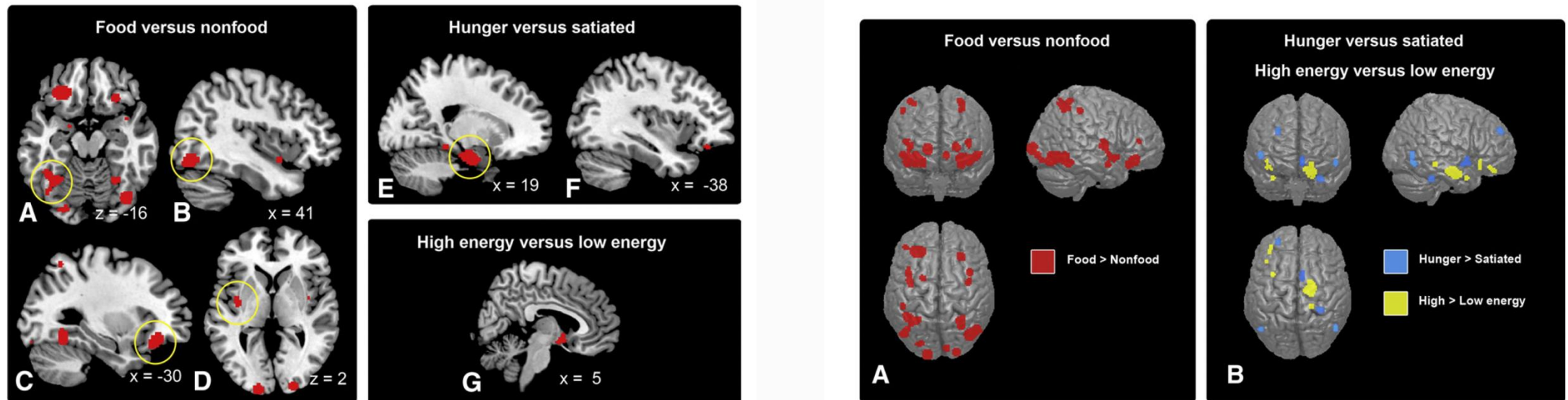


Frank et al., 2012: Maggiore attivazione dell'OFC e dell'insula in condizione di fame vs. sazietà e per cibi calorici vs. poco calorici. Anche l'attività aree visive aumenta con la fame.

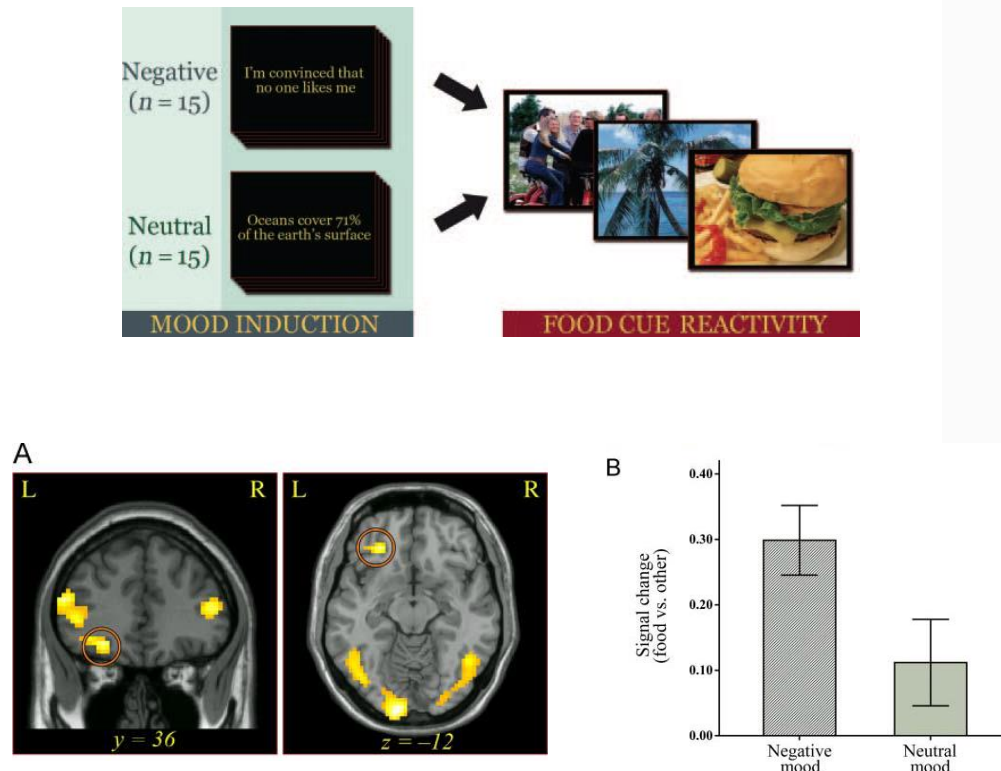


van der Laan et al., 2011: *In una meta-analisi di studi fMRI* hanno confermato che:

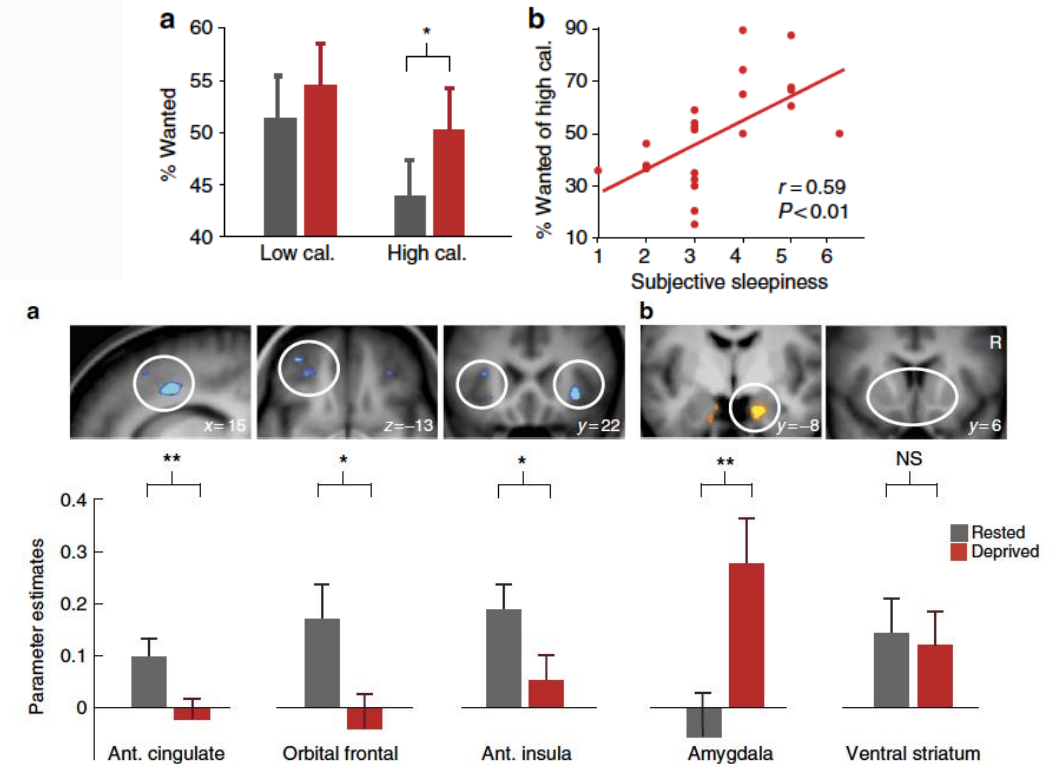
- 1) le regioni cerebrali più frequentemente attivate in risposta alla visione di immagini di cibo sono: **il giro fusiforme posteriore bilaterale, la corteccia orbitofrontale laterale sinistra (OFC) e l'insula media sinistra.**
- 2) La **fame** modulava la risposta alle immagini di cibo nell'**amigdala destra** e nella **OFC laterale sinistra**, mentre il **contenuto energetico** delle immagini cibo modulava la risposta nell'**ipotalamo/striatum ventrale**.



Wagner et al., 2012: Maggiore attivazione dell'OFC e dello striato in "Cronic dieters" durante "Negative mood induction" per immagini cibo vs. neutre.

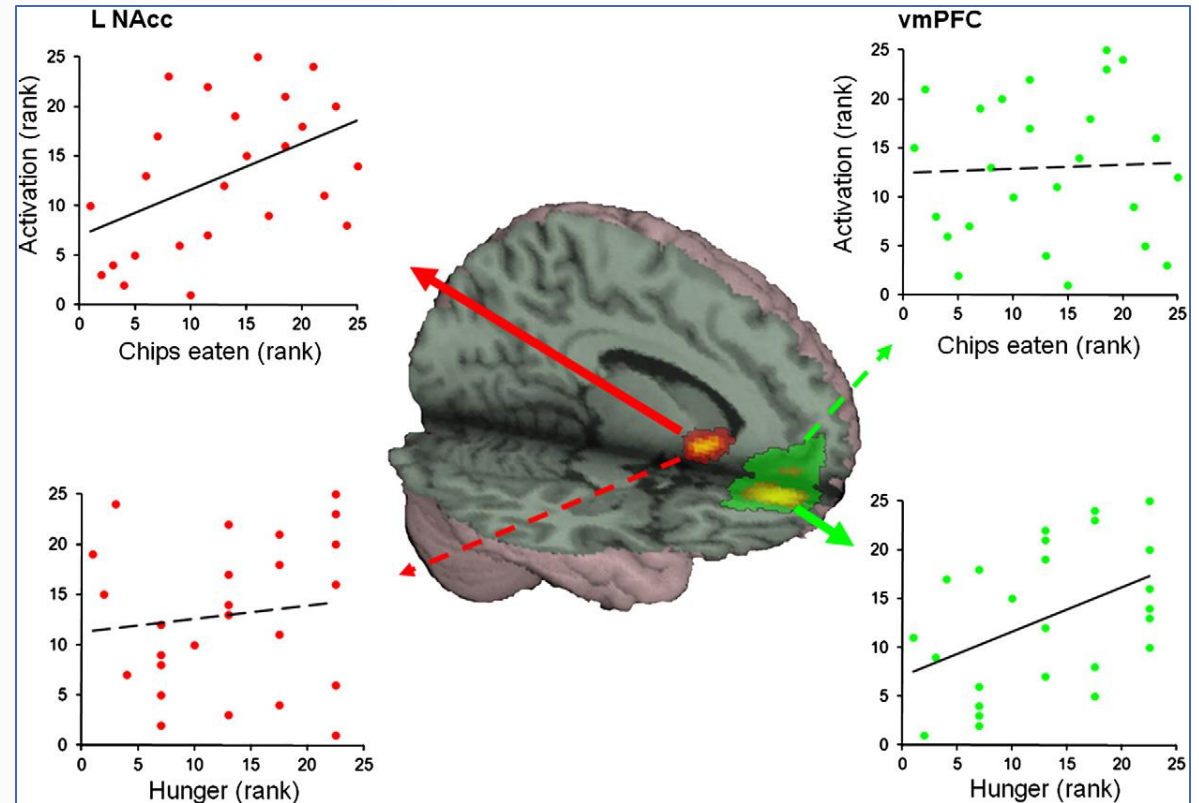


Greer et al., 2015: Minore attivazione dell'OFC e maggiore attività della ACC e dell'insula e maggiore risposta dell'Amigdala nei soggetti con privazione di sonno.

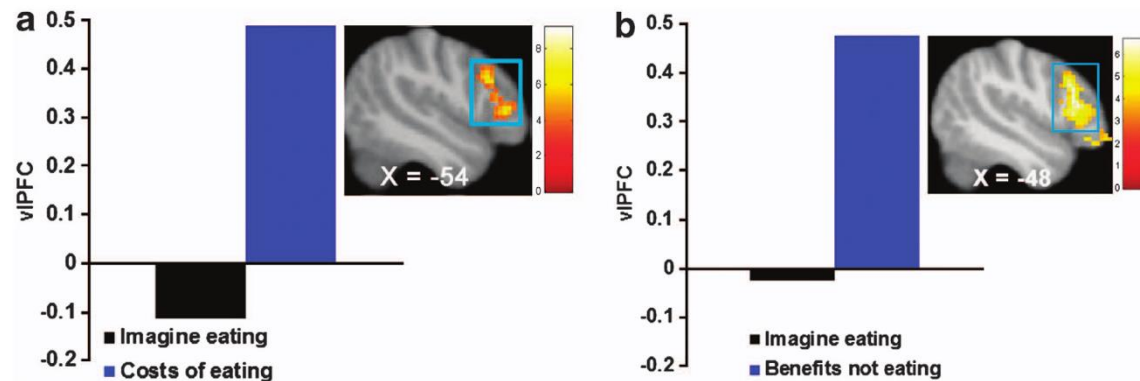


Lawrence et al., 2012:

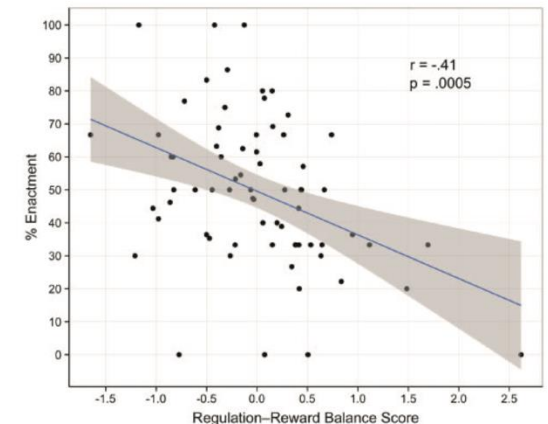
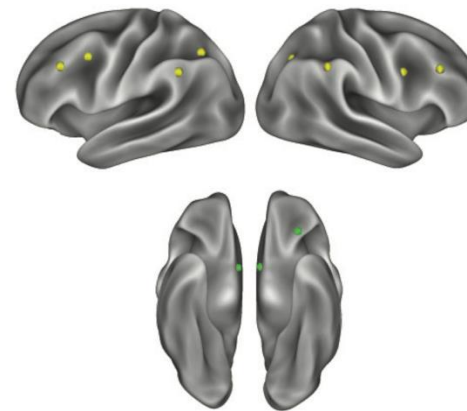
- Gli autori mostrano che, in un gruppo di donne, la risposta a stimoli alimentari del **NAcc predice il consumo immediato di snack**, ma non correlava con la fame percepita soggettivamente.
- Al contrario, la **reattività agli stimoli alimentari nella corteccia prefrontale ventromediale** era associata alla fame o all'appetito soggettivo, ma **non al consumo effettivo di cibo**.
- **NB:** Dissociazione dell'attività cerebrale associata al consumo da l'esperienza soggettiva di fame



Yokum and Stice 2013: A) Mostrano > attivazione nella **vIPFC sinistra** durante l'osservazione di immagini di cibi appetitosi **dopo l'istruzione di pensare ai costi a lungo termine** del consumo del cibo mostrato, rispetto all'istruzione di **immaginare di mangiare** il cibo mostrato; e B) **dopo l'istruzione di pensare ai benefici a lungo termine del non mangiare** il cibo mostrato, rispetto all'istruzione di **immaginare di mangiare** il cibo mostrato.

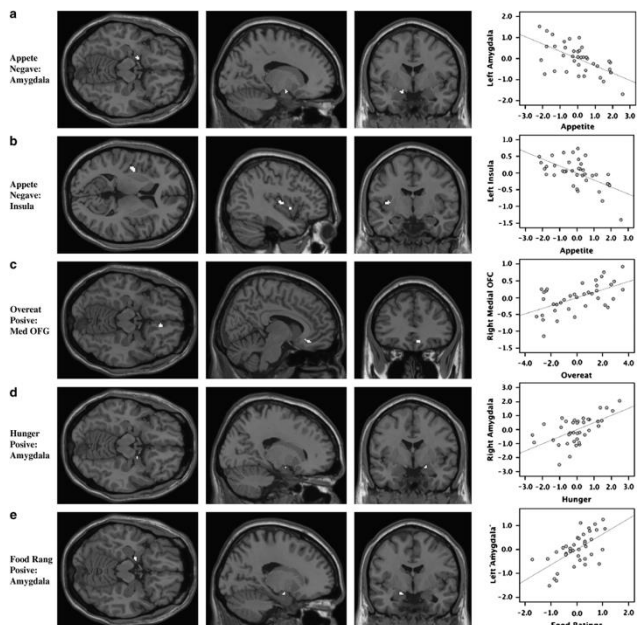


Lopez et al., 2017: Il **rapporto** tra l'attività delle **aree del controllo** e quella del **reward** prediva la capacità dei soggetti a dieta di controllare il proprio comportamento alimentare nella settimana successiva.



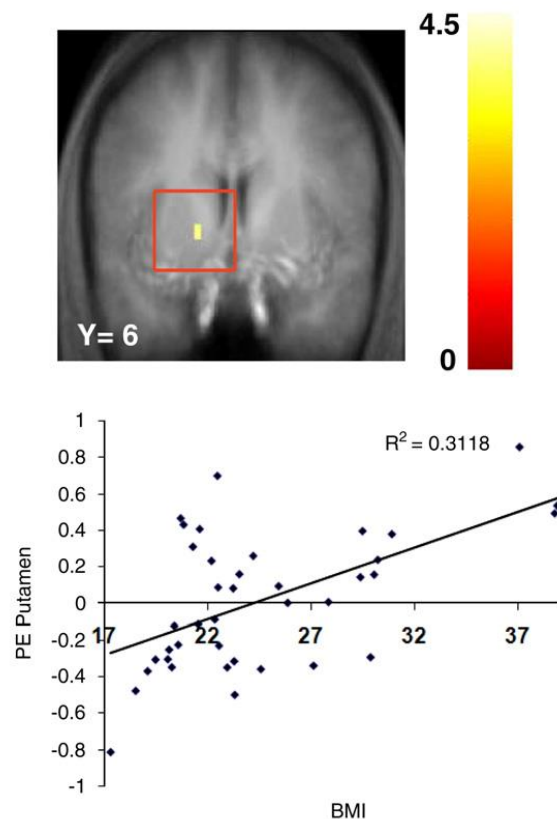
Lo stato motivazionale correla con l'attività dell'insula, della Amy e della mOFC. L'attività di queste aree predice il BMI nelle donne ma non nei maschi

Killgore et al., 2013



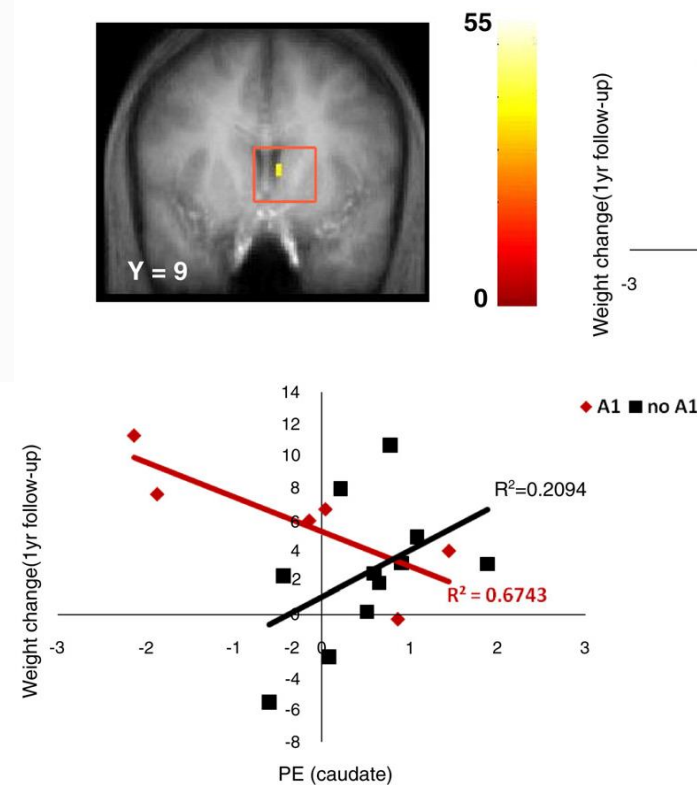
L'attività del Putamen e della OFC correla col BMI.

Stice et al., 2009



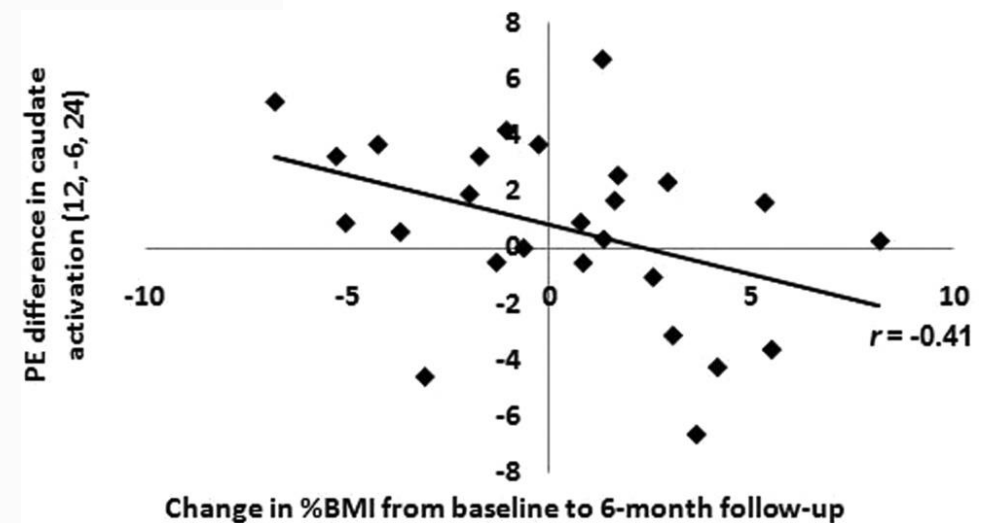
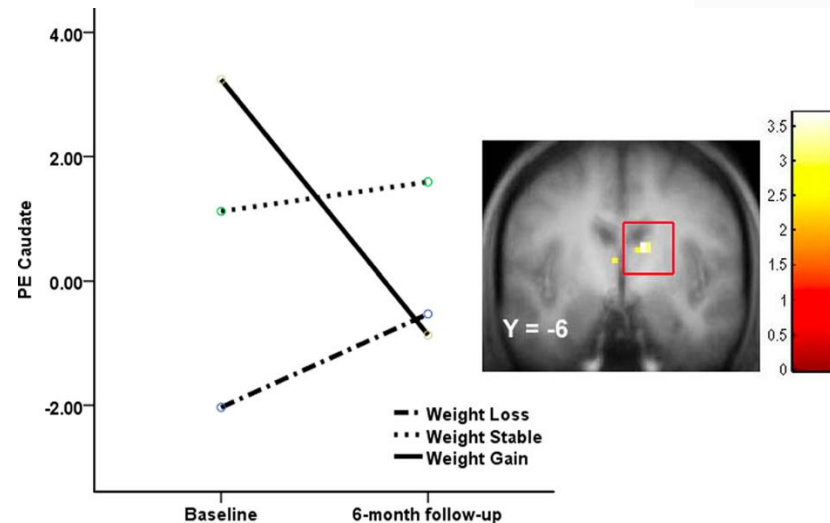
Le varianti alleliche dei gene che codifica per i recettori della DRD2 predicono in modo differente le variazioni di peso a distanza di un anno.

Stice et al., 2009



Donne che hanno aumentato di peso nel corso di un periodo di sei mesi hanno mostrato una riduzione della risposta striatale al consumo di cibi appetibili rispetto alle donne con peso stabile.

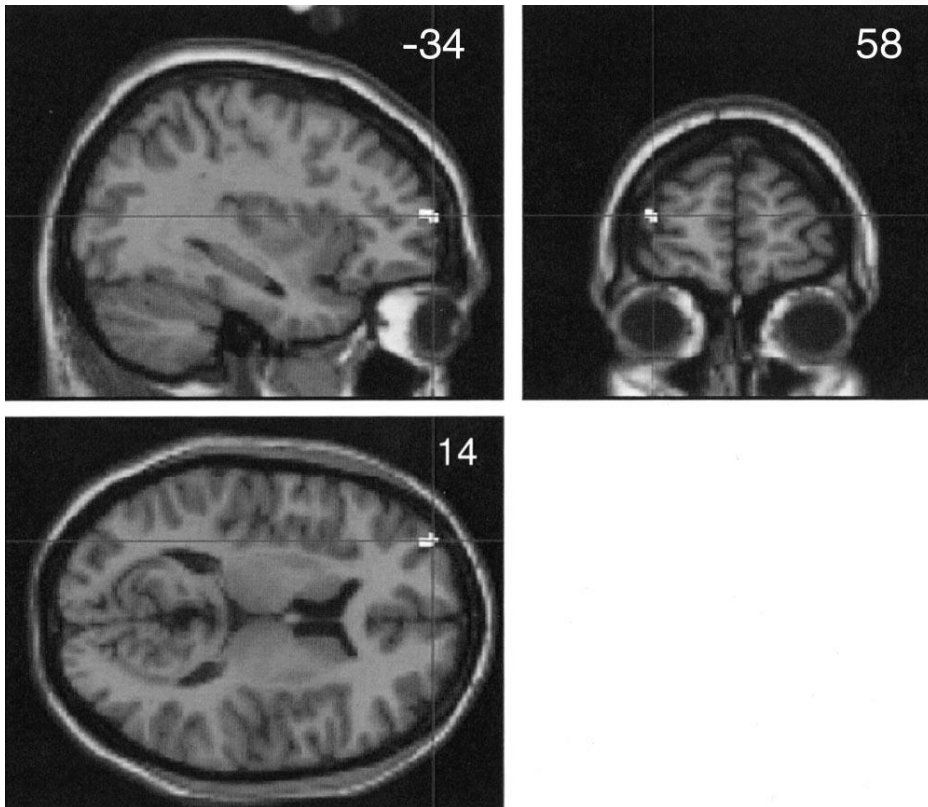
La bassa reattività del circuito della ricompensa dopaminergica (DA) all'assunzione di cibo potrebbe aumentare il rischio di iperalimentazione, e che tale iperalimentazione comporti un'ulteriore attenuazione della reattività del circuito della ricompensa, incrementando così il rischio di ulteriore aumento di peso in modo progressivo e auto-alimentato.



Stice et al., 2010

L'attività delle DLPFC di sinistra dopo un pasto è minore dei soggetti obesi rispetto a quelli normopeso.

Killgore et al., 2013



Reward sensitivity

Le aree della corteccia prefrontale legate ai processi di valutazione di stimoli gratificanti, appaiono **più attivate** in risposta a immagini di cibo in soggetti obesi.

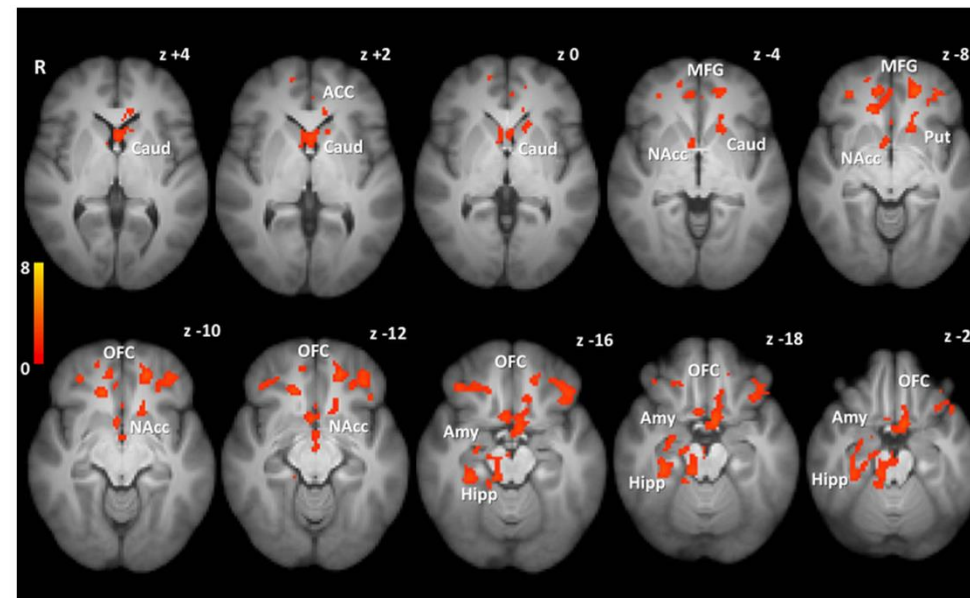
Reduced cognitive control

Ridotta attivazione nelle regioni associate al controllo cognitivo e alla consapevolezza enterocettiva e somatosensoriale, indica un sistema di controllo indebolito, in combinazione con iposensibilità ai segnali di sazietà e disagio dopo aver mangiato in coloro che sono inclini a mangiare troppo.

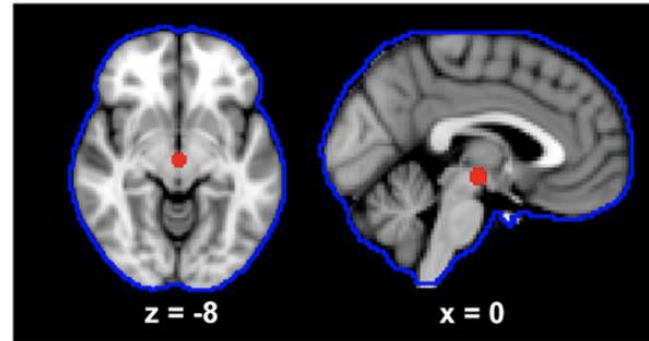
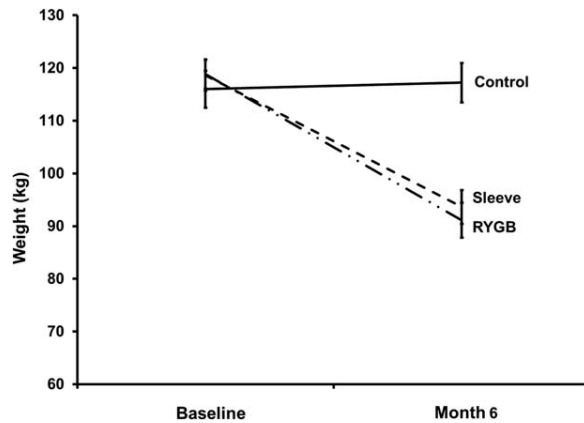
Scholtz et al., 2013: Minore attivazione nei sistemi cerebrali della ricompensa, in particolare per i cibi ad alto contenuto calorico, inclusa la **corteccia orbitofrontale**, l'**amigdala**, il **nucleo caudato**, il **nucleo accumbens** e l'**ippocampo** nei pazienti RYGB rispetto ai pazienti sottoposti a bendaggio gastrico.

Questo era associato a una **minore palatabilità e attrattiva dei cibi ad alto contenuto calorico** e a comportamenti alimentari più salutari, incluso **un minore consumo di grassi**, nei pazienti RYGB rispetto ai pazienti BAND e/o ai controlli non operati con BMI corrispondente.

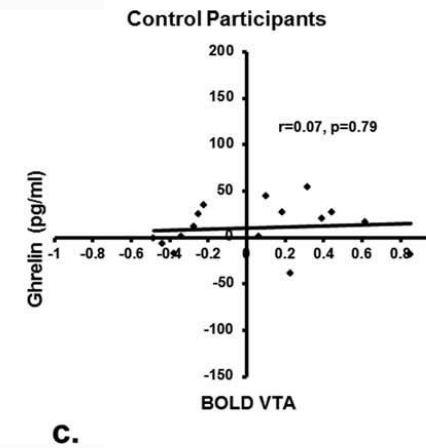
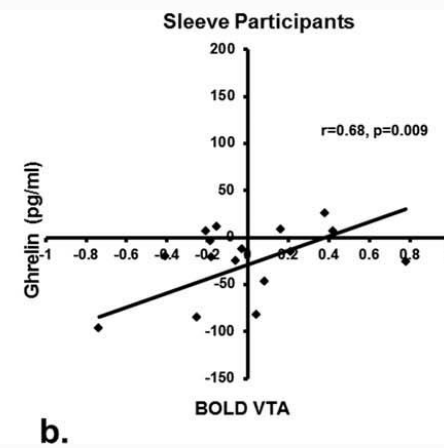
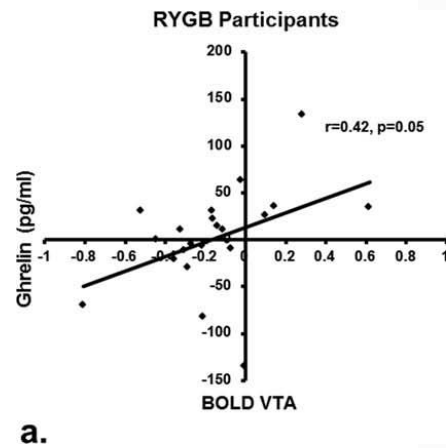
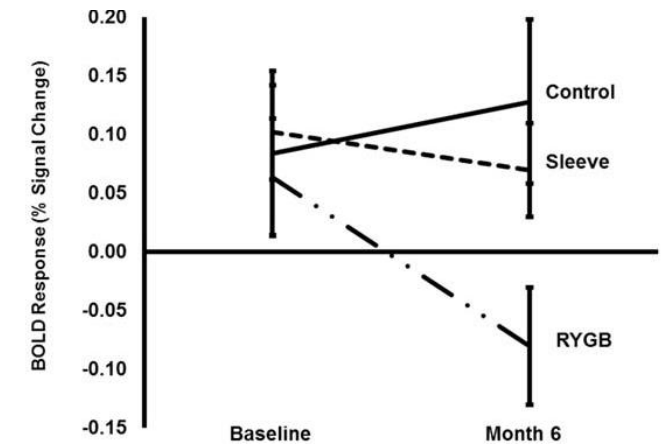
Queste differenze non erano spiegate da variazioni della fame o da tratti psicologici, ma erano associati gli ormoni gastrointestinali plasmatici anoressigeni GLP-1 e PYY, gli acidi biliari plasmatici e i sintomi della sindrome da dumping erano aumentati nei pazienti RYGB.



Faulconbridg et al., 2016: Questo studio suggerisce che la **VTA** come sito critico per modulare i cambiamenti post-chirurgici nella preferenza per cibi altamente appetibili e suggeriscono un ruolo della **grelina** come potenziale fattore da approfondire ulteriormente.



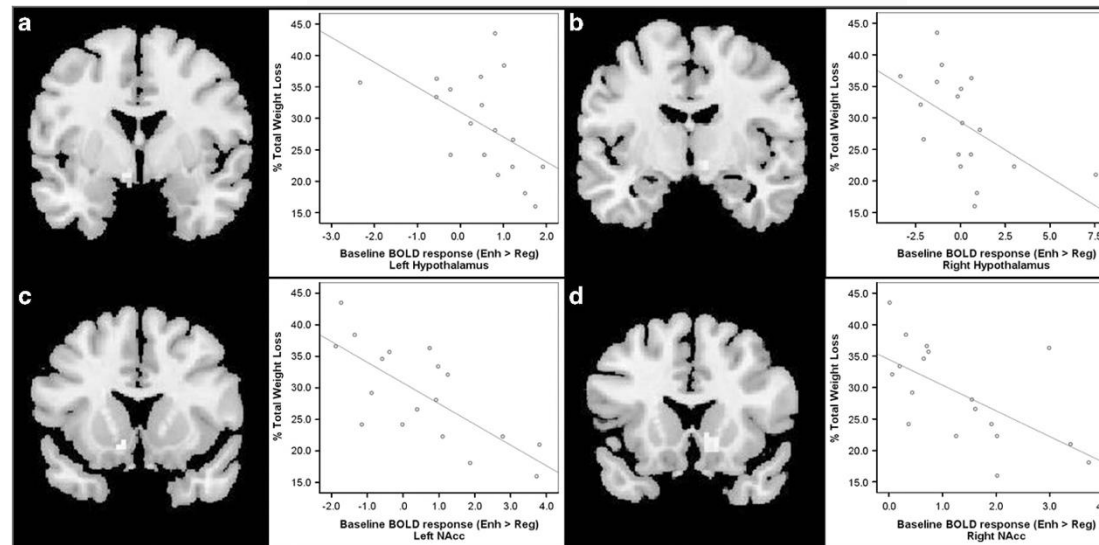
HCF vs LCF



Holsen et al., 2018: In questo studio, 18 pazienti in attesa di **sleeve gastrectomy (SG)** sono stati sottoposti a fMRI basale (prima dell'intervento) con un paradigma in cui veniva richiesto di regolare il desiderio per cibi palatabili (*“desire for palatable food regulation paradigm”*).

Risultati: l'attività basale nell'**nucleus accumbens (NAcc)** e nell'**ipotalamo** durante la condizione di “desire for palatable food enhancement” (cioè quando il desiderio veniva amplificato) prediceva **percentuale di perdita di peso totale (%TWL) a 12 mesi**.

Importante: questa predizione era migliore rispetto a quella fornita da variabili comportamentali o ormonali basali, che **non** avevano significatività predittiva nello stesso studio



- Gli studi di risonanza magnetica funzionale hanno evidenziato un ruolo delle regioni corticali e sottocorticali legati all'elaborazione della ricompensa nel guidare il comportamento alimentare.
- L'attivazione di tali aree è modulata anche dallo stato psicofisiologico; umore deflesso, stress, privazione di sonno.
- L'intensità di tali attivazioni predice il consumo di cibo e il guadagno di peso.
- Sull'altro fronte anche la minore attivazione delle aree del controllo prefrontale e delle regioni somatosensoriali e enterocettive si associano al guadagno di peso.
- La chirurgia bariatrica riduce la sensibilità alla ricompensa derivata dal cibo probabilmente per vari meccanismi ormonali, emodinamici e neuroinfiammatori.
- Anche nel caso della chirurgia la perdita di peso è predetta dalle attività delle aree mesocorticolibiche e del controllo.



globalia.cloud/sicobmilano2025



MILANO 13-14 OTTOBRE 2025

CHIRURGIA BARIATRICA PER IMMAGINI UNA DIVERSA PROSPETTIVA

PRESIDENTE ALESSANDRO GIOVANELLI

Comitato Scientifico

Alfredo Genco | Roberto Grassi | Alfonso Reginelli
Angelo Salerno | Daniele Tassinari

Grazie