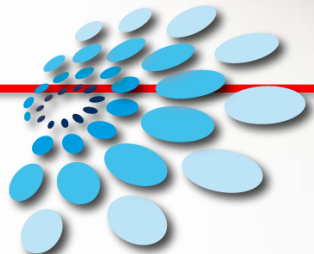




Progetto BRAINEW

Progetto MEMORI-net

# APPLICAZIONI DELLE BRAIN COMPUTER INTERFACES



Dipartimento di  
Scienze della Vita

**PIERO PAOLO BATTAGLINI**

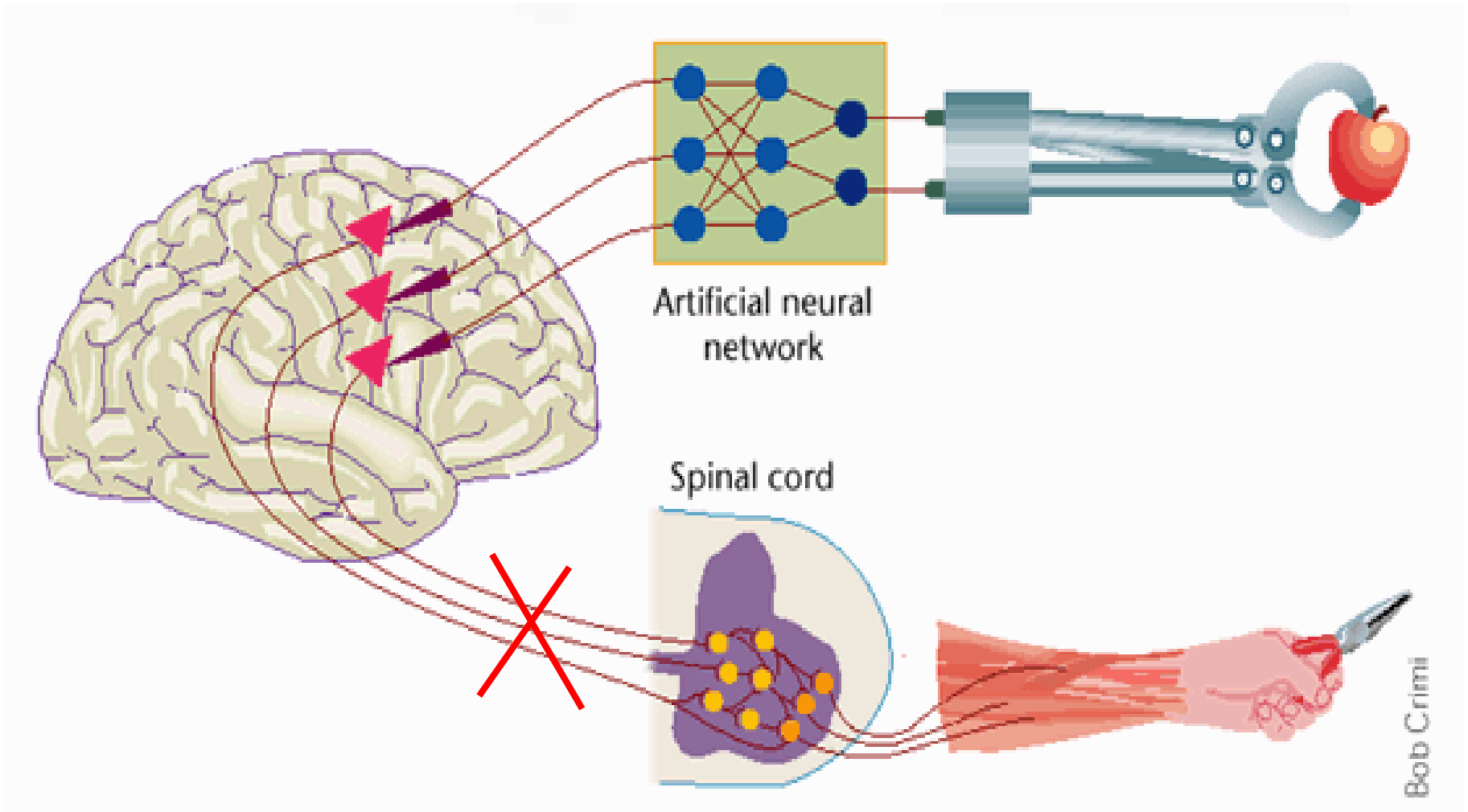
[battagli@units.it](mailto:battagli@units.it)



Università di Trieste

## L'IDEA DI FONDO:

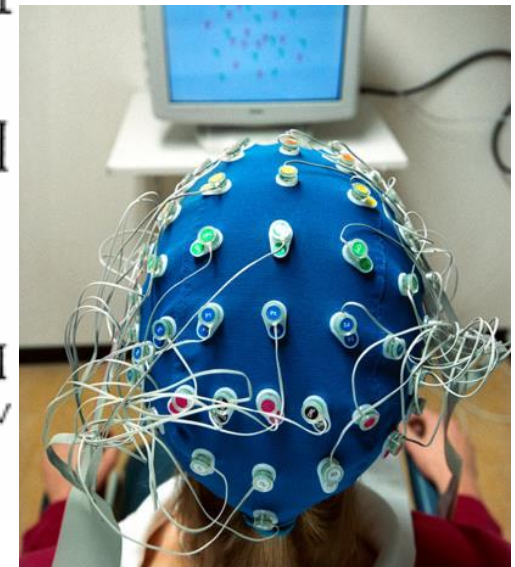
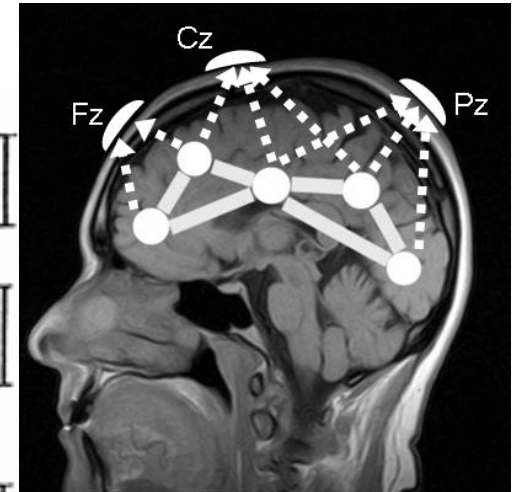
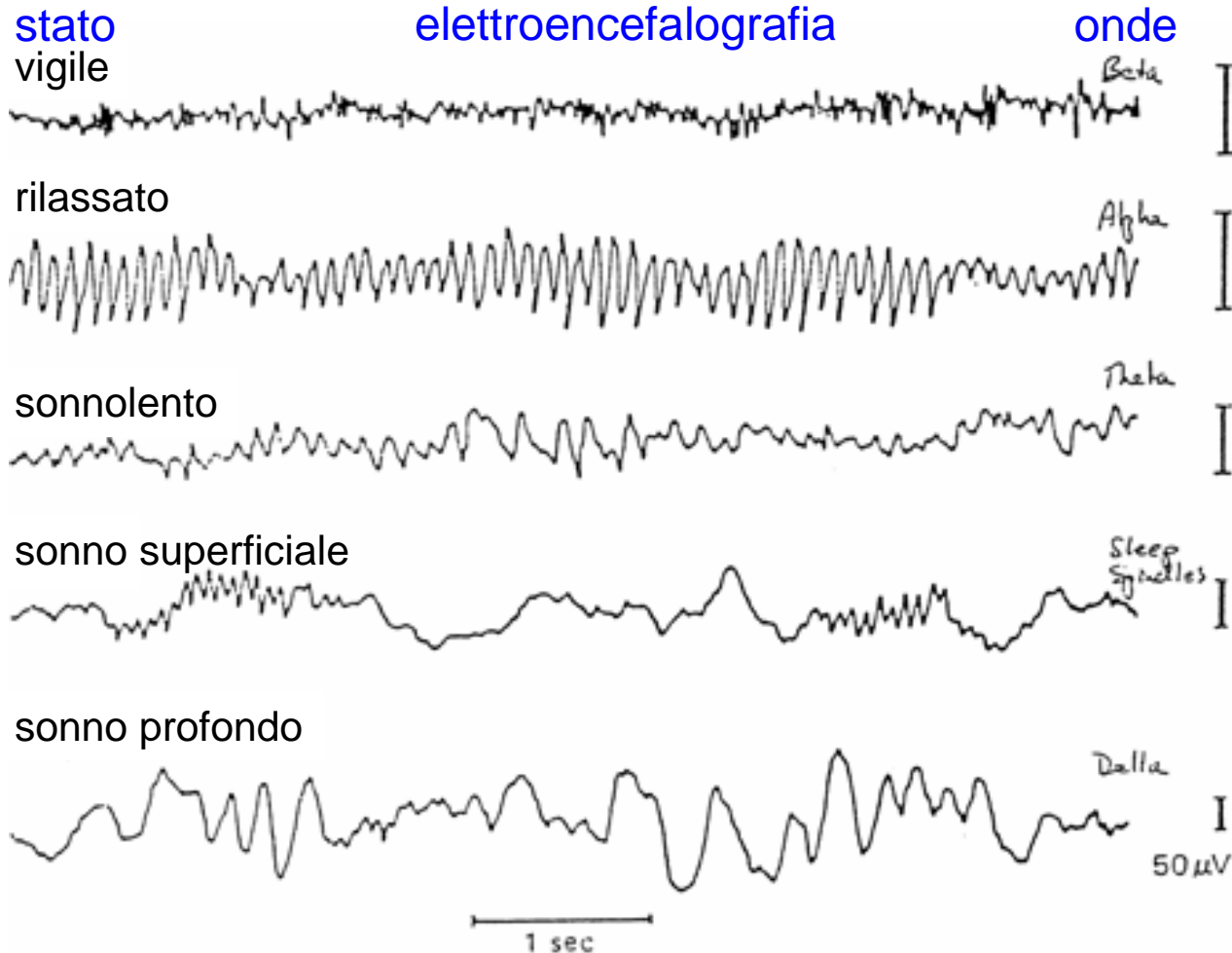
Quando i neuroni **perdono** il controllo dei muscoli...



... possono **riguadagnarlo** artificialmente

L'attività elettrica cerebrale è **modificabile**, anche volontariamente.  
Le sue variazioni (frequenze, ampiezze) possono essere utilizzate come segnali verso il mondo esterno.

## EEG



# COME SI FA

ACQUISIZIONE E  
PROCESSAMENTO DEL  
SEGNALE



ANALISI  
IDENTIFICAZIONE  
CLASSIFICAZIONE  
TRANSLAZIONE

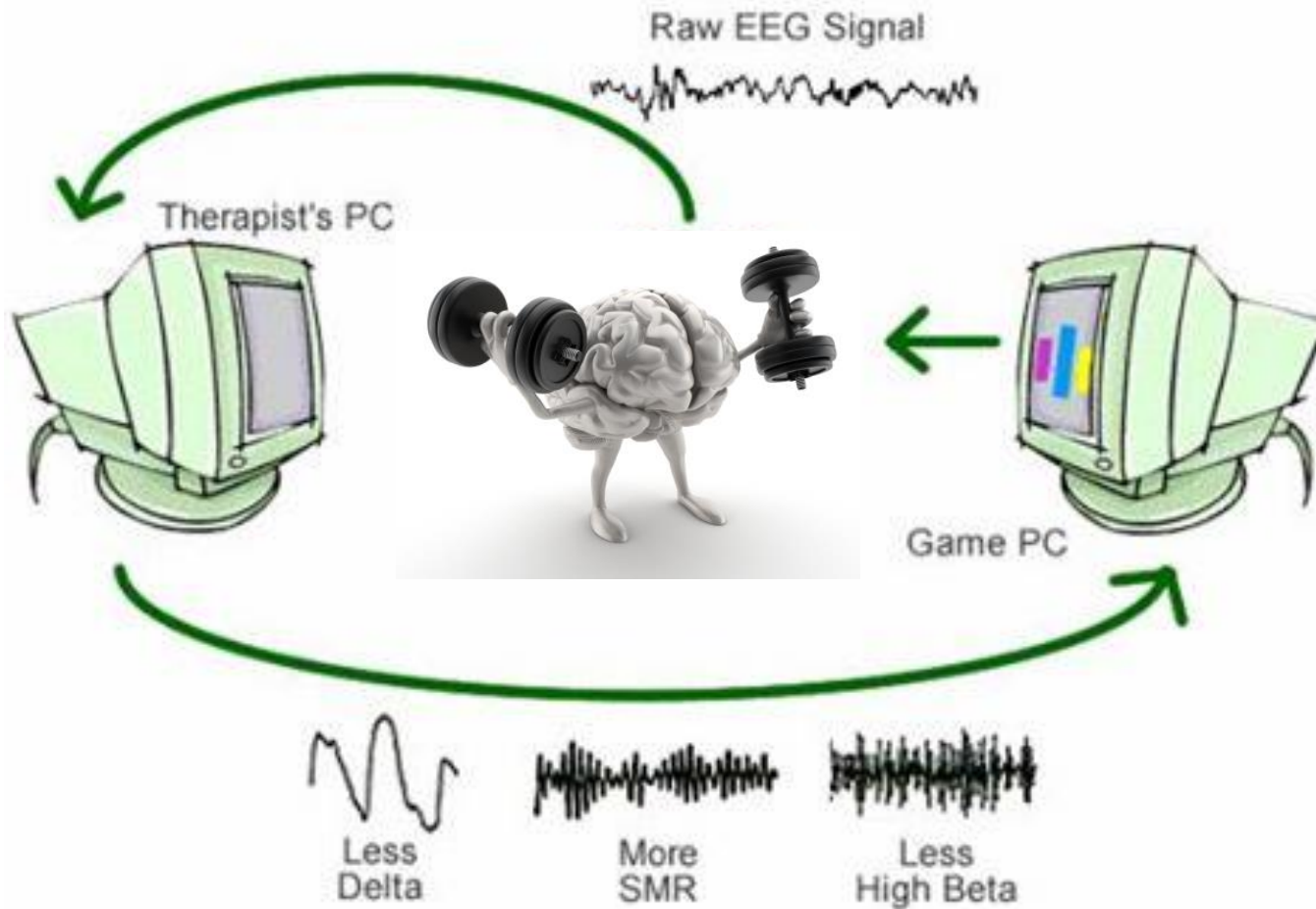


APPLICAZIONI



# COSA SI OTTIENE

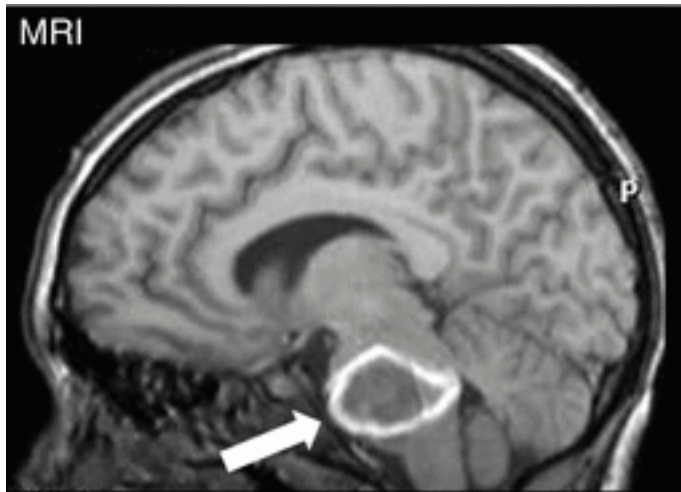
Neurofeedback (NF): EEG per allenare alla autoregolazione di funzioni cerebrali



Quando NF è usato per interagire col mondo esterno, si parla di **BCI (Brain Computer Interface)**



# PER FARE COSA? PER CHI? QUANDO?



FESTIVAL DE CANNES 2007

MIGLIOR REGIA

2 GOLDEN GLOBE

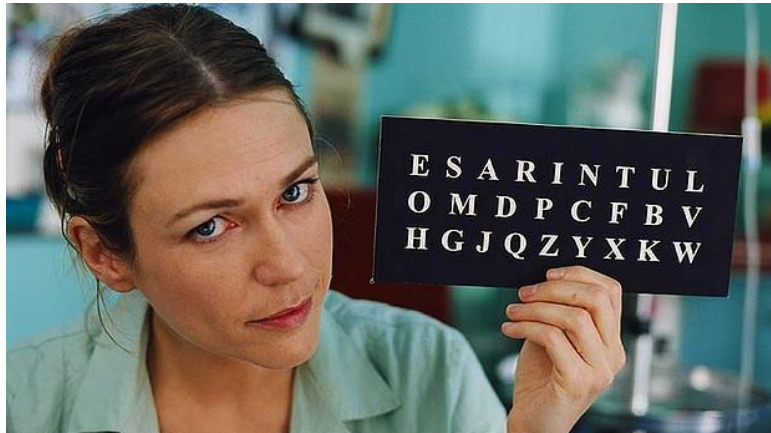
MIGLIOR FILM

MIGLIOR REGIA

UN FILM DI JULIAN SCHNABEL

## LO SCAFANDRO E LA FARFALLA

La testimonianza vera  
di un viaggio  
incredibile...



MATHIEU AMALRIC

EMMANUELLE SEIGNER

MARIE-JOSÉE CROZE

ANNE CONSIGNY

PATRICK CHESNAIS

NIELS ARESTRUP

OLATZ LOPEZ GARMENDIA

JEAN-PIERRE CASSEL

MARINA HANDS

et MAX VON SYDOW

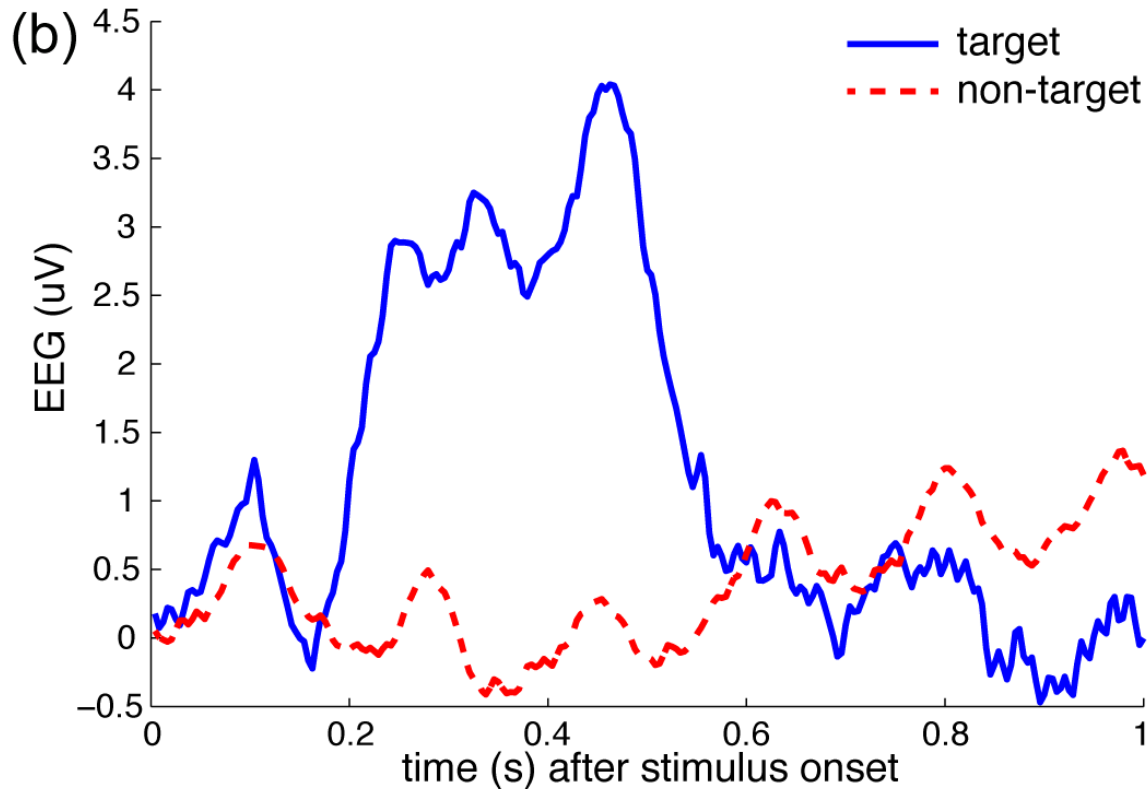
PIRELLA GÖTTSCHE LOWE PRESENTA UN FILM DI JULIAN SCHNABEL "LO SCAFANDRO E LA FARFALLA" LE SCARFANDE E LE FARFALLE. UN FILM IN UNO DEI PIÙ GRANDI ATTEORI DEL MONDO "MATHIEU AMALRIC".  
FOTOGRAFATO IN ITALIA DA PIETRO BALLO. LA REGIA È DI JULIAN SCHNABEL. IL FILM È UNO DEI PIÙ GRANDI SUCCESSI DEL CINEMA FRANCESE. IL FILM È UNO DEI PIÙ GRANDI SUCCESSI DEL CINEMA FRANCESE.  
MIGLIOR REGIA MATHIEU AMALRIC. MIGLIOR FILM MATHIEU AMALRIC. MIGLIOR REGIA MATHIEU AMALRIC. MIGLIOR FILM MATHIEU AMALRIC. MIGLIOR REGIA MATHIEU AMALRIC. MIGLIOR FILM MATHIEU AMALRIC.  
IN ASSOCIAZIONE CON THE BENTLEY / MARSHALL COMPANY / JOHN KILLER. REGIA DI JULIAN SCHNABEL.

WWW.BIMFILM.COM



## BCI PER COMUNICARE: ONDA P300

- si genera, a livello EEG, in risposta a uno stimolo (evento) significativo, ma poco probabile
- si genera circa 300 millisecondi dopo lo stimolo
- per evidenziarla, bisogna fare molte ripetizioni



# P300 speller

|          |          |          |          |          |          |
|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| <b>A</b> | <b>B</b> | <b>C</b> | <b>D</b> | <b>E</b> | <b>F</b> |
| <b>G</b> | <b>H</b> | <b>I</b> | <b>J</b> | <b>K</b> | <b>L</b> |
| <b>M</b> | <b>N</b> | <b>O</b> | <b>P</b> | <b>Q</b> | <b>R</b> |
| <b>S</b> | <b>T</b> | <b>U</b> | <b>V</b> | <b>W</b> | <b>X</b> |
| <b>Y</b> | <b>Z</b> | <b>1</b> | <b>2</b> | <b>3</b> | <b>4</b> |
| <b>5</b> | <b>6</b> | <b>7</b> | <b>8</b> | <b>9</b> | <b>_</b> |

Illuminazione di righe e di colonne in una matrice virtuale





## A multimenu system based on the P300 component as a time saving procedure for communication with a brain-computer interface

*Joanna Jarmolowska<sup>1\*</sup>, Marcello M. Turconi<sup>1</sup>, Pierpaolo Busan<sup>1</sup>, Jie Mei<sup>2</sup> and Piero P. Battaglini<sup>1</sup>*

<sup>1</sup> Department of Life Sciences, B.R.A.I.N. Center for Neuroscience, University of Trieste, Trieste, Italy

<sup>2</sup> Department of Mathematics and Computer Science, Valparaiso University, Valparaiso, IN, USA

### **Per migliorare l'efficacia di comunicazione:**

- Con un alto livello di accuratezza
- Con minori selezioni
- Aumentando la velocità di scrittura

### **Come?**

- Matrice di selezione 3x3
- Parole intere
- Relazione semantica tra sotto - menu

# MULTIMENU

|               |        |            |
|---------------|--------|------------|
| CONVERSAZIONE | GIOCHI | ASSISTENZA |
| MASS MEDIA    | SI     | NO         |
| CANC          | ANCORA | BASTA      |

|               |        |            |
|---------------|--------|------------|
| CONVERSAZIONE | GIOCHI | ASSISTENZA |
| MASS MEDIA    | SI     | NO         |
| CANC          | NOME   | BASTA      |

|        |         |            |
|--------|---------|------------|
| DOLORE | BISOGNO | INFERMIERA |
| PAUSA  | SI      | NO         |
| CANC   | TORNA   | PRINCIPALE |

|                |         |                   |
|----------------|---------|-------------------|
| RAPPORTI       | LETTERE | LAVORO/<br>STUDIO |
| NEWS/<br>METEO | SI      | NO                |
| CANC           | TORNA   | PRINCIPALE        |

|       |         |            |
|-------|---------|------------|
| TESTA | SCHIENA | OCCHI      |
| DENTI | GOLA    | GAMBA      |
| CANC  | TORNA   | PRINCIPALE |

|          |             |             |
|----------|-------------|-------------|
| SALUTI   | NOVITA'?    | TUOI?       |
| CHI SEI? | BENE/<br>SI | MALE/<br>NO |
| CANC     | TORNA       | PRINCIPALE  |

“Mi fa male la schiena”

“Desidero conversare, parلامي di te”

POLYMORPH, **speller predittivo**, per una comunicazione ancora più veloce



## International Journal of Human-Computer Interaction



Published online: 29 Dec 2017.

ISSN: 1044-7318 (Print) 1532-7590 (Online) Journal homepage: <http://www.tandfonline.com/loi/hihc20>

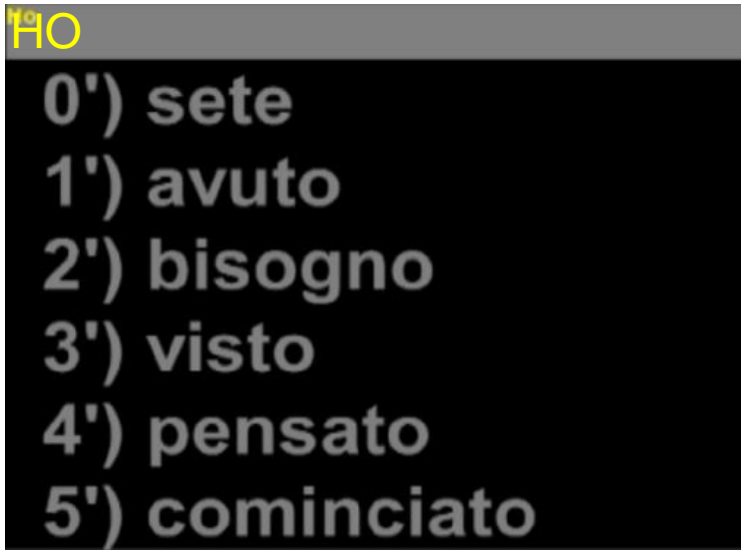
# PolyMorph: Increasing the Spelling Efficiency of P300 by Selection Matrix PolyMorphism and Sentence-Based Predictions

Alberto Casagrande, Joanna Jarmolowska, Marcello Maria Turconi, Pierpaolo Busan, Francesco Fabris & Piero Paolo Battaglini

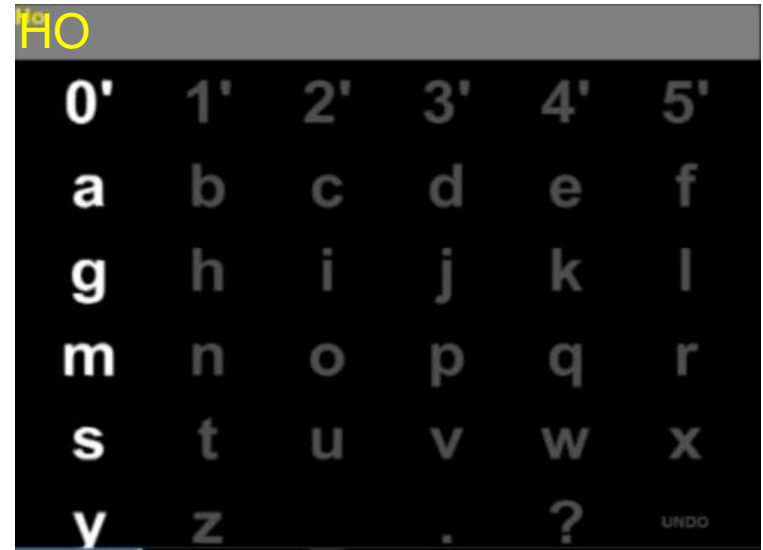
- Suggerisce le parole più probabili che completino i prefissi già scritti
- Elimina le ridondanze presenti nei linguaggi naturali
- Minimizza il numero di caratteri selezionabili

# POLYMORPH

## FASI DELLA SELEZIONE



**1) FASE DEI SUGGERIMENTI:**  
Suggerimento delle parole più probabili in base al prefisso già scritto



**2) FASE DELLA SELEZIONE:**  
Presentazione della matrice con le possibili selezioni: sia lettere che ID



# POLYMORPH

## **Accuratezza:**

PolyMorph 97% vs 87% Multimenu

## **Percentuale di errori per selezione e per carattere:**

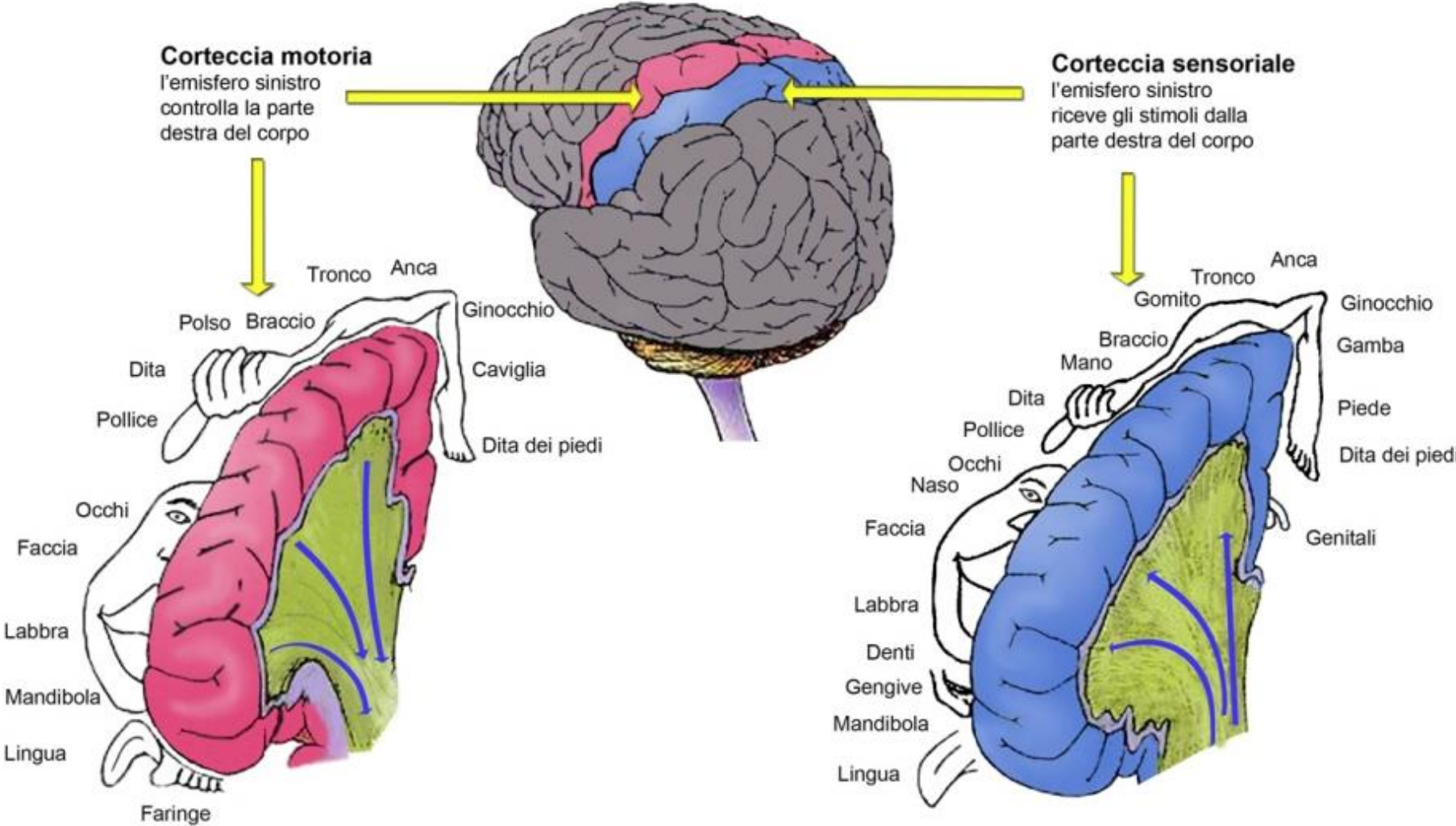
più bassa nel PolyMorph, indipendentemente dalla frase scritta, rispetto a un P300 Speller classico

## **Tempo per completare la frase:**

1<sup>a</sup> volta: più veloce di **2,75** volte rispetto al tempo di scrittura con il P300 Speller classico

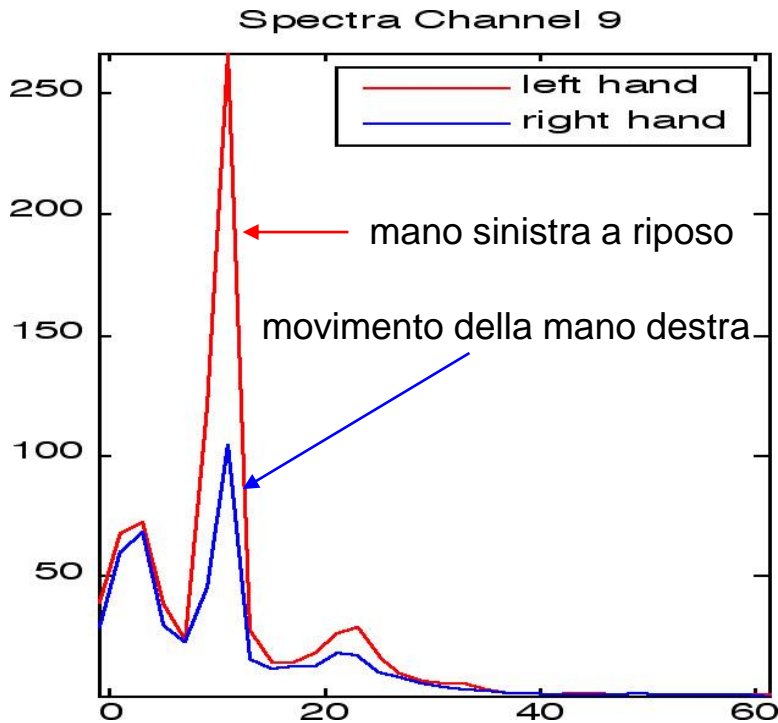
2<sup>a</sup> volta: più veloce di **4,8** volte del rispetto al tempo di scrittura con il P300 Speller classico

# Cos'altro si può fare? Ritmi sensorimotori



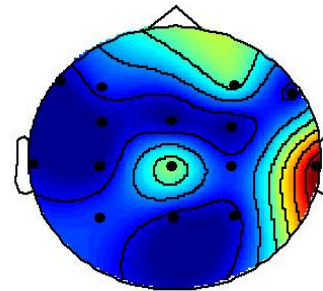
# Ritmi sensorimotori – **immaginazione motoria**

L'utente modula l'ampiezza dei propri ritmi mu (8-12 Hz) o beta (18-26 Hz) **immaginando di muovere** una parte del suo corpo. Il software rileva i cambiamenti (riduzione della sincronizzazione, ERD, e quindi della potenza) e genera, di conseguenza, modifiche nell'ambiente esterno.

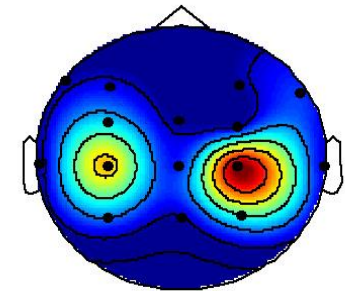


Distribution of signal power over frequencies

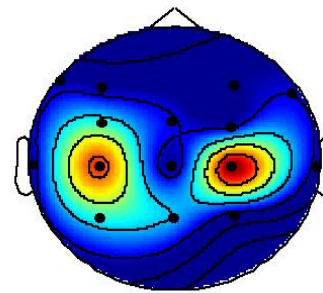
8.00 Hz (8.00 Hz requested)



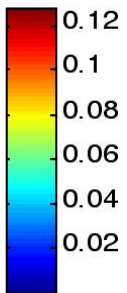
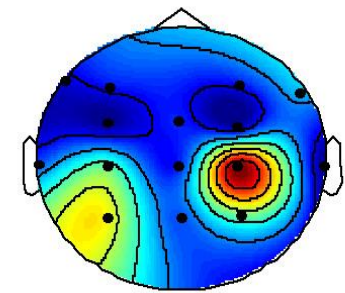
10.00 Hz (10.00 Hz requested)



12.00 Hz (12.00 Hz requested)



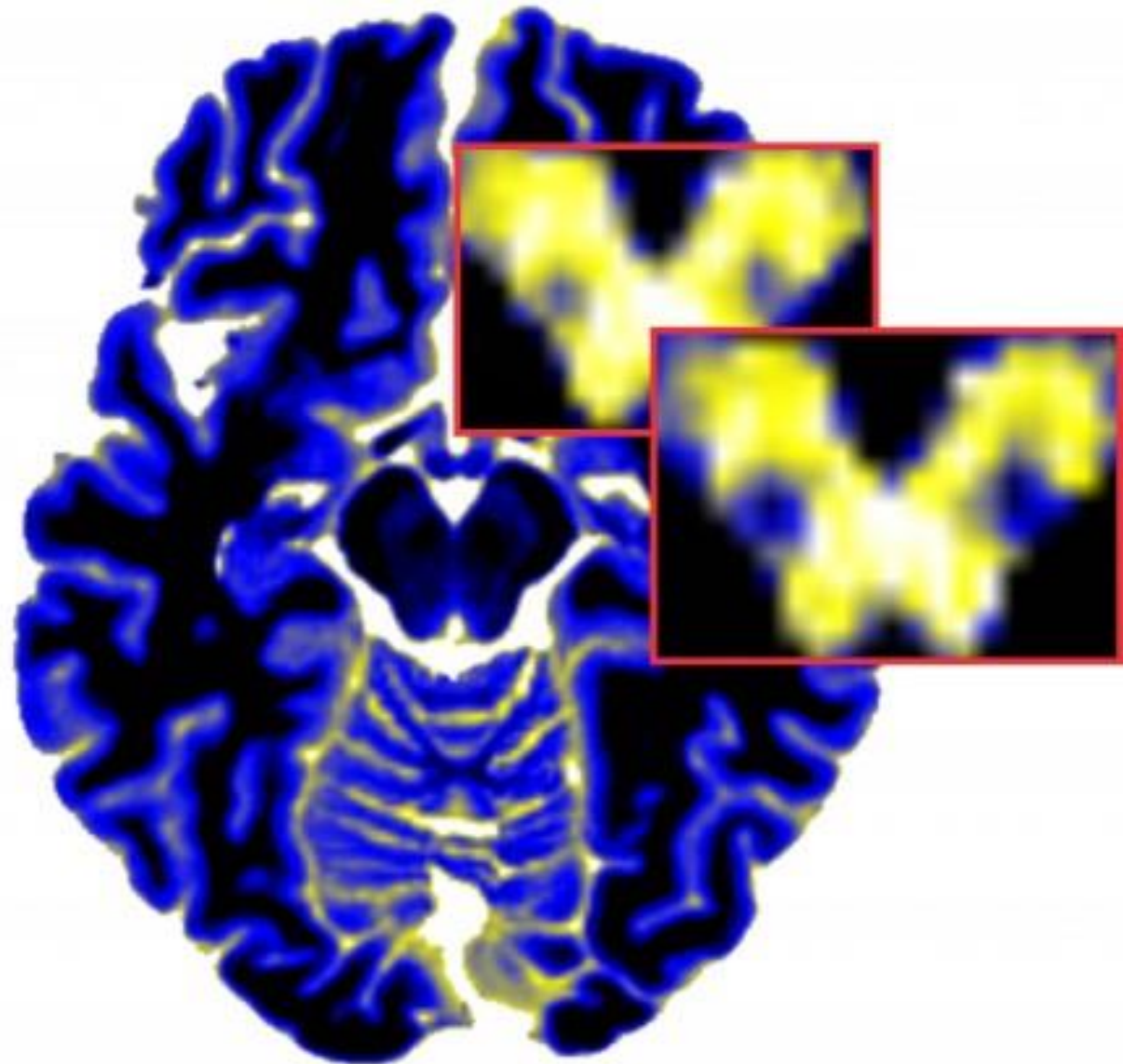
22.00 Hz (23.00 Hz requested)



Topographical distribution of  $r^2$  at specific frequency values for left hand movements

PER FARE COSA? PER CHI? QUANDO?

Sintomi motori del Morbo di Parkinson





# Morbo di Parkinson: videofeedback



Il soggetto, posto davanti a un monitor, deve immaginare il movimento che fa fatica a compiere:

se l'attività cerebrale è corretta, il sistema fa camminare un attore in un video

## Morbo di Parkinson: dichiarazioni dei primi pazienti

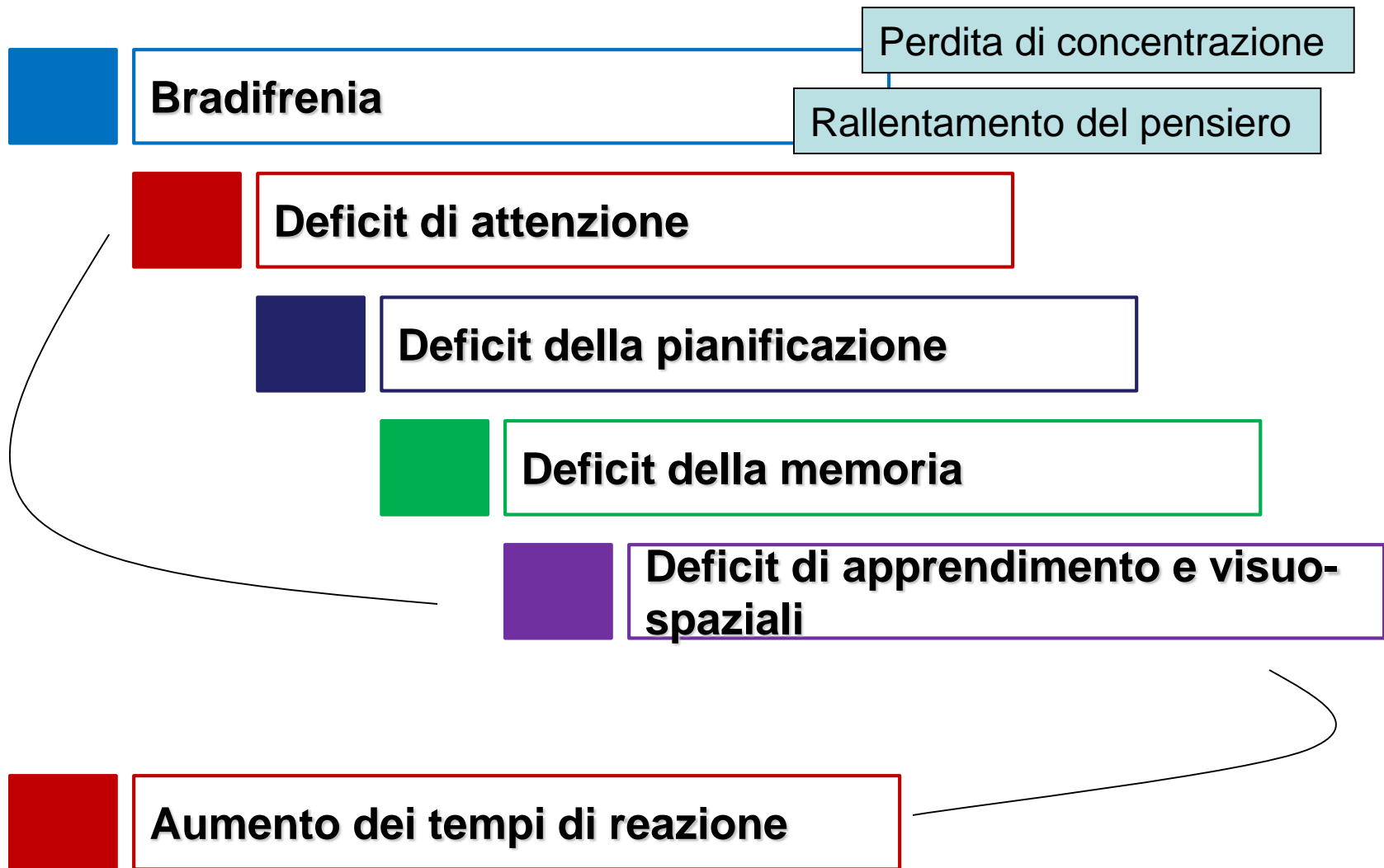
*“Nelle due ore successive mi pareva di non avere più il Parkinson...”*

*“...Mi è capitato [il freezing] quando ero a casa e sapevo cosa fare per andare avanti”*

# Sintomi cognitivi nel Morbo di Parkinson



# Morbo di Parkinson: sintomi cognitivi



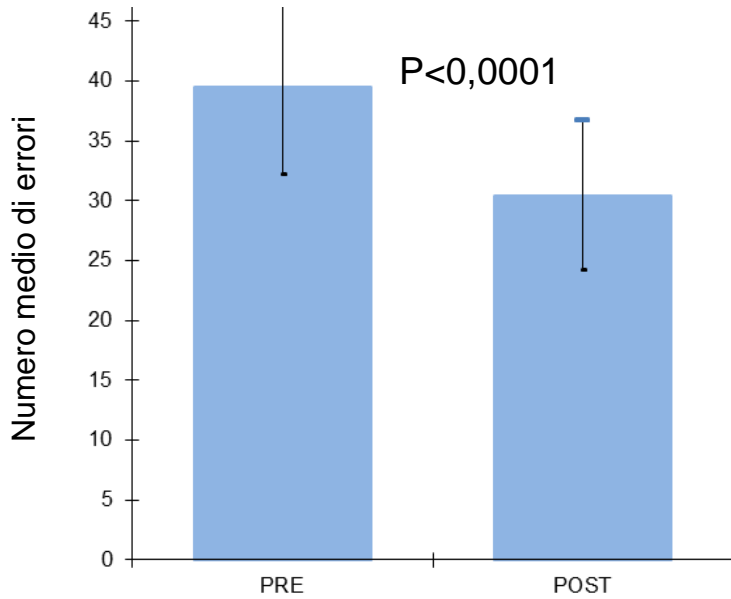


# Morbo di Parkinson: neurofeedback

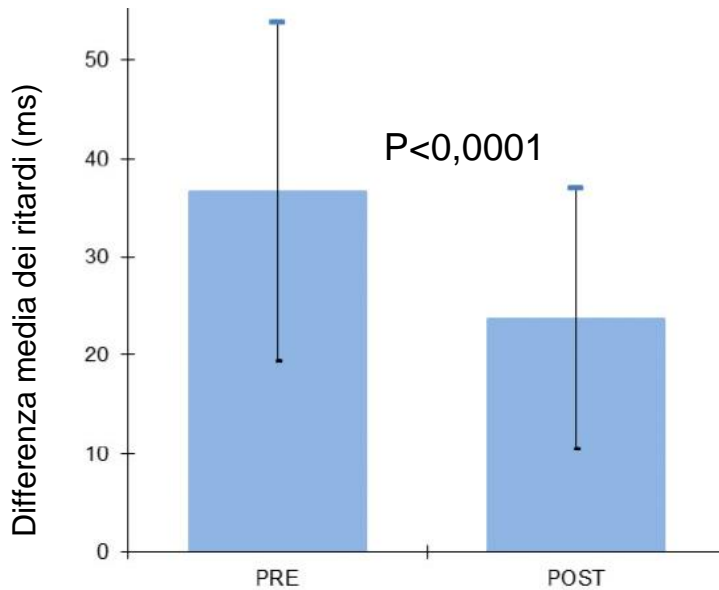


Attraverso l'applicazione di tecniche di Neurofeedback (NF) il paziente impara a modulare la propria attività cerebrale, migliorando l'attenzione e la concentrazione

# Test cognitivi



ARCES (Attention-Related Cognitive Errors Scale): misura degli errori quotidiani compiuti per disattenzione



STROOP: tempi di risposta fra una condizione congruente e non congruente di coppie di nomi di colori/colore della parola

DOI [10.1701/2865.28908](https://doi.org/10.1701/2865.28908)  Scarica il PDF (123,3 kb)

Recenti Prog Med 2018;109(2):130-132



La medicina  
corre veloce...

Seguici   

Tweets by [@RecentiProgMed](#)



 Recenti Progressi Retweeted



## Neurofeedback nella malattia di Parkinson: tecnologie in logopedia

VALENTINA LAVERMICOCCA<sup>1,2</sup>, ANNA RITA DELLOMONACO<sup>3</sup>, ANGELA TEDESCO<sup>4</sup>, MARILINA NOTARNICOLA<sup>1</sup>, ROBERTA DI FEDE<sup>4</sup>, PIERO PAOLO BATTAGLINI<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Centro Giovanni Paolo II, Putignano (BA); <sup>2</sup>Università di Trieste; <sup>3</sup>AOU Policlinico di Bari, Direttivo FLI Puglia, Bari; <sup>4</sup>ASL Bari; <sup>5</sup>BRAIN Centre for Neuroscience, Università di Trieste.

*Pervenuto su invito il 19 dicembre 2017.*

L'incremento dei livelli di soddisfazione e del senso di auto-efficacia sembra imputabile alla percezione di esercitare un diretto controllo sulle proprie prestazioni cognitive.

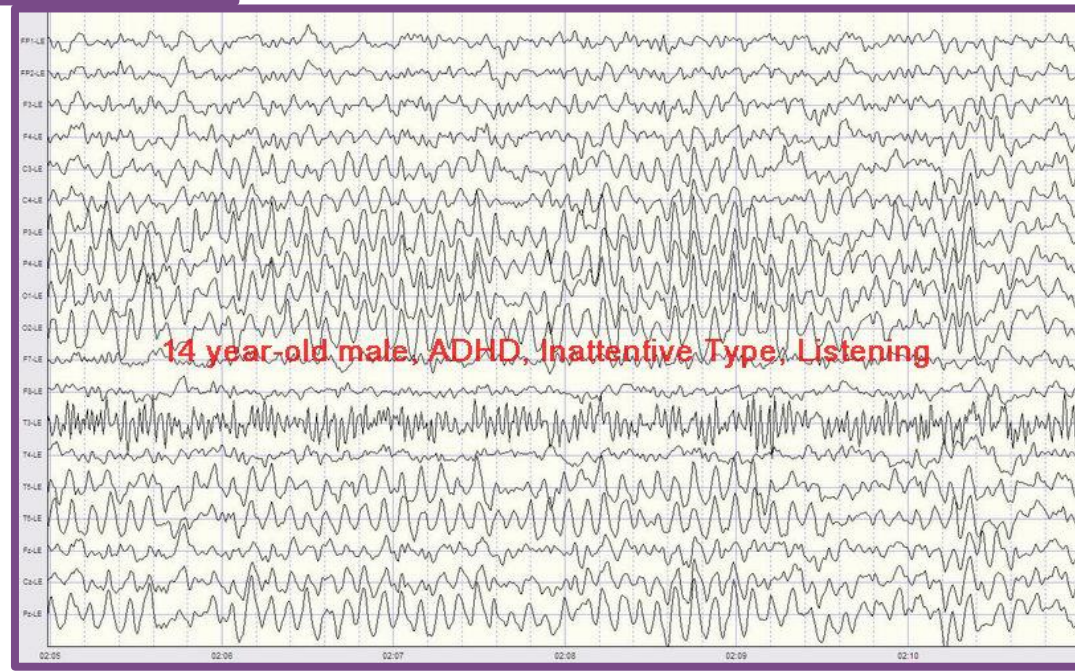
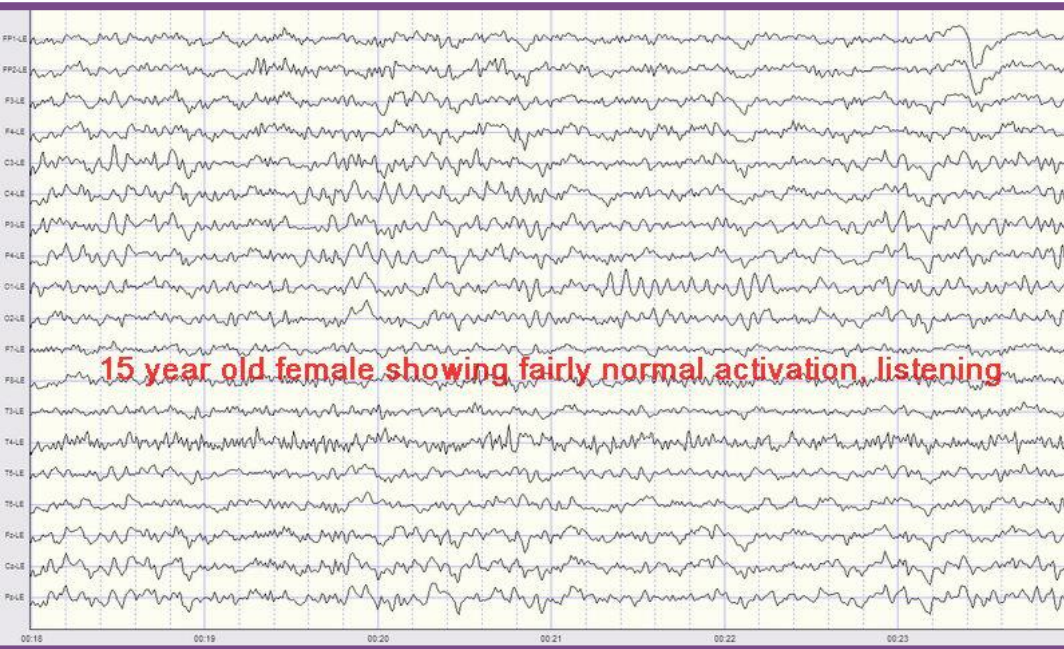


# DEFICIT DI ATTENZIONE E IPERATTIVITÀ: ADHD (ATTENTION DEFICIT AND HYPERACTIVITY DISORDER)







# MODELLI DI ATTIVITÀ EEG IN SOGGETTI NORMALE E CON ADHD



# ADHD: COSA NON VA E COSA PUÒ ESSERE FATTO



|   |  |   |                                    |
|---|--|---|------------------------------------|
| <b>ADHD:<br/>ECESSO DEI<br/>RITMI:</b>      | <b>THETA/BETA</b><br>Regione fronto-<br>centrale | <b>ALPHA</b><br>Regione fronto-<br>centrale | <b>SCOPO DEL NF:<br/>RIDUZIONE</b> |
| <b>ADHD:<br/>DIMINUZIONE<br/>DEI RITMI:</b> | <b>BETA</b><br>Varie regioni                     | <b>SMR</b><br>Regione rolandica             | <b>SCOPO DEL NF:<br/>AUMENTO</b>   |



# NEUROFEEDBACK E ADHD

Il gruppo brainew sta sperimentando software particolarmente adatti a favorire la concentrazione, il rilassamento e le capacità di apprendimento



La cuffia registra la attività cerebrale e la invia al gioco via bluetooth



Il gioco restituisce informazioni sulla attività cerebrale in modo divertente

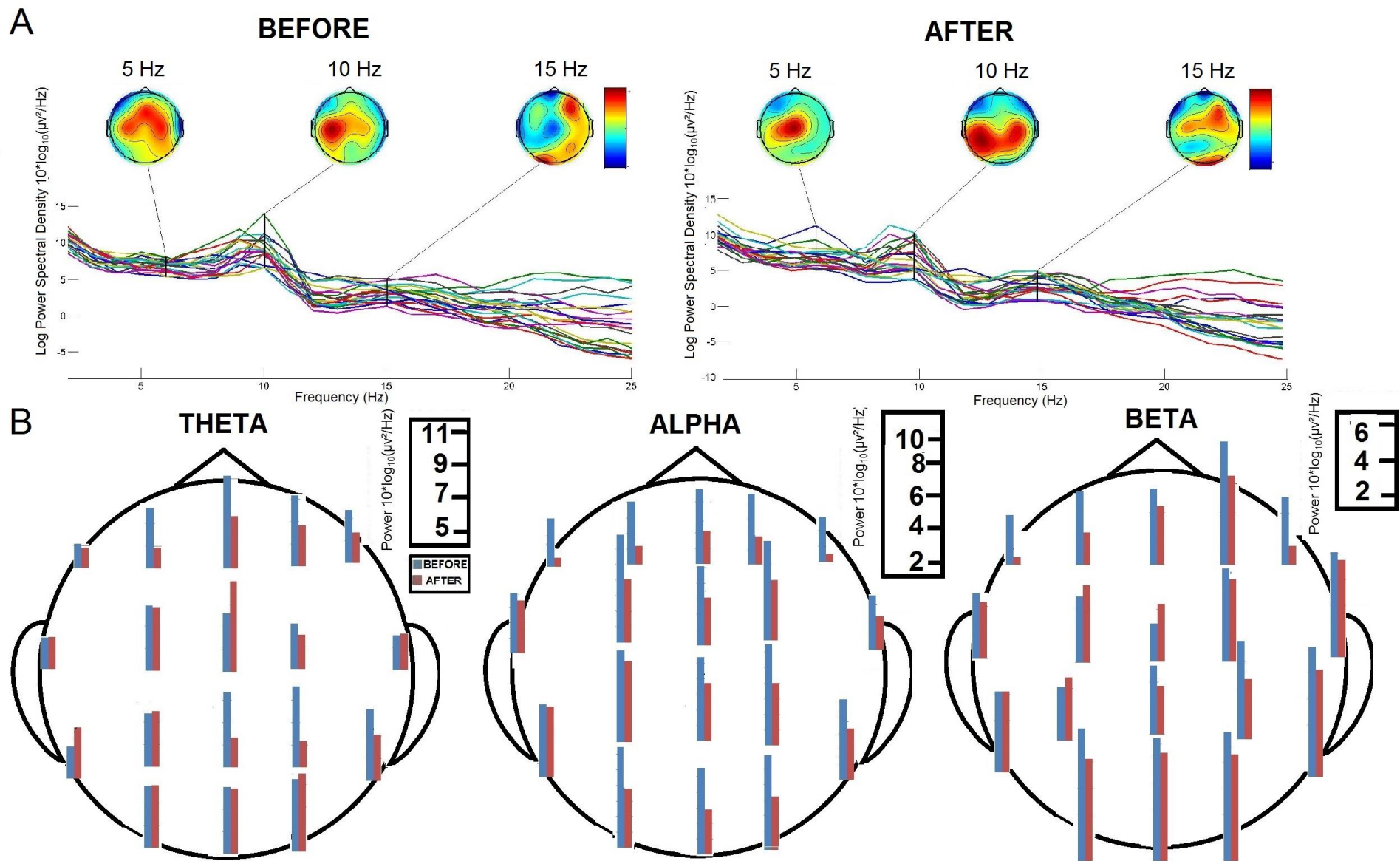


Il bambino impara a rendersi conto del proprio livello di attenzione e di rilassamento

Con la pratica, impara a controllarli

Brainew ne studia l'efficacia e il miglior metodo di somministrazione

# POTENZA DELL'ATTIVITÀ EEG PRIMA E DOPO 10 SEDUTE DI ALLENAMENTO



Riduzione dell'attività theta e alpha in un ragazzino con ADHD dopo un mese di trattamento





Progetto BRAINEW

Progetto MEMORI-net

## CHI HA LAVORATO DAVVERO

**Università di Trieste**

**Scuola “Divisione Julia”, Trieste**

**Pierpaolo Busan**

**Giovanna Berizzi**

**Joanna Jarmolowska**

**Alberto Califano**

**Valentina Lavermicocca**

**Eugenia di Barbora**

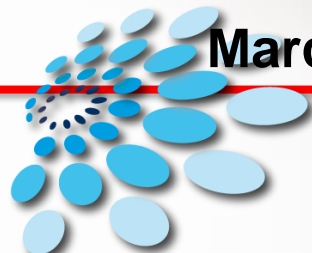
**Aleksandar Miladinovic**

**Caterina Granata**

**Marcello M. Turconi**

**Cinzia Schierani**

**Maddalena Vulcani**



Dipartimento di  
Scienze della Vita

**PIERO PAOLO BATTAGLINI**

[battagli@units.it](mailto:battagli@units.it)



Università di Trieste



