

A classical painting of Napoleon Bonaparte on a white horse, wearing a red cape and a black bicorne hat with gold trim. He is looking back over his shoulder with a serious expression. The background is a hazy, mountainous landscape.

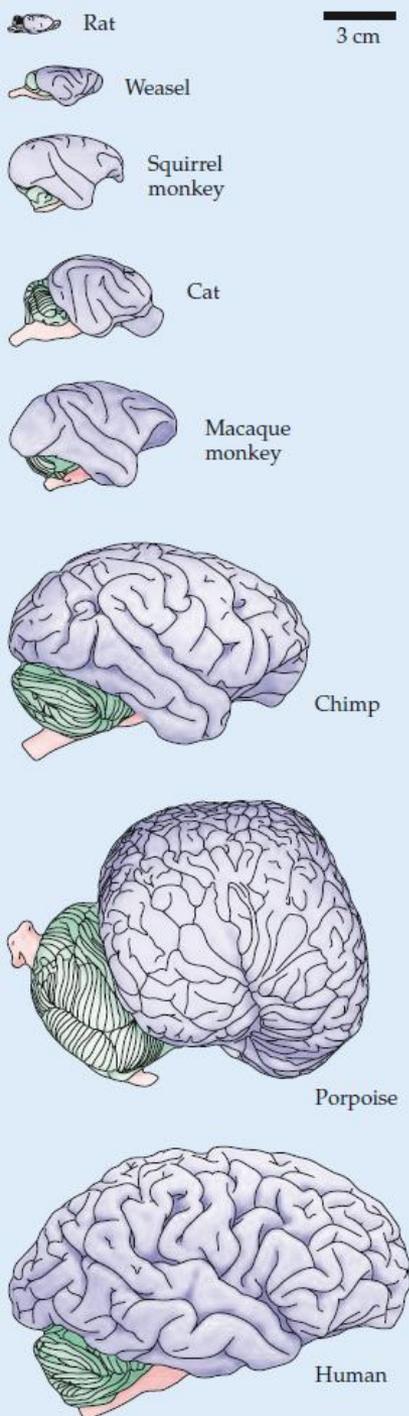
# **Basi Neurobiologiche del multi-tasking**

**Fausto Caruana**

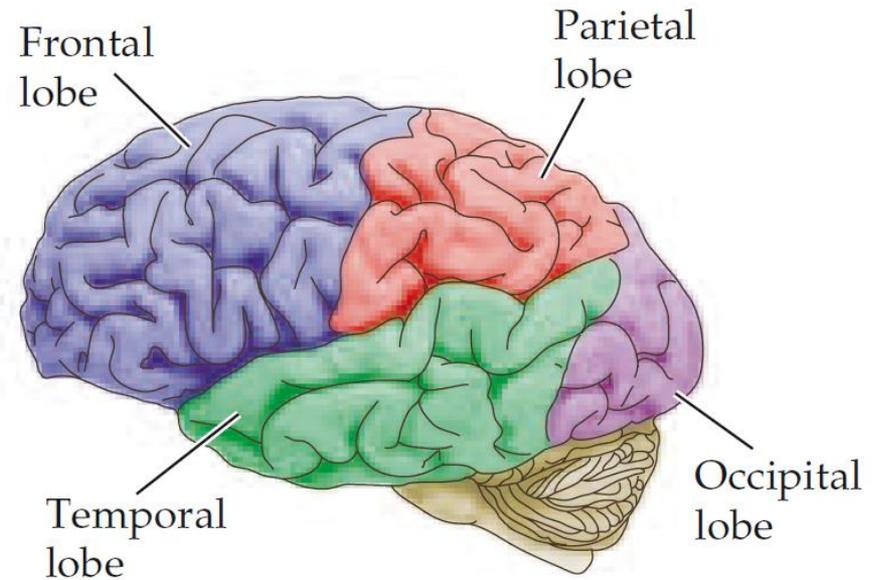


“We had many systems failures and they were in need of your constant attention. Many days I'd start an experiment in the morning to get it running and then I'd run over and help hacksaw through a pipe and plug the ends and then run back to my experiment. I'd have three or four watches on with alarms set to different things that I'd have to run back to. So I was multitasking in order to try to get everything accomplished”.

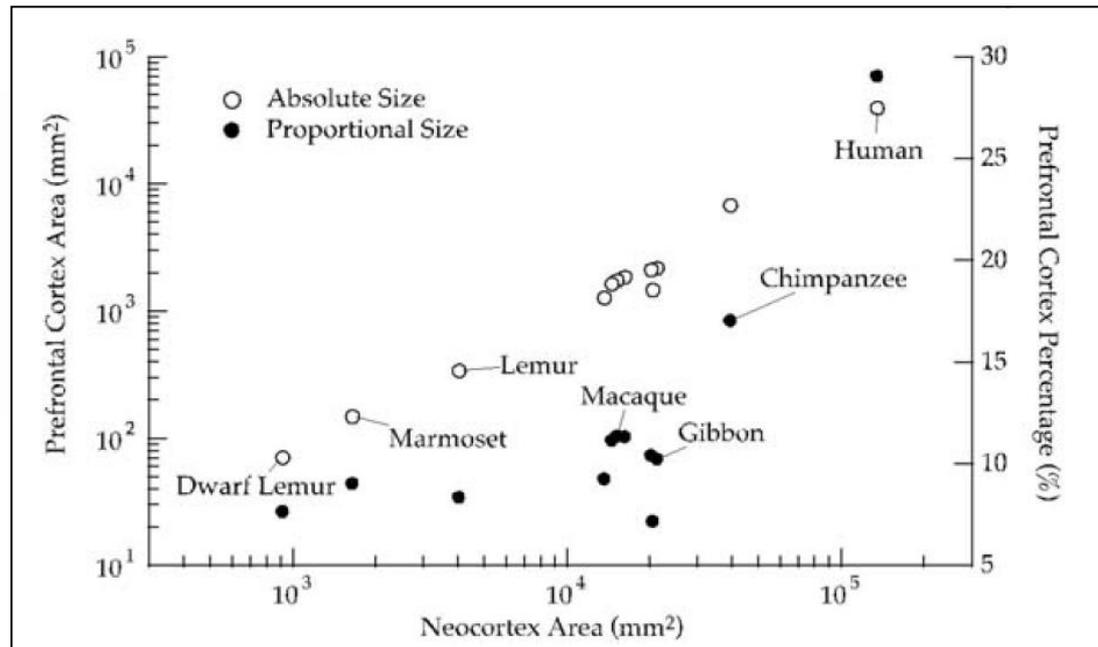
Jerry Linenger, US astronaut, describing life aboard the Mir space station (BBC T.V. “Horizon” programm, 23 April 1998)



**Alcune abilità tipicamente umane sono considerate frutto della sproporzionata estensione del lobo prefrontale dell'uomo.**



La corteccia frontale – sede di importanti funzioni cognitive – costituisce una porzione di cervello sempre maggiore quanto più si risale la scala evolutiva



### Volume of frontal cortex

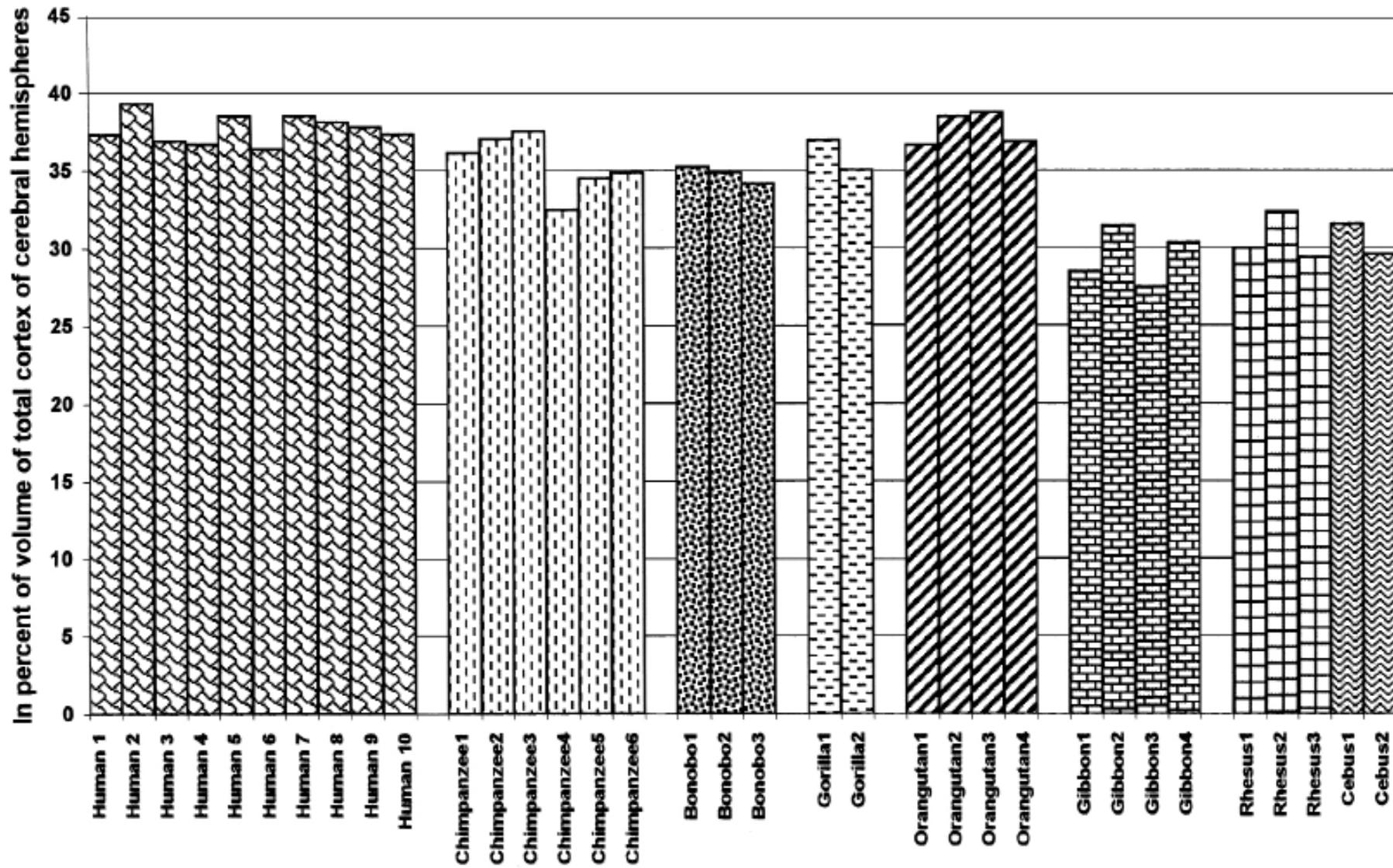
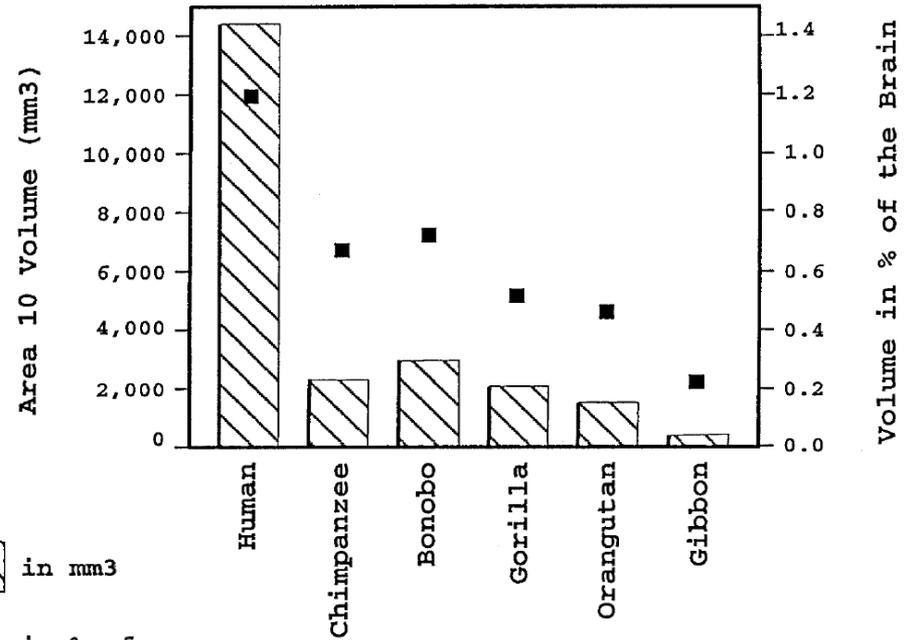
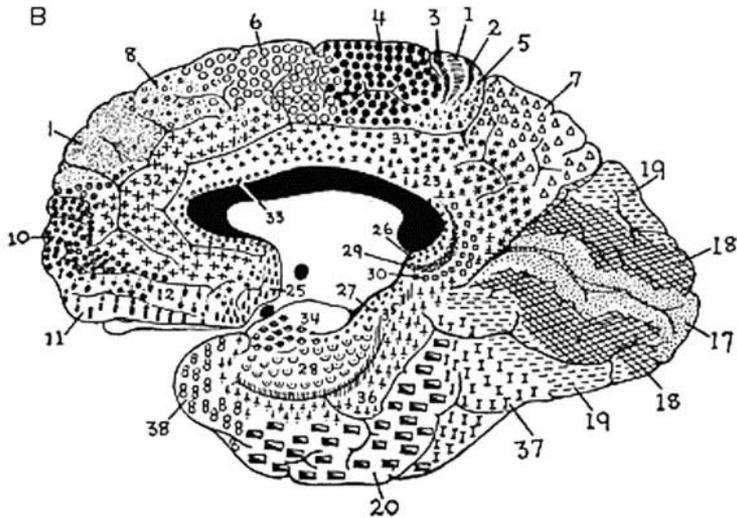
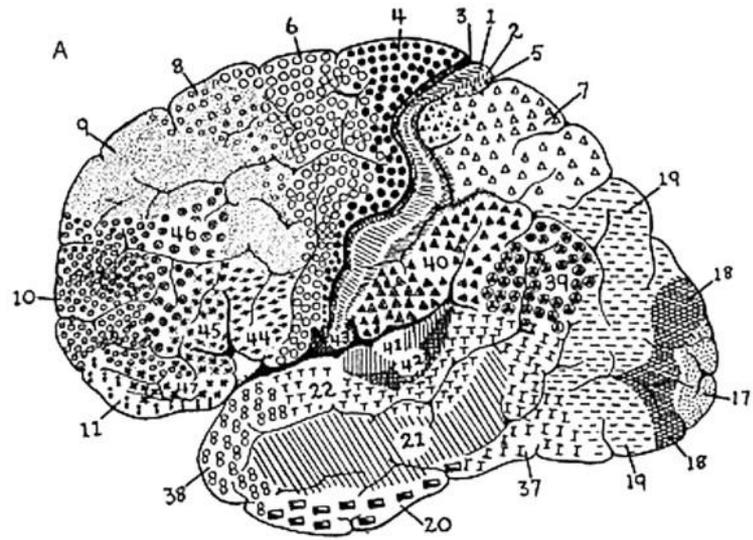
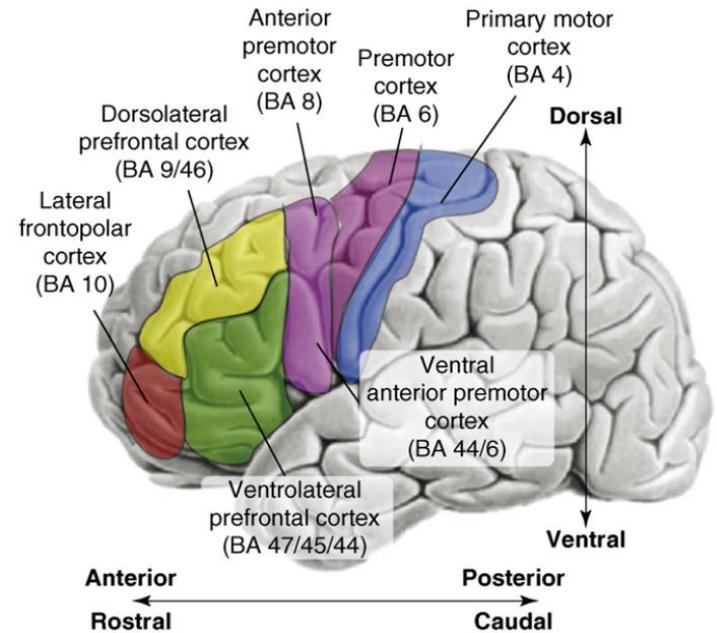


Fig. 3. Individual values of the relative volume of the frontal cortex as a percent of the volume of the total hemispheric cortex.



 in mm<sup>3</sup>  
 in % of brain volume



Tuttavia, l'analisi comparativa tra «omologhe» regioni frontali (definite architettonicamente) mostra che nell'uomo l'area 10 di Brodmann – il *Polo Frontale* – ha una maggiore espansione relativa, se paragonata a tutte le grandi scimmie

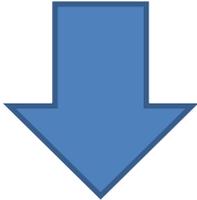
## Il «modello a cascata»

Il Polo Frontale gioca un ruolo nei compiti «multi-tasking» tipicamente umani?

Come è possibile che il controllo esecutivo appaia come funzione unitaria, nonostante la richiesta di compiti multipli?

Frazionamento del *Controllo Cognitivo* in:

1. **Controllo sensori-motorio:** rispondo al telefono quando suona
2. **Contesto immediato:** non rispondo perché sono a casa di un amico
3. **Controllo episodico:** rispondo perché mi ha detto di farlo, dato che è impegnato (eventi e regole passate)



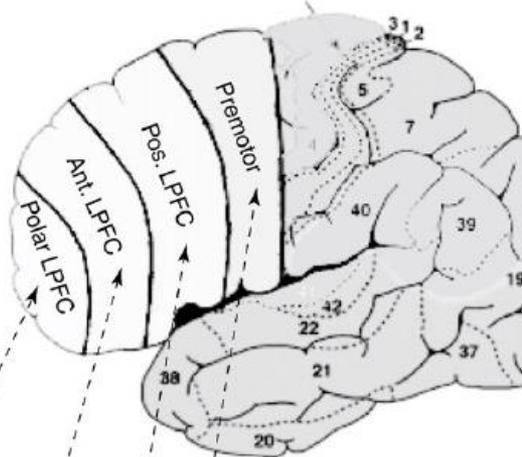
Se la funzione esecutiva può essere frazionata in questi 3 livelli, allora ci si aspetta che ognuno di essi sia associato a regioni distinte del lobo frontale



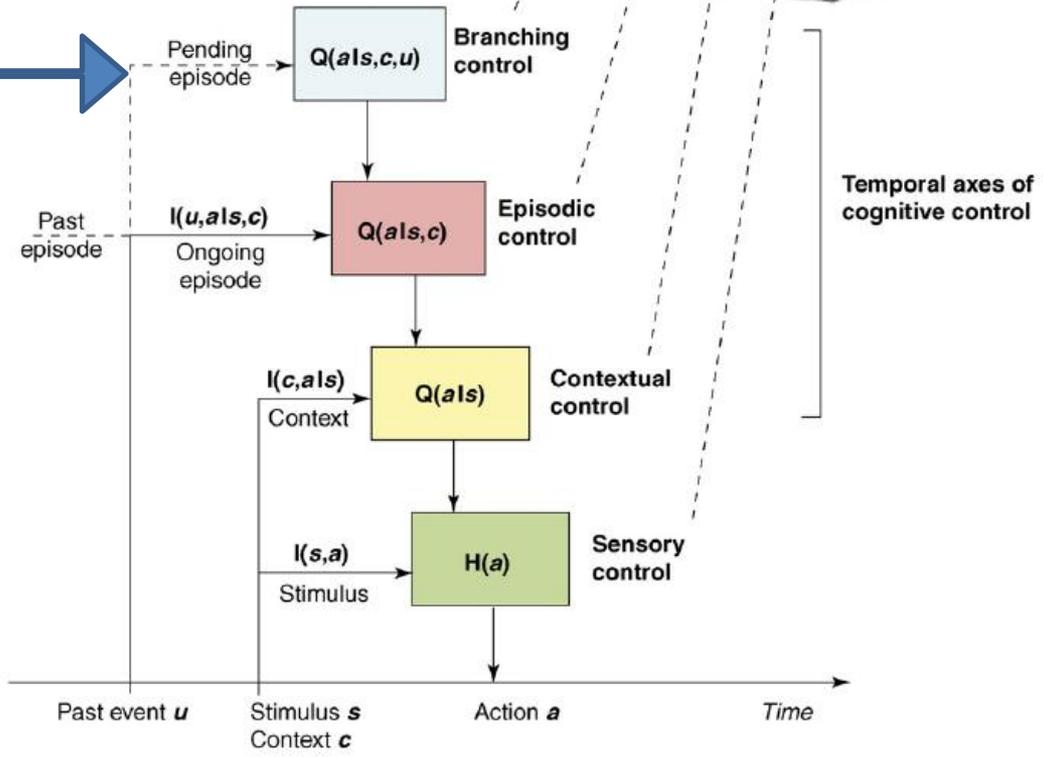
**1. Premotor Cortex:** accoppiamento pre-cablato tra singoli neuroni e specifiche risposte motorie.

**2. Posterior LPFC:** congiunzione tra uno stimolo e una varietà di contesti (task set, localizzazione spaziale, etc.). Lesione della pLPFC genera deficit nella selezione di risposte guidate dal contesto immediato

**3. Anterior LPFC:** lesione della aLPFC genera deficit nella selezione di risposte guidate da istruzioni passate



consider the following scenario: you are at your friend's house, and he is working, so he asks you to answer the telephone if it rings (instruction cue  $u_1$ ). Subsequently, however, your friend tells you that he will soon be expecting an important call, and wants to answer it himself. The episode defined by the signal  $u_1$  is thus placed in a pending state; a new episode,  $u_2$ , in which you are not required to answer the telephone if it rings, is initiated. Importantly, however, once the expected call has been taken, you revert to the original episode. and  $u_1$  once again governs action selection.



# The role of the anterior prefrontal cortex in human cognition

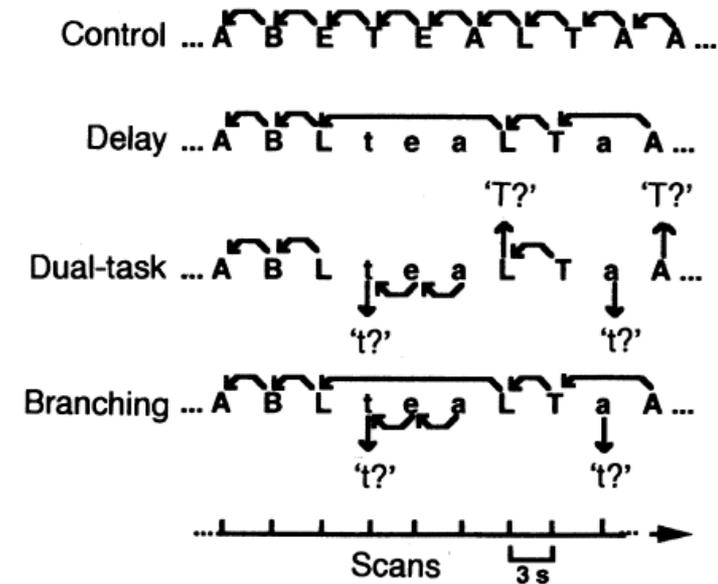
Etienne Koechlin, Gianpaolo Basso, Pietro Pietrini, Seth Panzer & Jordan Grafman

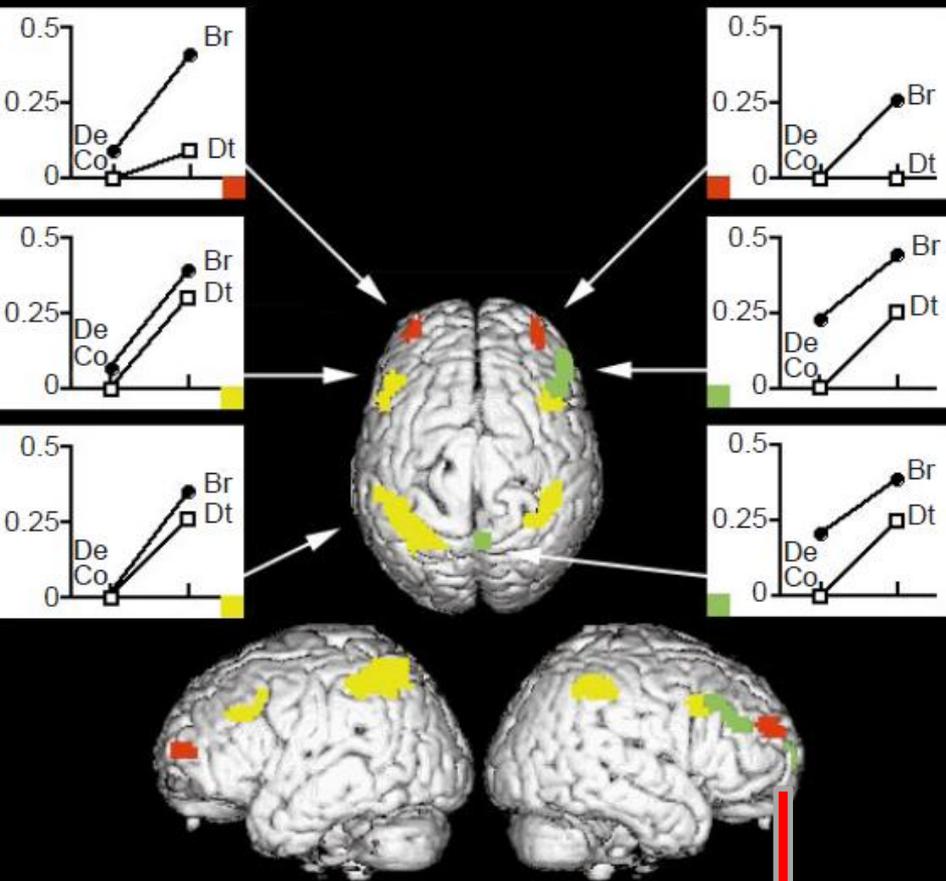
**Controllo:** riconoscere se 2 lettere sono consecutive nella parola «tablet»

**Delay:** ignorare le lettere in caratteri minuscoli (per ritardare la risposta: WM)

**Dual-task:** come controllo, ma indicare se ogni cambio di sequenza maiuscolo/minuscolo inizia con una «T» (o «t»; elemento attentivo).

**Multi-tasking:** eseguire il delay task per le lettere maiuscole, e il dual-task per le lettere minuscole.

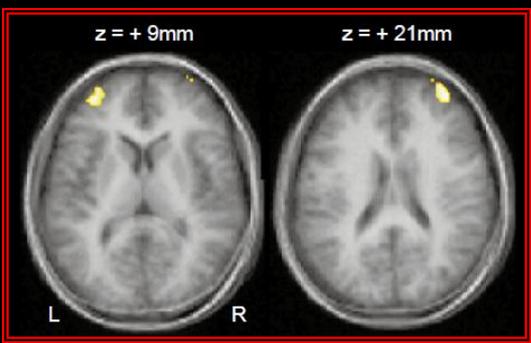




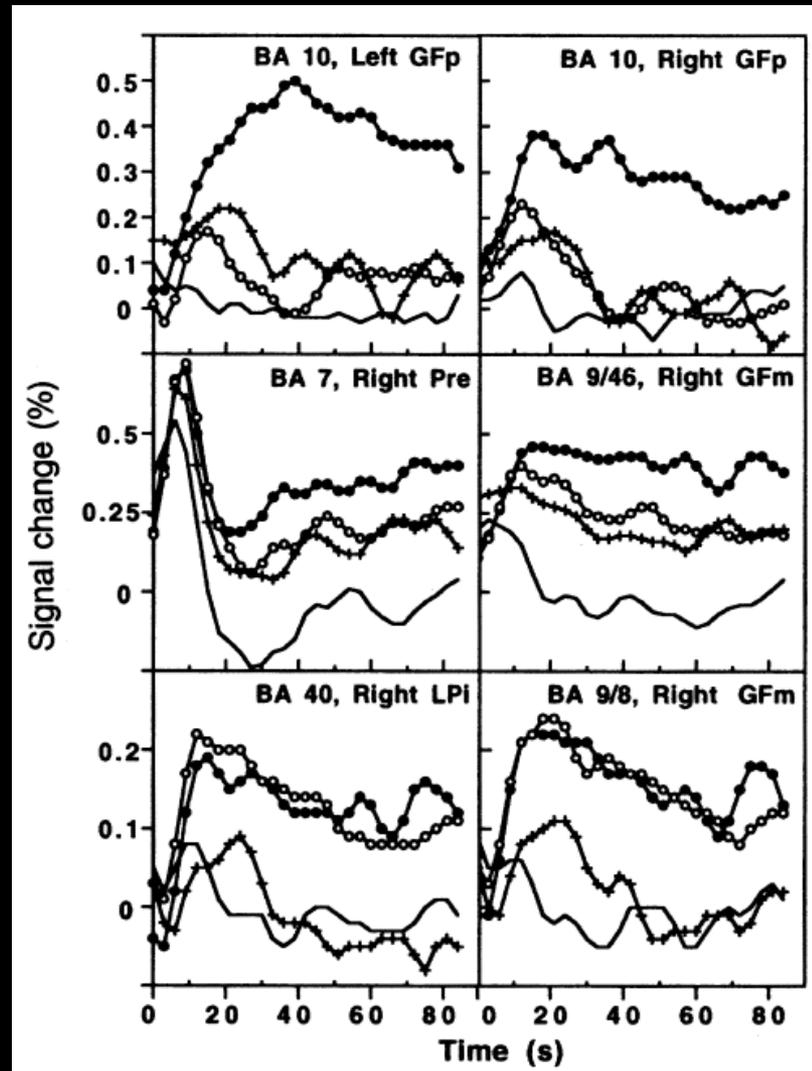
**Dual Task:** Middle Frontal Gyrus (BA9, BA8) and Lateral Parietal Cortex (BA40)

**Dual Task + Delay:** Middle Frontal Gyrus

**Multitask:** left and right Frontal Pole (BA10)



Delay: croci;  
Dual task: cerchi bianchi;  
Multi-task: cerchi pieni;  
Control: no simboli;



- Rispetto a processi esecutivi che richiedono working memory, concentrazione ed attenzione, il multi-task richiede il reclutamento di regioni cerebrali **specifiche**, ovvero il polo frontale;
- Il multi-tasking non è quindi riducibile ad una somma di elementi attenzionali e di memorizzazione



- Il Polo Frontale potrebbe giocare un ruolo nel processare sequenze «ad albero», le quali richiedono:
  - Interruzioni temporanee di un piano esecutivo
  - Raggiungimento di sotto-scopi finalizzati ad uno scopo generale
  - Risposta a nuove domande, poste dal contesto ambientale o da processi cognitivi endogeni

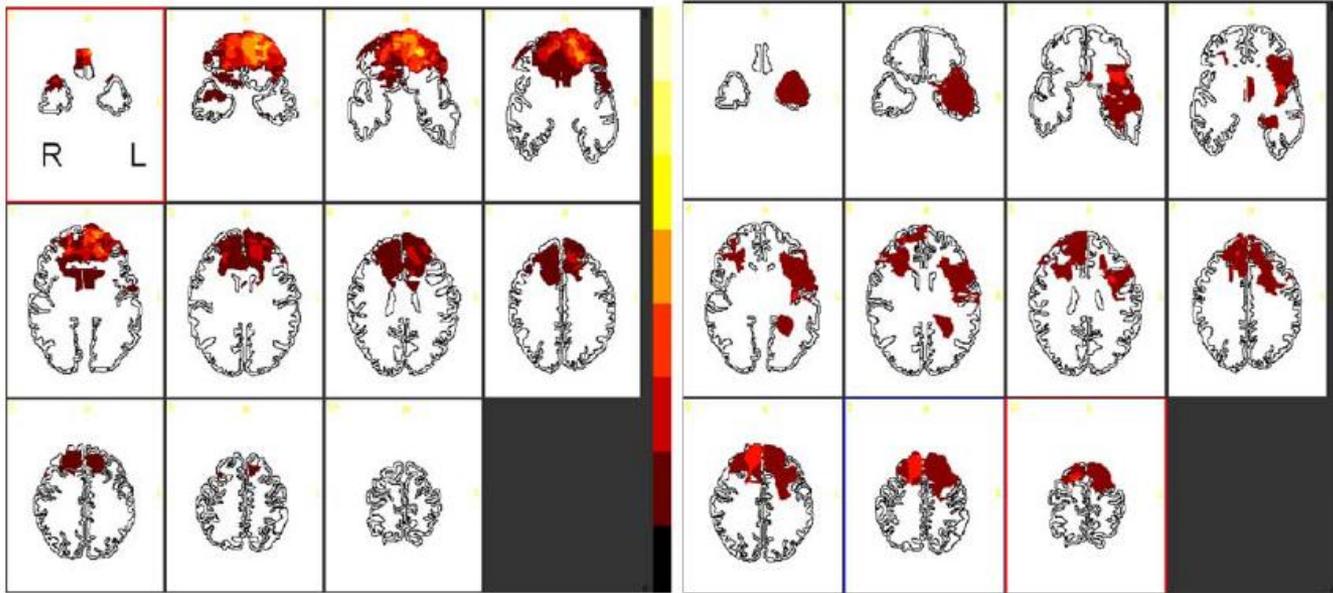
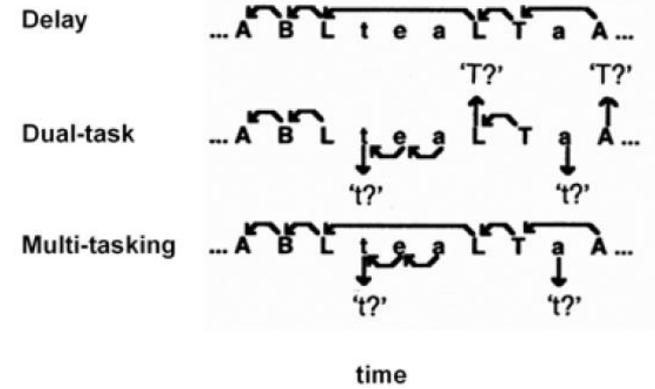
# Damage to the Fronto-Polar Cortex Is Associated with Impaired Multitasking

Jean-Claude Dreher<sup>a\*</sup>, Etienne Koechlin<sup>a,b</sup>, Michael Tierney, Jordan Grafman\*

**Delay:** ignorare le lettere in caratteri minuscoli (per ritardare la risposta: WM)

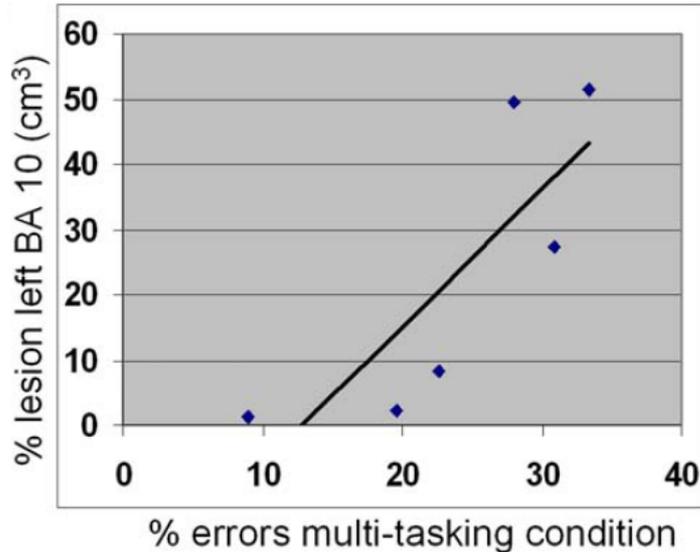
**Dual-task:** come controllo, ma indicare se ogni cambio di sequenza maiuscolo/minuscolo inizia con una «T» (o «t»; elemento attentivo).

**Multi-tasking:** delay task per maiuscole, e il dual-task per minuscole.

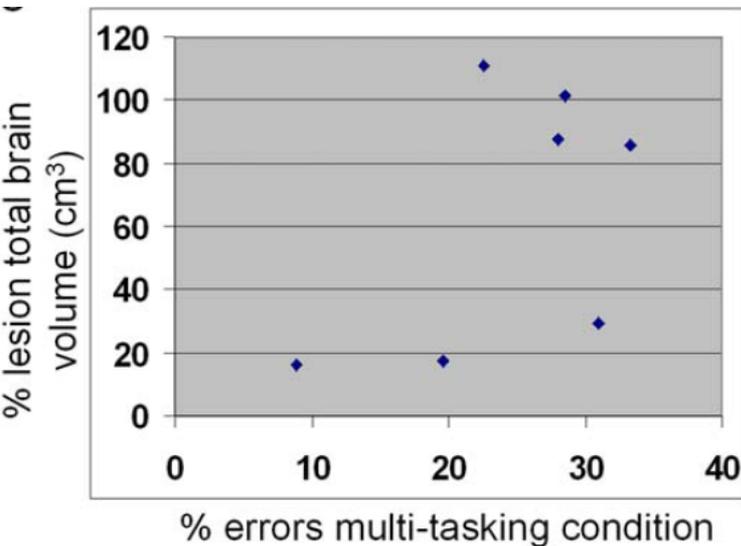


Sx: lesione fronto-polare  
Dx: lesione NON fronto-polare

- Rispetto ai controlli, i soggetti con lesione della BA 10 hanno un maggior numero di errori nell'esecuzione del task, in tutti i task
- Ma la frequenza di errori è maggiore nella condizione «multi-task»



- Esiste una correlazione positiva tra la performance comportamentale «**multi-tasking**» & l'estensione della lesione nella FP (BA 10).



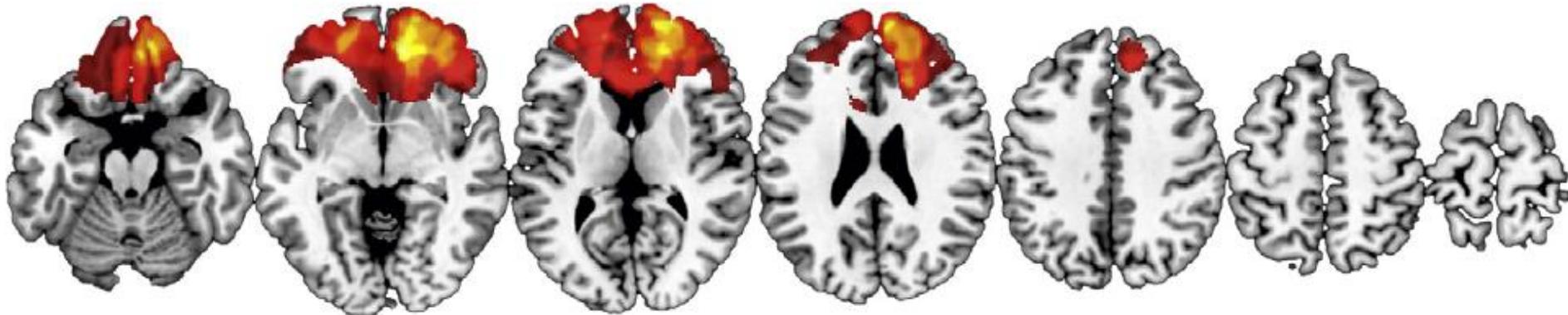
- Viceversa, non esiste una correlazione tra la performance comportamentale «**multi-tasking**» & l'estensione globale della lesione.

Paul W. Burgess

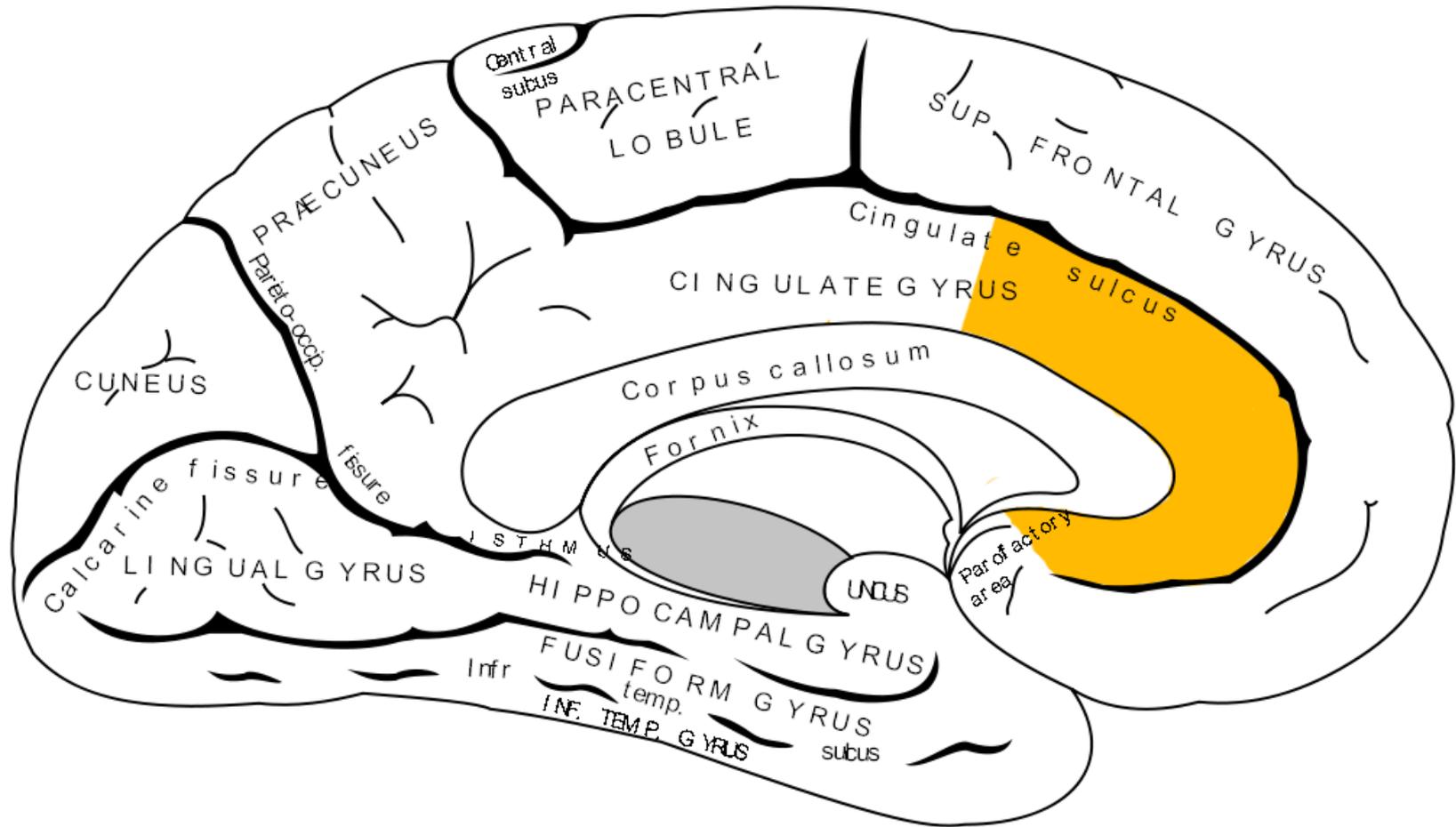
# Strategy application disorder: the role of the frontal lobes in human multitasking

- In alcuni pazienti frontali è stata descritta una incapacità di eseguire compiti quotidiani complessi che richiedono l'organizzazione e la strutturazione di comportamenti finalizzati
- Molti pazienti descritti hanno perso il lavoro a seguito di disorganizzazione, ritardi, compiti sospesi, o a bancarotta a seguito di errate decisioni finanziarie (Burgess, 2000)
- No deficit in: IQ, Memoria, Linguaggio, Capacità visivo-percettive, test esecutivi (normalmente deficitari nei pazienti frontali)

... a conferma che debba esserci un piccolo insieme di processi critici per il «multi-tasking»



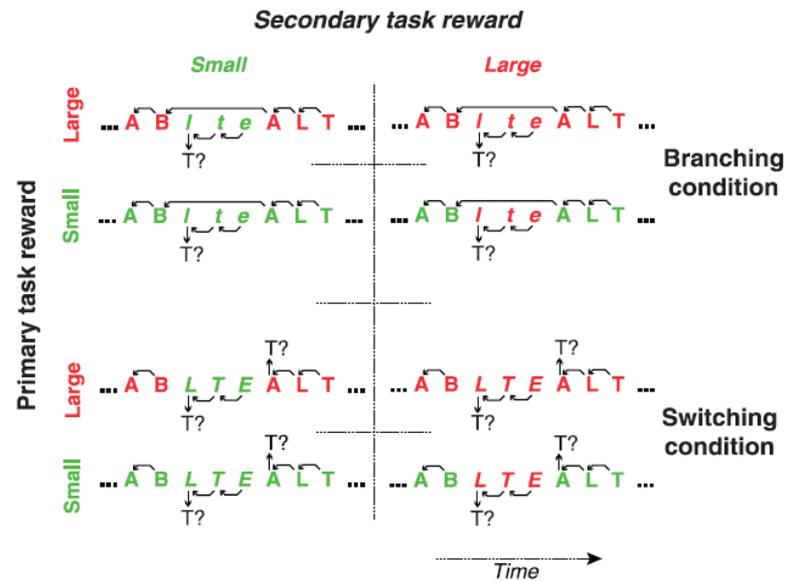
## Come fa il «Sistema Motivazionale» a gestire il perseguimento di molteplici scopi?



- La corteccia prefrontale mesiale (MFC) ha compiti di monitoraggio di eventi salienti dal punto di vista motivazionale;
- Guida il comportamento in accordo alla ricompensa attesa;

# Divided Representation of Concurrent Goals in the Human Frontal Lobes

Sylvain Charron<sup>1,2</sup> and Etienne Koechlin<sup>1,3,4\*</sup>



Riconoscimento di sequenza di lettere che formano la parola «tablet»

Alla comparsa di segnali contestuali (cornice quadrata diventa triangolare), il soggetto deve (1) abbandonare il precedente task e (2) iniziarne un secondo

Ma:

Se il triangolo è verso il basso – il primo task è sospeso per sempre (Switch-condition)

Se il triangolo è verso l'alto – il primo task è solo sospeso e successivamente deve essere ripreso (Multi-tasking)

Inoltre, il colore delle lettere indica il **reward** dovuto per ogni compimento corretto (1€ vs 0.04€)

This finding suggests that the human frontal function is limited to accurately driving the pursuit of two concurrent goals at one time. Consistent with the previously suggested inability of fronto-polar function to recursively compute cognitive branching (4), this capacity limit places a severe constraint bearing upon human higher cognition and may clarify several limitations in human decision-making and reasoning abilities (4).

# Cognitive control in media multitaskers

Eyal Ophir<sup>a</sup>, Clifford Nass<sup>b,1</sup>, and Anthony D. Wagner<sup>c</sup>

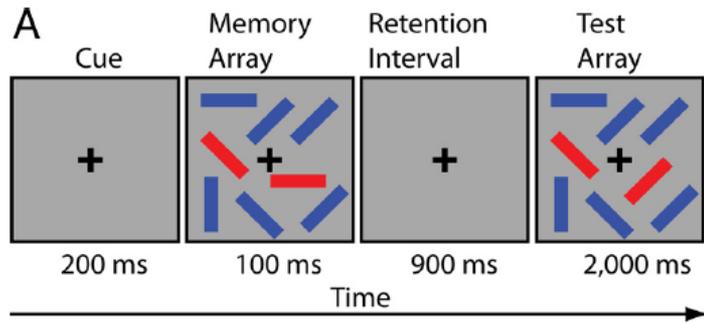
Esiste una relazione tra (1) chronic media multi-tasking e (2) capacità cognitive?

I “chronic media multi-taskers” hanno un migliore controllo cognitivo?

- Se “si”, allora bisogna comprendere se l’alto “media multi-tasking” è causa o effetto di migliori capacità cognitive.
- Se “no”, allora dato prescrittivo verso il media multi-tasking.

- 
1. Sviluppo di un questionario sul consumo di «media» simultaneamente utilizzati
  2. Selezione di Hard Media Multitasker e Light Media Multitasker
  3. Somministrazione di test cognitivi
    - attenzione a stimoli ambientali
    - controllo delle risposte a stimoli e task
    - working memory

**Filtering ability:** i triangoli «target» (rossi) cambiano orientamento nella 2° immagine?



- La performance dei HMM è influenzata in modo linearmente negativo dal numero di distrattori (blu)
- La performance dei LMM non è influenzata dai distrattori
- I LMM riescono a «filtrare» gli stimoli irrilevanti

---

**AX-Continuous Performance Task:** Comparare la coppia di letter «AX» o un'altra coppia?

- **Versione Classica:** compaiono solo coppie di lettere (AX o diverse)  
Risultato: Nessuna differenza tra gruppi
- **Versione Complessa:** compaiono anche lettere distrattori (di diverso colore) tra la prima e l'ultima  
Risultato: HMM impiegano 77ms in più
- I HMM sono meno selettivi nel mantenere corrette informazioni in memoria

---

**SwitchingTask:** se è una lettera, è consonante o vocale? se è un numero, è pari o dispari?

- **Non-switch task:** due trial consecutivi con stesso tipo di stimolo (lettera, o numero)
- **Switch task:** due trial consecutivi con due tipi di stimoli differenti
- **Risultati:** I HMM impiegano, in più, 259ms nel «non-switch» task e 426ms nello «switch» task

I HMM hanno maggiori difficoltà a:

1. filtrare informazioni ambientali non pertinenti al compito che stanno eseguendo
2. Ignorare rappresentazioni irrilevanti, in memoria
3. Meno efficaci nel sopprimere l'attivazione di comandi di task non pertinenti

I HMM sono distratti dalle molteplici informazioni provenienti dai media o –  
alternativamente – i LMM sono più efficaci nell'isolare l'attenzione dai distrattori (migliore controllo «top-down»)

Due limiti del lavoro:

- I dati dicono anche che i HMM sono **più capaci** di considerare stimoli più lontani dal task che stanno eseguendo primariamente.
- Non sono stabiliti i legami causa- effetto

Grazie