

Psicoactivo

Psicoattivo

Stefano Canali

Grafica
Paulina Sroczyńska
Eleonora Magliozzi

Mostra realizzata nell'ambito del progetto AttivaMente, "Giovani e consumo"
promosso dalla Provincia di Lucca e dalla Regione Toscana

Coordinamento organizzativo:

Rossana Sebastiani, Ilaria Bacciri e Maria Elisa Carmignani (Provincia di Lucca);

Maria Coppolecchia (UST Lucca); Lucia Corrieri Puliti e Martina Fondi (ASL2 Lucca); Elena Pioli (ASL2 -Ser.T. Lucca); Angela Lopane (ASL2 -Ser.T. Bagni di Lucca); Guido Intaschi (ASL12 Viareggio); Maria Vittoria Sturaro e Rossella Lenzi (ASL12 Viareggio - Promozione della Salute); Leonardo Butelli (CESDOP); Antonella De Cesari (Consultorio Valle del Serchio); Sergio Giannini (A.P.S. And or margini creativi); Alessandra Nieri (CONI); Emanuele Palagi (Comitato non la bevo); Patrizia Pieroni (Comunità Montana della Garfagnana)

Ideazione e realizzazione della mostra

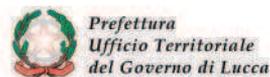
Stefano Canali

Consulenza scientifica

Società Italiana Tossicodipendenze, Neuroscienze e Pharmaness scarl,
Teodora Macchia, Luca Pani, Edo Polidori, Andrea Vendramin

Segreteria scientifica

Pamela Filiberto, Ilaria Montuori





Indice

7 Introduzione

- **Il cervello: come funziona e come si costruisce**

- 11 Il cervello: morfologia e individualità
- 13 Organizzazione funzionale del cervello e brain imaging
- 15 Cervello, evoluzione e adattamento
- 17 Le emozioni e il cervello
- 19 Desiderio e ragione
- 21 Il neurone e la sinapsi
- 23 La trasmissione del segnale nervoso
- 25 Neurotrasmettitori veloci
- 27 Ammine biogene e acetilcolina
- 29 Endorfine
- 31 Costruzione e plasticità del cervello
- 33 Il cervello adolescente

- **Effetti e meccanismi d'azione delle sostanze**

- 35 Sostanze psicoattive e droghe: definizioni
 - 37 Le droghe nella storia
 - 39 Fattori non farmacologici negli effetti soggettivi delle droghe
 - 41 Alcol
 - 43 Tabacco
 - 45 Cannabis
 - 47 Allucinogeni
 - 49 Oppioidi
 - 51 Cocaina
 - 53 Amfetamine
 - 55 Ecstasy
 - 57 La dipendenza come patologia della memoria e dell'apprendimento
- 58 Per approfondimenti e ricerche
- 60 Il progetto "AttivaMente - Giovani e consumo"

Introduzione



Le ultime indagini nazionali e internazionali sull'uso di sostanze psicoattive e sulle dipendenze, rivelano un aumento complessivo del consumo di droghe illegali e sostanze lecite come alcol e tabacco nella popolazione generale. L'uso di sostanze stimolanti e allucinogeni e cannabis è nell'insieme raddoppiato in questi ultimi quattro anni. Circa il 12% della popolazione italiana compresa tra i 15 e i 64 anni consuma abitualmente **cannabis**, una persona su quattro, se si considera solo la fascia compresa tra i 19 e i 21 anni. Preoccupanti i dati che riguardano il consumo di alcol, per cui si segnala un aumento percentuale dell'assunzione quotidiana dal 2007 al 2010 pari al 18,2% e un incremento della percentuale delle ubriacature del 200%, con una prevalenza passata dall'1% del 2007 al 3% del 2010.

Le ultime indagini ESPAD (European Survey Project on Alcohol and other Drugs) hanno accertato che tra i ragazzi di 15-16 anni circa l'83% ha consumato **alcol** negli ultimi 12 mesi. In questo stesso periodo oltre il 30%, uno su tre dei quindici-sedicenni italiani, dichiara di essersi ubriacato. Oltre il 60% dei ragazzi della stessa età hanno fumato **sigarette** almeno una volta e quasi il 40% fuma abitualmente. Nello stesso periodo è quasi raddoppiato l'uso voluttuario di **psicofarmaci** tra i ragazzi, oggi al 10%, sostenuto dalla crescente disponibilità di queste sostanze tra i medicinali tenuti a casa.

L'aumento della diffusione del consumo di sostanze psicoattive tra i giovani non è una novità, non è un fenomeno dell'ultimo quadriennio. Esso rappresenta al contrario un processo ormai datato, che sembra sostanzialmente immune a ogni intervento di repressione e prevenzione. Allo stesso modo, cosa ormai vecchia, ma non per questo meno singolare, è l'incapacità di modificare, di rinnovare, l'approccio nei confronti di questa inarrestabile crescita, malgrado la palese dimostrazione della loro inefficacia. In questi ultimi due decenni l'espansione epidemica del consumo di sostanze tra i più giovani è avvenuta a dispetto dell'aumento esponenziale degli investimenti e degli sforzi nella repressione e nelle campagne di prevenzione. Da lungo tempo, cioè vengono mantenute e riprodotte strategie di contrasto e prevenzione che - verrebbe da dire secondo logica - hanno concorso a dar luogo a effetti opposti a quelli attesi.

L'incapacità di modulare e aggiustare gli interventi dimostra eloquentemente che le pratiche di prevenzione e più in generale le politiche sulle sostanze psicoattive sono dettate da istanze ideologiche, da posizioni dogmatiche, piuttosto che dal razionale e pragmatico principio di agire sulla base dei dati effettivi del fenomeno e in funzione dei risultati ottenuti, prendendo atto della sterilità di certi metodi e correggendoli di riflesso. E sono per primi i giovani a constatare questo vizio d'origine.

L'ideologia e il dogmatismo che fanno capo a queste strategie inquinano gravemente la concettualizzazione e la comunicazione sulle sostanze psicoattive, quelle attorno cui si elaborano e sviluppano i programmi di prevenzione.

La conseguenza più evidente è senz'altro la natura allarmistica della propaganda a fini preventivi. Tuttavia, gli interventi che per prevenire puntano a solo a terrorizzare, esagerando, drammatizzando ed esasperando i rischi che certamente sono legati al consumo delle sostanze psicoattive non sono soltanto inefficaci ma palesemente controproducenti e per varie ragioni.

1) I ragazzi sono consapevoli, spesso anche per esperienza diretta, che i messaggi terroristici non corrispondono alla realtà e quindi veicolano manifestamente informazioni parziali, distorte e manipolate. Questo delegittima chi li diffonde ma anche le parti obiettive dei messaggi, le componenti realistiche delle comunicazioni, e purtroppo, per un riflesso di generalizzazione, instilla nei giovani il discredito, verso tutte le campagne di prevenzione, la diffidenza per ogni tipo di azione educativa e messaggio proveniente dagli adulti.

2) La ricerca psicologica ha dimostrato ormai senza ombra di dubbio che il messaggio allarmistico, centrato sulla paura, produce un effetto contrario a quello atteso. Da un lato esso attiva la negazione come meccanismo di difesa e dall'altro finisce per suscitare attrazione e fascino per il pericolo stesso che intende prevenire. La rappresentazione del consumo delle droghe come terribile, letale, deviante, perversa, finisce per richiamare e sedurre i ragazzi in un momento come quello dell'adolescenza che spesso è caratterizzato dalla ricerca del rischio e dalla sfida al mondo degli adulti, come effetto della spinta verso la definizione dell'identità personale, l'acquisizione dell'autonomia, dell'emancipazione.

D'altro canto se l'uso di talune sostanze è legato al piacere, allora piuttosto che terrorizzare sugli effetti avversi e sui danni prodotti dal consumo, si dovrebbe al contrario insistere sui piaceri, altrettanto intensi ma più durevoli, che si possono ottenere da scelte, comportamenti ed esperienze differenti, da un più sano uso del cervello. Che il limite di un piacere sia un piacere più grande è infatti ampiamente dimostrato dalla ricerca biologica e psicologica. La capacità del piacere di motivare le azioni, di costruire e cambiare abitudini è enormemente più forte di quella propria del timore di conseguenze avverse. Purtroppo questo è un dato costantemente sottovalutato nei messaggi rivolti ai ragazzi.

Altri aspetti dei discorsi, della retorica e delle pratiche di prevenzione del consumo di sostanze d'abuso impressionano per la loro paradossalità, per la loro natura incoerente e contraddittoria. Nella tremenda e nebulosa accezione della parola droga, perno di questa retorica, cui giuridicamente corrisponde il dominio dell'illegalità, si accomunano sostanze niente affatto simili, talora antitetiche, per effetti ricercati, conseguenze avverse, finalità e contesti d'uso, modalità di assunzione come ad esempio **canapa** e **cocaina**, oppure **ecstasy** ed **eroina**. Allo stesso tempo tuttavia nei discorsi e nelle pratiche finalizzate alle prevenzione vengono costantemente separati, spesso ignorandoli, **l'alcol** e il **tabacco**; sostanze al contrario temibili per la loro tossicità, la loro capacità di indurre dipendenza e di provocare disturbi e lesioni irreversibili all'organismo, per la vastità dei danni sociali correlati, per la loro eccezionale diffusione tra i giovani. Anche per questa ragione abbiamo scelto di trattare nel libro **l'alcol e il tabacco** al pari delle droghe illecite, nella loro storia, nella loro cultura, nei loro effetti e meccanismi d'azione.

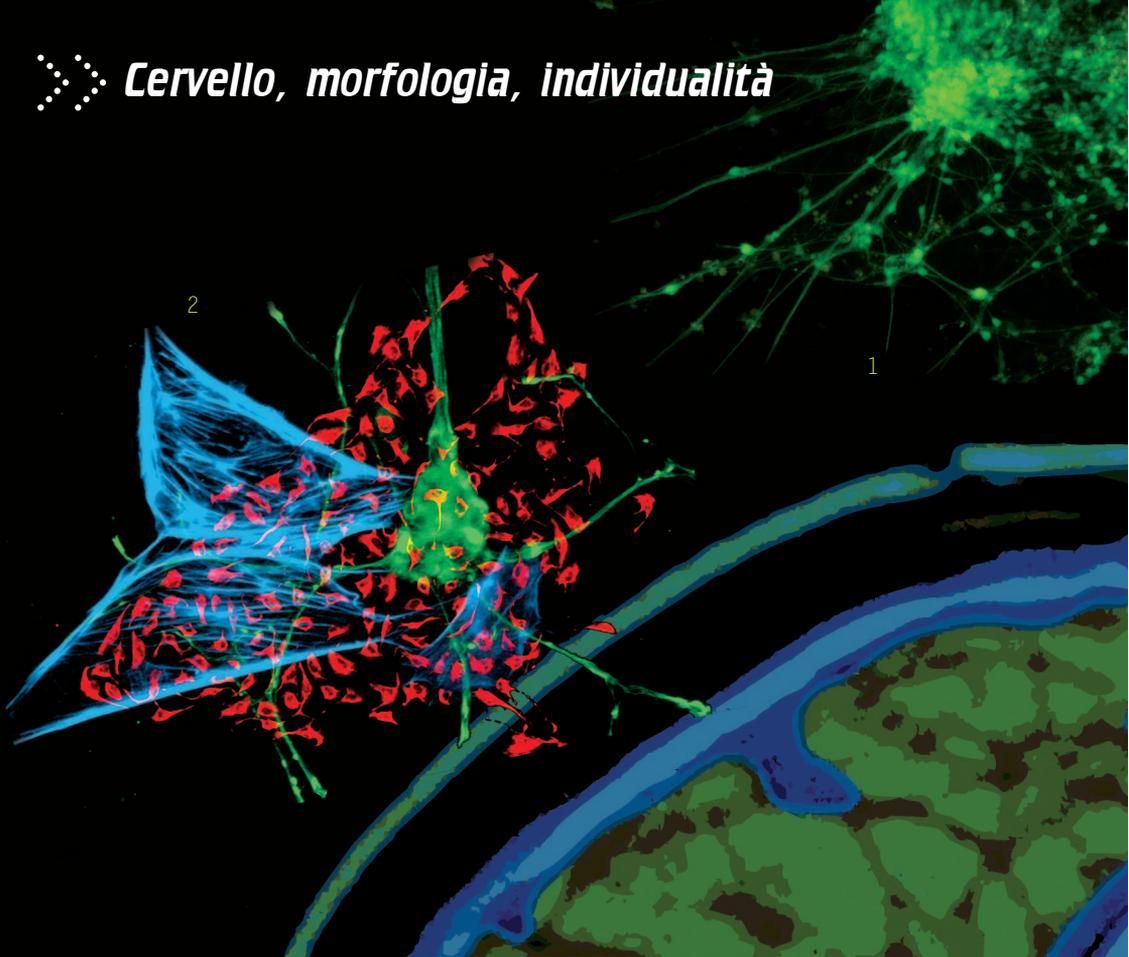
La storia dimostra che il rapporto tra uomo e droghe è una costante dell'evoluzione di tutte le civiltà e suggerisce che l'idea di un mondo senza droghe è utopica, rappresenta un disegno irrealizzabile. Le ricerche storiche però rivelano che la problematicità e la pericolosità del consumo di sostanze non dipendono solo dalle sostanze stesse, ma vanno cercata, forse soprattutto, nei processi economici, sociali, nelle mode, nell'evoluzione dei valori, nella trasformazione dei significati che l'uomo dà a se stesso, alla sua vita, agli altri, al mondo e alle cose con cui entra in relazione. Per ironia, così, la storia delle sostanze psicoattive indica che la strada migliore per ridurre e contrastare i problemi legati all'uso delle sostanze psicoattive è affatto diversa dall'intervento diretto sul consumo, in particolare la repressione e la punizione. Appare più funzionale invece lavorare con gli individui, attraverso l'educazione.

Si può fare prevenzione e ridurre la problematicità del consumo di sostanze d'abuso dando agli individui gli strumenti per comprendere le variabili biologiche, farmacologiche e psicosociali, le loro mutue influenze, nei complessi e rischiosi rapporti tra individui e agenti che alterano gli stati mentali.

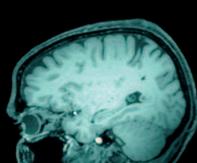
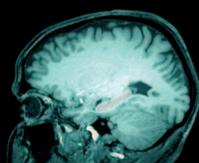
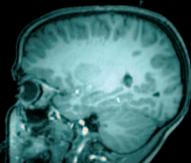
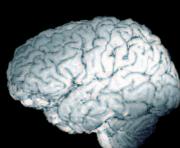
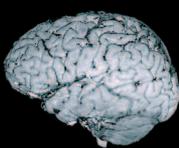
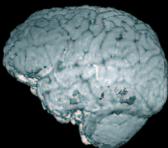
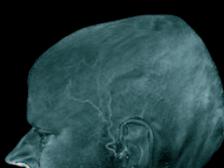
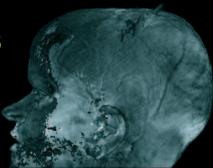
Il nostro approccio in particolare punta a sviluppare la conoscenza dei **meccanismi con cui il cervello funziona**, si costruisce, di come determina le **emozioni**, di come elabora il significato delle **esperienze**, del modo in cui i suoi processi condizionano i nostri **apprendimenti** e gli stili di vita che scegliamo, di come **gli stili di vita**, a loro volta, influiscono sulla **formazione del nostro organismo** e delle nostre capacità di relazione, della nostra **personalità**. Crediamo che solo sulla base di queste conoscenze, spesso trascurate, sia possibile comprendere le alterazioni che il nostro corpo e la nostra mente subiscono se esposte alle sostanze psicoattive.

Crediamo che questa prospettiva - tra scienza, storia, cultura e valori - sia una delle poche in grado di intervenire sulla dimensione soggettiva nel rispetto dell'irriducibile individualità di ogni singola persona. Ed è questa dimensione soggettiva lo spazio in cui si determina il significato che un ragazzo attribuisce alle sostanze psicoattive e al loro uso, e conseguentemente quella da cui dipendono i comportamenti che assumerà nei confronti di esse. Considerata l'irriducibile diversità delle persone e quindi l'impossibilità di trovare approcci e messaggi adatti per tutti, nella prevenzione forse ciò che conta maggiormente è che i ragazzi arrivino a una comprensione più autonoma, matura e complessa dei significati che attribuiscono alle sostanze psicoattive; soprattutto che diventino capaci di immaginarne le conseguenze potenziali sulla loro vita concreta e per il loro futuro. Ci auguriamo di dare con questo lavoro un contributo in tale direzione.

Cervello, morfologia, individualità



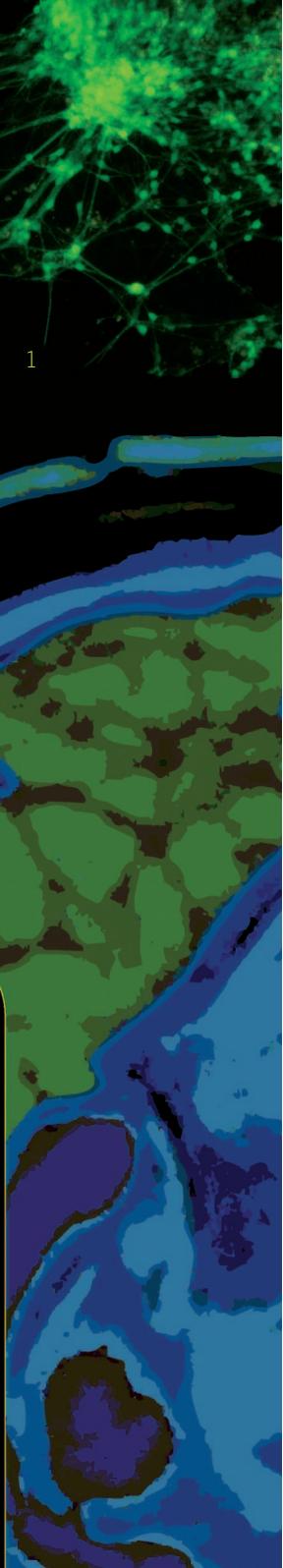
3



9 anni, maschio

20 anni, femmina

41 anni, maschio



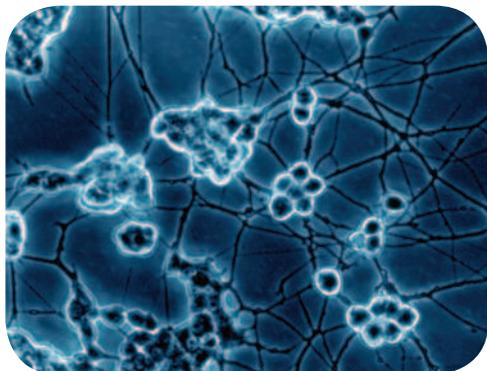
Cervello

Il cervello è l'organo preposto al controllo e alla coordinazione di tutte le funzioni organiche. Esso elabora le informazioni provenienti dai sensi e le integra con quelle provenienti dai diversi tessuti dell'organismo, per produrre la risposta comportamentale più funzionale agli stati di necessità del corpo e alla situazione ambientale. In questo senso, il cervello è l'**organo primario dell'adattamento**.

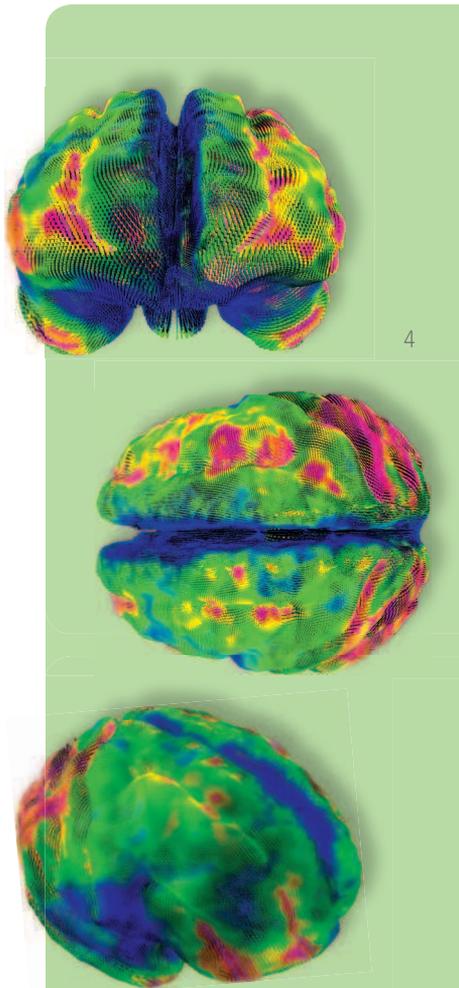
Il cervello umano contiene oltre 100 miliardi di cellule nervose ed ognuna di esse contatta mediamente dai 50 ai 100.000 altri **neuroni**. Il numero totale dei contatti nervosi che si stabiliscono in un cervello umano supera quello stimato di tutti i corpi celesti presenti nell'universo. Una quantità che dà conto della complessità delle funzioni di questo organo nella nostra specie.

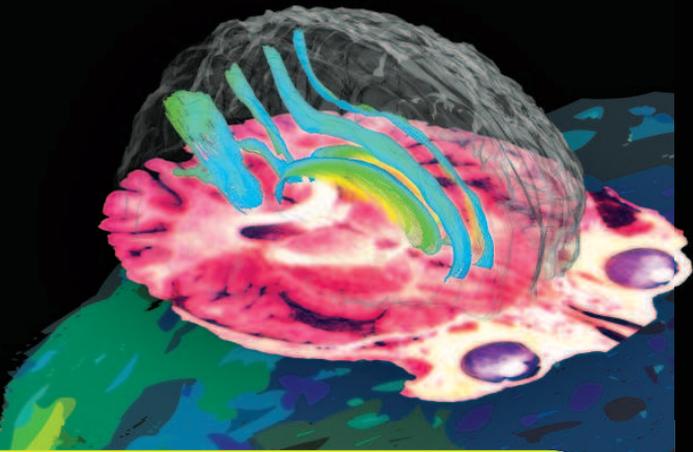
La struttura e le funzioni del cervello di un individuo sono il prodotto della singolare interazione tra il patrimonio genetico e l'ambiente, le esperienze individuali. In questo senso i modi con cui ogni cervello risponde agli stimoli, sostanze psicoattive comprese, dipendono dalla storia dell'individuo, dai tratti ereditari inscritti nei geni, all'insieme delle situazioni che esso ha vissuto, delle abitudini che ha finito per assumere, sino quindi al suo stesso comportamento. L'assoluta **individualità** delle strutture e delle funzioni del cervello spiega la diversità degli effetti e delle conseguenze del consumo delle stesse sostanze in individui diversi.

rete neuronale



1. Cellule nervose staminali embrionali.
2. Cellule staminali cerebrali.
3. Comparazione della forma e delle dimensioni del cervello in tre differenti età.
4. Mappe tensoriali che illustrano la variabilità della corteccia cerebrale tra individui. Le aree gialle e rosse evidenziano le parti della corteccia generalmente soggette a maggiore variabilità e quindi più plastiche e modificabili dall'esperienza.

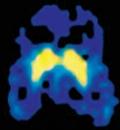
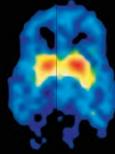




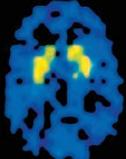
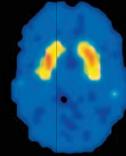
1

Soggetti di controllo

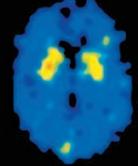
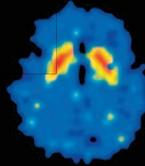
Consumatori di sostanze



Cocaina



Amfetaminici

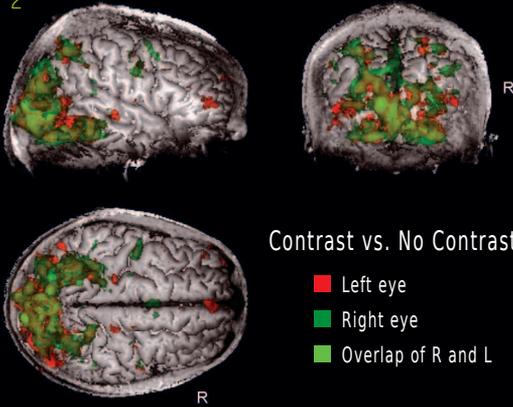


Alcol

Disponibilità recettori dopaminergici D2



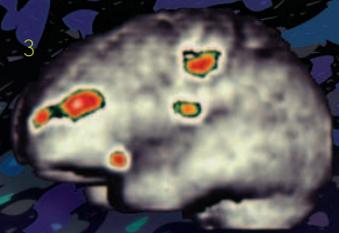
2



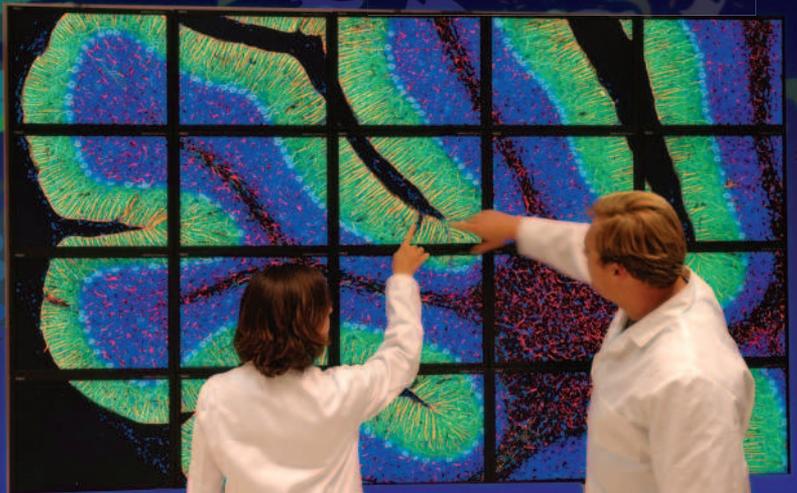
Contrast vs. No Contrast

- Left eye
- Right eye
- Overlap of R and L

3



Brain imaging



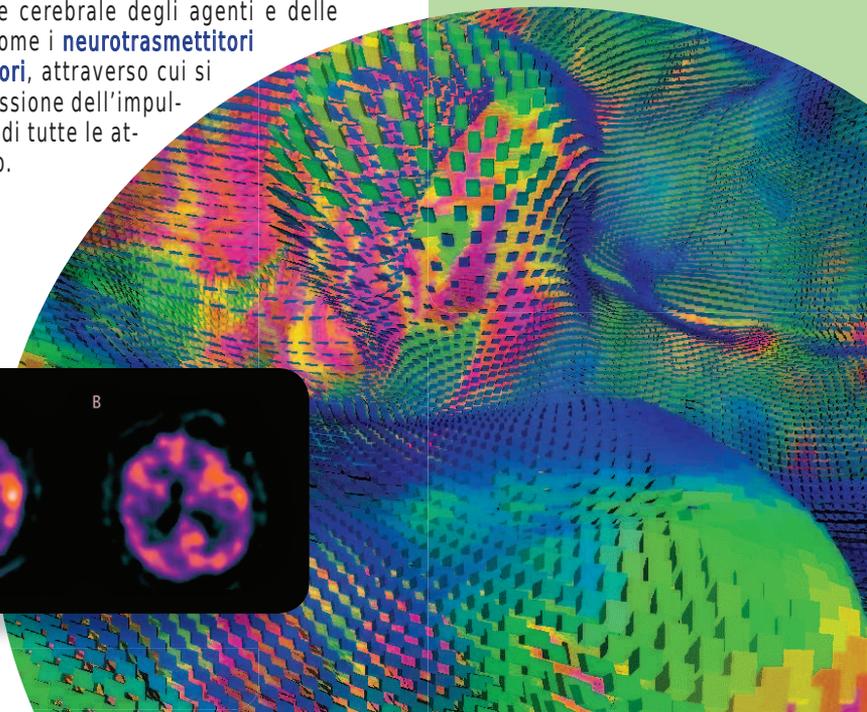
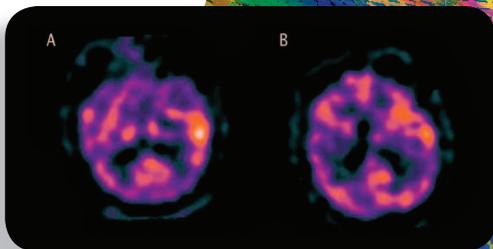
Organizzazione Funzionale del cervello e brain imaging

Le strutture cerebrali possiedono un'**organizzazione funzionale**, le vie e i centri nervosi formano cioè sistemi diversificati e preposti a specifiche funzioni. Le tecniche di **brain imaging** rilevano le funzioni cerebrali in vivo, permettendoci di osservare cosa accade nel cervello quando siamo impegnati in qualche azione, o sottoposti a stimoli percettivi, o ancora quando si assumono sostanze psicoattive. La **PET**, la **SPECT** e la **risonanza magnetica funzionale** sono tra le tecniche più usate. Queste tecniche misurano principalmente l'afflusso di sangue nelle varie regioni cerebrali. Le aree attive del cervello usano maggiore energia e quindi richiedono un più elevato rifornimento di ossigeno e glucosio, elementi trasportati dal flusso sanguigno.

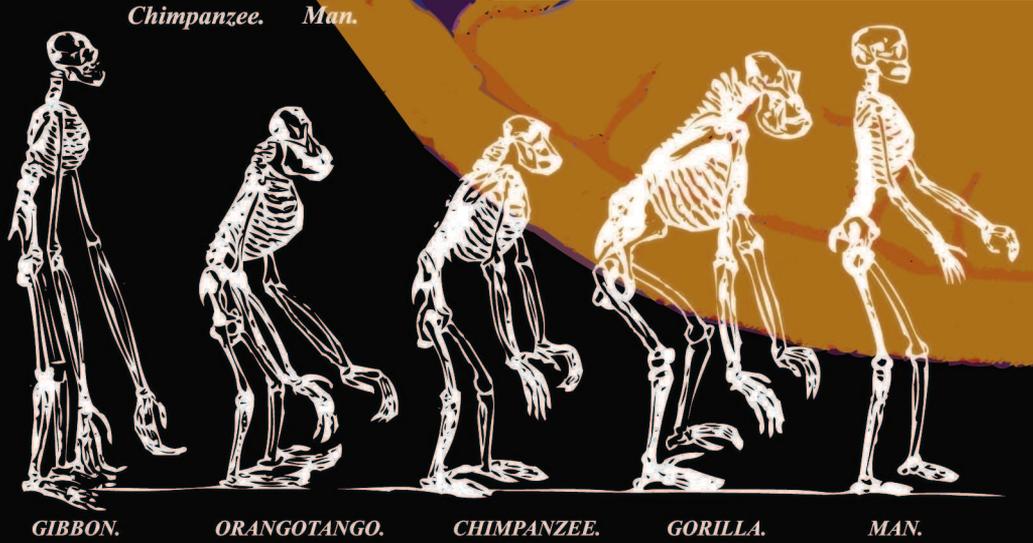
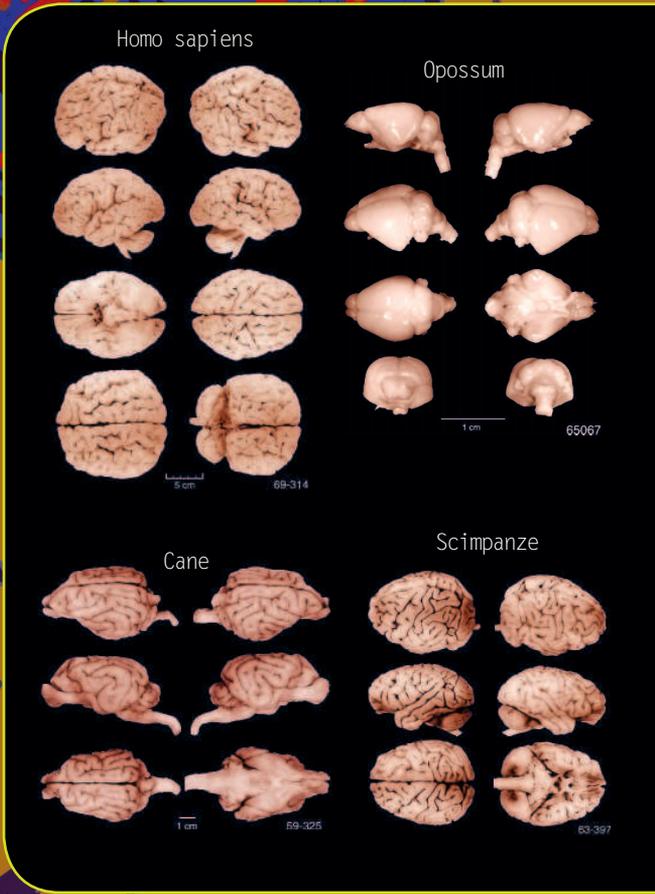
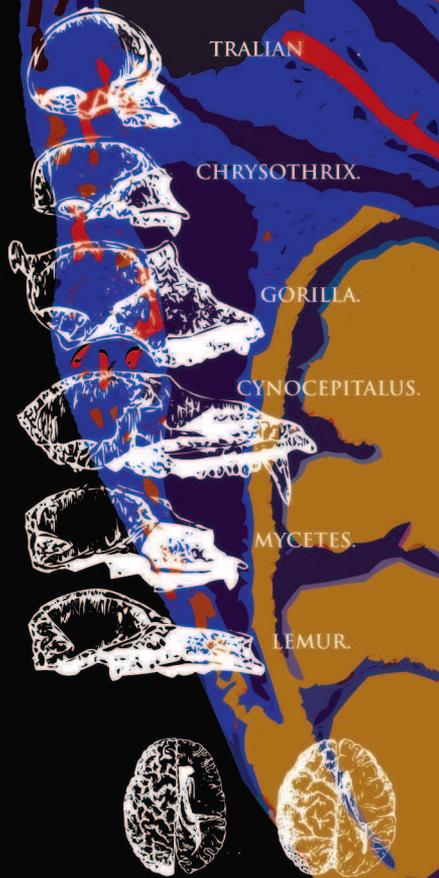
Con l'uso di marcatori radioattivi, il brain imaging permette anche di rilevare la densità e le variazioni di concentrazione cerebrale degli agenti e delle microstrutture, come i **neurotrasmettitori** e i relativi **recettori**, attraverso cui si realizza la trasmissione dell'impulso nervoso, base di tutte le attività del cervello.

1. Esempio di PET che compara i livelli di recettori per la dopamina (neurotrasmettitore centrale nei processi di gratificazione) tra soggetti di controllo, cioè sani e consumatori di sostanze d'abuso.
2. PET che indica le zone del cervello che si attivano col movimento delle mani.
3. PET che indica le zone del cervello che si attivano durante la visione.
4. A) aree cerebrali attivate durante la comprensione delle parole (ascolto o lettura).
B) aree cerebrali attivate dalla produzione linguistica (parlando o nella scrittura).

4



Cervello, evoluzione, adattamento



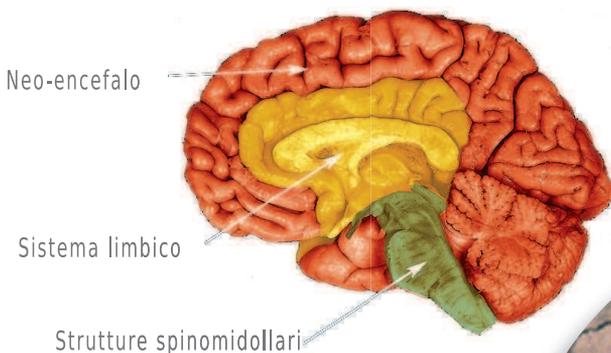
Cervello ed evoluzione biologica

Il nostro cervello è il prodotto della stratificazione dei tre tipi di cervello apparsi nel corso della trasformazione evolutiva dei Vertebrati.

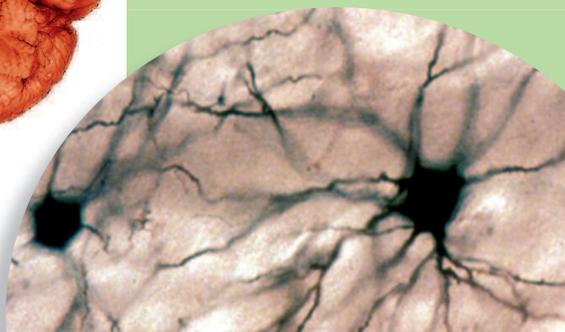
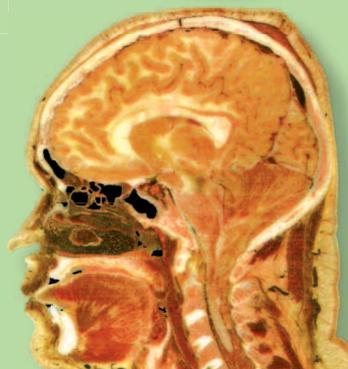
Il cervello più antico, specializzato nel controllo delle **funzioni automatiche**, come gli stati di coscienza, la respirazione, la circolazione, i processi metabolici comprende le strutture spino-midollari che si allungano nel cervello e che terminano nel tronco cerebrale.

I centri che si sono sovrapposti a queste strutture, come l'amigdala, il nucleus accumbens, il setto, il talamo, fanno parte del **cervello emozionale**, anche detto sistema limbico. Dalle loro funzioni dipende il comportamento emotivo e motivazionale ed i meccanismi del rinforzo psicologico (soprattutto quelli connessi al piacere e alla ricompensa) che sono alla base dei processi di apprendimento.

La corteccia cerebrale rappresenta la parte evolutivamente più recente del cervello umano, il neo-encefalo. Essa integra e coordina le funzioni di tutte le strutture nervose sottostanti ed è la sede delle **funzioni psichiche superiori**, come i processi cognitivi e il linguaggio.

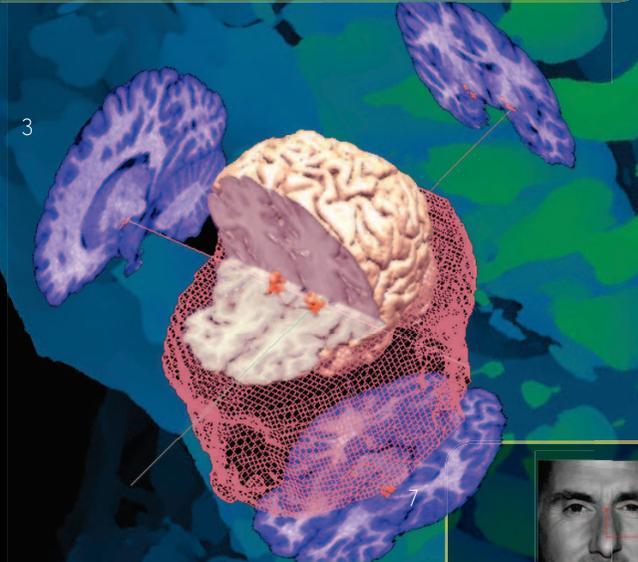


Neuroni della corteccia cerebrale

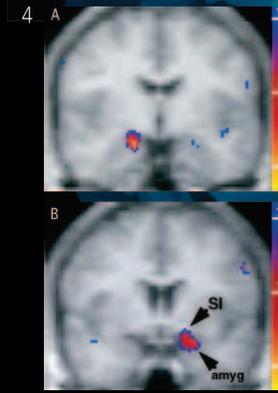




Le emozioni come sistemi di valutazione e programmi di azione



- FPC
- preCun
- BFB
- aTC
- madFC
- insula
- madOFC
- STS
- aCC
- Tha/Miob
- Amyg



 <p>disgusto</p> <ul style="list-style-type: none"> ● naso arricciato ● naso superiore sollevato 	 <p>disprezzo</p> <ul style="list-style-type: none"> ● angolo del labbro sollevato e sollevato su un solo lato del viso
 <p>rabbia</p> <ul style="list-style-type: none"> ● sopracciglia abbassate e unite ● sguardo feroce ● restringimento delle labbra 	 <p>paura</p> <ul style="list-style-type: none"> ● sopracciglia sollevate e tirate insieme ● palpebre superiori sollevate ● palpebre inferiori costratte ● labbra aperte e allungate
 <p>sorpresa</p> <ul style="list-style-type: none"> ● sorriso solo per un secondo ● sopracciglia sollevate ● occhi allargati ● bocca aperta 	 <p>tristezza</p> <ul style="list-style-type: none"> ● palpebre superiori abbassate ● sorriso perso nel vuoto ● abbassamento degli angoli delle labbra

Le emozioni e il cervello

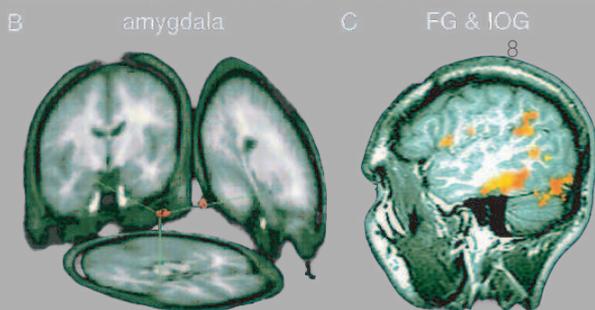
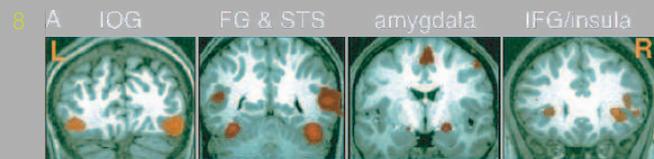
Le emozioni sono programmi fisiologici e psicologici integrati emersi nel corso dell'evoluzione biologica e che si attivano in reazione a stimoli rilevanti rispetto ai bisogni di un individuo, alla sua sopravvivenza o a quella della specie.

Le emozioni si realizzano su piani diversi, sebbene coordinati: l'esperienza soggettiva, le reazioni fisiologiche (ad es. battito cardiaco, respirazione, risposte ormonali, ecc.), il comportamento. La mediazione e l'integrazione di questi differenti livelli ha luogo nel cervello, soprattutto in centri cerebrali profondi, come quelli del sistema limbico, che operano inconsciamente.

Le emozioni servono a valutare prontamente l'ambiente esterno e la condizione interna dell'organismo, a innescare, facilitare e sostenere le azioni appropriate: la consumazione di un pasto o di un atto sessuale, la lotta, la fuga, l'esplorazione, la relazione e il contatto con gli altri e così via.

Per queste ragioni le emozioni sono cruciali nei processi di apprendimento, nelle decisioni, anche in quei processi di scelta che più ci sembrano legati a valutazioni cognitive e razionali.

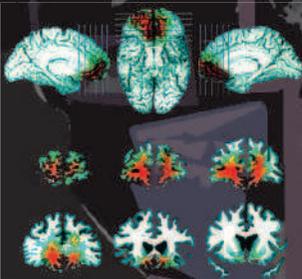
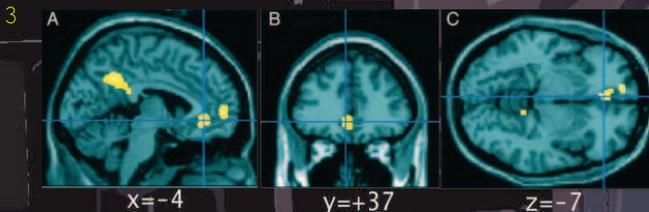
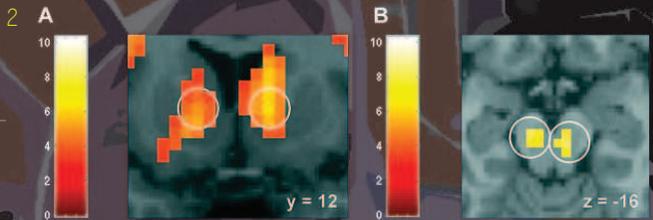
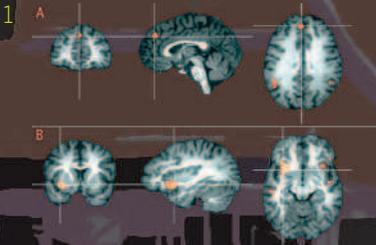
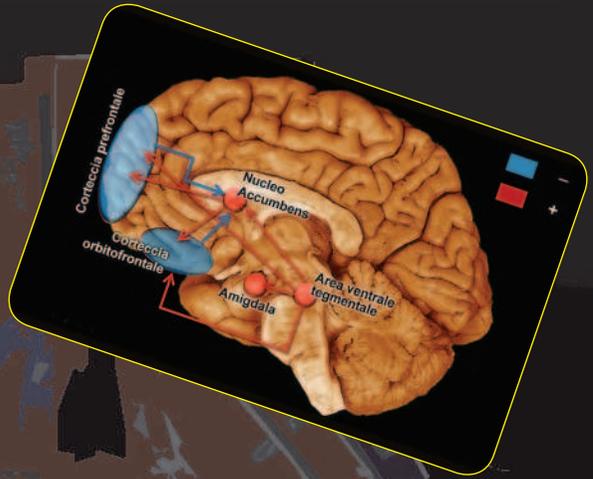
1. Rappresentazione grafica dei principali centri del sistema limbico apparato complesso e responsabile di molti aspetti dei comportamenti emotivi: A) Amigdal; C) Corteccia cingolata; H) Ipotalamo; I) Ippocampo; N) Nucleus accumbens; S) Setto.
2. Rappresentazione grafica tridimensionale dei principali centri del sistema limbico
3. PET che indica le aree cerebrali attivate durante l'osservazione di immagini che ispirano emozioni negative.
4. PET che illustra l'attivazione dell'amigdal in risposta alla visione di facce felici (A) e di facce con espressioni di terrore (B).
5. Risonanza magnetico funzionale che rivela le aree cerebrali attivate mentre si prova disgusto
6. Attivazioni nelle aree della corteccia frontale e temporale e nei centri sottocorticali del sistema limbico associate alle emozioni sociali. Tra le aree più attivate: aCC, nucleo accumbens; Amyg, Amigdal; medOFC, corteccia mediale orbitofrontale; FPC, Corteccia prefrontale.
7. Espressione delle emozioni, da una serie di fotografie di Tim Roth, protagonista della serie televisiva "Lie to me", in cui interpreta Paul Ekman, massimo esperto mondiale negli studi sull'espressione facciale delle emozioni.
8. Attivazioni cerebrali prodotte da stimoli visivi con valenza emotiva. Tra le aree più interessate, a livello profondo l'amigdal e sulla corteccia cerebrale l'insula, il solco temporale superiore (STS), le aree occipitali.





Il cervello e i conflitti tra ragione e desiderio

Schema semplificato dei centri e delle connessioni cerebrali alla base dei processi motivazionali e decisionali in cui sono in gioco ricompense e piacere. Dalle aree corticali partono in generale segnali inibitori, mentre i centri profondi del sistema di ricompensa cerebrale tendono a evocare eccitazione e risposte impulsive.



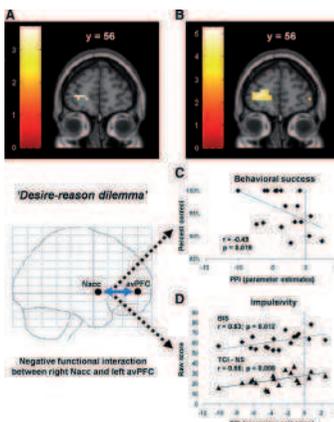
La figura indica in rosso le parti della corteccia prefrontale che, secondo studi su pazienti con lesioni, sembrano le più coinvolte nel controllo volontario e cognitivo del comportamento: corteccia ventromediale, corteccia orbitofrontale.

Il desiderio e la ragione

Gli esseri umani hanno una tendenza innata ad agire per soddisfare i desideri, a finalizzare cioè i comportamenti per ottenere una ricompensa, un piacere immediato. Con lo sviluppo, l'educazione e le esperienze, questa tensione viene temperata da meccanismi cognitivi, la "ragione", che rendono possibile il controllo volontario del comportamento, come l'inibizione dei desideri giudicati inappropriati o la pianificazione di comportamenti complessi per obiettivi a lungo termine.

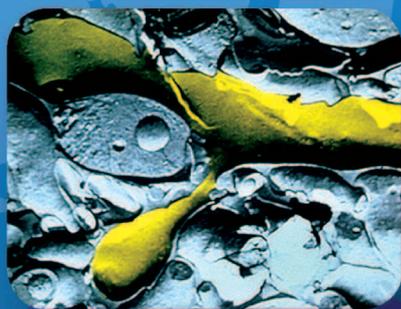
Il bilancio tra desideri e ragione sembra realizzarsi grazie alla costante interazione tra parti profonde (area ventrale tegmentale, nucleo accumbens, amigdala), dove pare codificata la tendenza al piacere immediato e parti corticali del sistema di ricompensa cerebrale (corteccia prefrontale, in particolare quella orbitofrontale e anteroventrale), nelle quali invece vengono combinati apprendimenti, memorie, valutazioni cognitive degli stimoli interni e dell'ambiente esterno. In generale la corteccia prefrontale sembra inibire la tendenza alla soddisfazione immediata del desiderio. Maggiore è l'interconnessione e l'interazione funzionale tra corteccia e parti emotive profonde del sistema di ricompensa più fine ed efficace il controllo della pulsione verso il piacere immediato. Ciò suggerisce che per aumentare la modulazione degli impulsi emotivi sia necessario svilupparne una elaborazione cognitiva e consapevole.

4



1. Studio di risonanza magnetica funzionale delle attivazioni cerebrali correlate all'inibizione immediata di un'azione volontaria appena iniziata. La ricerca suggerisce che la corteccia fronto-mediana dorsale (aree colorate nelle sezioni cerebrali della fila A in alto).
2. Riduzione delle attivazioni cerebrali correlate alla ricompensa in soggetti chiamati a scegliere tra un'azione compensata immediatamente e una ricompensa più alta ma posticipata: un dilemma tra "ragione" e "desiderio". La figura A indica il grado di inibizione dell'attività del nucleo accumbens e la B dell'area ventrale tegmentale.
3. Immagine da risonanza magnetica funzionale che evidenzia l'attivazione della corteccia orbitale prefrontale in corrispondenza della presentazione di uno stimolo che anticipa una ricompensa. Questa parte della corteccia prefrontale sembra implicata nell'apprendimento del comportamento funzionale all'ottenimento di ricompense e quindi nei processi decisionali.
4. A e B incremento della connettività negativa tra nucleo accumbens e corteccia prefrontale anteroventrale durante un dilemma tra ragione e desiderio. C: correlazione negativa tra capacità di controllare l'impulso alla soddisfazione immediata (il desiderio) e grado di interazione funzionale tra nucleo accumbens e corteccia prefrontale anteroventrale. D: correlazione positiva tra differenze nell'impulsività tra individui diversi e grado di accoppiamento funzionale tra nucleo accumbens e corteccia prefrontale anteroventrale. Maggiore cioè è la relazione funzionale tra corteccia prefrontale e nucleo accumbens più sembrano elevate le capacità di controllo volontario del comportamento.

Il neurone e la sinapsi



1



3



4



2

5

