



NS NEURO SCIENCE
LAB Iniziativa di  INTESA SANPAOLO INNOVATION CENTER

IL CERVELLO IN MOVIMENTO

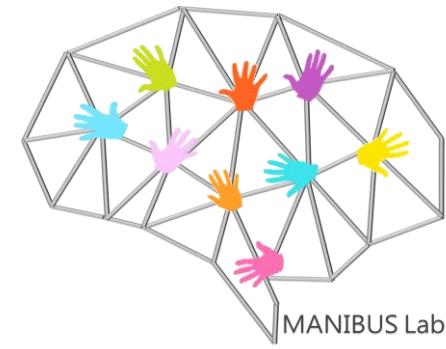
Perché allenarsi
cambia la mente?



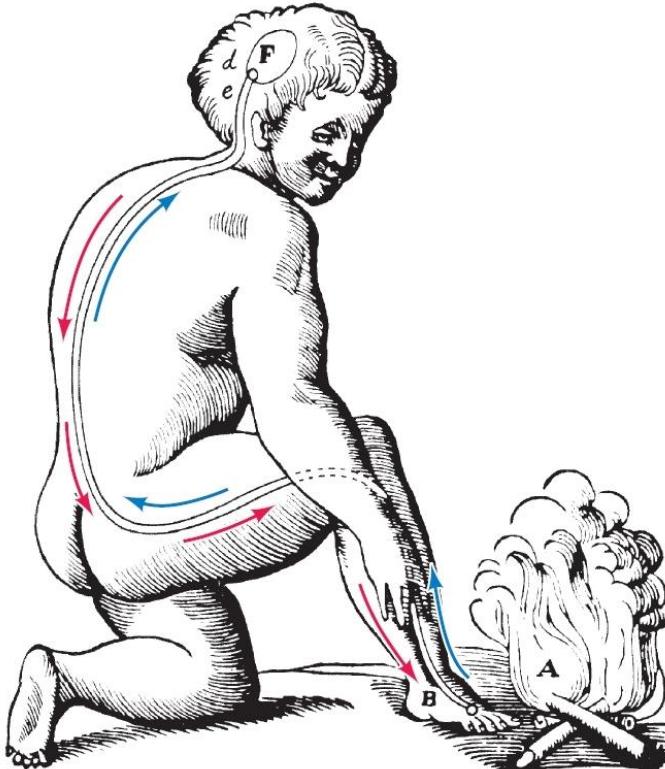
Francesca Garbarini
Professoressa Ordinaria di Neuropsicologia e Neuroscienze Cognitive
Dipartimento di Psicologia, Università di Torino

francesca.garbarini@unito.it

01 Dicembre 2025



MENTE (CERVELLO) E CORPO (COMPORTAMENTO)



Cartesio: Spiegazione meccanicistica
del riflesso di allontanamento

Nel disegno di Cartesio lo stimolo doloroso trasportato dai nervi (**frecce blu**) si riflette nel **CERVELLO** e ritorna ai muscoli della gamba (**frecce rosse**) che contraendosi producono il **COMPORTAMENTO** di allontanamento.

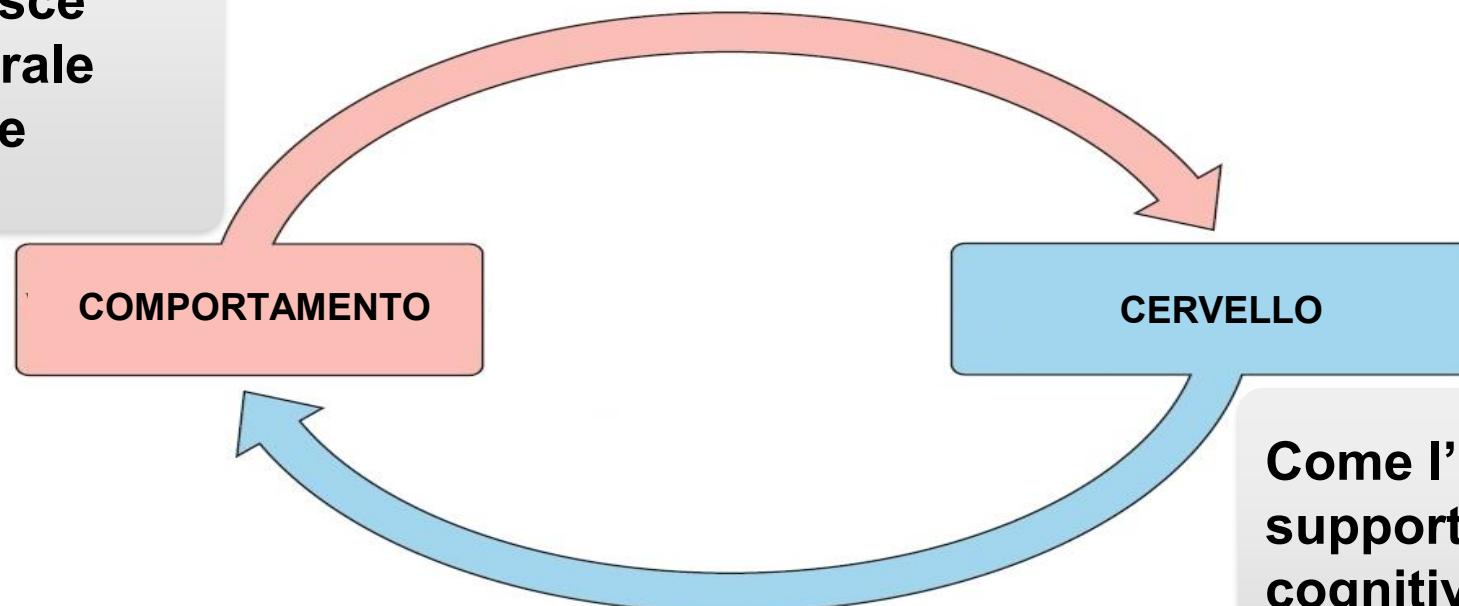
Ma per Cartesio la spiegazione meccanicistica della relazione tra **CERVELLO** e **COMPORTAMENTO** si applica solo per le risposte riflesse. Per spiegare le funzioni cognitive di ordine superiore, Cartesio postula l'esistenza una sostanza separata dal **CORPO** (*res extensa*), cioè la **MENTE** (*res cogitans*).

RELAZIONE TRA CERVELLO E COMPORTAMENTO



Le NEUROSCIENZE COGNITIVE studiano la relazione tra CERVELLO e COMPORTAMENTO

Come il nostro comportamento agisce sull'anatomia cerebrale modulando le nostre funzioni cognitive?
“



Come l'anatomia cerebrale supporta le varie funzioni cognitive e spiega il nostro comportamento?
“

Superamento del dualismo Cartesiano:

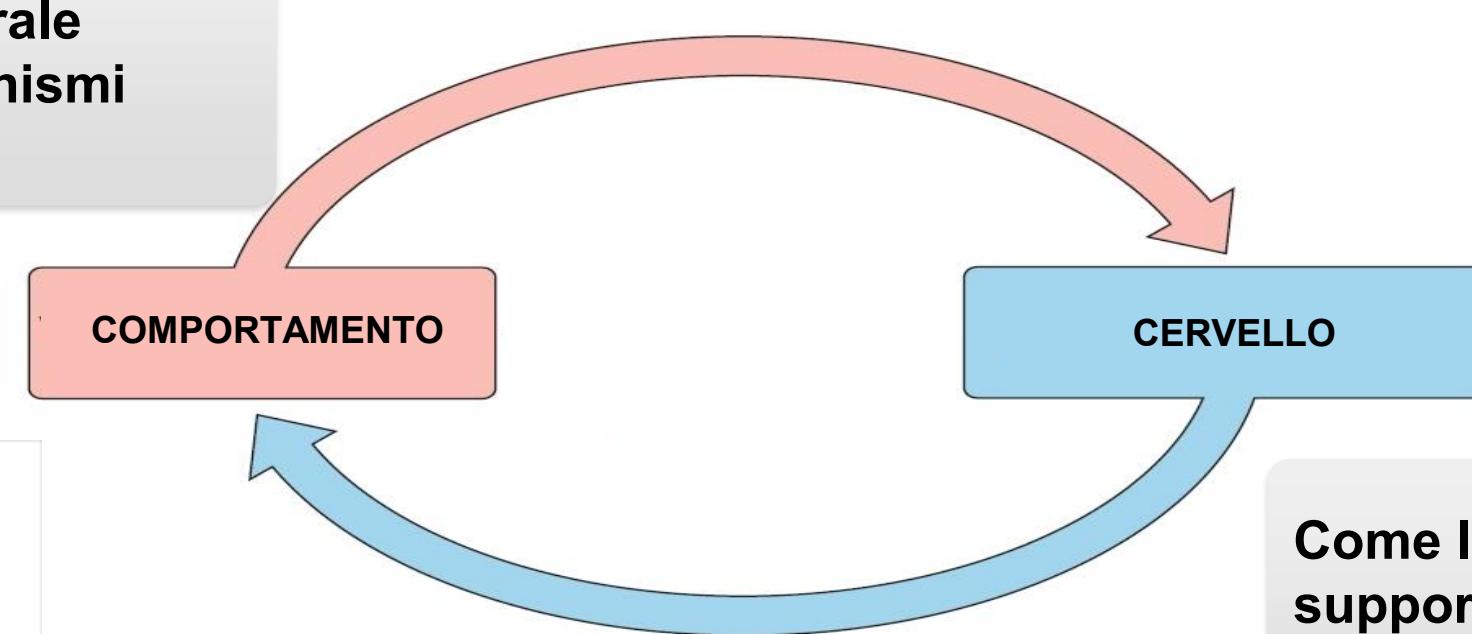
La nostra **mente** (aspetti cognitivi ed emotivi) è radicata nel substrato biologico del nostro **corpo**, inteso in **senso fisico** (anatomia cerebrale) ed **esperienziale** (opportunità di interazioni tra il nostro corpo e l'ambiente)

RELAZIONE TRA CERVELLO E MOVIMENTO



Le NEUROSCIENZE MOTORIE studiano la relazione tra CERVELLO e COMPORTAMENTO MOTORIO

Come l'esercizio fisico agisce sull'anatomia cerebrale modulando i meccanismi neurali e cognitivi?
“



Come l'anatomia cerebrale supporta il nostro comportamento motorio?
“

RELAZIONE TRA CERVELLO E MOVIMENTO



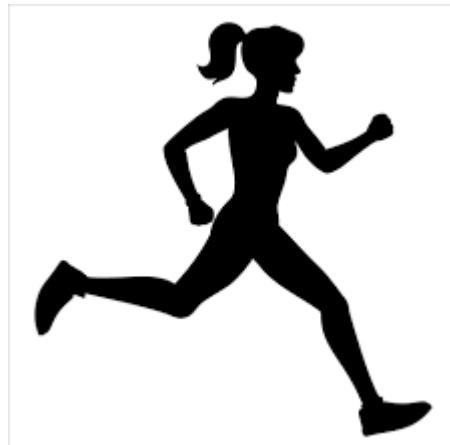
Le NEUROSCIENZE MOTORIE studiano la relazione tra CERVELLO e COMPORTAMENTO MOTORIO

Come l'esercizio fisico agisce sull'anatomia cerebrale modulando i meccanismi neurali e cognitivi?

"

COMPORTAMENTO

CERVELLO



BENEFICI DELL'ESERCIZIO FISICO SULLA PLASTICITA' CEREBRALE

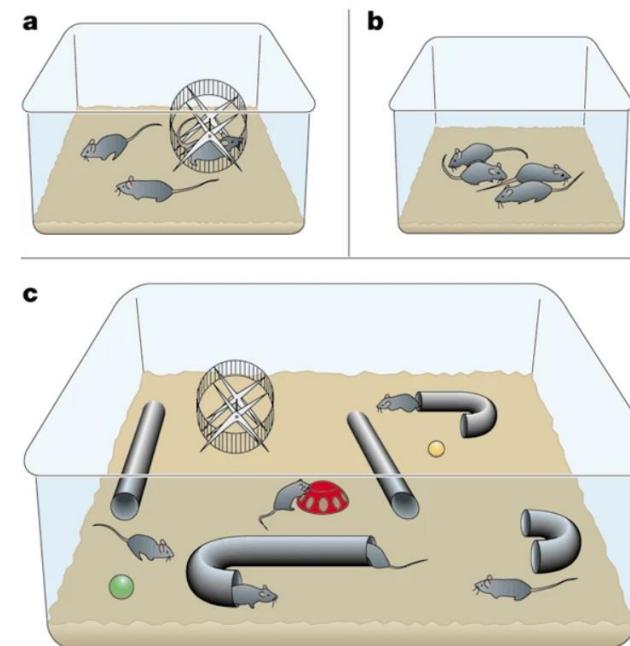


Review Article | Published: 01 December 2000

Neural consequences of environmental enrichment

[Henriette van Praag](#), [Gerd Kempermann](#) & [Fred H. Gage](#)

[Nature Reviews Neuroscience](#) 1, 191–198 (2000) | [Cite this article](#)



L'attività fisica nei topi stimola la **plasticità cerebrale**, aumentando la **proliferazione cellulare** e la formazione di nuovi neuroni nel giro dentato dell'ippocampo. Favorisce la crescita cerebrale, maggiore sinaptogenesi e **miglioramenti in memoria e apprendimento**.

BENEFICI DELL'ESERCIZIO FISICO NEL CICLO DI VITA

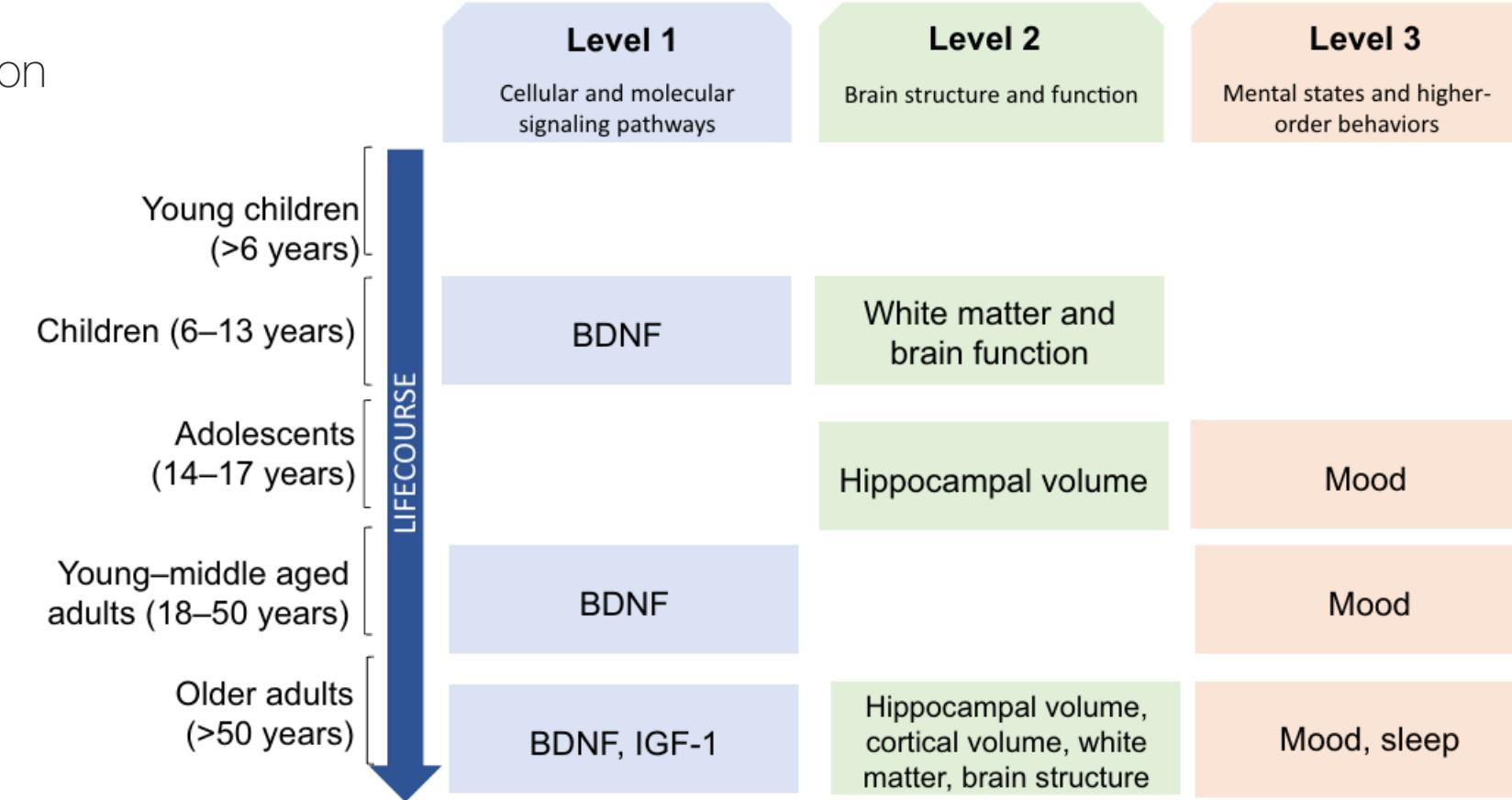


Trends in Neurosciences

CellPress
REVIEWS

Review

Effects of Exercise on Brain and Cognition Across Age Groups and Health States

Chelsea M. Stillman,¹ Irene Esteban-Cornejo,² Belinda Brown,³ Catherine M. Bender,⁴ and Kirk I. Erickson^{1,3,*}

In tutte le **età della vita umana**, dall'infanzia alla vecchiaia, l'**attività fisica** influenza **meccanismi cellulari** che aiutano la crescita e la connessione neurale, l'**anatomia strutturale e funzionale** del cervello, il **tono dell'umore** e la **qualità del sonno**.

BENEFICI DELL'ESERCIZIO FISICO NEL PREVENIRE DECLINO COGNITIVO E DEMENZA



Blondell et al. BMC Public Health 2014, 14:510
<http://www.biomedcentral.com/1471-2458/14/510>



RESEARCH ARTICLE

BMC
Public Health

Open Access

Does physical activity prevent cognitive decline and dementia?: A systematic review and meta-analysis of longitudinal studies

Sarah J Blondell¹, Rachel Hammersley-Mather² and J Lennert Veerman^{1*}

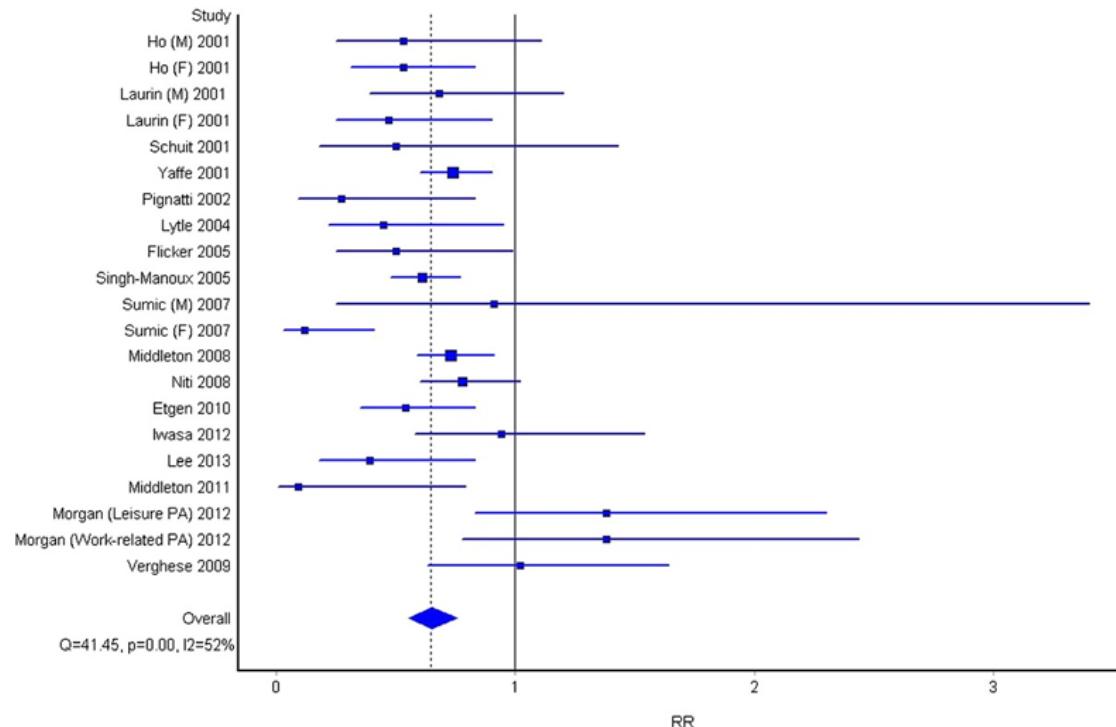


Figure 2 The association between high physical activity and cognitive decline.

Le persone che fanno più attività fisica hanno il 35% di rischio in meno di declino cognitivo ($RR = 0.65$) e il 14% di rischio in meno di sviluppare demenza ($RR = 0.86$).

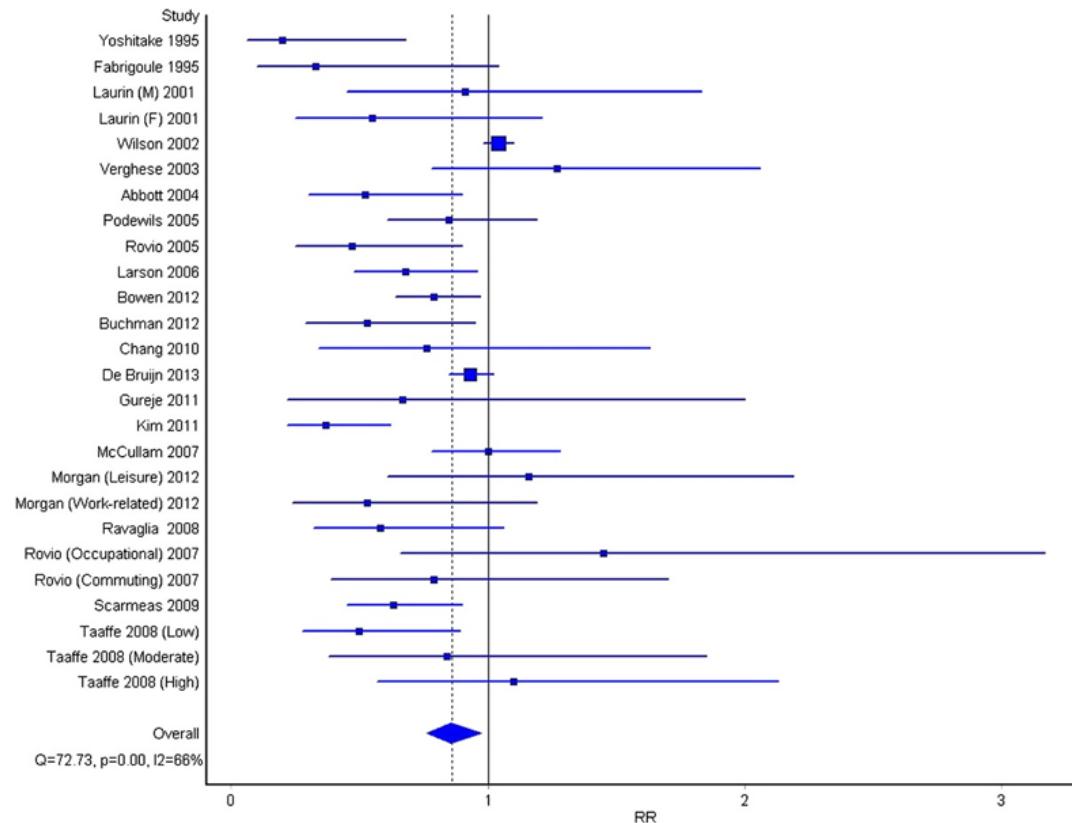


Figure 3 The association between high physical activity and dementia.

COME L'ESERCIZIO FISCO MODULA I MECCANISMI NEUROCOGNITIVI: 2 STUDI DAL NOSTRO LAB



1) Come l'expertise nell'esecuzione di azioni sportive modula la capacità di predire l'esito di azioni osservate?

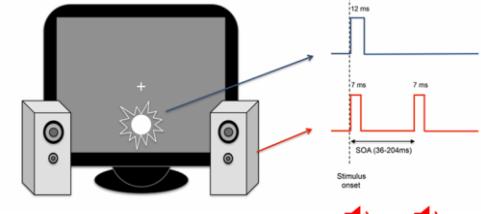
"

COMPORTAMENTO

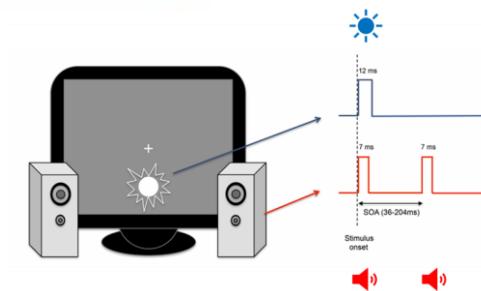
CERVELLO



2) Come l'allenamento sportivo (indoor e outdoor) influisce sul benessere cognitivo?



PSICOFISICA



PSICOFISICA



EEG

COME L'ESERCIZIO FISCO MODULA I MECCANISMI NEUROCOGNITIVI: 2 STUDI DAL NOSTRO LAB

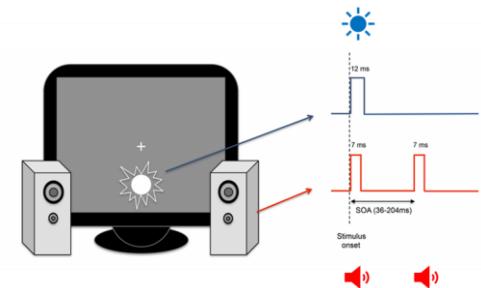


1) Come l'expertise nell'esecuzione di azioni sportive modula la capacità di predire l'esito di azioni osservate?

"

COMPORTAMENTO

CERVELLO



PSICOFISICA

OBIETTIVI DELLO STUDIO



Psychology of Sport & Exercise 58 (2022) 102092

Contents lists available at ScienceDirect

Psychology of Sport & Exercise

journal homepage: www.elsevier.com/locate/psychsport



Expertise and injury experience in professional skiers modulate the ability to predict the outcome of observed ski-related actions



Alice Rossi Sebastian ^a, Karol Poles ^a, Monica Biggio ^b, Marco Bove ^b, Marco Neppi-Modona ^a, Francesca Garbarini ^{a,c}, Carlotta Fossataro ^{a,*}

Sfruttare l'ambito sportivo per studiare come una **competenza specifica** durante l'esecuzione delle proprie **azioni** possa modulare la **capacità di comprendere le azioni altrui**

ESPERIMENTO 1: ruolo dell'esperienza nell'esecuzione di **azioni sportive** sulla capacità di predire l'esito di azioni osservate

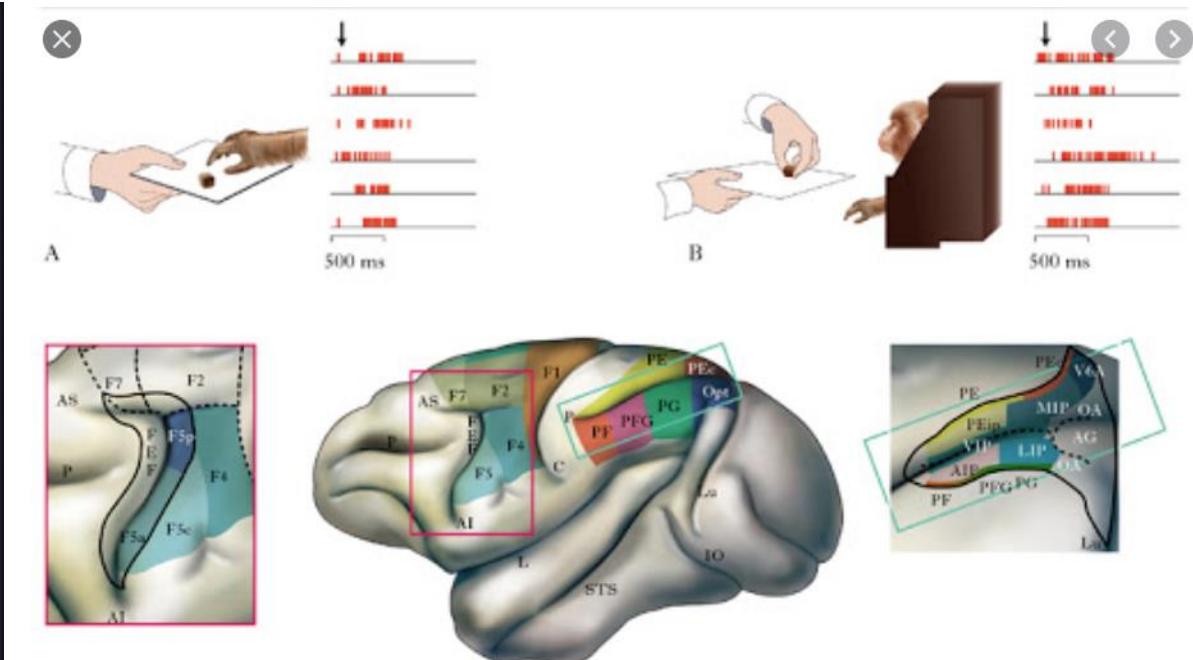
ESPERIMENTO 2: ruolo dell'esperienza di **infortunio sportivo** sulla capacità di predire l'esito di azioni osservate

NEURONI SPECCHIO E RISONANZA MOTORIA



Neuroni specchio: neuroni visuo-motori che si attivano sia quando un individuo esegue un'azione sia quando osserva un altro individuo eseguire la medesima azione

Motor Resonance: il sistema motorio dell'osservatore si attiva come se stesse eseguendo l'azione che osserva e questo determina una comprensione immediata delle azioni altrui

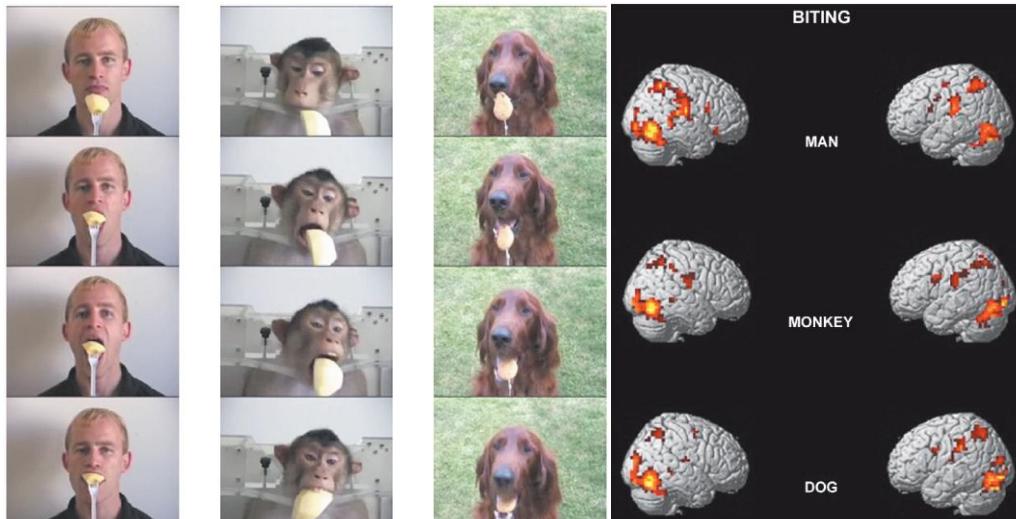


*"The most recent research in experimental neurophysiology allows us to see motor system in a new light: the so-called **motor functions** of the nervous system not only provide the means to **control** and **execute action** but also to **represent it**" (Gallese, 2000).*

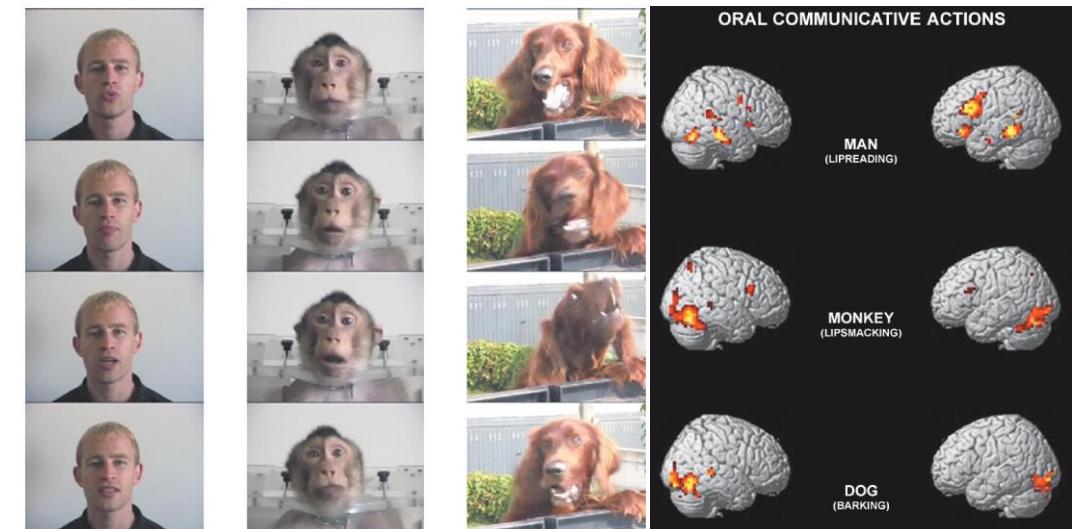


LA MOTOR RESONANCE DIPENDE DAL REPERTORIO MOTORIO INDIVIDUALE

Le azioni che appartengono al repertorio motorio dell'osservatore (ad es. mordere) attivano il sistema mirror indipendentemente dall'animale che le esegue



Le azioni che non appartengono al repertorio motorio dell'osservatore (ad es. abbaiare) non attivano il sistema mirror



ESPERIMENTO 1: ruolo dell'esperienza nell'esecuzione di azioni sportive sulla capacità di predire l'esito di azioni osservate

 20 professionisti
20 principianti

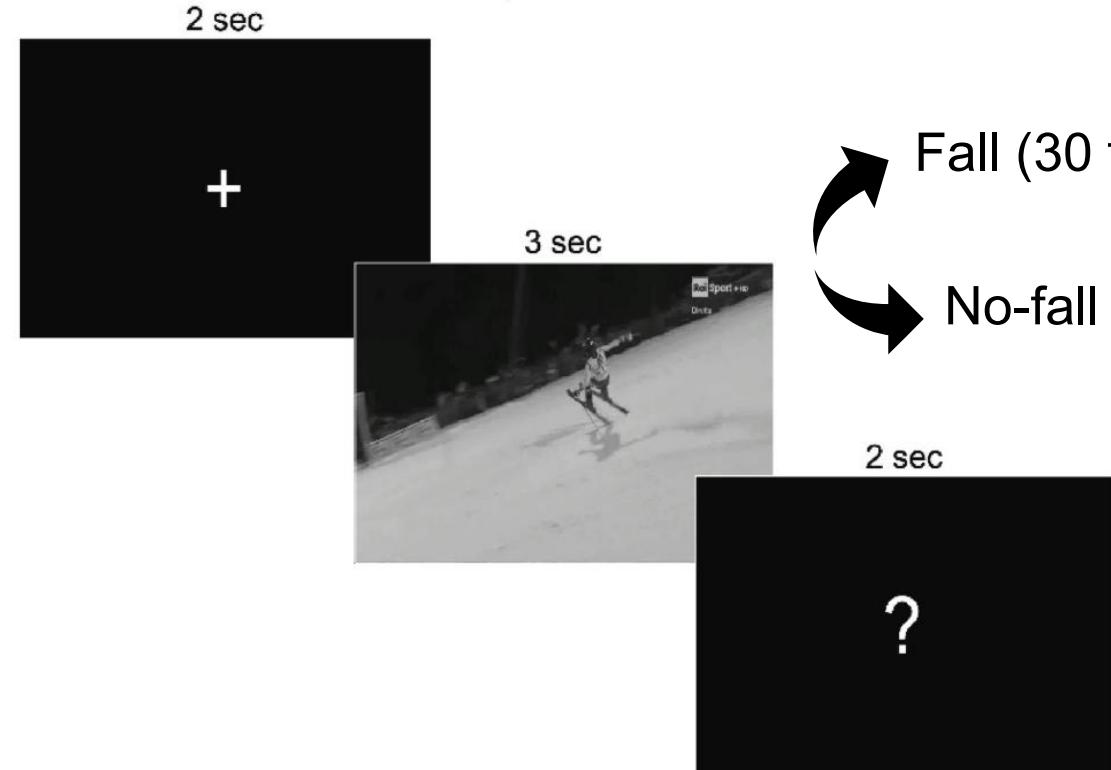
TASK: osservare video interrotti prima di una possibile caduta e dire se lo sciatore cadrà o no



Tempo di Risposta



Accuratezza



ESPERIMENTO 1: ruolo dell'esperienza nell'esecuzione di azioni sportive sulla capacità di predire l'esito di azioni osservate

 20 professionisti
 20 principianti

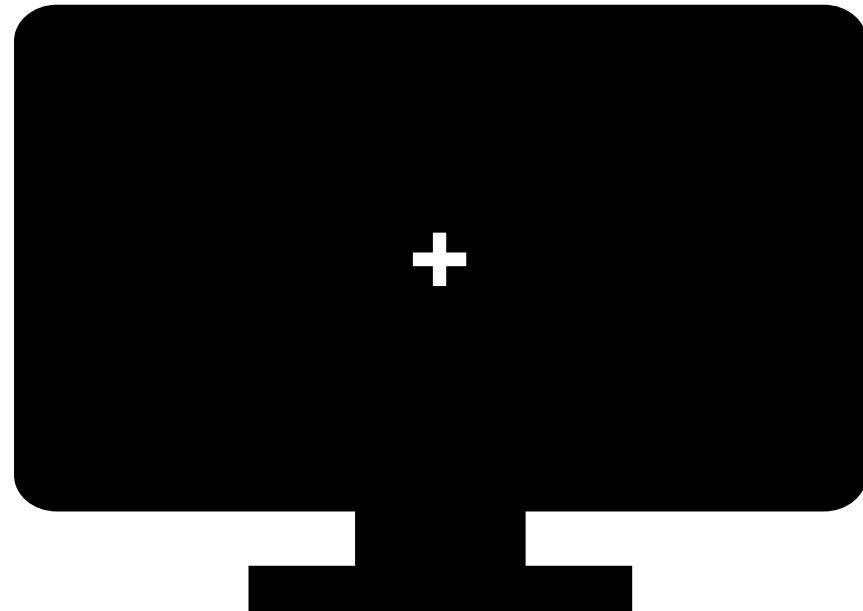
TASK: osservare video interrotti prima di una possibile caduta e dire se lo sciatore cadrà o no



Tempo di Risposta



Accuratezza



ESPERIMENTO 1: ruolo dell'esperienza nell'esecuzione di azioni sportive sulla capacità di predire l'esito di azioni osservate

 20 professionisti
 20 principianti

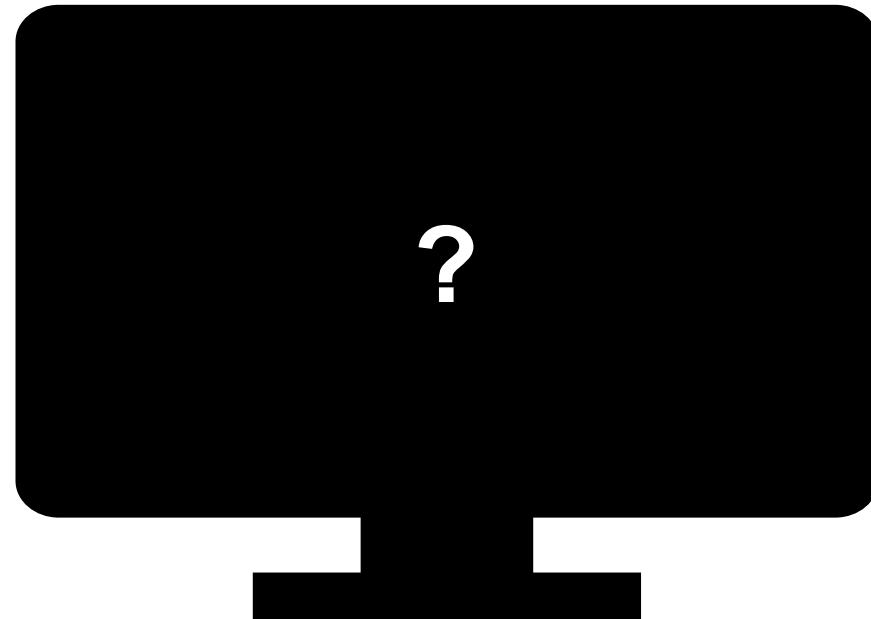
TASK: osservare video interrotti prima di una possibile caduta e dire se lo sciatore cadrà o no



Tempo di Risposta



Accuratezza



ESPERIMENTO 1: ruolo dell'esperienza nell'esecuzione di azioni sportive sulla capacità di predire l'esito di azioni osservate

 20 professionisti
20 principianti

TASK: osservare video interrotti prima di una possibile caduta e dire se lo sciatore cadrà o no

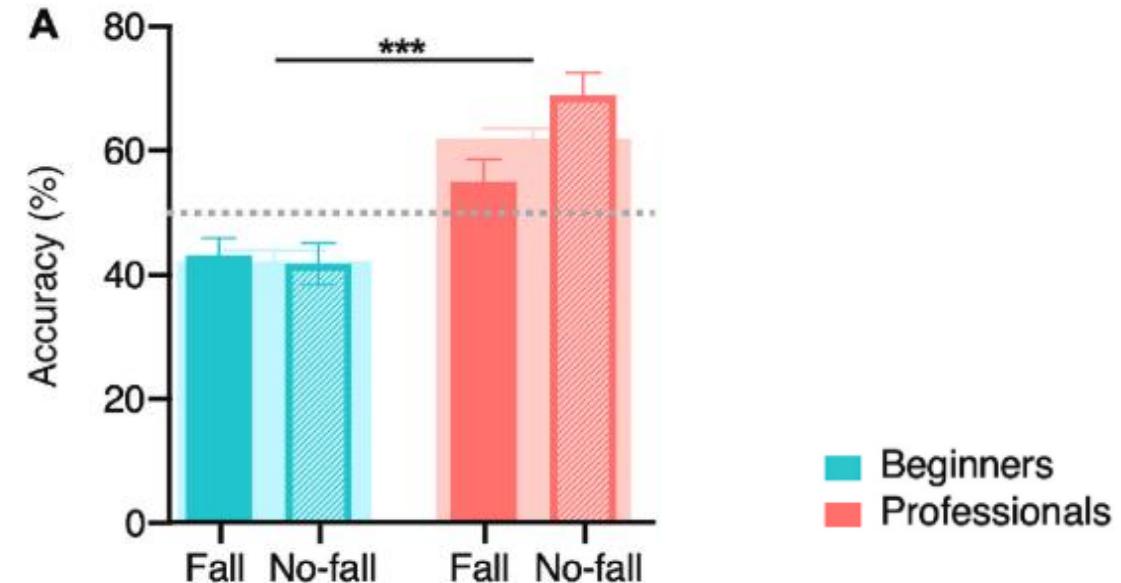


Tempo di Risposta



Accuratezza

Motor Resonance: il sistema motorio dello sportivo si attiva come se stesse eseguendo l'azione che osserva e questo determina una previsione accurata dell'esito dell'azione osservata

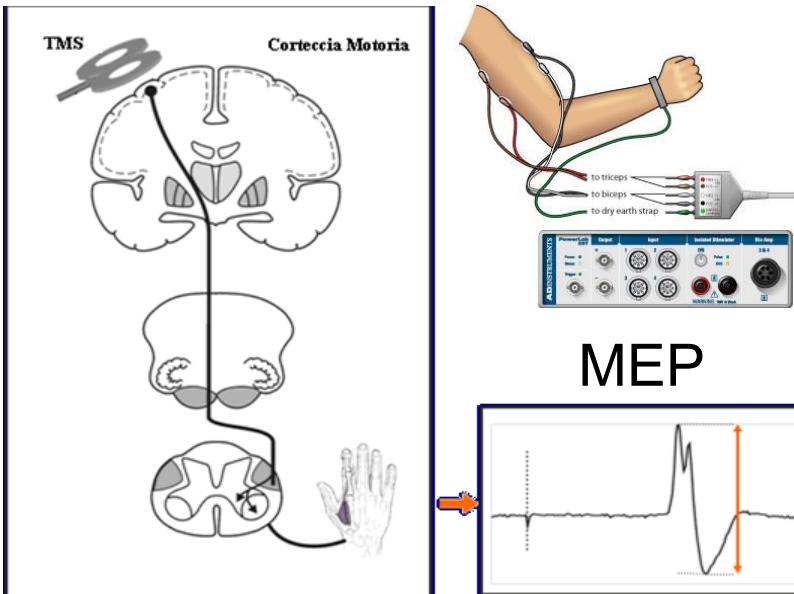


Solo gli **sciatori professionisti** sanno **predire** con una percentuale superiore al caso **l'esito dell'azione osservata** (caduta; non caduta)



Action anticipation and motor resonance in elite basketball players.

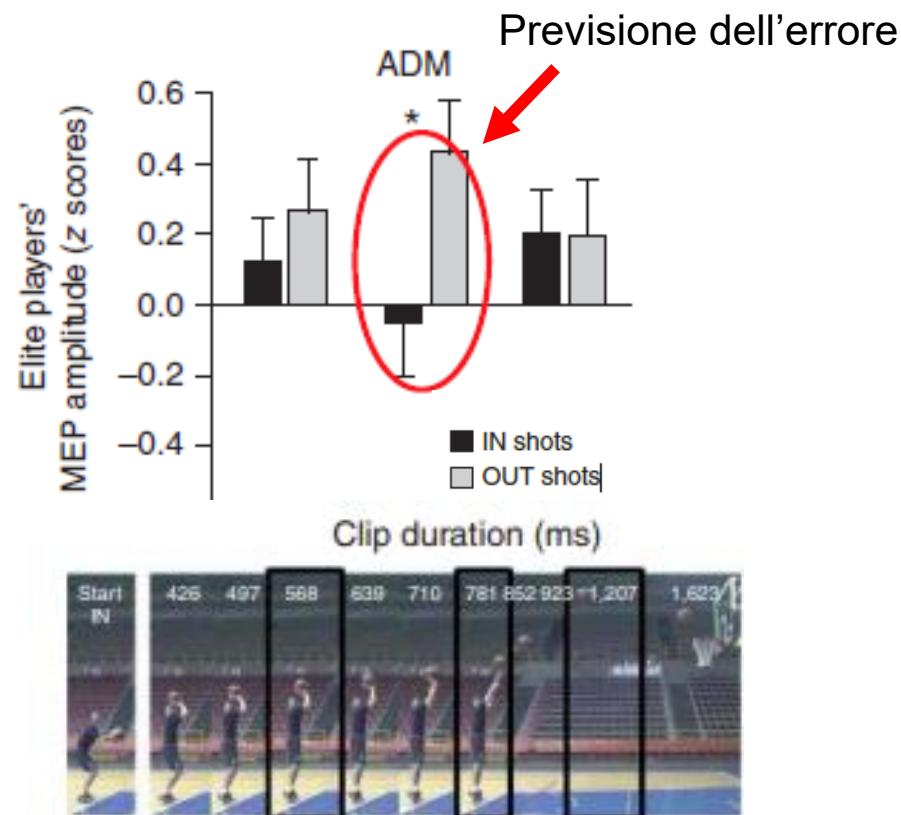
Aglioti SM¹, Cesari P, Romani M, Urgesi C.



Motor evoked potential (MEP): misura indiretta della **eccitabilità corticospinale**

Stimolando la corteccia alla stessa intensità, se il **MEP aumenta**, la corteccia è eccitata; se il **MEP diminuisce** è inibita.

L'eccitabilità della corteccia motoria di giocatori di basket professionisti discrimina tra tiri che andranno in canestro e tiri che no.



ESPERIMENTO 1: ruolo dell'esperienza nell'esecuzione di azioni sportive sulla capacità di predire l'esito di azioni osservate

 20 professionisti
20 principianti

TASK: osservare video interrotti prima di una possibile caduta e dire se lo sciatore cadrà o no

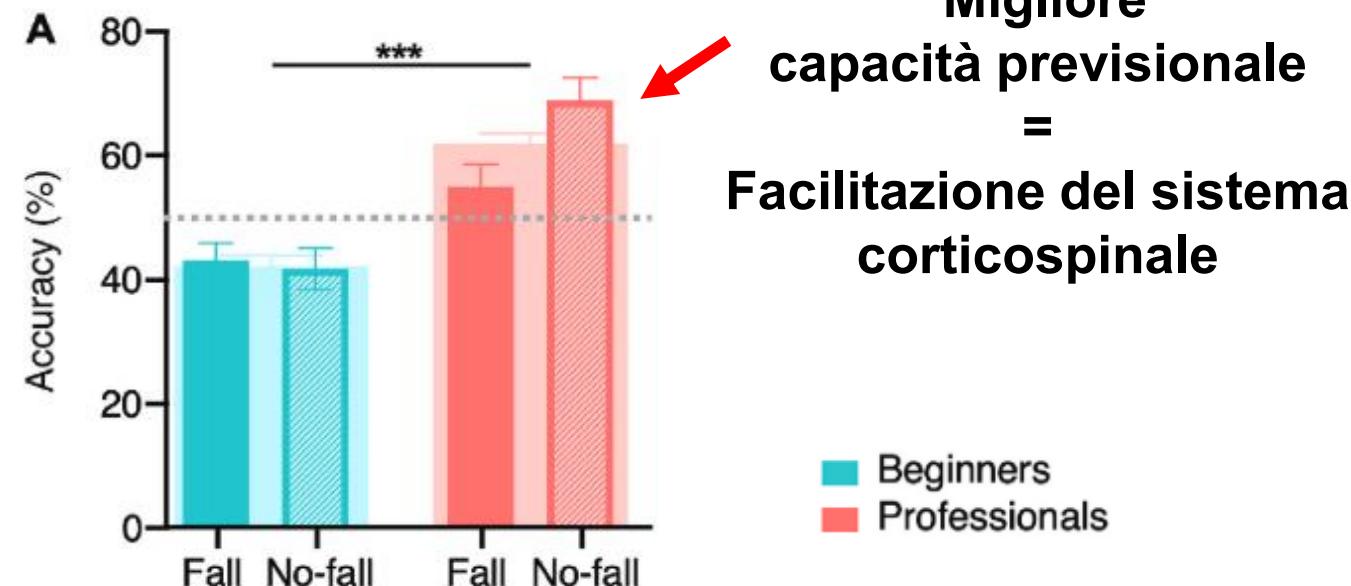


Tempo di Risposta



Accuratezza

Motor Resonance: il sistema motorio dello sportivo si attiva come se stesse eseguendo l'azione che osserva e questo determina una previsione accurata dell'esito dell'azione osservata



Solo gli **sciatori professionisti** sanno **predire** con una percentuale superiore al caso **l'esito dell'azione osservata** (caduta; non caduta)

ESPERIMENTO 2: ruolo dell'esperienza di infortunio sportivo sulla capacità di predire l'esito di azioni osservate

- ski icon 20 sciatori professionisti infortunati
- 20 sciatori professionisti non infortunati

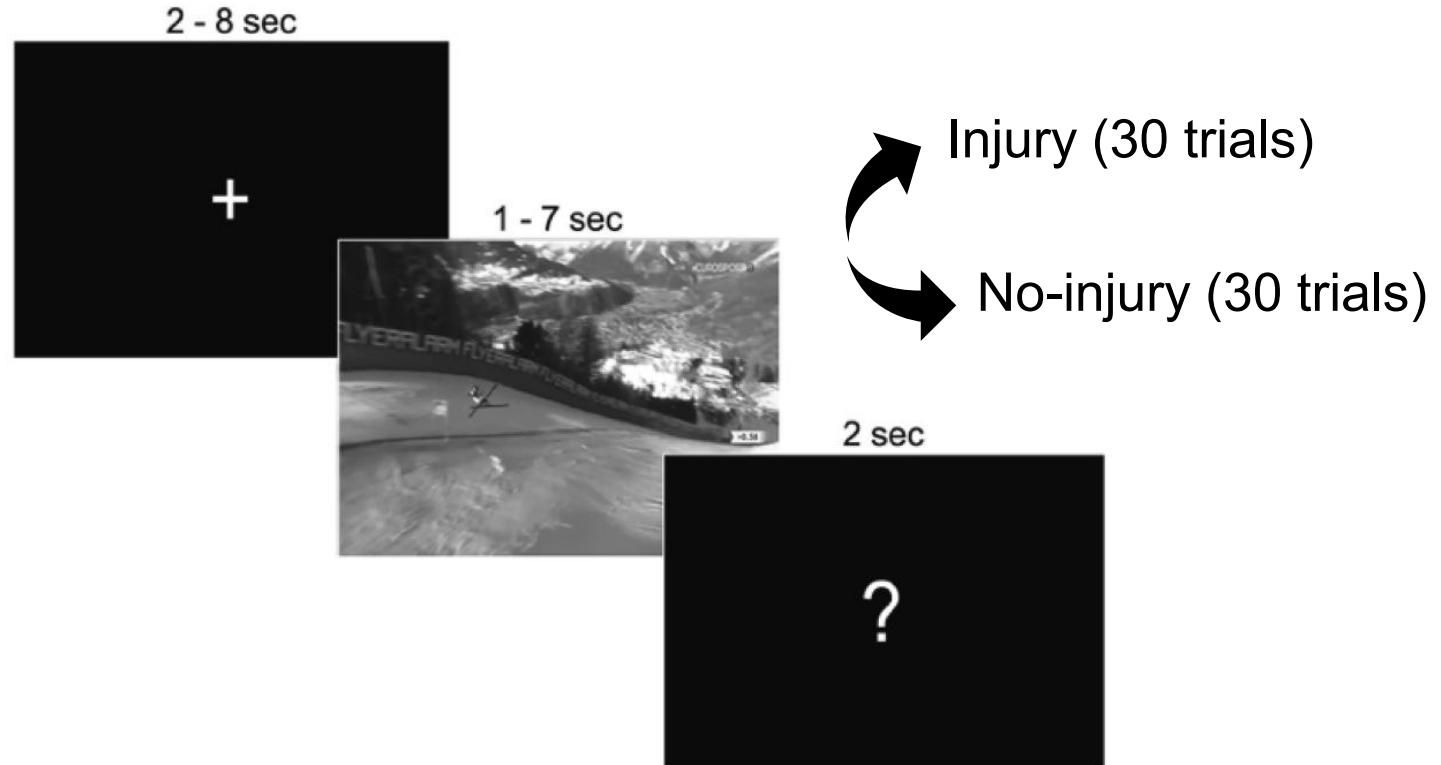
TASK: osservare video interrotti durante una caduta e dire se lo sciatore subirà un infortunio o no



Tempo di Risposta



Accuratezza



ESPERIMENTO 2: ruolo dell'esperienza di infortunio sportivo sulla capacità di predire l'esito di azioni osservate

- 20 sciatori professionisti infortunati
- 20 sciatori professionisti non infortunati

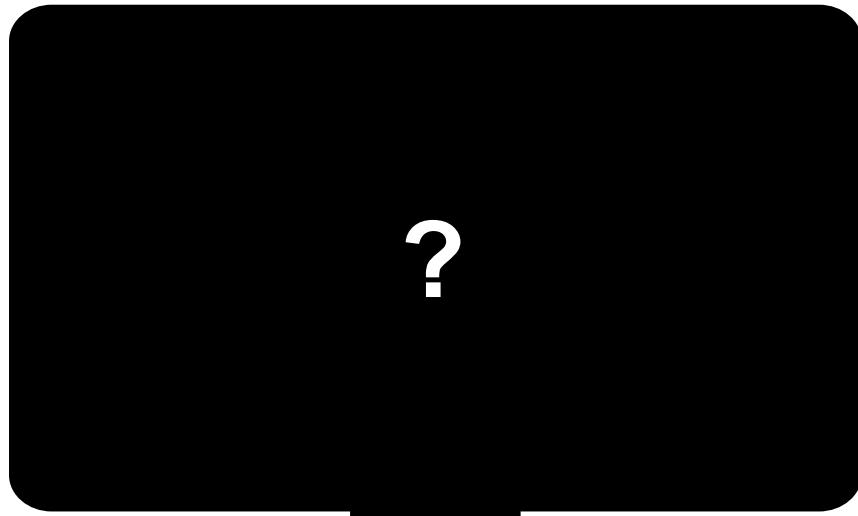
TASK: osservare video interrotti durante una caduta e dire se lo sciatore subirà un infortunio o no



Tempo di Risposta



Accuratezza



ESPERIMENTO 2: ruolo dell'esperienza di infortunio sportivo sulla capacità di predire l'esito di azioni osservate

- 20 sciatori professionisti infortunati
- 20 sciatori professionisti non infortunati

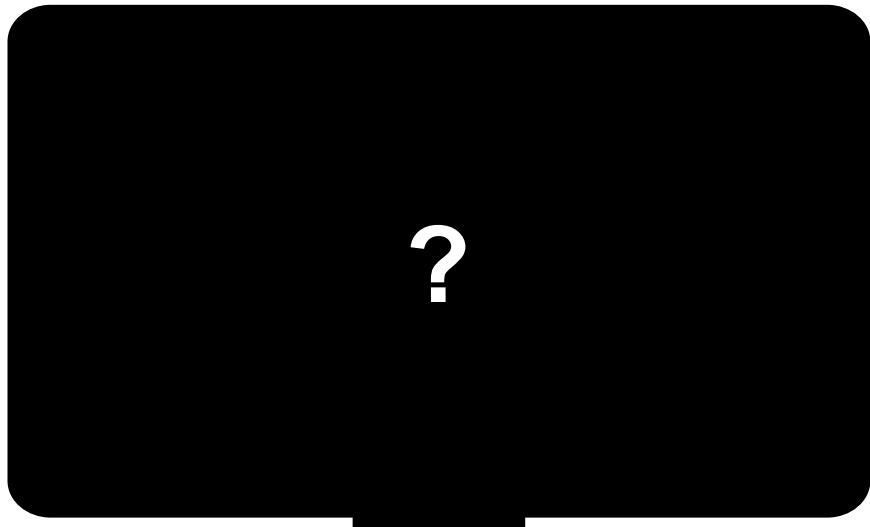
TASK: osservare video interrotti durante una caduta e dire se lo sciatore subirà un infortunio o no



Tempo di Risposta



Accuratezza



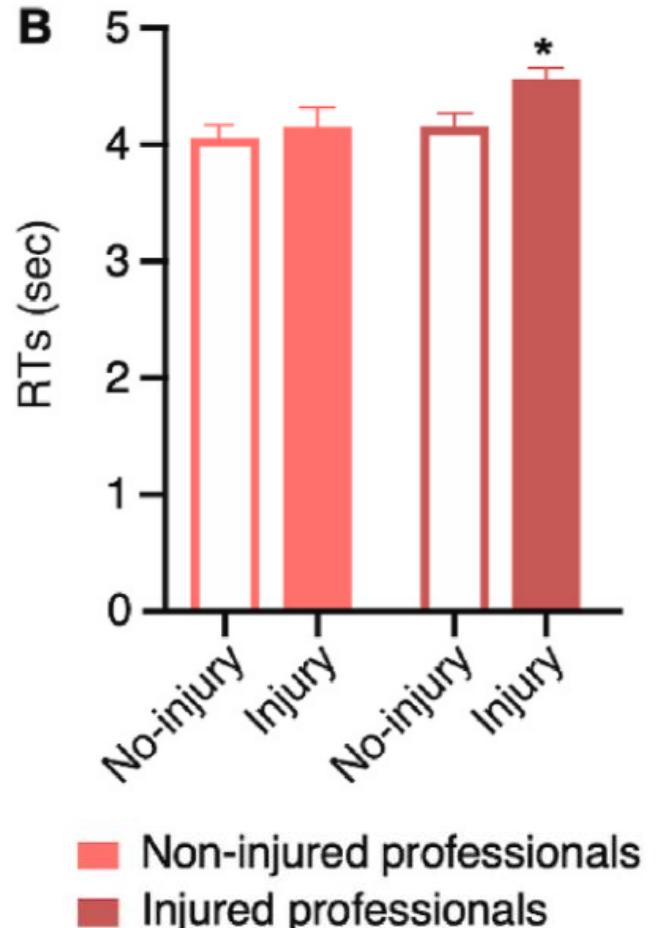
ESPERIMENTO 2: ruolo dell'esperienza di infortunio sportivo sulla capacità di predire l'esito di azioni osservate

- 20 sciatori professionisti infortunati
20 sciatori professionisti non infortunati

TASK: osservare video interrotti durante una caduta e dire se lo sciatore subirà un infortunio o no



Tempo di Risposta
Accuratezza



Nonostante entrambi i gruppi abbiano una predizione superiore al caso, gli sciatori infortunati mostrano tempi di risposta più lenti quando valutano cadute che esitano in un infortunio

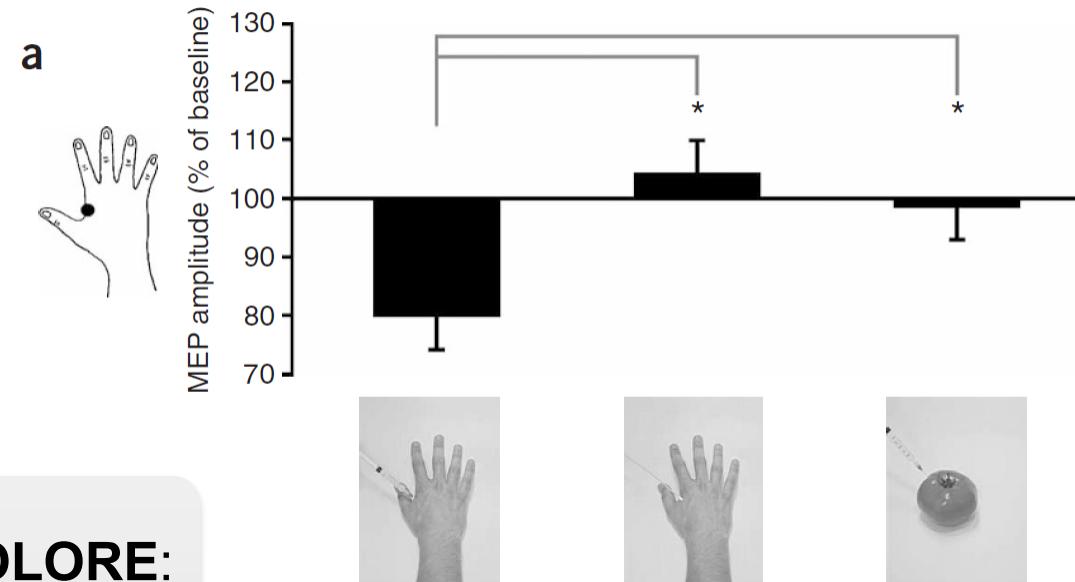
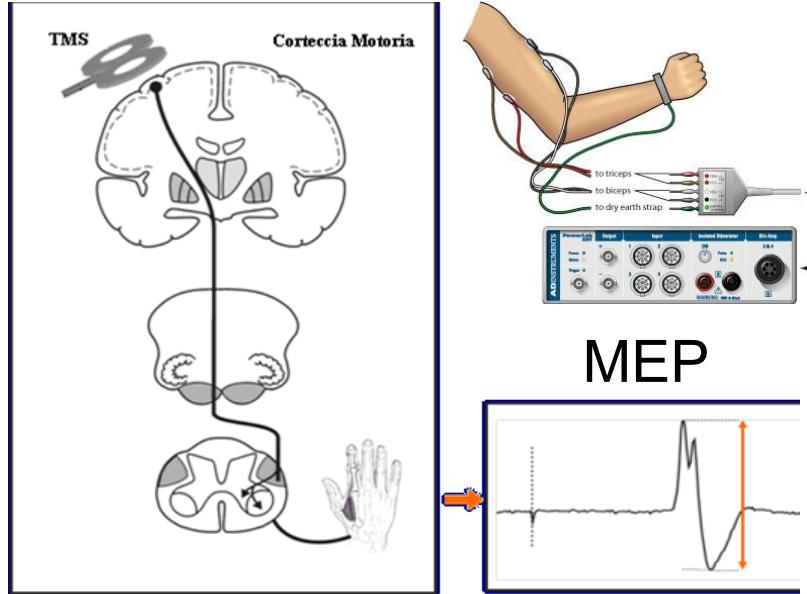
Il rallentamento della risposta motoria può rappresentare un effetto di freezing dovuto alla riattivazione dell'infortunio vissuto in prima persona



Transcranial magnetic stimulation highlights the sensorimotor side of empathy for pain

Alessio Avenanti, Domenica Bueti, Gaspare Galati & Salvatore M Aglioti [✉](#)

Nature Neuroscience 8, 955–960(2005) | [Cite this article](#)



RISONANZA MOTORIA PER IL DOLORE:
L'ampiezza del MEP è ridotta quando il soggetto riceve dolore in prima persona e quando osserva un altro individuo ricevere dolore.

ESPERIMENTO 2: ruolo dell'esperienza di infortunio sportivo sulla capacità di predire l'esito di azioni osservate

- 20 sciatori professionisti infortunati
20 sciatori professionisti non infortunati

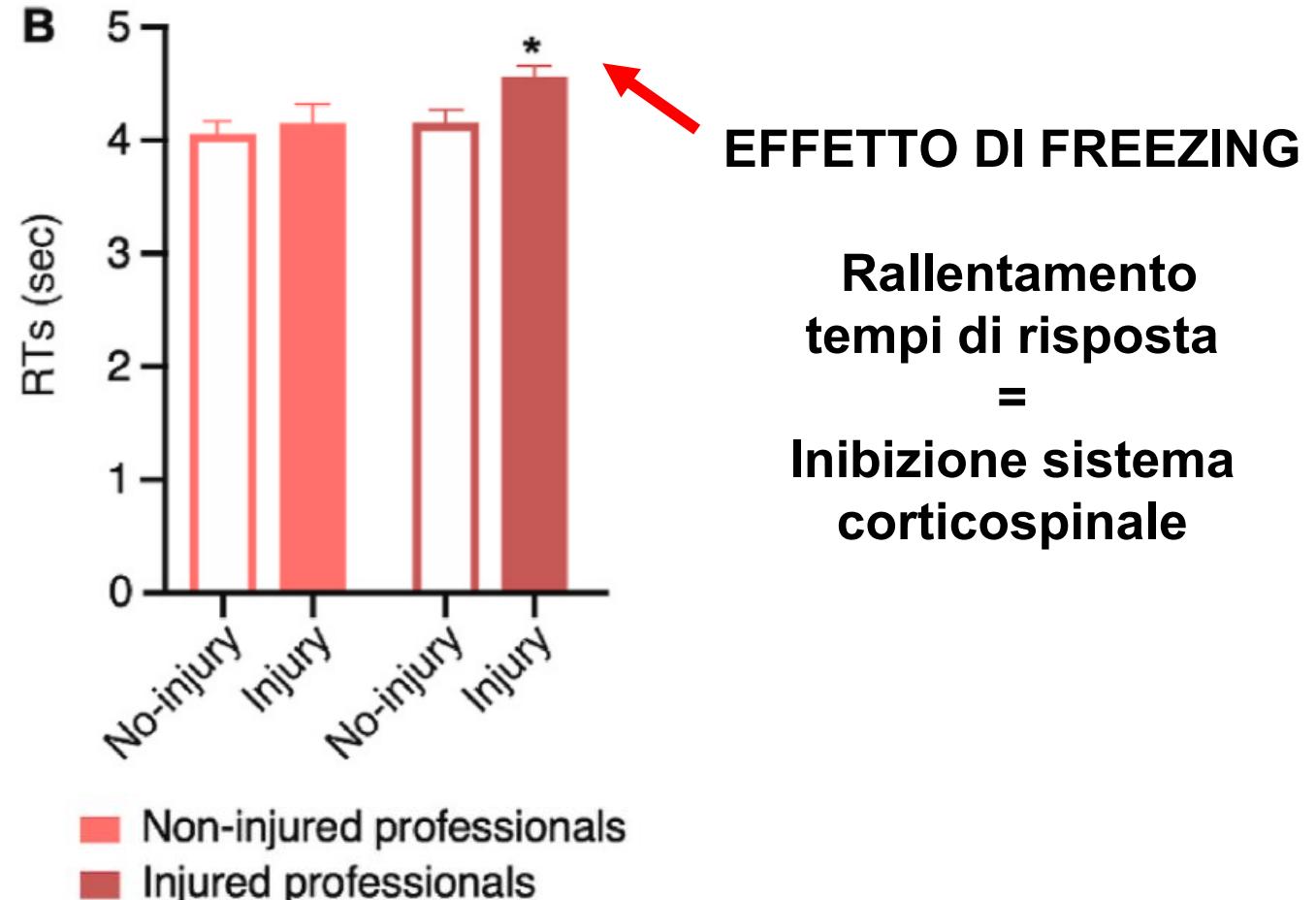
TASK: osservare video interrotti durante una caduta e dire se lo sciatore subirà un infortunio o no



Tempo di Risposta



Accuratezza





SOMMARIO DEI RISULTATI



L'ambito sportivo permette di studiare il ruolo dell'**expertise** nel modulare la **motor resonance**: una **competenza specifica** durante l'esecuzione di un **gesto atletico** modula la **capacità di predire** l'esito dello stesso gesto eseguito da un altro atleta.



Il **sistema motorio dello sportivo** si attiva **come se stesse** eseguendo l'azione che osserva e questo determina una **previsione accurata dell'esito dell'azione osservata**.



Negli **atleti infortunati**, durante l'**osservazione** di azioni sportive che esitano in un **infortunio**, il **rallentamento della risposta motoria** può rappresentare un **effetto di freezing** dovuto alla **riattivazione del proprio infortunio**, mettendo in luce importanti meccanismi per la **riabilitazione**.

COME L'ESERCIZIO FISCO MODULA I MECCANISMI NEUROCOGNITIVI: 2 STUDI DAL NOSTRO LAB



1) Come l'expertise nell'esecuzione di azioni sportive modula la capacità di predire l'esito di azioni osservate?

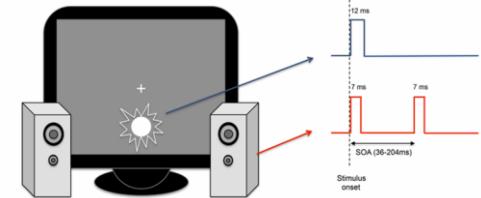
"

COMPORTAMENTO

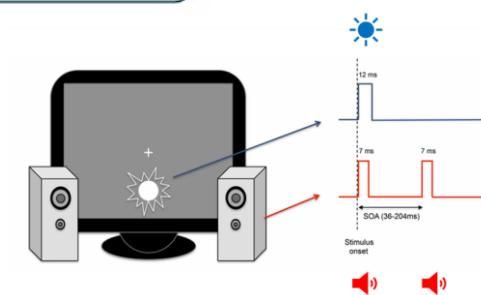
CERVELLO



2) Come l'allenamento sportivo (indoor e outdoor) influisce sul benessere cognitivo?



PSICOFISICA



PSICOFISICA



EEG

*Oltre la riva: il canottaggio
come promotore di
benessere cognitivo*

Un progetto di



In collaborazione con



Maggior
sostenitore



OBIETTIVI

**Analizzare il ruolo dell'allenamento
sportivo di canottaggio sul benessere
cognitivo di chi lo pratica**

**Confrontare l'effetto benefico del
canottaggio tra amatori e agonisti**

**Confrontare il canottaggio praticato
indoor e outdoor per valutare il ruolo
del contesto naturalistico nel
promuovere il benessere cognitivo**

EPOSISTEMA

Oltre la riva: il canottaggio come promotore di benessere cognitivo

Un progetto di



In collaborazione con



Maggior sostenitore



DISEGNO SPERIMENTALE



GRUPPI SPERIMENTALI



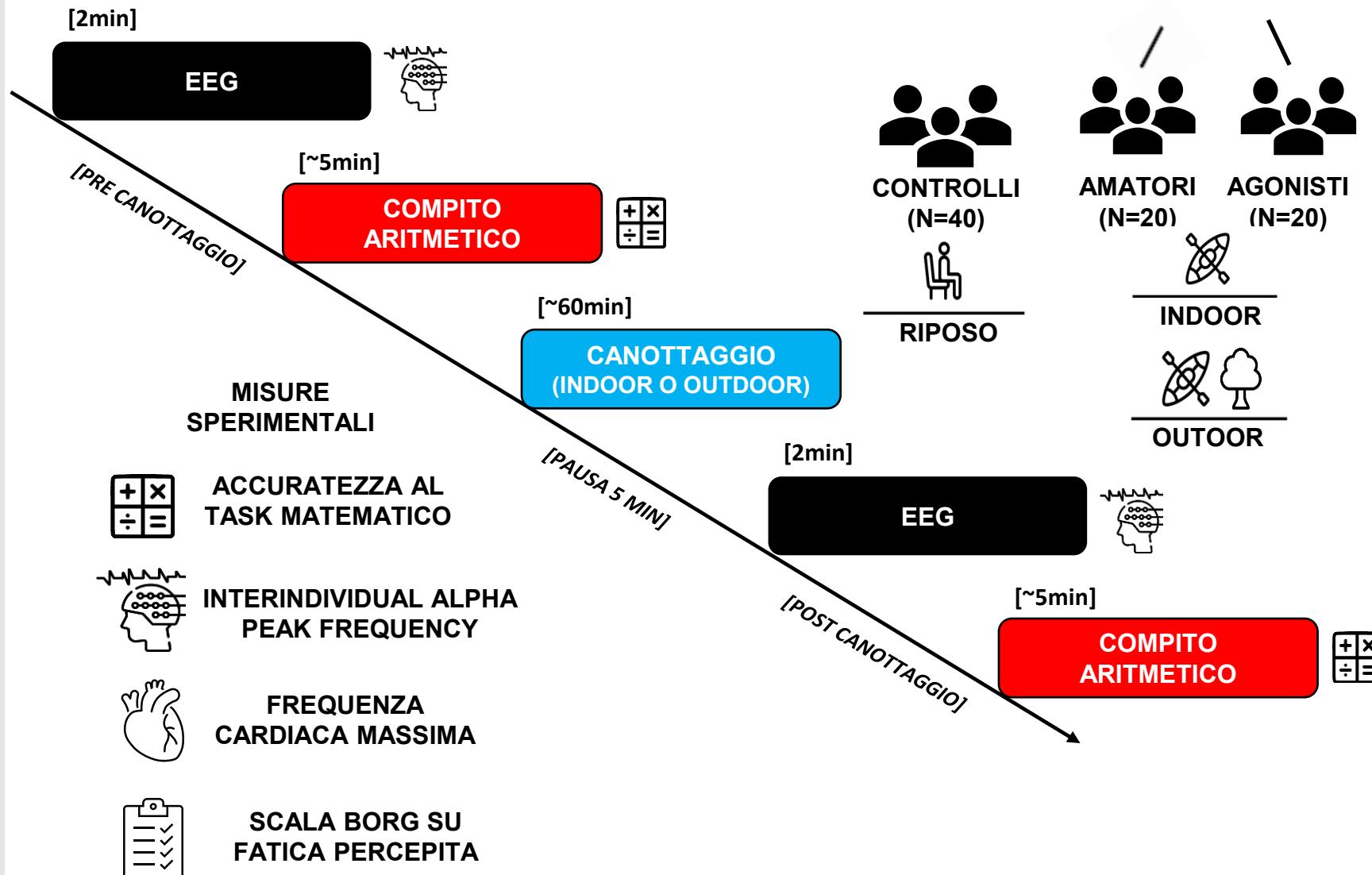
CONTROLLI
(N=40)



AMATORI
(N=20)



AGONISTI
(N=20)



EPOSISTEMA

Oltre la riva: il canottaggio come promotore di benessere cognitivo

Un progetto di



In collaborazione con



Maggior sostenitore



TASK MATEMATICO

LEVEL 1
x10

$$2 - 3 + 9 = ?$$

LEVEL 2
x10

$$58 - 17 \times 3 = ?$$

LEVEL 3
x10

$$99 / 3 - 76 + 51 = ?$$

1	2	3
4	5	6
7	8	9
0		



- Ispirato da Al Shargie's *et al.*, (2018)
- Breve training iniziale
- 30 operazioni matematiche randomizzate su 3 livelli di difficoltà
- Raccolte l'accuratezza di risposta

EPOSISTEMA

Oltre la riva: il canottaggio come promotore di benessere cognitivo

Un progetto di



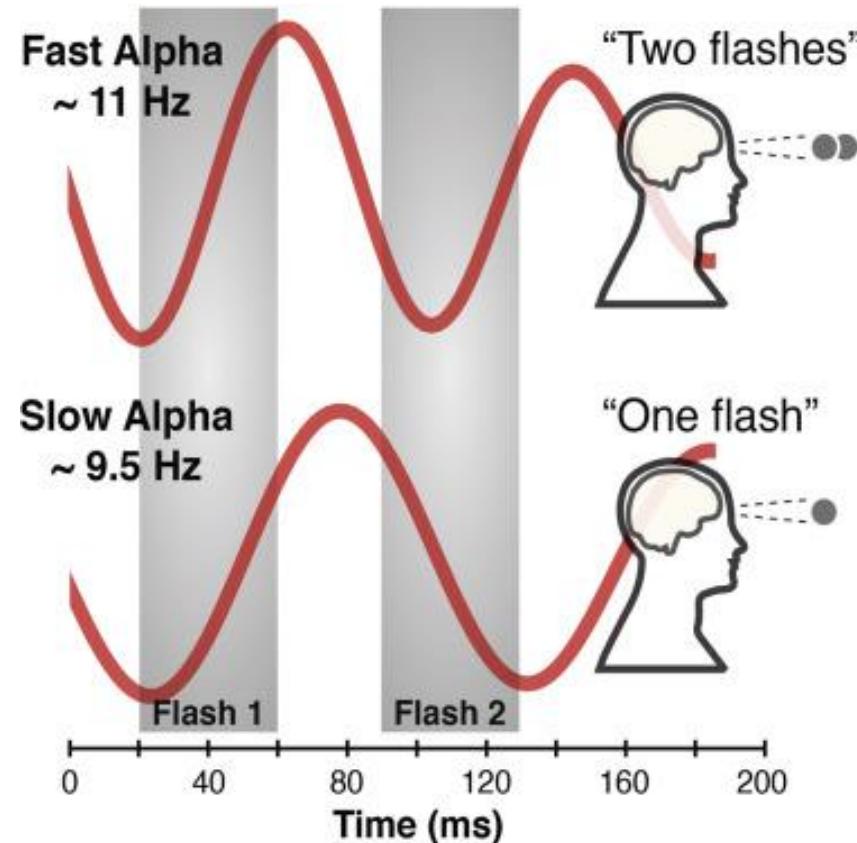
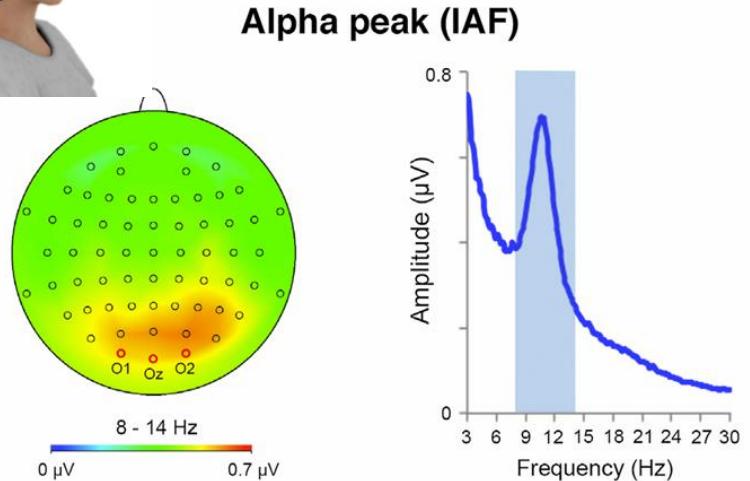
In collaborazione con



Maggior sostenitore



REGISTRAZIONE EEG DELLA IAPF



Il ritmo alpha è il metronomo delle cortecce visive: determina la frequenza di campionamento delle informazioni sensoriali.

ELSEVIER

Brain Research Reviews 29 (1999) 169–195

BRAIN
RESEARCH
REVIEWS

Full-length review

EEG alpha and theta oscillations reflect cognitive and memory performance: a review and analysis

Wolfgang Klimesch *

Department of Physiological Psychology, Institute of Psychology, University of Salzburg, Hellbrunnerstr. 34, A-5020 Salzburg, Austria

Accepted 24 November 1998

- Maggiore la frequenza migliore la **performance cognitiva**
- Diminuisce con **età avanzata**
- Diminuisce nei pazienti con **demenza**

EPOSISTEMA

Oltre la riva: il canottaggio come promotore di benessere cognitivo

Un progetto di



In collaborazione con



Maggior sostenitore



PREVISIONI



GRUPPI SPERIMENTALI



CONTROLLI
(N=40)



RIPOSO



AMATORI
(N=20)



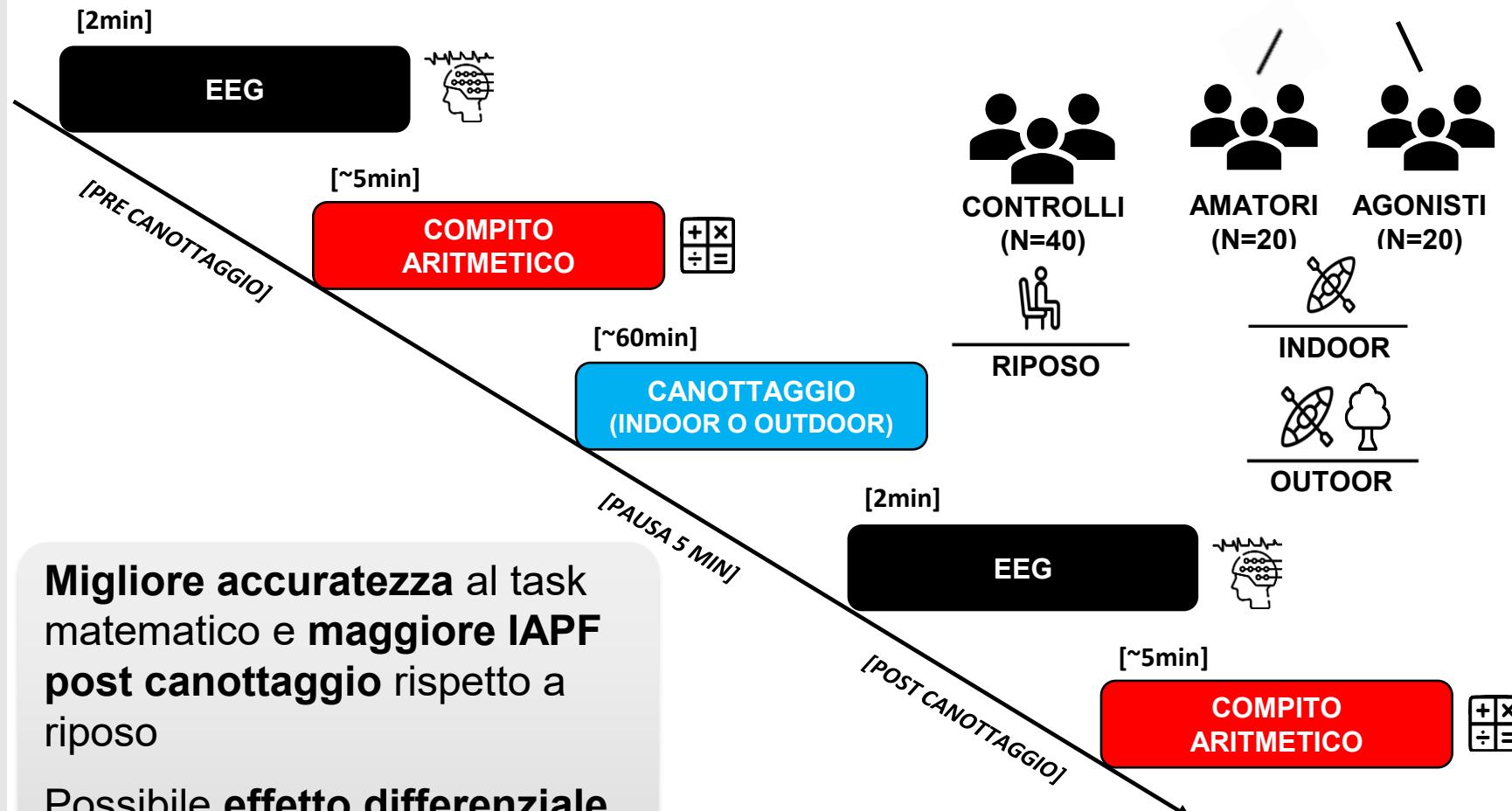
AGONISTI
(N=20)



INDOOR



OUTDOOR



EPOSISTEMA

Oltre la riva: il canottaggio come promotore di benessere cognitivo

Un progetto di



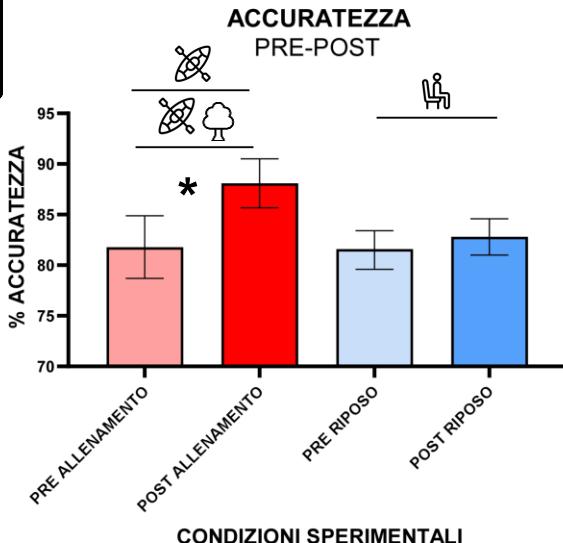
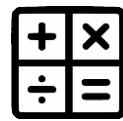
In collaborazione con



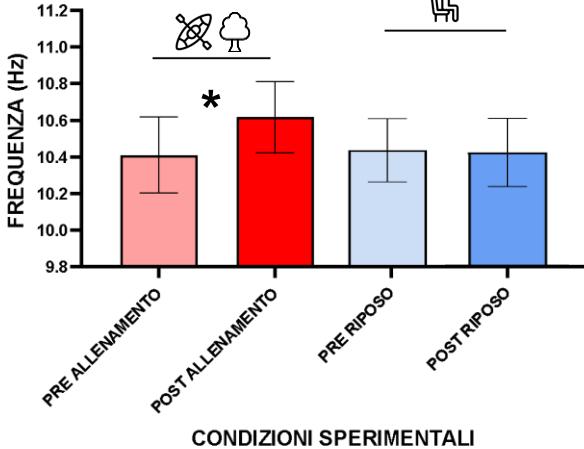
Maggior sostenitore



MIGLIORAMENTO COGNITIVO POST ATTIVITA' SPORTIVA



INDIVIDUAL ALPHA PEAK FREQUENCY PRE-POST



Si può quantificare un **effetto benefico** dell'attività sportiva rispetto ad una condizione di riposo, sia **sulla performance cognitiva** sia **sull'attività neurale**

EPOSISTEMA

Oltre la riva: il canottaggio come promotore di benessere cognitivo

Un progetto di



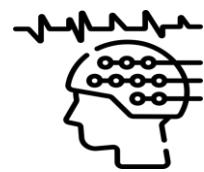
In collaborazione con



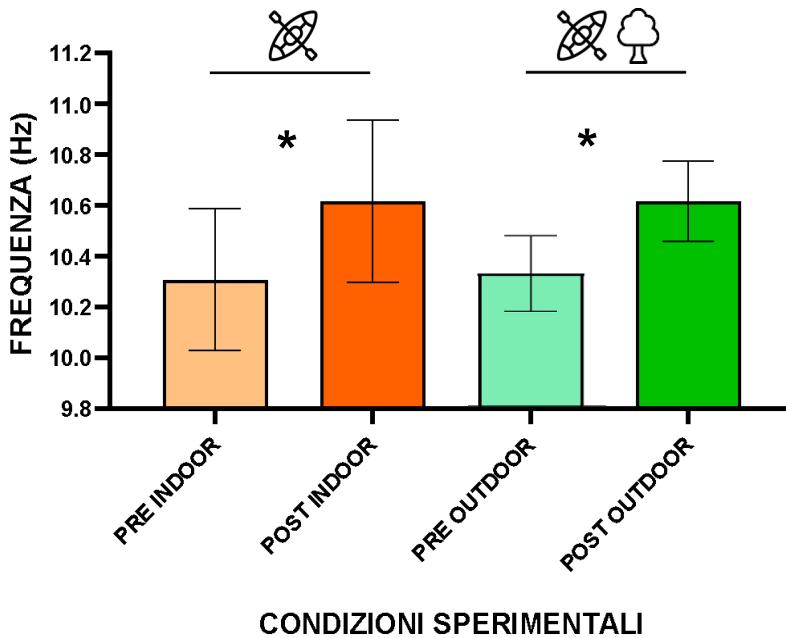
Maggior sostenitore



INCREMENTO DI IAPF ANALOGO POST ALLENAMENTO INDOOR E OUTDOOR



INDIVIDUAL ALPHA PEAK FREQUENCY
PRE-POST CANOTTAGGIO



Nei canottieri (senza differenze tra amatori e agonisti), si osserva una velocizzazione della IAPF post allenamento indoor e outdoor

EPOSISTEMA

Oltre la riva: il canottaggio come promotore di benessere cognitivo

Un progetto di



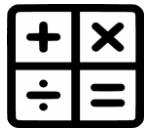
In collaborazione con



Maggior sostenitore

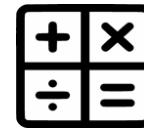
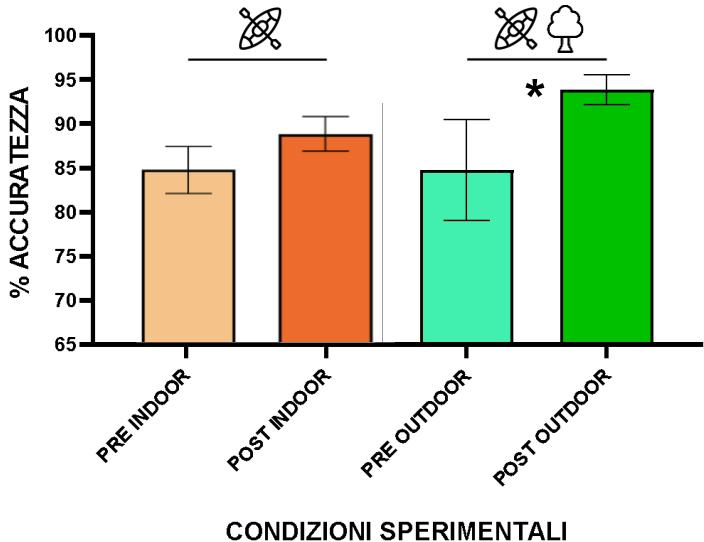


INCREMENTO DELL'ACCURATEZZA POST ALLENAMENTO OUTDOOR IN AMATORI



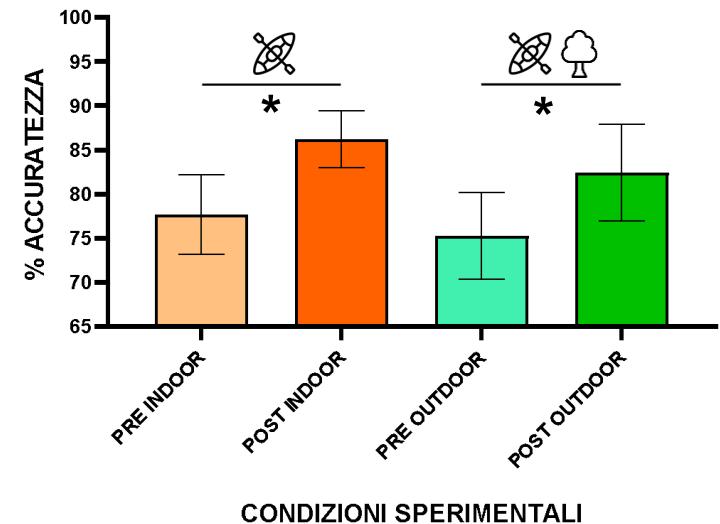
AMATORI

ACCURATEZZA "AMATORI"
PRE-POST CANOTTAGGIO



AGONISTI

ACCURATEZZA "AGONISTI"
PRE-POST CANOTTAGGIO



Nei **canottieri amatori**, si osserva un maggior miglioramento della performance cognitiva post allenamento outdoor rispetto a indoor

Nei **canottieri agonisti**, si osserva un miglioramento della performance cognitiva simile post allenamento outdoor e outdoor

EPOSISTEMA

Oltre la riva: il canottaggio come promotore di benessere cognitivo

Un progetto di



In collaborazione con

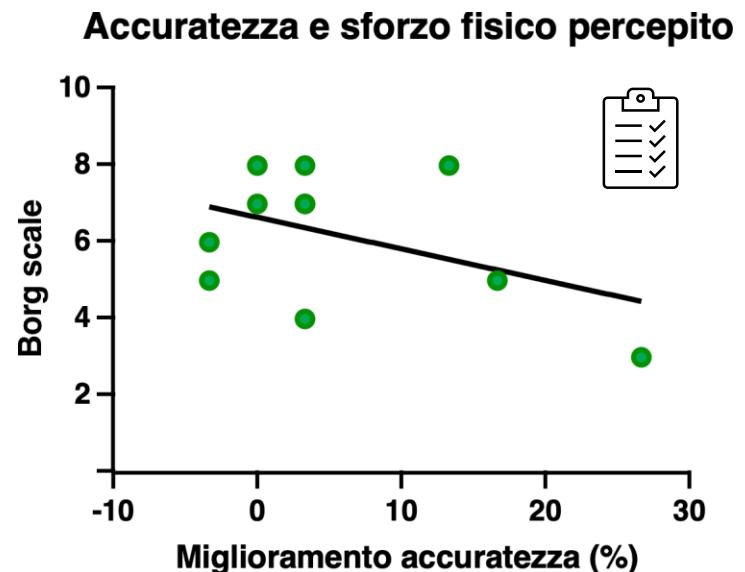


Maggior sostenitore

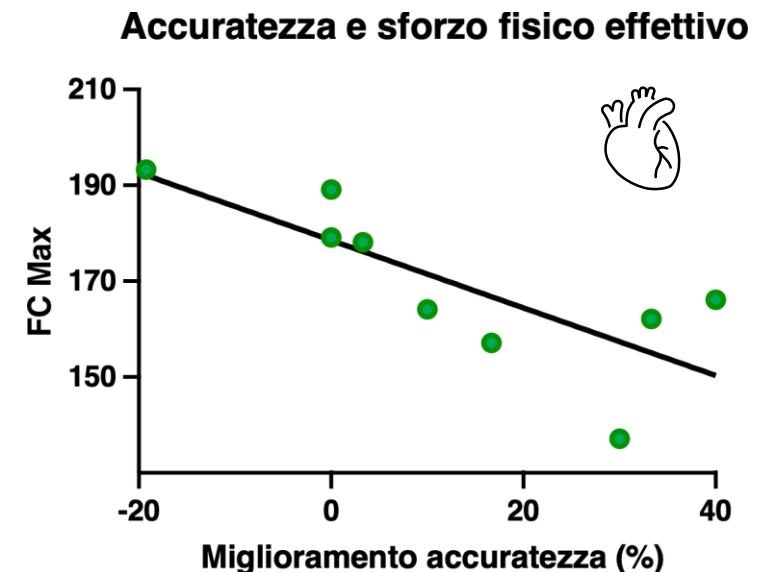


ALLENAMENTO OUTDOR: MINORE FATICA MIGLIORE PERFORMANCE

AMATORI



AGONISTI



Nei canottieri amatori, il miglioramento della performance cognitiva nella condizione outdoor è legato ad un **minor sforzo fisico percepito** (scala di Borg)

Nei canottieri agonisti, il miglioramento della performance cognitiva nella condizione outdoor è legato ad un **minor sforzo fisico effettivo** (frequenza cardiaca massima)

EPOSISTEMA

Oltre la riva: il canottaggio come promotore di benessere cognitivo

Un progetto di



In collaborazione con



Maggior sostenitore



L'ATTIVITA' FISICA ALL'APERTO MIGLIORA LA PERFORMANCE COGNITIVA



pubs.acs.org/est

Critical Review

Benefits to Performance and Well-Being of Nature-Based Exercise: A Critical Systematic Review and Meta-Analysis

Henrique S. Brito,* Eliana V. Carraça, António L. Palmeira, José P. Ferreira, Veronica Vleck, and Duarte Araújo

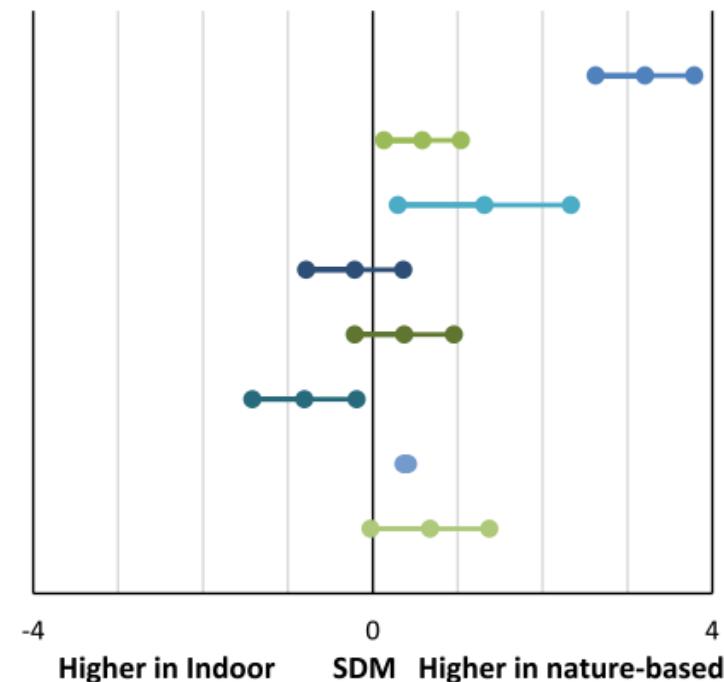
Cite This: Environ. Sci. Technol. 2022, 56, 62–77

Read Online

Weight

- 14,35 % ● Attention (MAAS) - Anandh, 2021
- 14,93 % ● Working memory (BDST) - Crossan, 2021
- 11,91 % ● Concentration (TMT) - Jang, 2017
- 14,39 % ● Directed attention (TAFS) - Mieras, 2014
- 14,33 % ● Working memory (BDST) - Rogerson, 2015
- 14,18 % ● Sustained attention (CNT) - Wade, 2020
- 15,91 % ● Task-related thoughts (SCM/ECM) - Slapsinskaite, 2016
- 100 % ● Total

L'esercizio all'aperto non fa bene solo all'umore: supporta anche **attenzione e memoria**, rendendo i processi cognitivi più efficienti



EPOSISTEMA

Oltre la riva: il canottaggio come promotore di benessere cognitivo

Un progetto di



In collaborazione con



Maggior sostenitore



SOMMARIO DEI RISULTATI

-  Si può quantificare un **effetto benefico dello sport sulla performance cognitiva**, rispetto ad una condizione di riposo.
-  Si può quantificare un **effetto benefico dello sport sull'attività cerebrale**, rispetto ad una condizione di riposo.
-  Mentre **negli agonisti**, egualmente focalizzati sul gesto atletico indoor e outdoor, **non si osservano differenze tra i due allenamenti**, negli amatori si osserva un **effetto benefico maggiore nell'allenamento outdoor**.
-  Dopo l'**allenamento outdoor**, minore è la **fatica fisica (soggettiva negli amatori e oggettiva negli agonisti)** migliore è la **performance**.

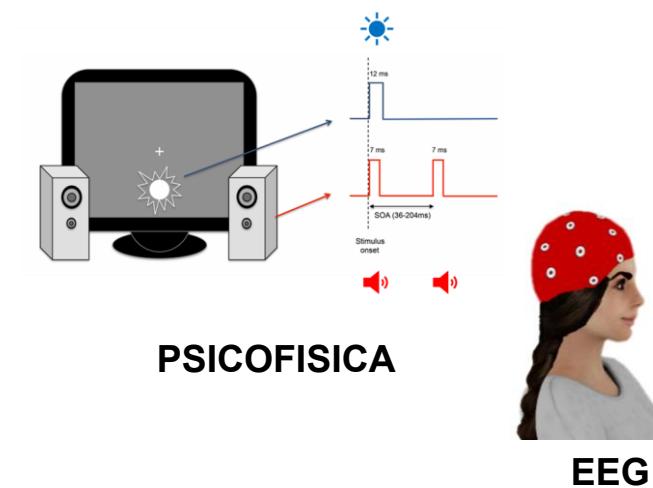
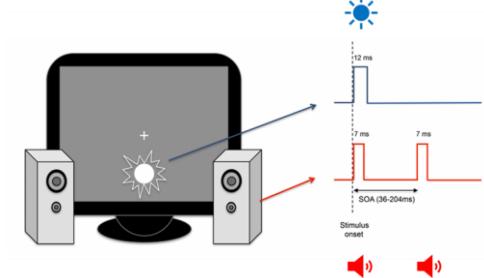
CONCLUSIONE



1) L'expertise nell'esecuzione di azioni sportive modula la capacità di predire l'esito di azioni osservate



2) L'allenamento sportivo (indoor e outdoor) influisce sul benessere cognitivo di agonisti e amatori





UNIVERSITÀ
DI TORINO

