



MOMILAB

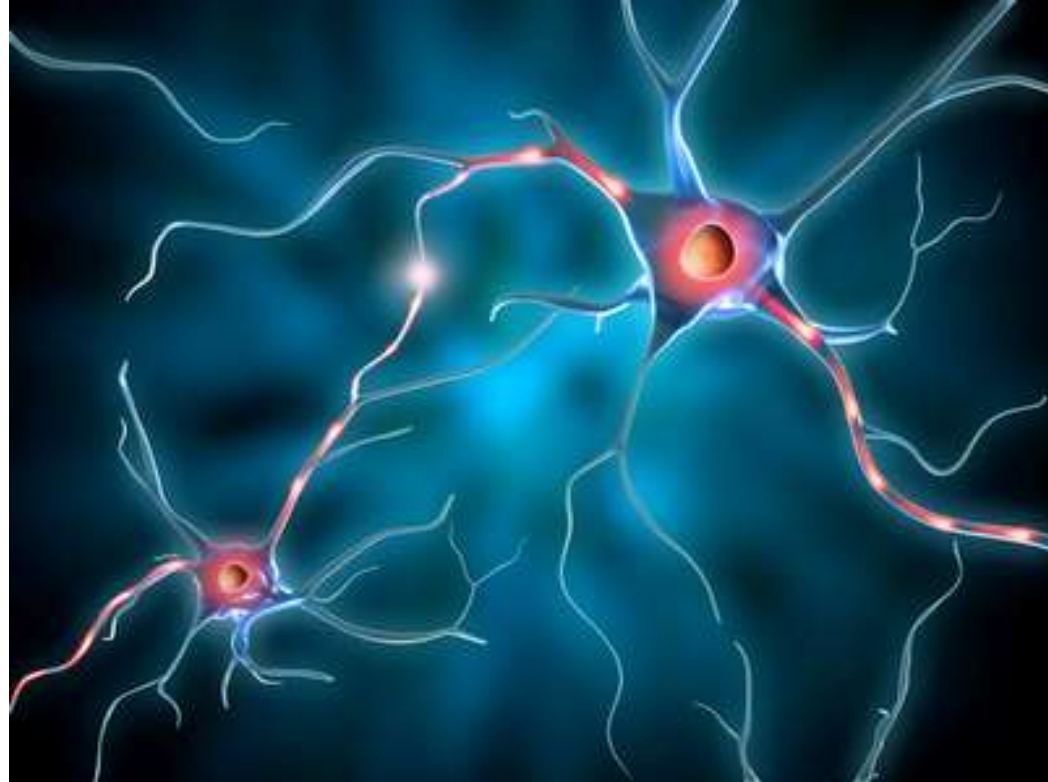
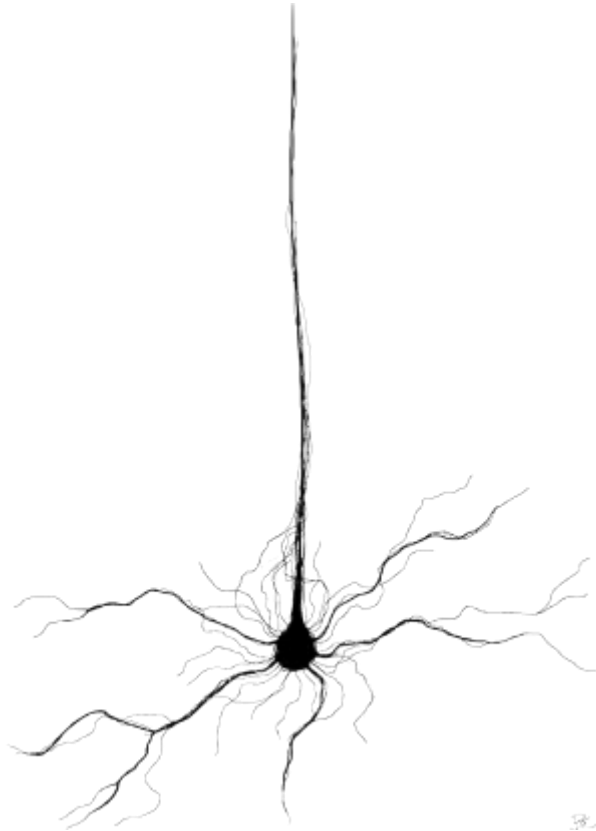
La Notte porte Consiglio: come la Stanchezza influisce sulle nostre Decisioni

Prof. Pietro Pietrini

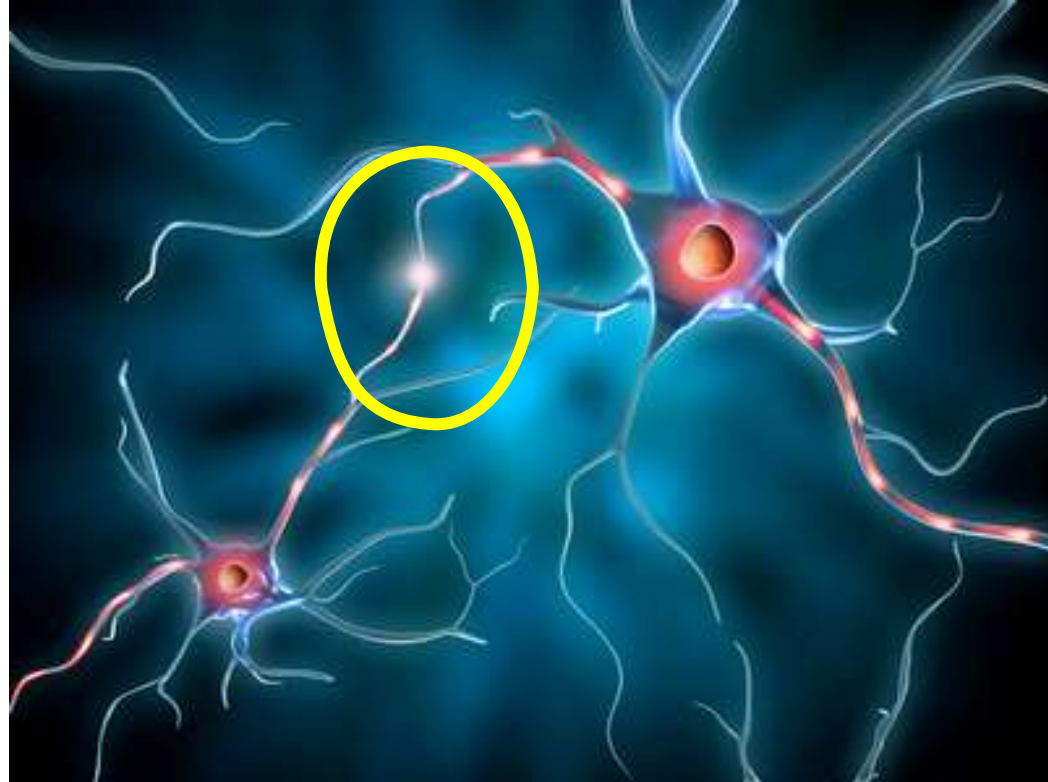
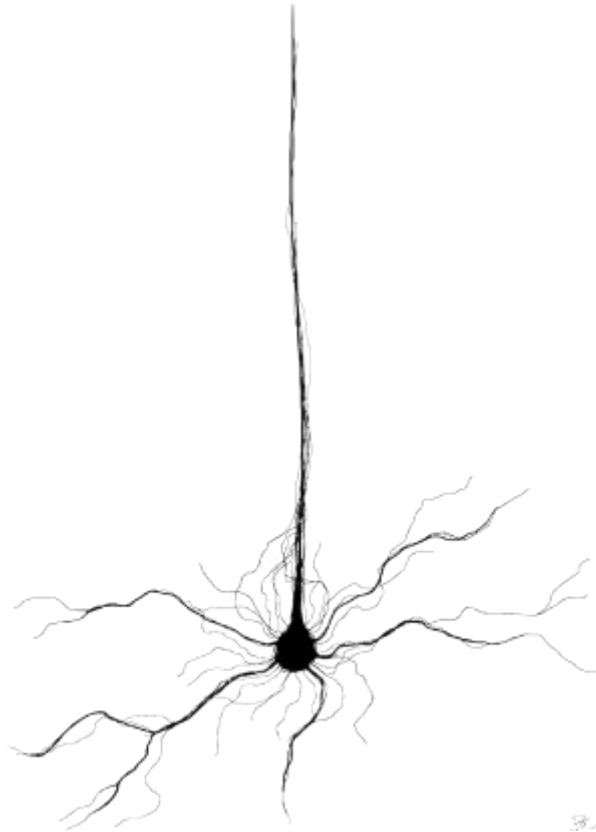
Direttore, **Molecular Mind Lab**,
Scuola IMT Altì Studi
Lucca

10 Giugno 2025

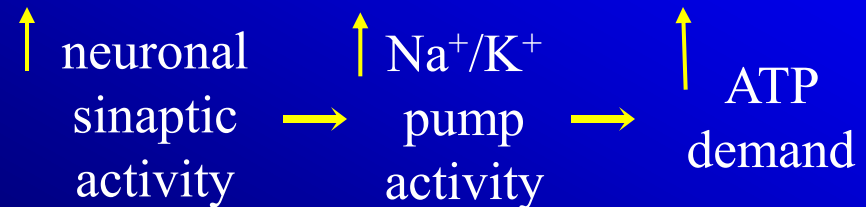
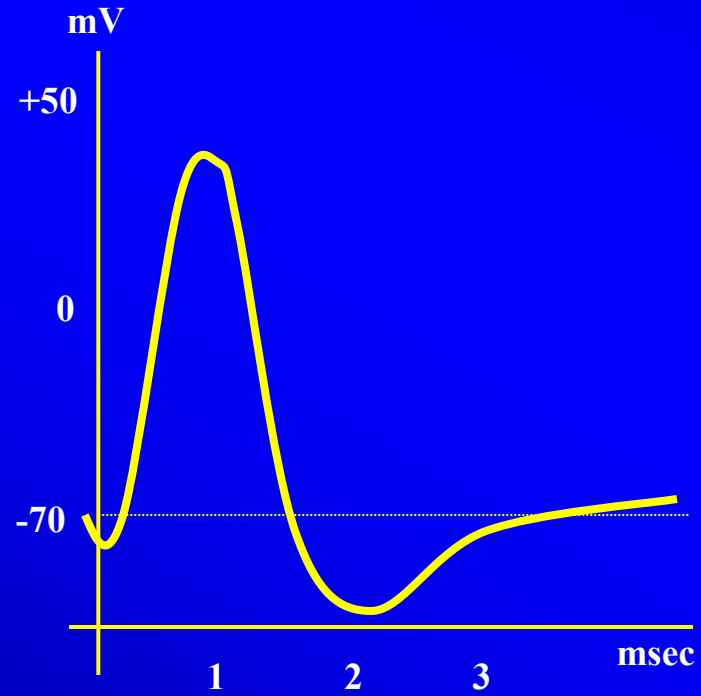
Dal Neurone al Pensiero, il ruolo delle Sinapsi



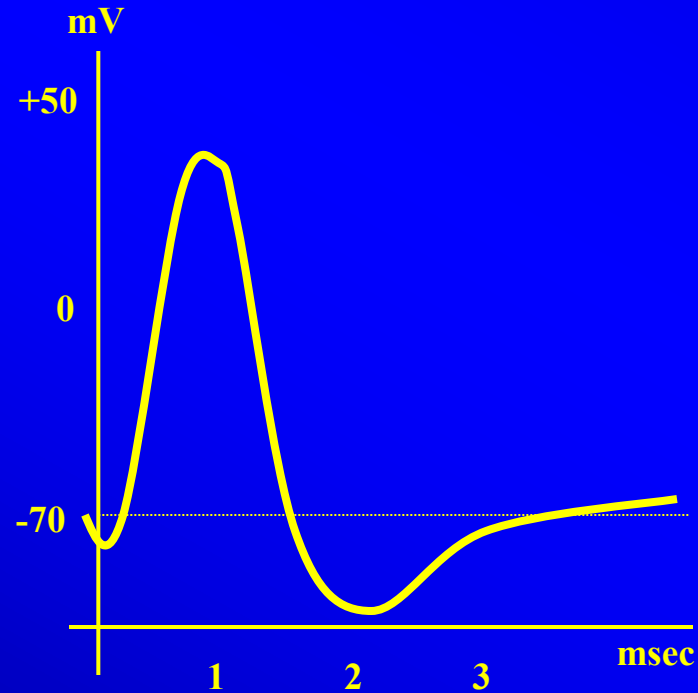
Dal Neurone al Pensiero, il ruolo delle Sinapsi



Il Dialogo tra le Sinapsi consuma Energia e i Neuroni «si stancano»

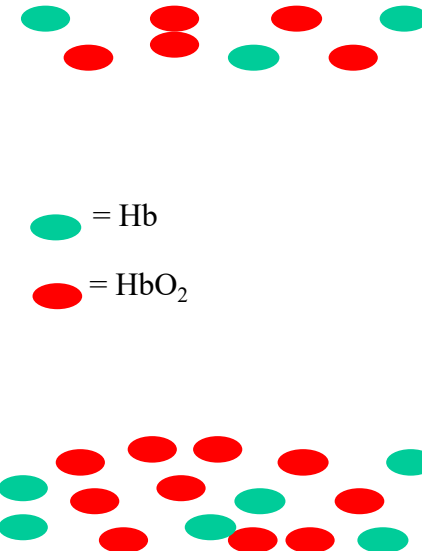
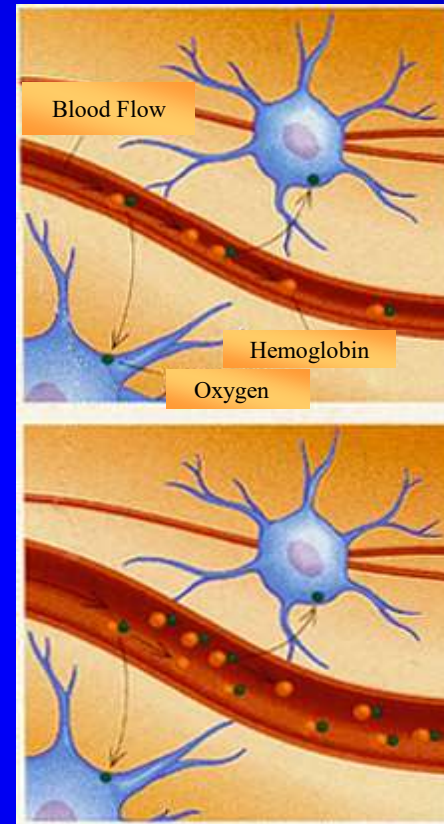


Il Dialogo tra le Sinapsi consuma Energia e i Neuroni «si stancano»



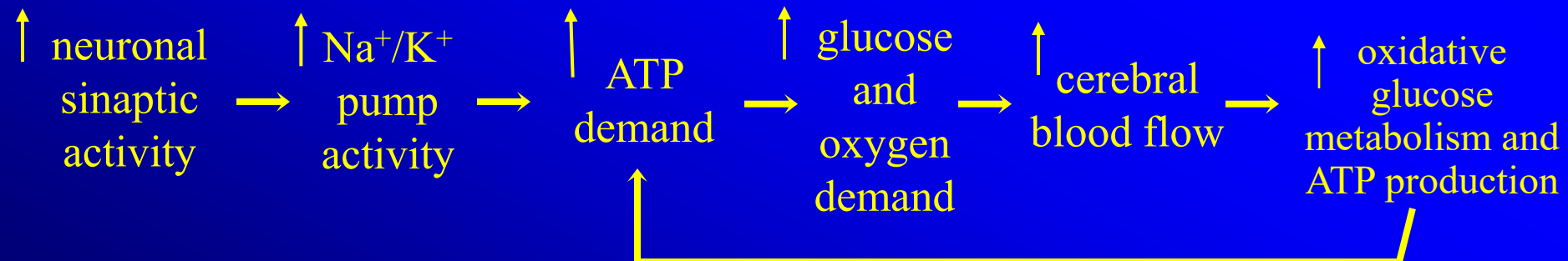
Rest

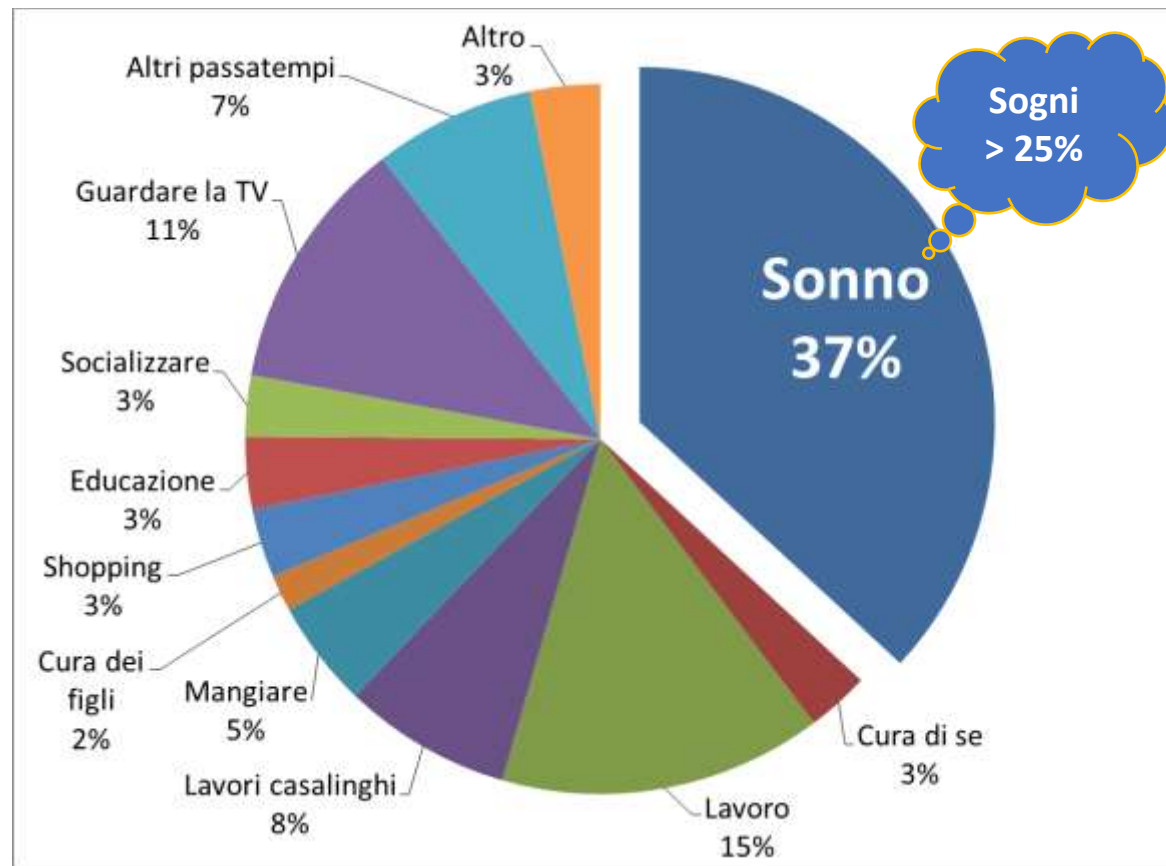
Activation



● = Hb
● = HbO₂

fMRI





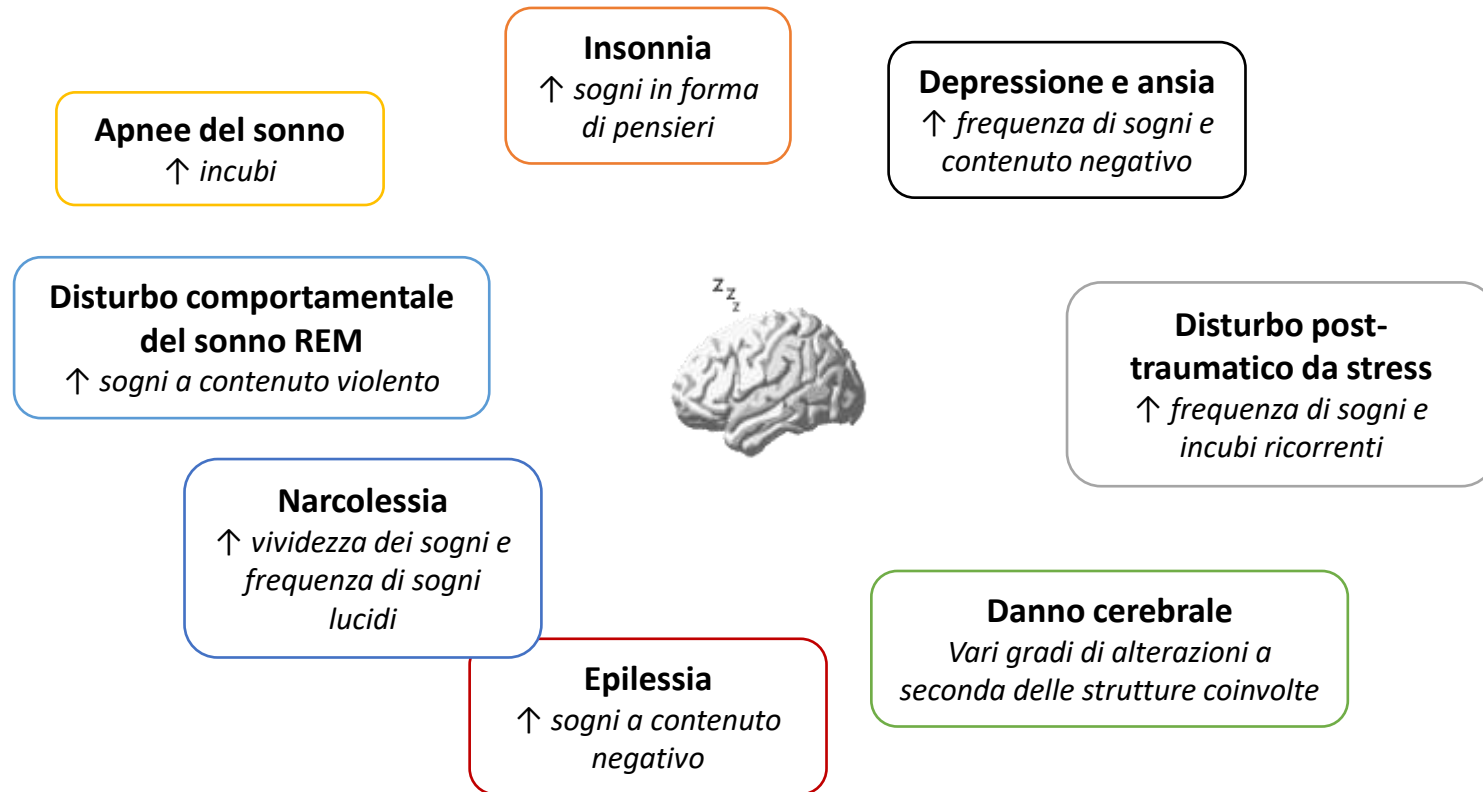
All'età di 80 anni, una persona ha trascorso oltre 20 anni sognando

American Time Use Survey, Bureau of Labor Statistics (2015)

La vita è sogno... almeno in parte!

- I sogni riflettono risvegli parziali del cervello generati in uno stato di parziale disconnessione dall'ambiente esterno e al di fuori del controllo volontario
- Possiamo considerare i sogni come un riflesso delle elaborazioni che il sonno opera sulle memorie recenti e remote e dunque come possibili indicatori dello stato di salute mentale individuale
- Moderne tecniche di elaborazione del linguaggio possono aiutarci ad analizzare i sogni in modo scientifico (quantitativo, sistematico, riproducibile) e quindi a valutarne la possibile utilità in ambito clinico

Sogni e salute psico-fisica



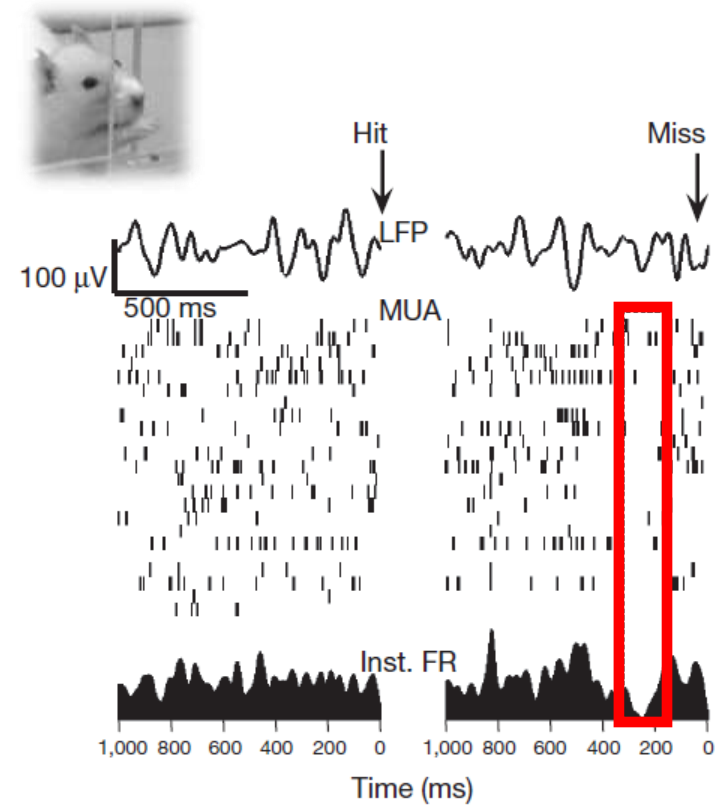
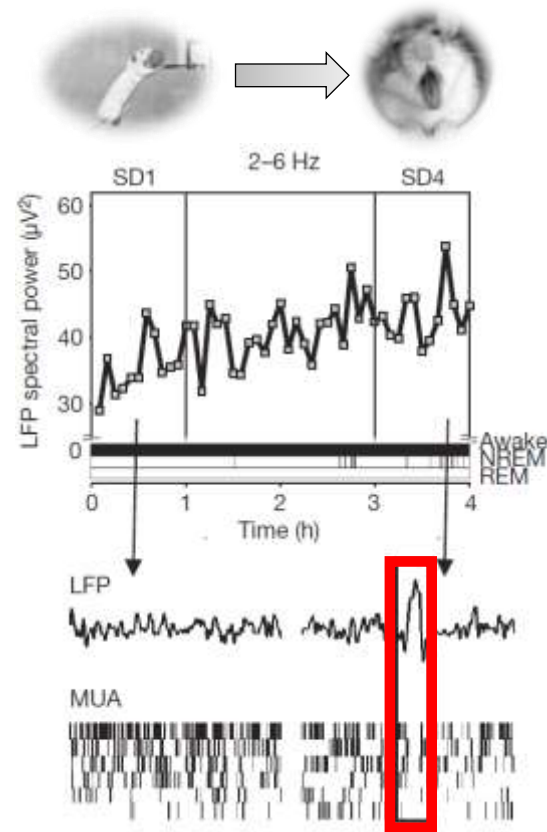
Svegli, Addormentati o...entrambe le cose



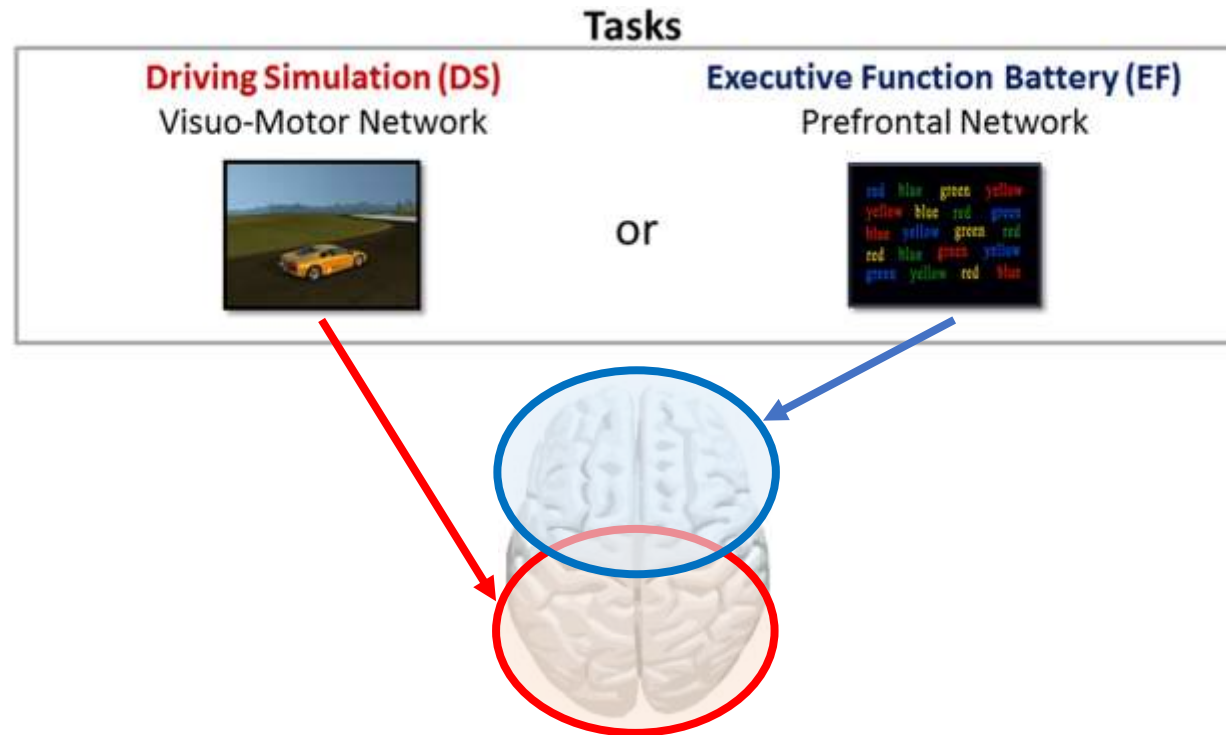
Tradizionalmente, il sonno e la veglia sono stati considerati come due condizioni incompatibili tra loro, come lo sono la notte e il giorno.

Ma è davvero così?

Sonno Locale e Comportamento nel Ratto



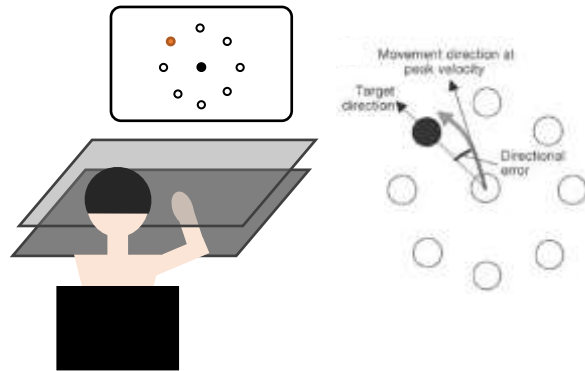
Sonno Locale e Comportamento nell'Essere Umano



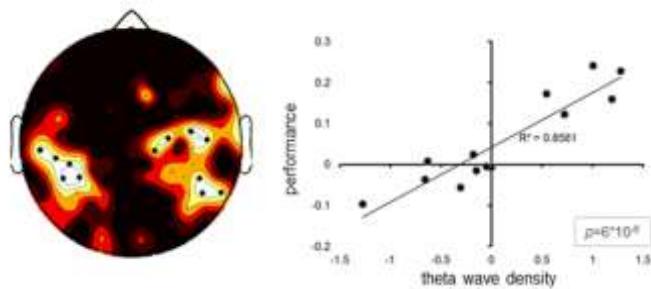
Bernardi et al., J Neurosci, 2015

Sonno Locale e Comportamento nell'Essere Umano

Motor Reaching Test

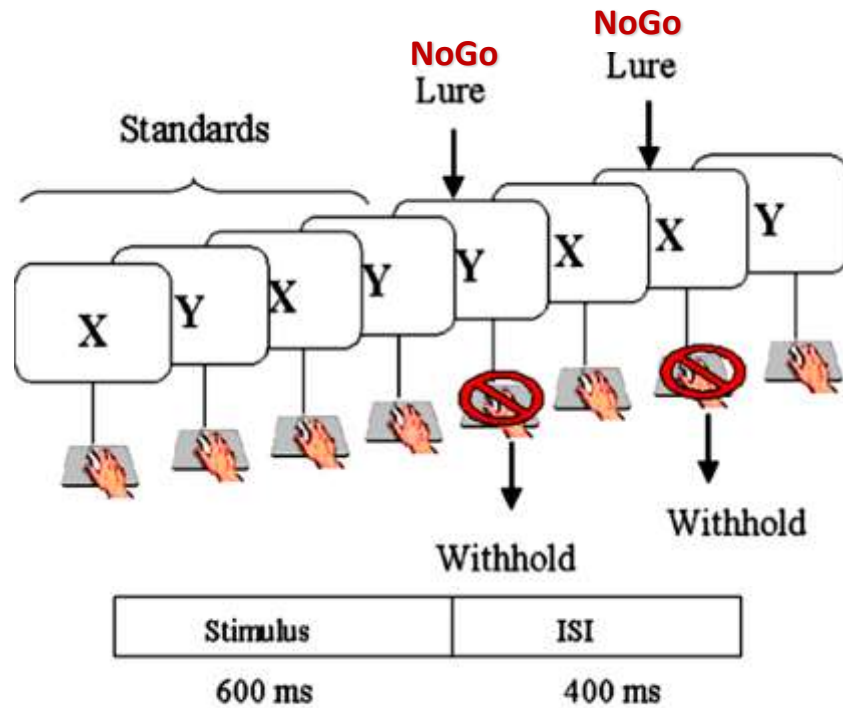


Movement Time



Bernardi et al., J Neurosci, 2015

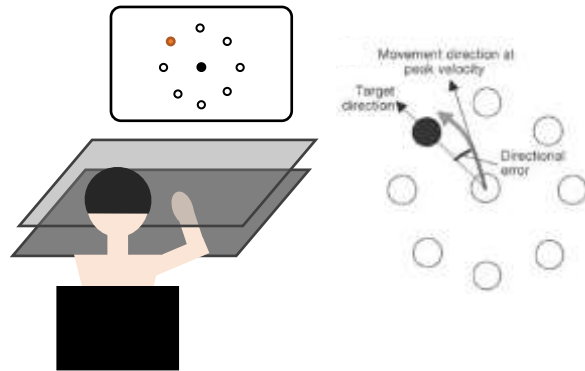
Compito di Controllo degli Impulsi



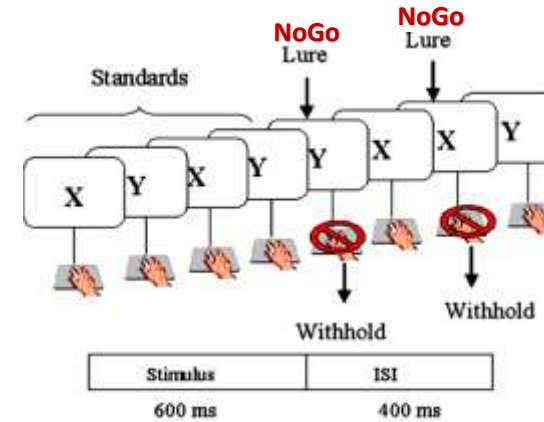
	Response	No Response
GO	Correct Response (CR)	Lapse (RT>500ms) (LA)
NoGO	Commission Error (CE)	Correct Withhold (CW)

Sonno Locale e Comportamento nell'Essere Umano

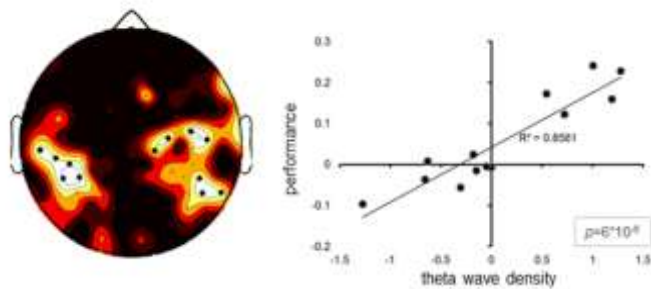
Motor Reaching Test



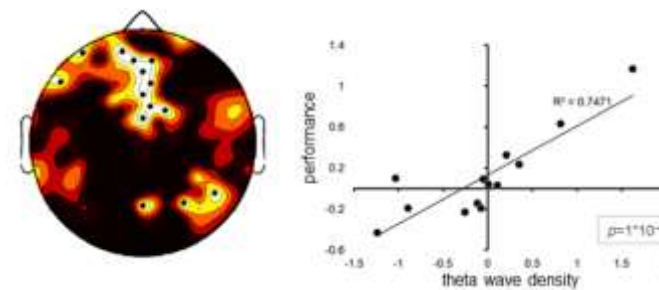
Impulse-Control Test



Movement Time



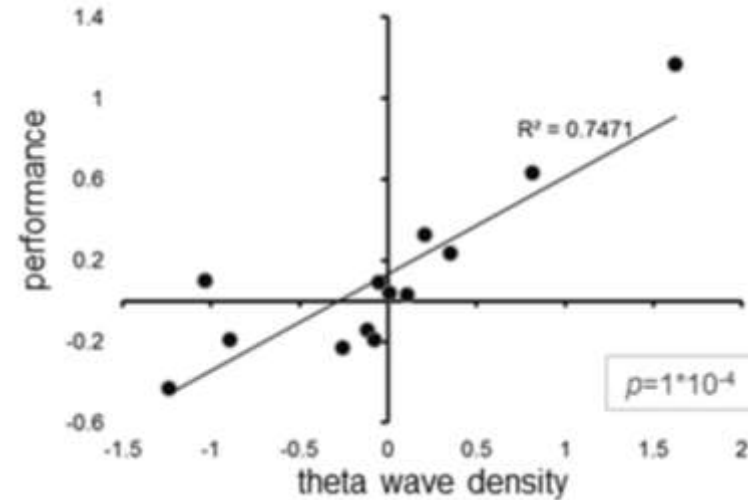
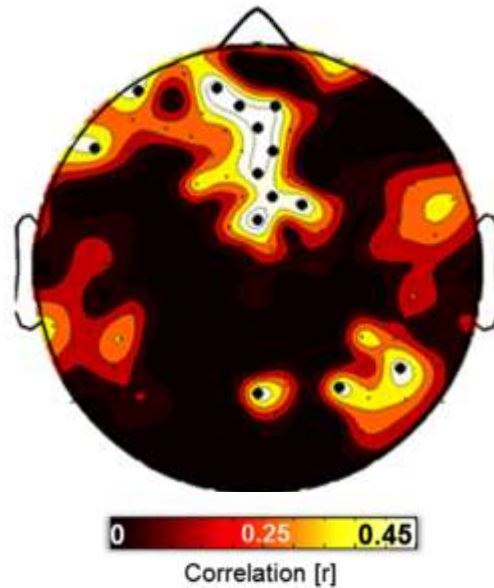
Commission Errors



Bernardi et al., J Neurosci, 2015

Correlazione tra comparsa di Sonno Locale ed Errori nel Compito di Controllo degli Impulsi

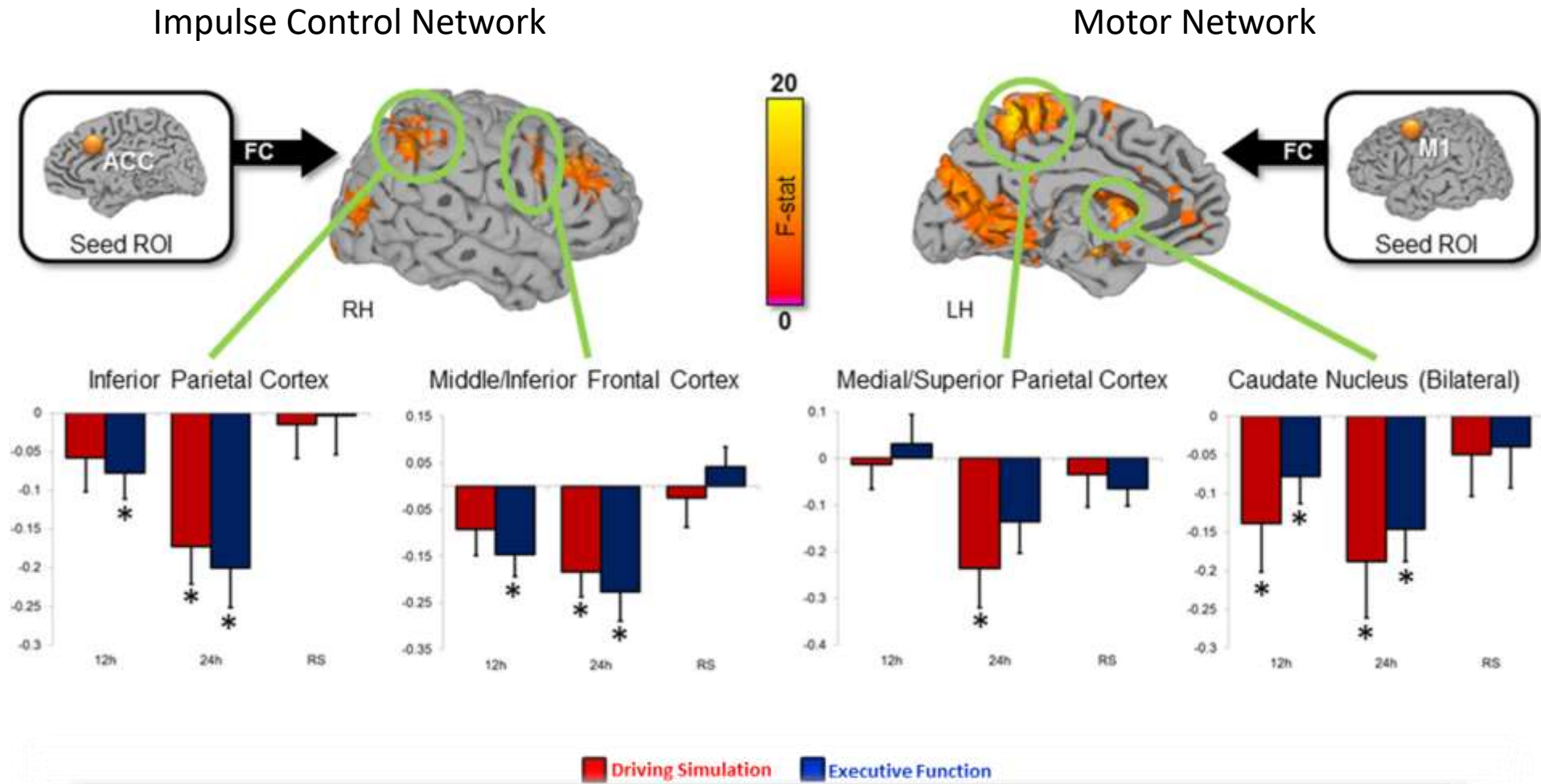
Response Inhibition Test – Commission Errors



Bernardi et al., J Neurosci, 2015

- **Maggiore il numero di onde theta (sonno locale), maggiore la compromissione del controllo degli impulsi** durante il compito di inibizione della risposta automatica

LA FATICA COGNITIVA ALTERA LA CONNETTIVITA' FUNZIONALE NEL CERVELLO

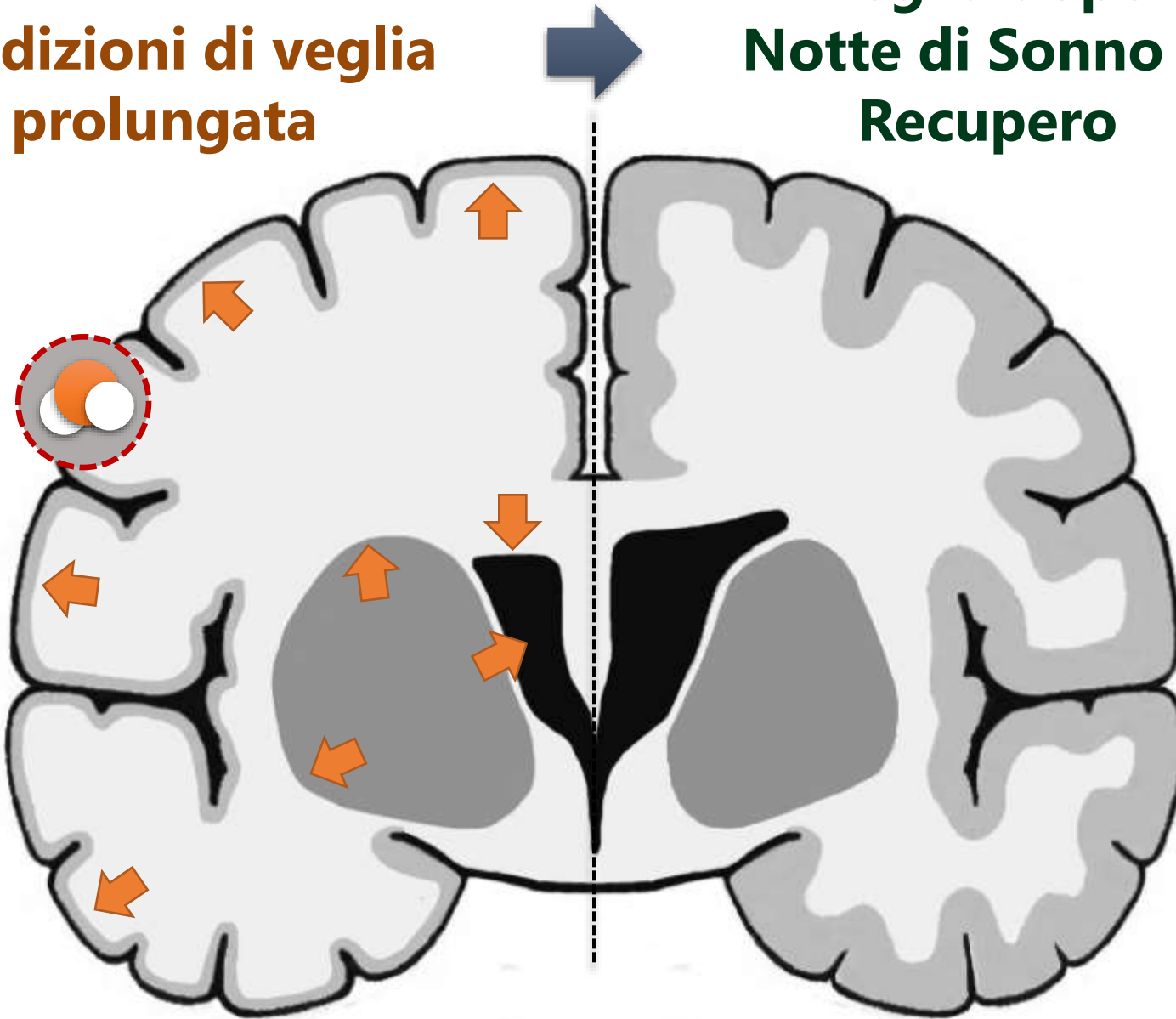


Prolonged practice with specific tasks during sleep deprivation alters brain connectivity in task-related functional networks

**LA DEPRIVAZIONE DI SONNO CONSEGUENTE ALL'ATTIVITA' COGNITIVA PROLUNGATA
MODIFICA LA MICROSTRUTTURA CEREBRALE**

**Attività e
Condizioni di veglia
prolungata**

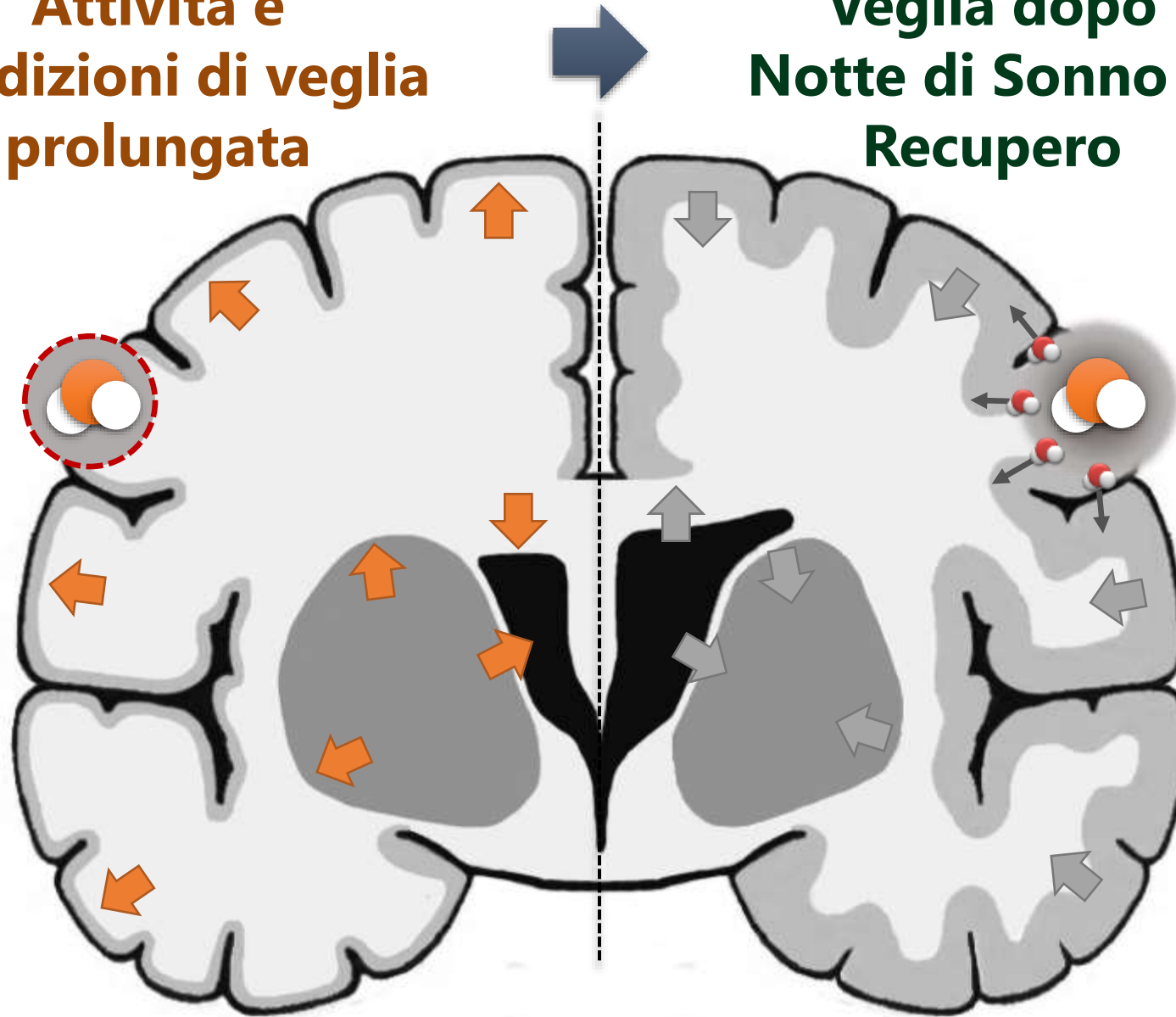
**Veglia dopo
Notte di Sonno di
Recupero**



IL SONNO FAVORISCE LO SMALTIMENTO DEI PRODOTTI METABOLICI ACCUMULATI DURANTE LA VEGLIA

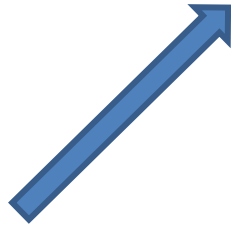
**Attività e
Condizioni di veglia
prolungata**

**Veglia dopo
Notte di Sonno di
Recupero**



PROCESSI DECISIONALI

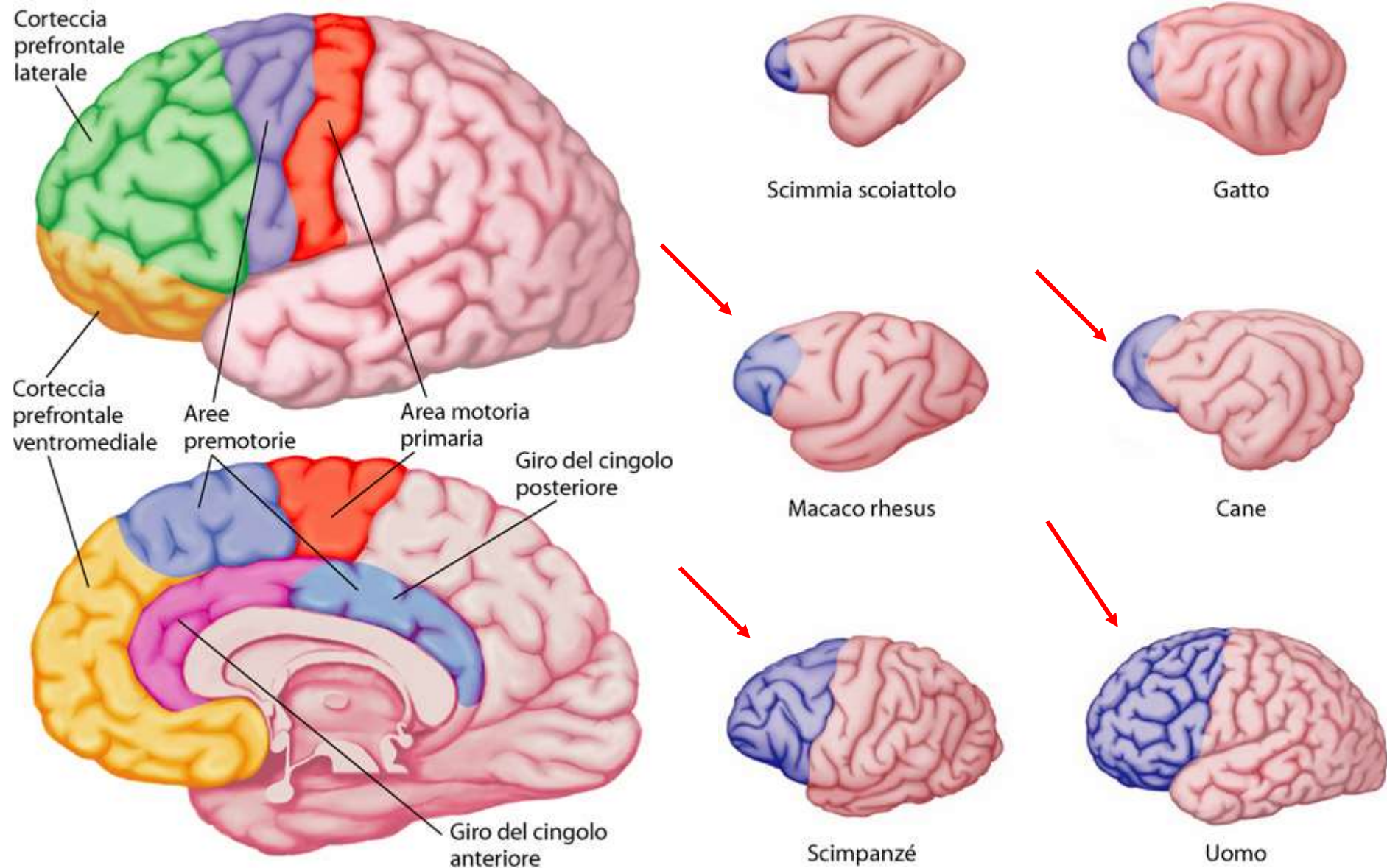
Ragione



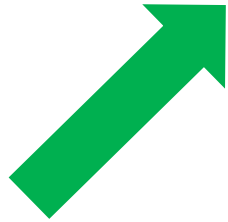
**Emozione
Istinto
Impulso**



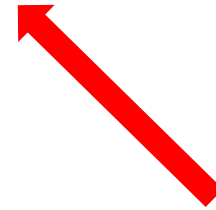
RUOLO FONDAMENTALE DELLA CORTECCIA PREFRONTALE NEL CONTROLLO DEL COMPORTAMENTO



DECISIONE COMPORTAMENTALE



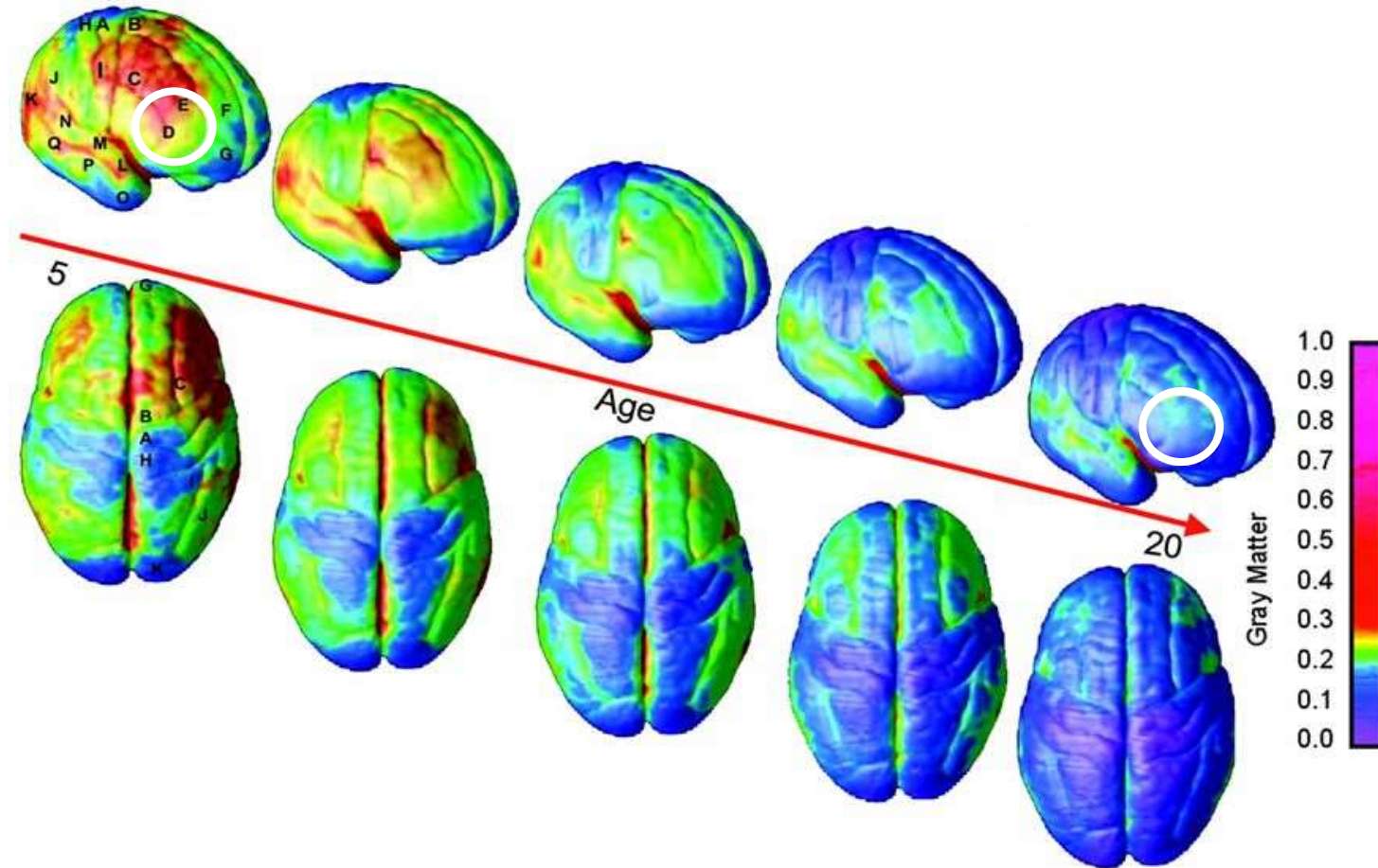
Ragione



Emozione
Istinto
Impulso



La Corteccia Prefrontale completa la sua maturazione solo dopo l'adolescenza – Importante per comprendere il comportamento



COSA SUCCEDE QUANDO LA NOSTRA CORTECCIA PREFRONTALE VIENE
IMPEGNATA A LUNGO?



Prolonged exertion of self-control causes increased sleep-like frontal brain activity and changes in aggressivity and punishment

Erica Ordali^{a,1,2} , Pablo Marcos-Prieto^{b,1,2}, Giulia Awenuti^a , Emiliano Ricciardi^a , Leonardo Boncinelli^c , Pietro Pietrini^a , Giulio Bernardi^{a,1} , and Ennio Bilancini^{b,1} 

Affiliations are included on p. 5.

Edited by Roy F. Baumeister, The University of Queensland, Brisbane, QLD, Australia; received March 11, 2024; accepted October 8, 2024, by Editorial Board Member Michael S. Gazzaniga

Significance

In this paper, we demonstrate that prolonged exertion of self-control via cognitively demanding tasks induces a state of fatigue marked by the emergence of sleep-like brain activity within the prefrontal cortex. While they were in this state, individuals displayed an increased propensity to behave aggressively during economic games that simulated socially relevant scenarios.

Specifically, we observed a heightened hostility in the Hawk and Dove game and a marked tendency for spiteful punishment in the Public Goods Game. These findings indicate that the propensity for prosocial behavior may be reduced in states of cognitive fatigue resulting from the extended exertion of self-control

I Giochi economici per comprendere il comportamento umano

Hawk and Dove Game (Gioco Falco e Colomba)

“Hawk and Dove” è usato nella Teoria dei Giochi Economica per descrivere un’interazione (con un potenziale alto di conflittualità) tra due agenti.

Immaginate di avere davanti a voi una **torta**, e di doverla dividere con un’altra persona.

Avete due scelte: essere **pacifici**, e dividere la torta a metà, oppure essere **ostili**, e cercare di ottenere la maggior parte della torta per voi.

Divisione Torta
tra Giocatori

A

B

Hawk and Dove Game (Gioco Falco e Colomba)

“Hawk and Dove” è usato nella Teoria dei Giochi Economica per descrivere un’interazione (con un potenziale alto di conflittualità) tra due agenti.

Immaginate di avere davanti a voi una **torta**, e di doverla dividere con un’altra persona.

Avete due scelte: essere **pacifici**, e dividere la torta a metà, oppure essere **ostili**, e cercare di ottenere la maggior parte della torta per voi.

- Se entrambi gli agenti sono pacifici (*colombe*), entrambi otterranno la stessa ricompensa (metà della torta ciascuno)

Divisione Torta tra Giocatori

		A	
		colomba	
B	colomba	½ torta ciascuno	

Hawk and Dove Game (Gioco Falco e Colomba)

“Hawk and Dove” è usato nella Teoria dei Giochi Economica per descrivere un’interazione (con un potenziale alto di conflittualità) tra due agenti.

Immaginate di avere davanti a voi una **torta**, e di doverla dividere con un’altra persona.

Avete due scelte: essere **pacifici**, e dividere la torta a metà, oppure essere **ostili**, e cercare di ottenere la maggior parte della torta per voi.

- Se entrambi gli agenti sono pacifici (*colombe*), entrambi otterranno la stessa ricompensa (metà della torta ciascuno)
- Se uno dei due agenti è pacifico, ma l’altro è ostile (*falco*), quest’ultimo otterrà la maggior parte della ricompensa.

Divisione Torta tra Giocatori

		A	
		colomba	falco
B	colomba		A = $\frac{3}{4}$ torta B = $\frac{1}{4}$ torta
	falco	A = $\frac{1}{4}$ torta B = $\frac{3}{4}$ torta	

Hawk and Dove Game (Gioco Falco e Colomba)

“Hawk and Dove” è usato nella Teoria dei Giochi Economica per descrivere un’interazione (con un potenziale alto di conflittualità) tra due agenti.

Immaginate di avere davanti a voi una **torta**, e di doverla dividere con un’altra persona.

Avete due scelte: essere **pacifici**, e dividere la torta a metà, oppure essere **ostili**, e cercare di ottenere la maggior parte della torta per voi.

- Se entrambi gli agenti sono pacifici (*colombe*), entrambi otterranno la stessa ricompensa (metà della torta ciascuno)
- Se uno dei due agenti è pacifico, ma l’altro è ostile (*falco*), quest’ultimo otterrà la maggior parte della ricompensa.
- Infine, se entrambi gli agenti decidono di essere ostili, e di lottare per ottenere la maggior parte della ricompensa, la «torta» cade per terra ed è distrutta, e nessuno dei due agenti riceverà nulla

Divisione Torta tra Giocatori

		A	
B			falco
	falco		La torta cade A= 0; B= 0

Hawk and Dove Game (Gioco Falco e Colomba)

“Hawk and Dove” è usato nella Teoria dei Giochi Economica per descrivere un’interazione (con un potenziale alto di conflittualità) tra due agenti.

Immaginate di avere davanti a voi una **torta**, e di doverla dividere con un’altra persona.

Avete due scelte: essere **pacifici**, e dividere la torta a metà, oppure essere **ostili**, e cercare di ottenere la maggior parte della torta per voi.

- Se entrambi gli agenti sono pacifici (*colombe*), entrambi otterranno la stessa ricompensa (metà della torta)
- Se uno dei due agenti è pacifico, ma l’altro è ostile (*falco*), quest’ultimo otterrà la maggior parte della ricompensa.
- Infine, se entrambi gli agenti decidono di essere ostili, e di lottare per ottenere la maggior parte della ricompensa, la «torta» cade per terra ed è distrutta, e nessuno dei due agenti riceverà nulla.

Divisione Torta tra Giocatori

		A	
		colomba	falco
B	colomba	$\frac{1}{2}$ torta ciascuno	A = $\frac{3}{4}$ torta B = $\frac{1}{4}$ torta
	falco	A = $\frac{1}{4}$ torta B = $\frac{3}{4}$ torta	La torta cade A = 0; B = 0

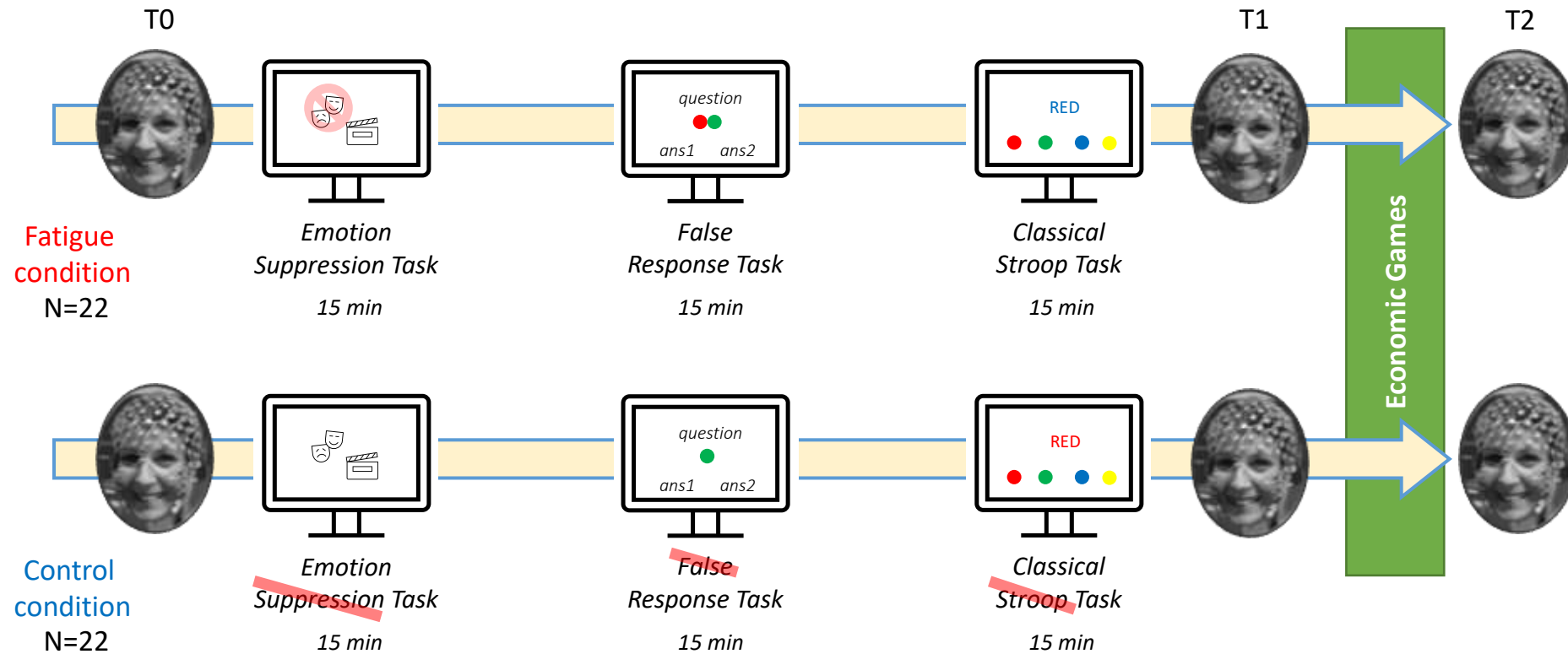
DUE Gruppi Sperimentali

- **Soggetti con ego-depletion indotta da fatica (FRONTAL FATIGUE- FF):** prima del Gioco Economico, venivano sottoposti a diversi compiti, come Soppressione delle Emozioni
- **Soggetti riposati senza fatica (NF):** non avevano fatto alcunché prima del Gioco Economico

Giochi economici:

- Dictator Game
- Ultimatum Game (both as Proposer and Responder)
- **Hawk and Dove Game**
- Public Goods Game (with and without punishment)

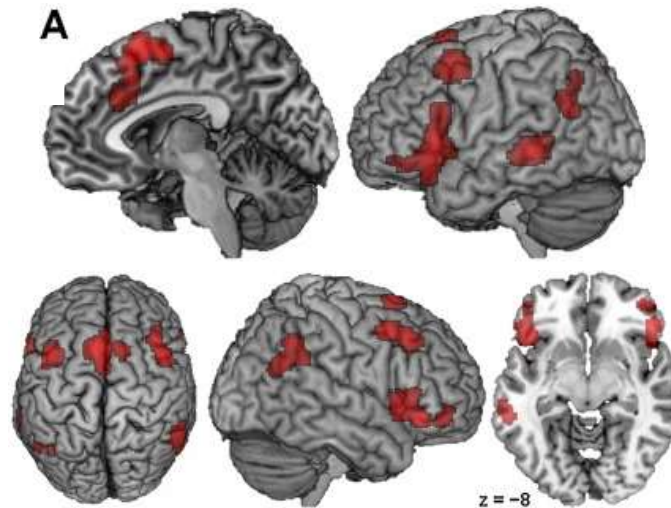
SONNO LOCALE E COMPORTAMENTO SOCIALE NELL'ESSERE UMANO



Ordali, Prieto et al., PNAS, 2024

Cosa succede nel nostro cervello quando cerchiamo di sopprimere un'emozione?

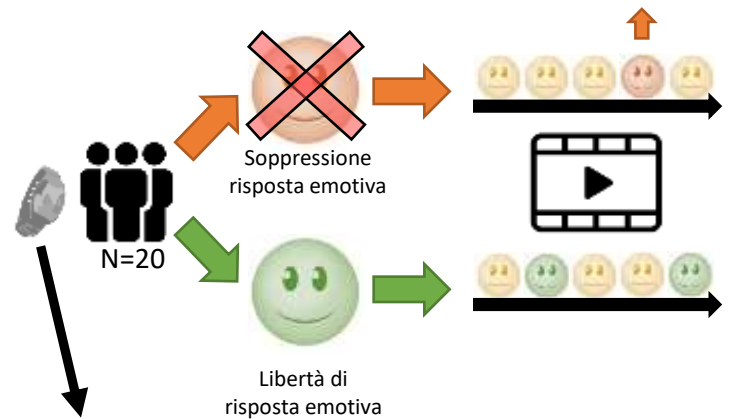
Regolazione delle risposte emotive



Il controllo delle risposte emotive è mediato da una rete cerebrale che comprende strutture parietali, frontomediali e dell'insula

Soppressione risposta emotiva: Resistere all'impulso di ridere

Visione di video divertenti per 15 minuti. In una condizione al soggetto era richiesto di mantenere un'espressione facciale neutra durante la visione



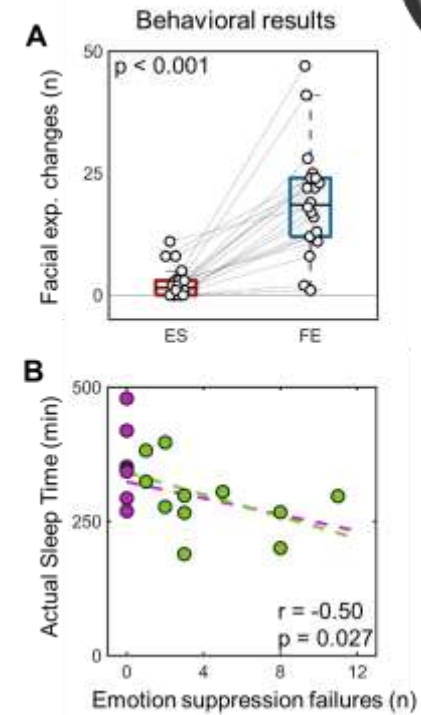
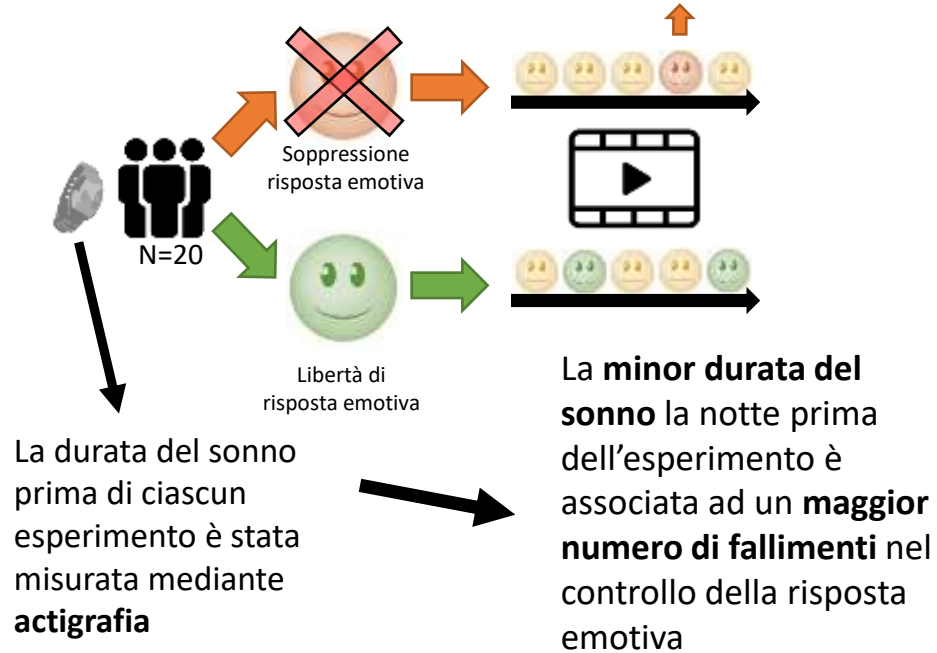
La durata del sonno prima di ciascun esperimento è stata misurata mediante **actigrafia**



Avvenuti et al., J Cogn Neurosci, 2021

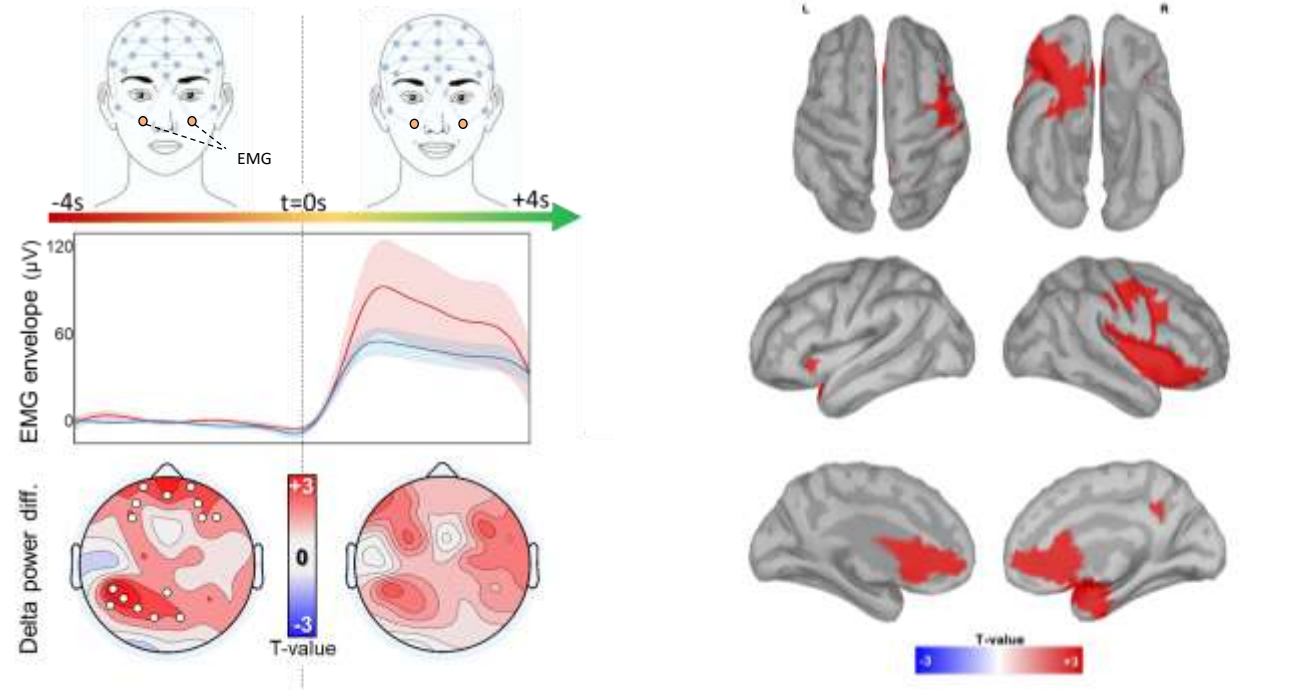
Resistere all'impulso di ridere

Visione di video divertenti per 15 minuti. In una condizione al soggetto era richiesto di mantenere un'espressione facciale neutra durante la visione



Avvenuti et al., J Cogn Neurosci, 2021

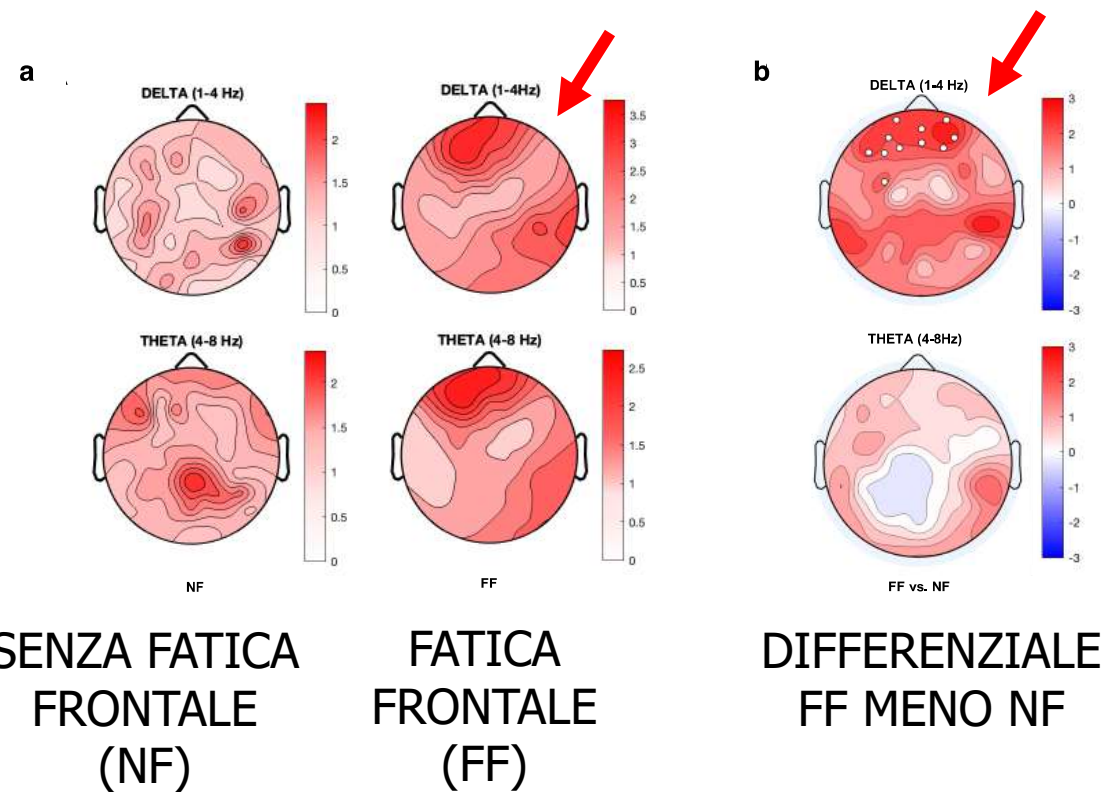
Sonno, cervello e controllo emotivo: che fatica non ridere!



Il mancato controllo sulla risposta emotiva è associato ad aumenti di attività simile al sonno in **regioni frontomediali** e nell'**insula** (Local sleep)

GLI EFFETTI DELLA FATICA MENTALE NEI GIOCHI ECONOMICI

Attività a onde lente associata alla condizione di Fatica Frontale



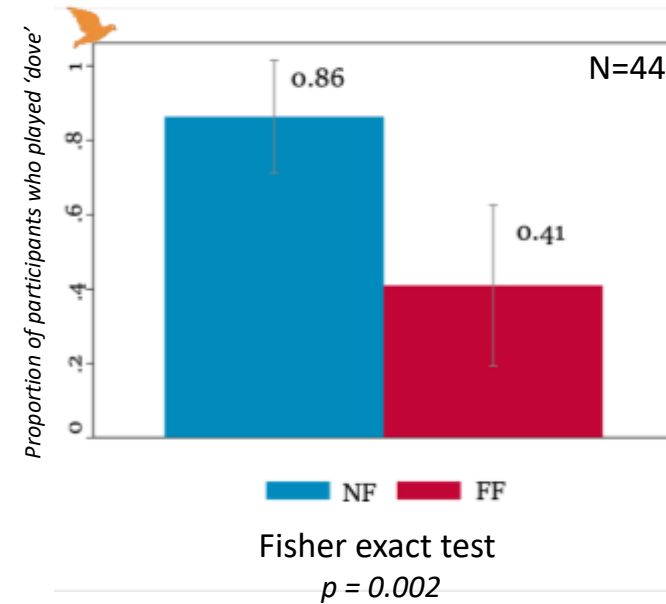
Panel **a** shows low-frequency EEG activity changes associated with the FF and NF experimental conditions. Topographic plots on the left show T0 to T1 changes (ratio) in delta (top) and theta (bottom) power (from 0 to a maximum of +3) for the two experimental conditions. In panel **b**, the topographic plots show the statistical comparison between experimental conditions for the two frequency bands, with colormap indicating T-values (-3; +3). White dots mark $p < 0.05$, cluster-based correction.

Sonno localizzato e comportamento sociale nell'essere umano

Hawk-Dove Model: Costs and Benefits of Fighting over Resources

Payoff* to...	...in fights against:	
	hawk	dove
hawk	Hawk wins 50% of fights; is injured in 50% of fights. Payoff: $(V-D)/2$	Hawk always wins; dove flees. Payoff: V
dove	Dove never wins; is never injured. Payoff: 0	Dove wins 50% of fights; is never injured; wastes time. Payoff: $V/2 - T$

*V = fitness value of winning resources in fight
D = fitness costs of injury
T = fitness costs of wasting time



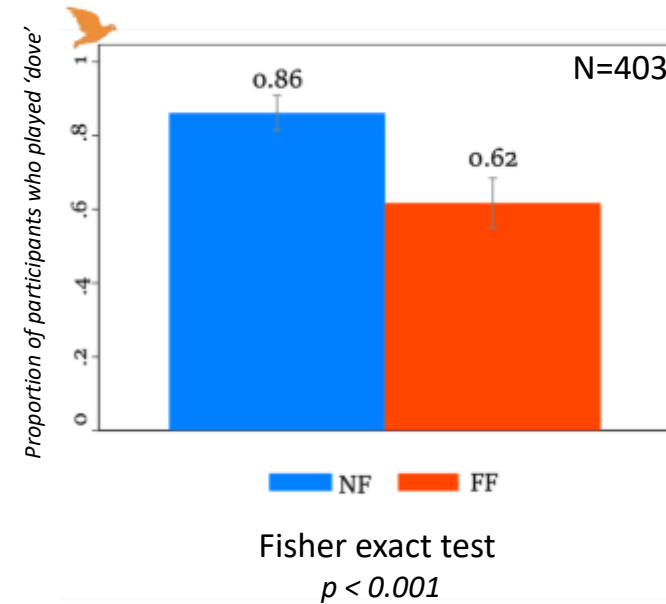
Ordali, Prieto et al., PNAS, 2024

Sonno localizzato e comportamento sociale nell'essere umano

Hawk-Dove Model: Costs and Benefits of Fighting over Resources

Payoff* to...	...in fights against:	
	hawk	dove
hawk	Hawk wins 50% of fights; is injured in 50% of fights. Payoff: $(V-D)/2$	Hawk always wins; dove flees. Payoff: V
dove	Dove never wins; is never injured. Payoff: 0	Dove wins 50% of fights; is never injured; wastes time. Payoff: $V/2 - T$

* V = fitness value of winning resources in fight
 D = fitness costs of injury
 T = fitness costs of wasting time

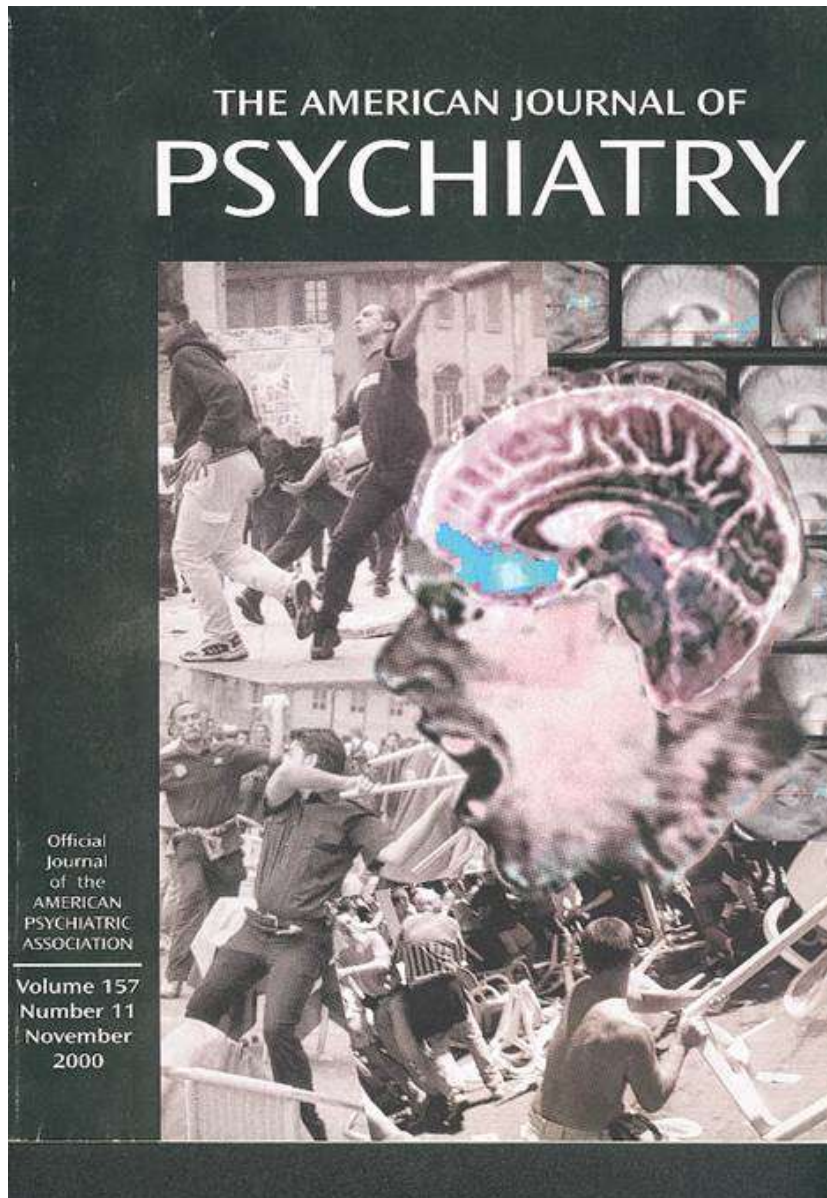


Ordali, Prieto et al., PNAS, 2024

Risultati delle scelte durante il gioco Falco o Colomba

- I giocatori **NF (Riposati)** sceglievano la soluzione pacifica molto più frequentemente di quelli con **Fatica Frontale** (86% vs. 41% e 62%, $p < 0.001$)
- L'esercizio prolungato di controllo comportamentale porta a comparsa di onde lente nella corteccia frontale, area cruciale per il controllo del comportamento (*ego-depletion*), come pure ad un aumento della propensione per scelte aggressive nelle interazioni sociali
- La scelta aggressiva viene compiuta nonostante il fatto che sia controproducente e svantaggiosa

Corteccia prefrontale, comportamento sociale e controllo dell'aggressività



Article

Neural Correlates of Imaginal Aggressive Behavior Assessed by Positron Emission Tomography in Healthy Subjects

Pietro Pietrini, M.D., Ph.D.

Mario Guazzelli, M.D.

Gianpaolo Basso, M.D.

Karen Jaffe, B.A.

Jordan Grafman, Ph.D.

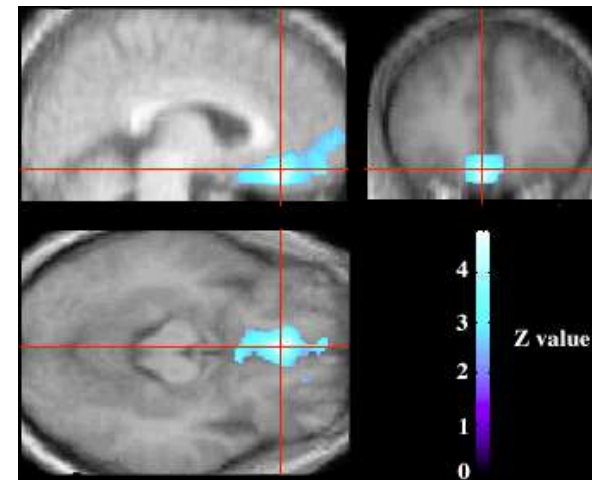
Objective: Neurodegenerative or traumatic lesions of the frontal lobes often lead to abnormally aggressive behavior. The authors hypothesized that the imaginal evoking of scenarios involving aggressive behavior would be associated with a modulation of the functional activity in the human frontal cortex.

Method: Regional cerebral blood flow (rCBF) determinations by positron emission tomography and psychophysiological measures of emotional reactivity were obtained in a group of 15 young healthy volunteers with good visual imagery abilities and no history of abnormal behavior while they imagined the same scenario with four variations involving emotionally neutral behavior and aggressive behavior.

Results: Compared to the imagined neutral scenario, the imagined scenarios involving aggressive behavior were associated with significant emotional reactivity and rCBF reductions in the ventromedial prefrontal cortex, suggesting that a functional deactivation of this cortical area occurs when individuals respond to the eliciting of imagined aggressive behavior.

Conclusions: These results in healthy subjects further expand previous findings from animal and human studies by providing an in vivo functional demonstration of the involvement of the orbitofrontal cortex in the expression of aggressive behavior. They are also consistent with the hypothesis that a functional alteration of this cortical region may be present in individuals with pathological aggressive behavior.

[Am J Psychiatry 2000; 157:1772-1781]



Implicazioni per comprensione dinamiche sociali e contesto lavorativo

- Uno stato di stanchezza mentale compare anche dopo poco tempo di impegno delle funzioni cognitive

Implicazioni per comprensione dinamiche sociali e contesto lavorativo

- Uno stato di stanchezza mentale compare anche dopo poco tempo di impegno delle funzioni cognitive
- Nelle interazioni sociali la stanchezza mentale (ego depletion) favorisce la comparsa di comportamenti aggressivi e antisociali

Implicazioni per comprensione dinamiche sociali e contesto lavorativo

- Uno stato di stanchezza mentale compare anche dopo poco tempo di impegno delle funzioni cognitive
- Nelle interazioni sociali la stanchezza mentale (ego depletion) favorisce la comparsa di comportamenti aggressivi e antisociali
- Rilevanza per la stipula di contratti, transazioni economiche, mediazioni

- **Mediazione obbligatoria** - art. 5 comma 1-bis del d.lgs. 28/2010
- Le controversie che hanno ad oggetto una richiesta di **risarcimento danni** possono essere risolte in sede di mediazione, anziché in un giudizio ordinario.
- In alcuni casi, il ricorso alla mediazione è **obbligatorio**: si tratta dei casi di risarcimento del **danno derivante da responsabilità medica e sanitaria** e da diffamazione con il mezzo della stampa o con altro mezzo di pubblicità
- La causa giudiziaria può procedere solo se il tentativo di mediazione è stato espletato.

Negoziiazione assistita

- è **obbligatoria** per chi intende “*esercitare in giudizio un'azione relativa a una controversia in materia di **risarcimento del danno da circolazione di veicoli e natanti***”
- preclusione processuale di cui all’art. 3 del d.l. n. 132 del 2014.

Accordi transattivi - Art. 1965 Codice Civile

- La transazione è il contratto col quale le parti, facendosi reciproche concessioni, pongono fine a una lite già incominciata o prevengono una lite che può sorgere tra loro.

Implicazioni per comprensione dinamiche sociali e contesto lavorativo

- Uno stato di stanchezza mentale compare anche dopo poco tempo di impegno delle funzioni cognitive
- Nelle interazioni sociali la stanchezza mentale (ego depletion) favorisce la comparsa di comportamenti aggressivi e antisociali
- Rilevanza per la stipula di contratti, transazioni economiche, mediazioni
- Organizzazione dell'insegnamento scolastico e delle pause

Implicazioni per comprensione dinamiche sociali e contesto lavorativo

- Uno stato di stanchezza mentale compare anche dopo poco tempo di impegno delle funzioni cognitive
- Nelle interazioni sociali la stanchezza mentale (ego depletion) favorisce la comparsa di comportamenti aggressivi e antisociali
- Rilevanza per la stipula di contratti, transazioni economiche, mediazioni
- Organizzazione dell'insegnamento scolastico e delle pause
- Pianificazione riunioni di lavoro

Implicazioni per comprensione dinamiche sociali e contesto lavorativo

- Uno stato di stanchezza mentale compare anche dopo poco tempo di impegno delle funzioni cognitive
- Nelle interazioni sociali la stanchezza mentale (ego depletion) favorisce la comparsa di comportamenti aggressivi e antisociali
- Rilevanza per la stipula di contratti, transazioni economiche, mediazioni
- Organizzazione dell'insegnamento scolastico
- Pianificazione riunioni di lavoro
- La scienza porta evidenza a sostegno dei detti della saggezza popolare *“dormici sopra”, “la notte porta consiglio”*, *“la mattina ha l'oro in bocca”*

Insufficient sleep reduces voting and other prosocial behaviours

John B. Holbein ^{1*}, Jerome P. Schafer² and David L. Dickinson ^{3,4,5}

Insufficient sleep is a growing public health concern in industrial societies. Although a lack of sleep is known to negatively affect private behaviours—such as working or going to school—comparatively little is known about its consequences for the social behaviours that hold society and democracy together. Using three complementary methods, we show how insufficient sleep affects various measures of civic participation. With survey data from two countries, we show that insufficient sleep predicts lower voter turnout. Next, with a geographical regression discontinuity design, we demonstrate that individuals from the United States who tend to sleep less due to circadian impacts of time-zone boundaries are also less likely to vote. Finally, we experimentally manipulate short-term sleep over a two-stage study. We observe that the treatment decreases the levels of civic engagement, as shown by their willingness to vote, sign petitions and donate to charities. These results highlight the strong negative consequences that current levels of insufficient sleep have on vitally important measures of social capital.

ARTICLE

DOI: 10.1038/s41467-018-05377-0

OPEN

Sleep loss causes social withdrawal and loneliness

Eti Ben Simon ¹ & Matthew P. Walker^{1,2}

Loneliness and social isolation markedly increase mortality risk, and are linked to numerous mental and physical comorbidities, including sleep disruption. But does sleep loss causally trigger loneliness? Here, we demonstrate that a lack of sleep leads to a neural and behavioral phenotype of social withdrawal and loneliness; one that can be perceived by other members of society, and reciprocally, makes those societal members lonelier in return. We propose a model in which sleep loss instigates a propagating, self-reinforcing cycle of social separation and withdrawal.

COME IL SONNO (O LA SUA DEPRIVAZIONE) INFLUENZA LE RELAZIONI UMANE

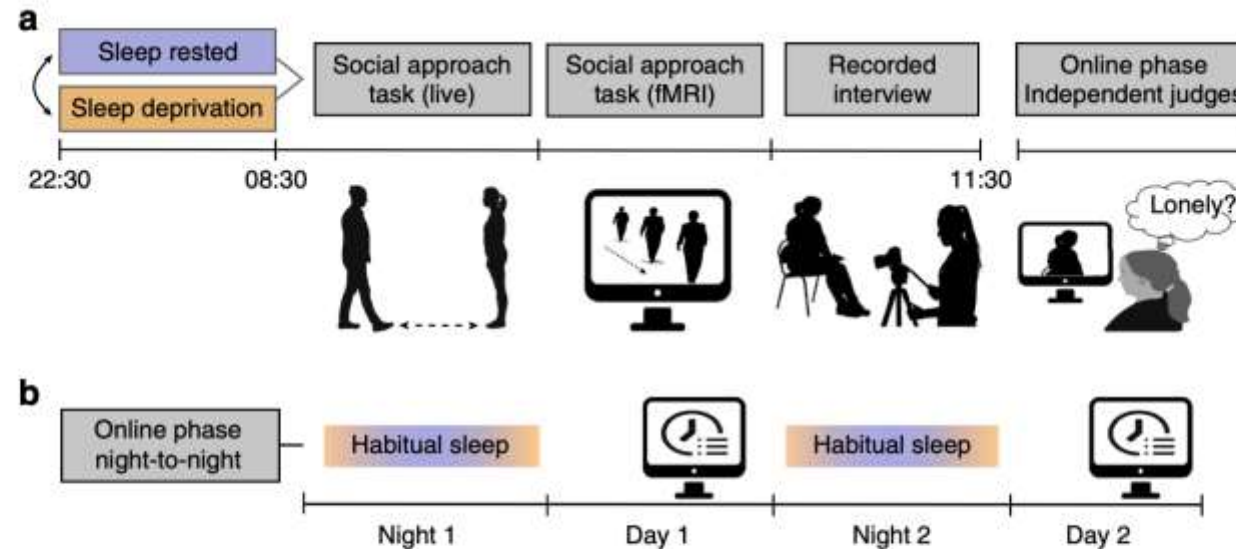


Fig. 1 Experimental design. **a** In-laboratory repeated measures counterbalanced design. From left to right, the degree of social separation participants wished to keep from approaching others was assessed using a real, in-person human approach task, followed by a computerized version, used during a functional magnetic resonance imaging (fMRI) scan. At the end of each session, participants performed a recorded interview with open-ended questions, which was subsequently rated by independent judges, blind to study goal or sleep manipulation. **b** Online phase study design. Participants were asked to complete daily sleep logs for two consecutive nights tracking their habitual variations in sleep time. Following each sleep survey, participants completed a next-day questionnaire assessing social behavior and loneliness

LA DEPRIVAZIONE DI SONNO AUMENTA IL DISTANZIAMENTO SOCIALE

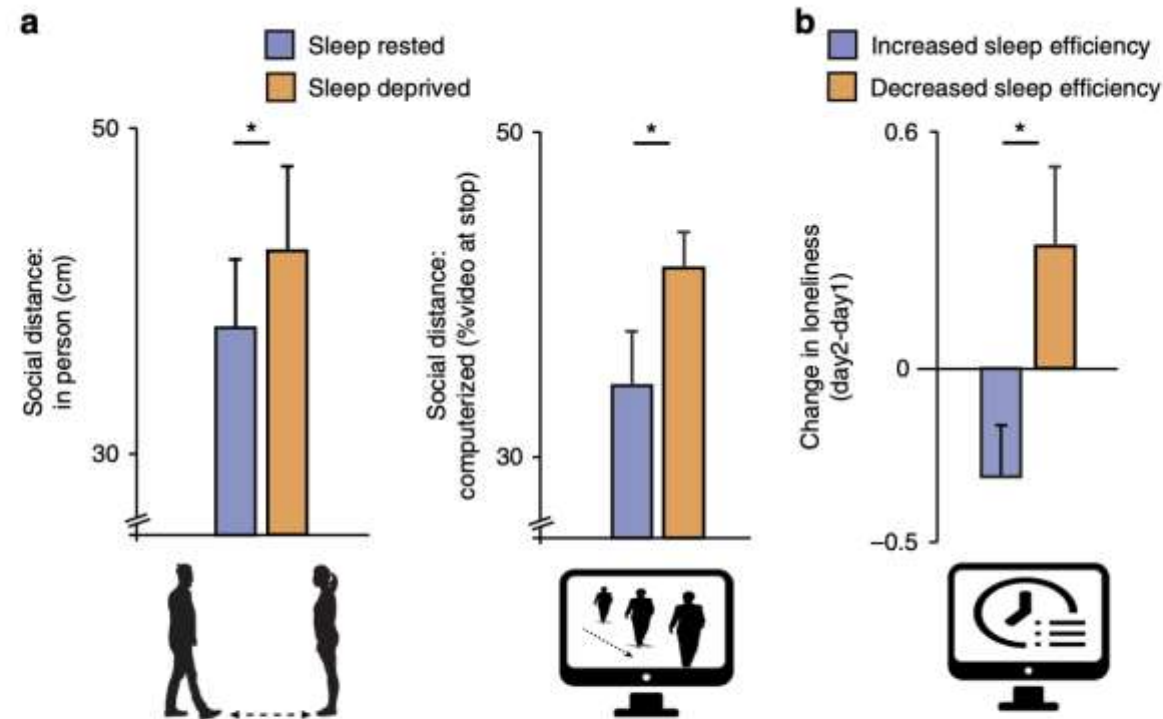


Fig. 2 Behavioral results. **a** Significant increases in social distancing following sleep deprivation, relative to the sleep rested condition, for both the in-person (left) and computerized (right) social distance tasks (13.2% and 17.7% differences, respectively). **b** Night-to-night increases or decreases in sleep efficiency were associated with significant day-to-day increases and decreases in loneliness, respectively. * $P \leq 0.05$; error bars reflect standard error of the mean

LA DEPRIVAZIONE DI SONNO MODIFICA LA FUNZIONE DI AREE CEREBRALI COINVOLTE NELLE INTERAZIONI SOCIALI

ARTICLE

NATURE COMMUNICATIONS | DOI: 10.1038/s41467-018-05377-0

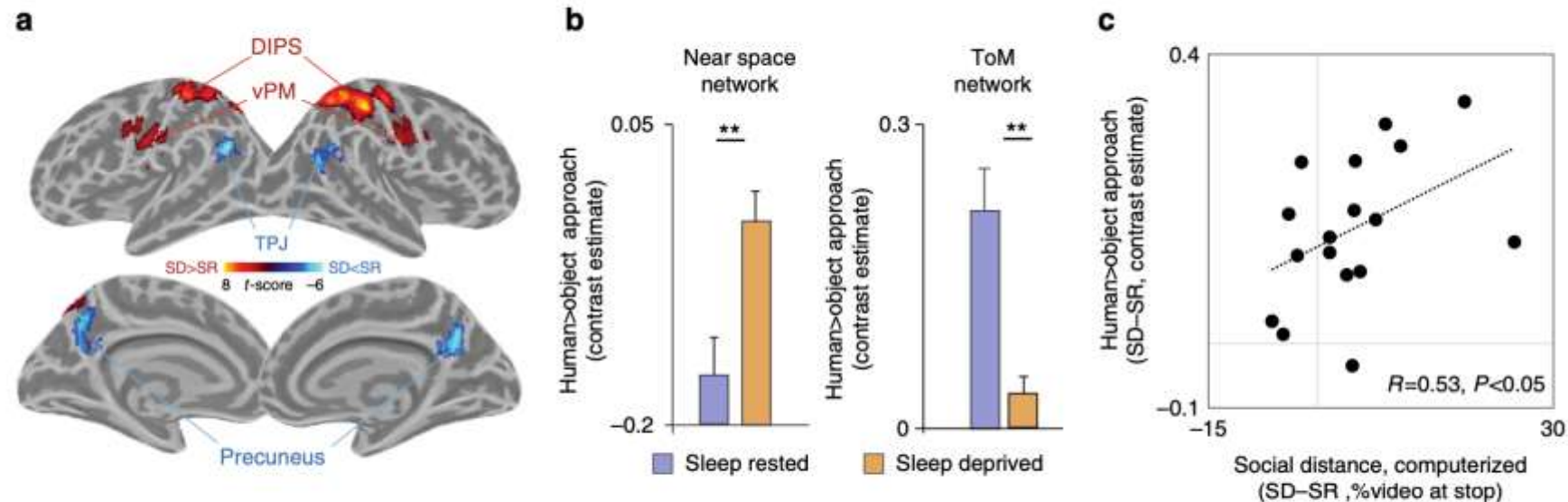
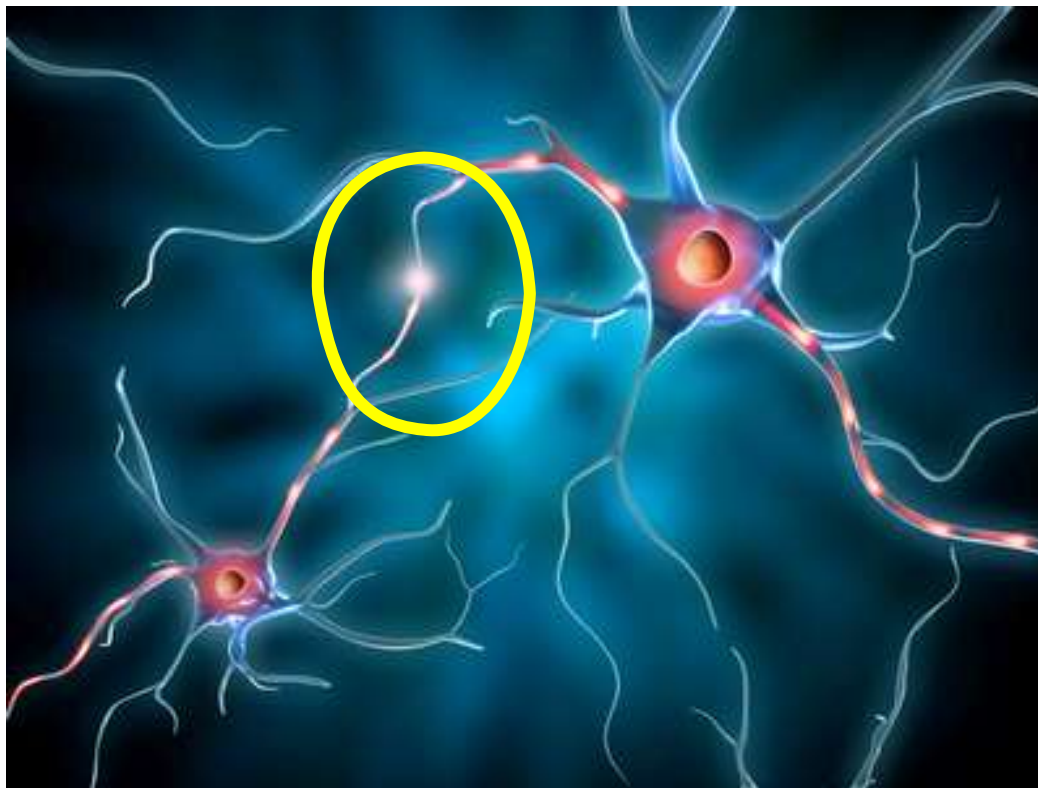
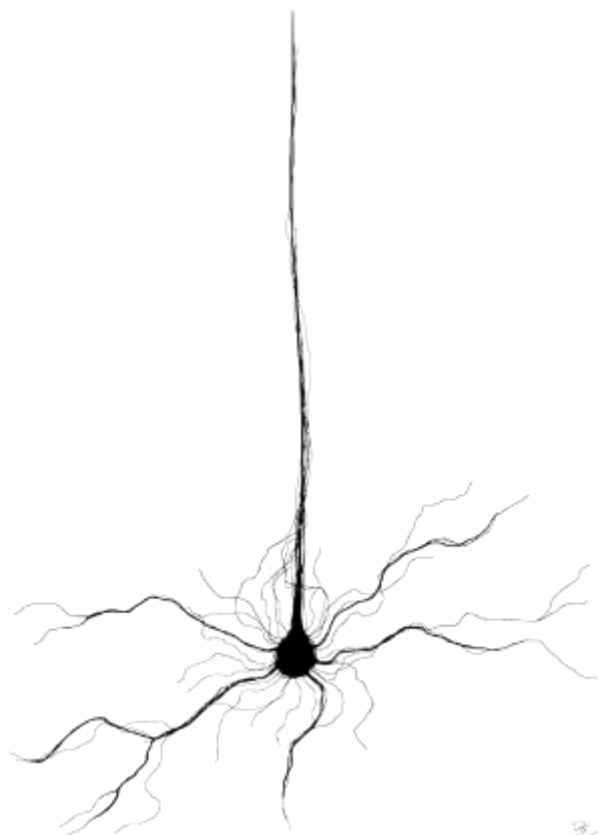


Fig. 3 fMRI results of the in-lab study. **a** and **b** Significant clusters of activation within a priori regions of interest (ROIs) during human-relative-to-object approach, showing sleep-deprivation-related increases in activity in regions of the Near Space network (red), yet sleep-loss-related decreases in activity in regions of the Theory-of-Mind network (blue; all $P < 0.05$, FDR corrected). **c** Increased reactivity (human > object approach) within the Near Space network was positively associated with greater social distance separation following sleep deprivation. This relationship was not significant for activity in regions of the Theory-of-Mind network. ** $P < 0.005$; error bars reflect standard error of the mean; gray lines reflect zero crossings. DIPS—dorsal intra-parietal sulcus, vPM—ventral premotor region, TPJ—temporal-parietal junction, SD—sleep deprivation, SR—sleep rested

Dal Neurone al Pensiero, la Sinapsi come punto di incontro...



...da cui tutto ha origine

