



## *“Allenare il cervello”*

# Neuroscienze e attività motoria in età evolutiva



**Berchicci Marika, PhD**

Università degli Studi di Roma 'Foro Italico'

[m.berchicci@gmail.com](mailto:m.berchicci@gmail.com)

[marika.berchicci@uniroma4.it](mailto:marika.berchicci@uniroma4.it)

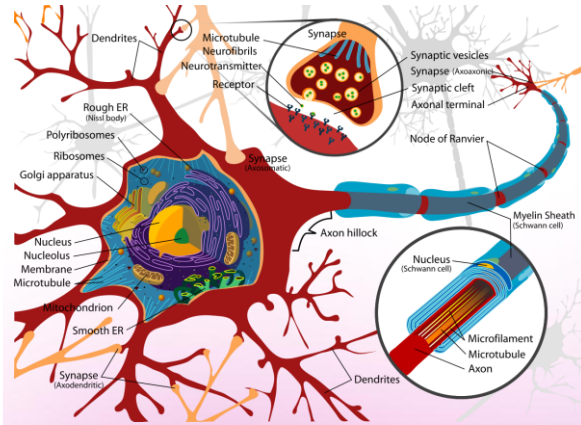


## OVERVIEW

1. PRINCIPI DI NEUROSCIENZE
2. SVILUPPO CEREBRALE, SENSORIMOTORIO E COGNITIVO IN ETA' EVOLUTIVA
3. RELAZIONE TRA FITNESS CARDIOVASCOLARE E PROCESSI COGNITIVI/SALUTE CEREBRALE (studi cross-sectional)
4. EFFETTI DELL' ATTIVITA' MOTORIA ACUTA SUI PROCESSI COGNITIVI E SUL CERVELLO (studi di intervento)
5. ATTIVITA' MOTORIA IN CLASSE (PAAC)
6. COME E COSA: SPUNTI
7. CONCLUSIONI



## Principi di neuroscienze



**Neurone (100 miliardi):** unità cellulare che costituisce il tessuto nervoso

**Dendrite:** ramificazioni che trasportano il segnale in direzione centripeta

**Assone:** conduttore di impulsi in direzione centrifuga

**Mielina:** guaina adiposa che circonda gli assoni

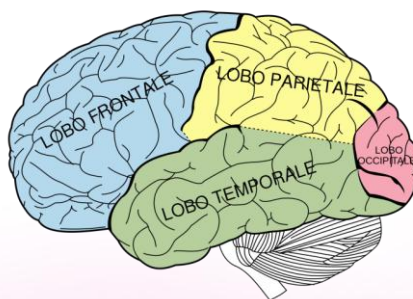
**Sinapsi (100 trilioni):** struttura specializzata che consente ai neuroni di comunicare tra li loro o con altre cellule

**160 km/h:** velocità di conduzione dell'impulso elettrico

**48 km:** fibre neurali



## Principi di neuroscienze



**Darwinismo neurale (Edelman):** pirateria geografica di espansione corticale legata alla pressione evolutiva

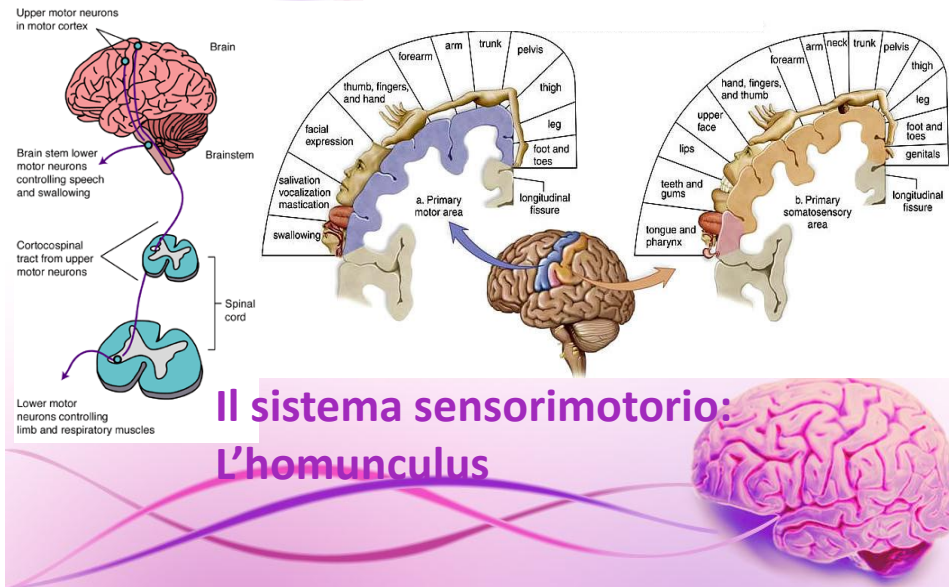
**2360 cm<sup>2</sup>:** superficie totale della corteccia

**3mm:** spessore corteccia (sostanza grigia: corpi cellulari e dendriti)

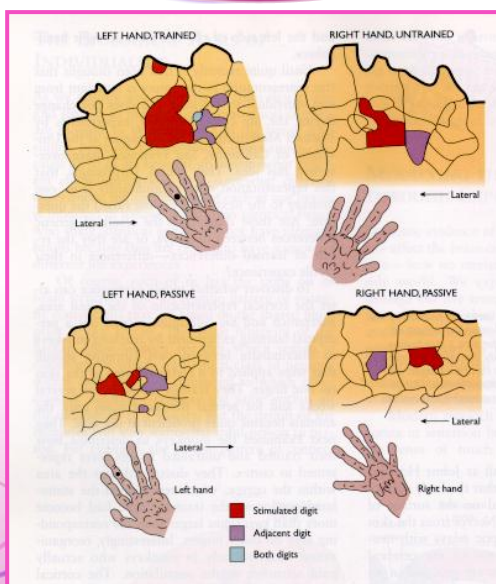
**Corpo calloso:** fasci di assoni che collegano i due emisferi



## Principi di neuroscienze



## Principi di neuroscienze



### Gli omuncoli sono plastici

La mano di sinistra, utilizzata nel corso di lunghi esercizi, è più "rappresentata", vale a dire ha un maggior peso, a livello cerebrale.



## Principi di neuroscienze

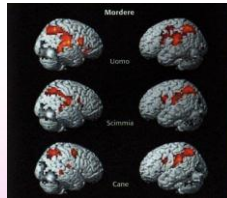
### NMR (risonanza magnetica nucleare)

- Immagini anatomiche
- Densità protonica dell'idrogeno nell'acqua
- Maggiori dettagli per tessuti molli che contengono più acqua



### fMRI (risonanza magnetica funzionale)

- Immagini funzionali
- Consumo di deossiemoglobina
- Aumento attività neurale -> aumento vasodilatazione-> aumento flusso ematico



## Principi di neuroscienze

### EEG (elettroencefalografia)

Registrazione dei fenomeni elettrici che si svolgono nel cervello (encefalo).

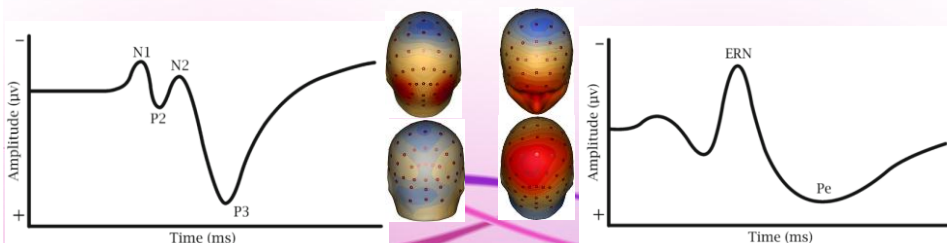
### ERP (potenziali evento correlati)



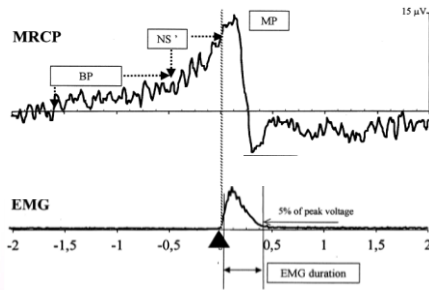
**P1 - N1:** processamento stimoli visivi e attenzione visiva

**P2 - P3:** funzioni cognitive (velocità e quantità di valutazione e categorizzazione dello stimolo, risorse attentive)

**N2 - ERN (negatività correlata all'errore):** sensibile alla gravità e giudizio soggettivo, monitoraggio dell'errore e della risposta.

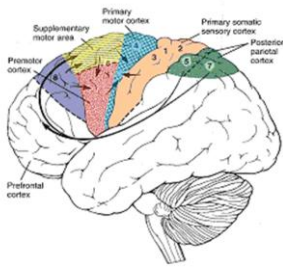


## Principi di neuroscienze

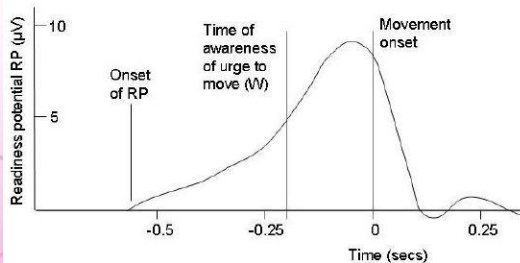
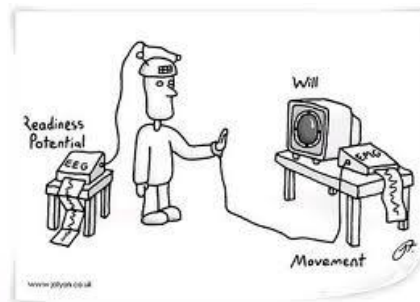
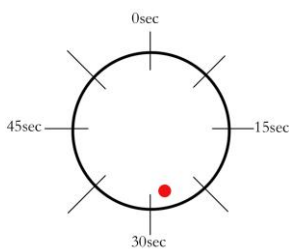


### MRCP (potenziali movimento correlati)

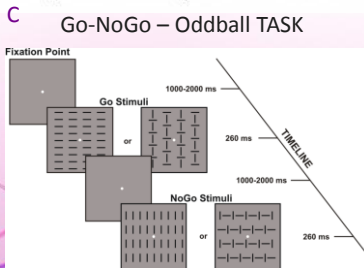
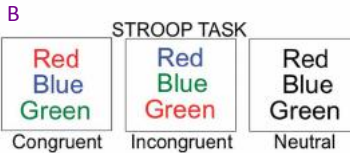
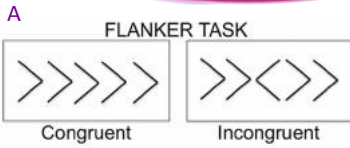
- **BP (Bereitschaftspotential):** preparazione motoria (SMA)
- **NS' (Negative Slope):** programmazione motoria (PMC)
- **MP (Motor Potential):** comando motorio (M1/S1)
- **RAP (Re-Afferent Potential):** feedback somatosensoriale



## Consapevolezza dell'azione: L'esperimento di Libet



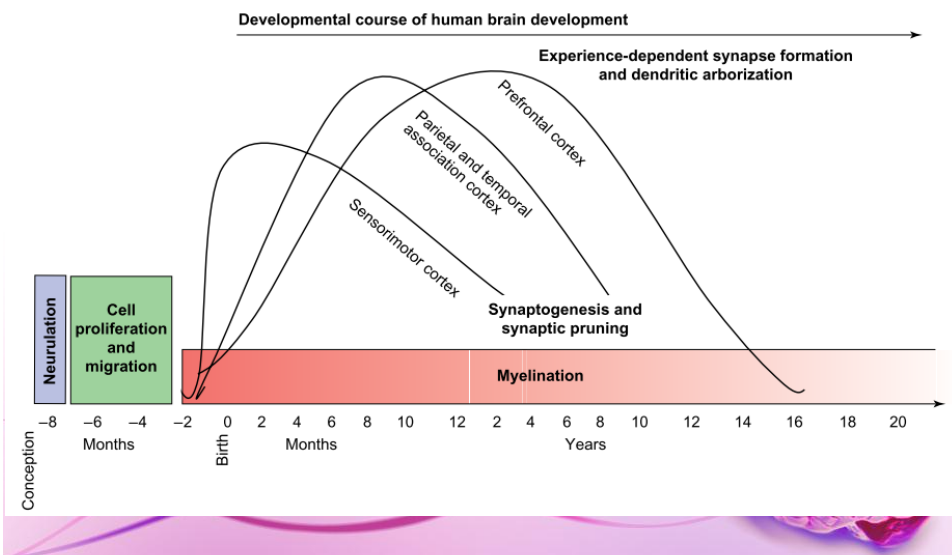
## Paradigmi sperimentali



- (A) Indicare la direzione della freccia centrale
- (B) Leggere il colore della scritta
- (C) Rispondere agli stimoli Go e inibire la risposta per gli stimoli NoGo (diverse proporzioni)

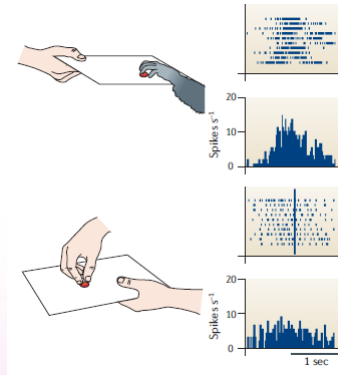


## Sviluppo cerebrale



## Sviluppo sensorimotorio

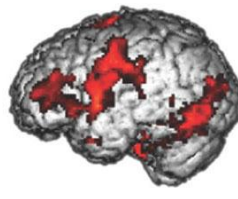
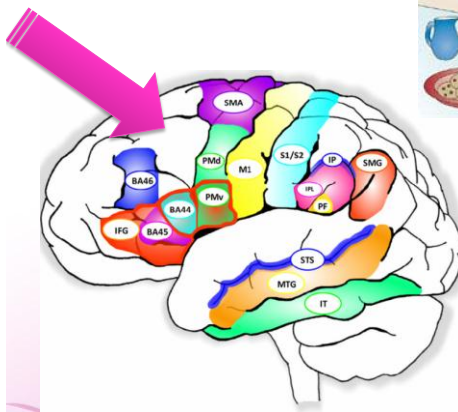
### NEURONI MIRROR



Gallese, V., Fadiga, L., Fogassi, L. & Rizzolatti, G. Action recognition in the premotor cortex. *Brain* 119, 593–609 (1996).

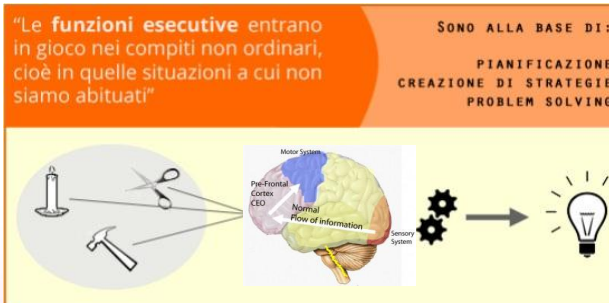


## Sviluppo sensorimotorio



### Teoria della Mente

## Sviluppo cognitivo



EF: Processi mentali finalizzati all'elaborazione di schemi cognitivo-comportamentali adattivi in risposta a condizioni ambientali nuove e impegnative (Owen, 1997)



## Sviluppo cognitivo

- 1) L'attività fisica aumenta il volume e la velocità del flusso sanguigno cerebrale facilitando così l'ossigenazione delle aree cerebrali rilevanti per le funzioni cognitive.
- 2) Plasticità dell'architettura cerebrale modulata dall'incrementata produzione di neurotrofine che agiscono in particolare a livello dell'ippocampo.
- 3) Neurotrasmettitori cerebrali, in particolare norepinefrina e dopamina, regolate dall'attività fisica. Il metabolismo di questi neurotrasmettitori nella corteccia prefrontale gioca un ruolo cruciale nei processi di controllo esecutivo.





## Relazione fitness-cognition/brain

Author(s)	Sample	Measures	Task	Findings
Buck et al. (2008)	74 children (33 fem.), ages $M=9.3$	Fitness – PACER test, task performance	Stroop task	Greater aerobic fitness was associated with better Stroop performance.
Castelli et al. (2007)	259 (127 fem.) third- and fifth-grade students	Fitness – PACER test, academic achievement	ISAT (Illinois Standards Achievement Test)	Physical fitness was positively associated with better math and reading achievement.
Chaddock et al. (2010a)	21 (11 fem.) higher-fit and 28 (18 fem.) lower-fit 9 and 10-year old children	Fitness – indirect calorimetry using a treadmill, task performance, brain volume – MRI	Item and relational memory paradigm	Higher-fit children showed greater bilateral hippocampal volume and better accuracy on the relational memory task.
Hillman et al. (2005)	24 preadolescent children ( $M=9.6$ years), 12 (5 fem.) higher-fit and 12 (6 fem.) lower-fit	Fitness – PACER test, task performance, ERPs (P3)	Visual oddball	Higher-fit children had greater P3 amplitude, shorter P3 latency, and faster RT compared to low-fit children.
Hillman et al. (2009a)	19 (9 fem.) higher-fit and 19 (9 fem.) lower-fit $M=9.4$	Fitness – PACER test, task performance, ERPs (P3, ERN)	Modified flanker task	Higher-fit children had greater P3 amplitude, reduced ERN amplitude, and better response accuracy compared to low-fit children.
Pontifex et al. (2011)	48 preadolescent children ( $M=10.1$ years), 24 (13 fem.) higher-fit and 24 (10 fem.) lower-fit	Fitness – indirect calorimetry using a treadmill, task performance, ERPs (P3, ERN)	Modified flanker task	Lower-fit children had decreased accuracy in the incompatible condition, whereas higher-fit children maintained task performance. Higher-fit children had greater P3 amplitude, decreased P3 latency, and reduced ERN amplitude. Higher-fit children were also able to upregulate P3 and ERN amplitude in the incompatible condition.

ERP = event-related potential; MRI = magnetic resonance imaging; ERN = error-related negativity.

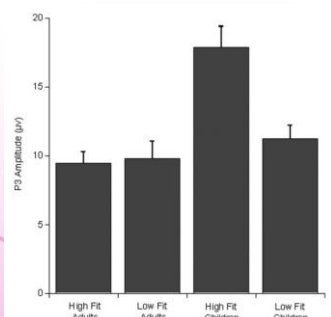
Hillman, C.H., Kamijo, K., Scudder, M., 2011. A review of chronic and acute physical activity participation on neuroelectric measures of brain health and cognition during childhood. *Preventive Medicine* 52, S21-S28.



## Relazione fitness-cognition/brain.1

Hillman, C.H., Castelli, D.M., Buck, S.M., 2005. Aerobic fitness and neurocognitive function in healthy preadolescent children. *Med. Sci. Sports Exerc.* 37, 1967–1974.

Group	RT (ms) for Target Stimuli	Accuracy (%) for Target Stimuli
High-fit children	430.7 (53.4)	94.6 (10.2)
Low-fit children	509.1 (83.2)	88.1 (12.9)
High-fit young adults	352.8 (38.3)	98.4 (2.2)
Low-fit young adults	359.5 (36.0)	94.2 (10.2)



### Partecipanti

24 Bambini (9 anni) e 27 adulti (20 anni)

### Misurazioni fitness & Capacità cognitive

Fitnessgram (capacità aerobica, forza, flessibilità, BMI; [www.fitnessgram.net](http://www.fitnessgram.net))  
Quoziente intellettivo

### Paradigma sperimentale

EEG durante Oddball task

### Analisi

Tempo di reazione (RT) e accuratezza ERPs (ampiezza e latenza P3)



## Relazione fitness-cognition/brain.2

Hillman, C.H., Buck, S.M., Themanson, J.R., et al., 2009a. Aerobic fitness and cognitive development: event-related brain potential and task performance indices of executive control in preadolescent children. *Dev. Psychol.* 45, 114–129.

### Partecipanti

38 Bambini (9 anni) divisi in alta e bassa fitness

### Misurazioni fitness

Capacità aerobica con PACER

### Paradigma sperimentale

EEG durante Flanker task

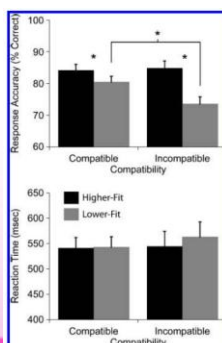
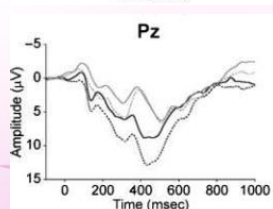
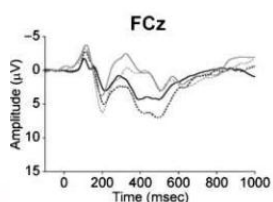
### Analisi

RT e accuratezza  
ERPs (ampiezza e latenza P3, ampiezza ERN)



## Relazione fitness-cognition/brain.3

Pontifex, M.B., Raine, L.B., Johnson, C.R., et al., 2011. Cardiorespiratory Fitness and the Flexible Modulation of Cognitive Control in Preadolescent Children. *J. Cogn. Neurosci.* 23, 1332–1345.



Measure	Lower-fit	Higher-fit
<i>n</i>	24 (13 girls)	24 (10 girls)
Age (years)	10.1 (0.6)	10.0 (0.6)
Tanner	1.7 (0.5)	1.7 (0.5)
K-BIT composite (IQ)	113.2 (14.9)	115.3 (8.6)
Socioeconomic Status (SES)	2.8 (0.6)	2.6 (0.7)
ADHD	6.3 (4.7)	6.9 (4.5)
VO <sub>2</sub> max (ml/kg/min)*	35.7 (5.3)	52.6 (4.2)
VO <sub>2</sub> max Percentile*	8.8 (5.3)	83.3 (4.1)

**Paradigma sperimentale**  
EEG durante Flanker task modificato

**Analisi**  
RT e accuratezza  
ERPs (ampiezza e latenza P3, ampiezza ERN)

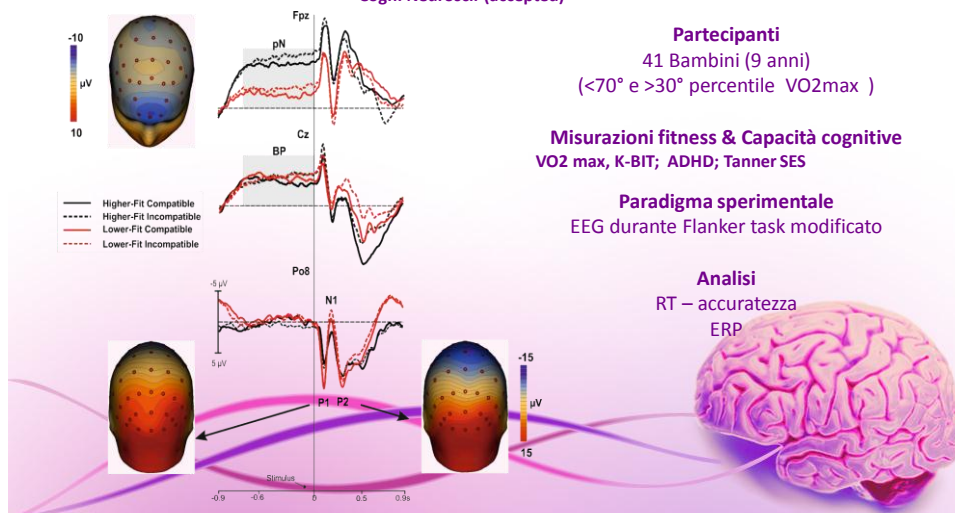
Analisi

RT e accuratezza

ERPs (ampiezza e latenza P3, ampiezza ERN)

## Relazione fitness-cognition/brain.4

Berchicci, M., Pontifex, M.B., Drollette, E.S., Pesce, C., Hillman, C.H., Di Russo, F. 2014. Fitness comes on-line soon in children's brain: from cognitive motor preparation to visual processing benefits. *J. Cogn. Neurosci.* (accepted)



## Relazione fitness-cognition/brain.5

Chaddock, L., Erickson, K. I., Prakash, R. S., Kim, J. S., Voss, M. W., VanPatter, M., et al. (2010). A neuroimaging investigation of the association between aerobic fitness, hippocampal volume and memory performance in preadolescent children. *Brain Res.* 1358, 172–183. doi: 10.1016/j.brainres.2010.08.049

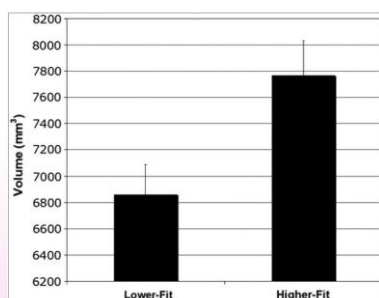


Fig. 1  
Hippocampal volume in a function of aerobic fitness group. Error bars represent standard error.

**Partecipanti**  
24 Bambini (9-10 anni)

**Misurazioni fitness & Capacità cognitive**  
VO2 max  
Tanner  
K-BIT  
SES

**Paradigma sperimentale**  
fMRI a riposo

**Analisi**  
Volume dell'ippocampo  
Memoria

## Relazione fitness-cognition/brain.6

Chaddock-Heyman, L., Erickson, K.I., Holtrop, J.L., Voss, M.W., Pontifex, M.B., Raine, L.B., Hillman, C.H., & Kramer, A.F. (2014). Aerobic fitness is associated with greater white matter integrity in children. *Frontiers in Human Neuroscience*, doi: 10.3389/fnhum.2014.00584.

### Partecipanti

24 Bambini (9-10 anni) divisi in due gruppi sulla base della VO2max (<70° e >30° percentile)

### Misurazioni fitness & Capacità cognitive

VO2max

K-BIT score (Intelligenza)

ADHD

### Paradigma sperimentale

fMRI a riposo

### Analisi

Sostanza bianca

**Table 2 | FA, RD, and AD (mean, standard deviation) in white matter tracts of interest in lower fit and higher fit children.**

	Lower fit (M, SD)	Higher fit (M, SD)
FA corpus callosum genu	0.5277 (0.04)	0.5600 (0.08)
FA corpus callosum body	0.4125 (0.03)*	0.4510 (0.05)*
FA corpus callosum splenium	0.5644 (0.02)	0.5789 (0.02)
FA anterior corona radiata	0.3627 (0.03)	0.3763 (0.07)
FA superior corona radiata	0.3441 (0.02)*	0.3749 (0.04)*
FA posterior corona radiata	0.3149 (0.02)	0.3292 (0.02)
FA superior longitudinal fasciculus	0.3135 (0.01)*	0.3301 (0.02)*
FA posterior thalamic radiation	0.3971 (0.02)	0.4076 (0.03)
FA cerebral peduncle	0.4792 (0.07)	0.4684 (0.04)
RD corpus callosum body	1.000 (0.70)	0.900 (0.16)
RD superior corona radiata	0.854 (0.05)*	0.781 (0.10)*
RD superior longitudinal fasciculus	0.928 (0.04)*	0.871 (0.07)*
AD Corpus callosum body	1.914 (0.12)	1.87967 (0.18)
AD superior corona radiata	1.486 (0.08)	1.425 (0.11)
AD superior longitudinal fasciculus	1.459 (0.06)	1.413 (0.09)

RD and AD values are reported in  $\mu\text{m}^2/\text{ms}$ . \*Significant aerobic fitness group difference,  $p < 0.05$ .

## Effetti attivita' motoria-brain

Author(s)	Sample	Task and measures	Exercise stimulus	Findings
Budde et al. (2008)	99 adolescent children (19 fem.), ages 13-16 years	d2-test/task performance	10 min of coordinative exercise or a 'normal sports lesson' (M = 120 bpm)	Task performance was improved following 10 min of exercise for both groups compared to the control condition. Further improvements were observed for the coordinative exercise group relative to the normal sports lesson group.
Caterino and Polak (1999)	54 second-, 71 third-, and 52 fourth-grade boys and girls	Woodcock-Johnson Test/task performance	15 min of aerobic walking and stretching	Fourth-grade children performed better on the Woodcock-Johnson Test following exercise compared to a control group consisting of a non-aerobic classroom activity. Differences were not observed in second- and third-grade children.
Gabbard and Barton (1979)	106 second grade boys and girls	2-min mathematical computation test/task performance	20, 30, 40, and 50 min of participation in a physical education class composed of standardized relay activities	Math scores following the 50 min physical education class were significantly higher relative to the pre-test.
Hillman et al. (2009b)	20 preadolescent children (M = 9.5 years; 8 fem.)	Modified flanker task/task performance, ERPs (P3)	20 min of seated rest and aerobic walking at 60% of estimated heart rate max (M = 125 bpm)	Children had greater response accuracy and larger P3 amplitude following exercise relative to seated rest, with selectively larger effects observed for the incongruent flanker condition.
McNaughten and Gabbard (1993)	120 sixth-grade boys and girls	90-sec mathematical computation test/task performance	20, 30, and 40 min of aerobic walking (120-145 bpm) at three different times: 8:00 a.m., 11:50 a.m., and 2:20 p.m.	Scores following 30 and 40 min of exercise were significantly higher than following 20 min of exercise at 11:50 a.m. and 2:20 p.m., with no differences observed at 8 a.m.
Pesce et al. (2009)	52 children, ages 11-12 years	Free-recall memory task/task performance	40 min of aerobic circuit training or team games (M = 140 bpm)	More words were remembered during the delayed recall following both aerobic training and team games compared to the control condition. During the immediate recall, more words were remembered following only the team games relative to the control condition.
Schneider et al. (2009)	11 preadolescent children, ages 9-10 years	n.a./EEG and standardized low resolution brain electromagnetic tomography (sLORETA)	15 min of aerobic bicycle exercise (M = 165 bpm)	Following exercise, children exhibited increased alpha activity in the precuneus and decreased beta activity in left temporal areas of the brain, suggesting a shift towards an overall state of physical relaxation, which may increase concentration.
Stroth et al. (2009)	33 children, ages 13-14 years	Modified flanker task, Go-NoGo task/task performance, ERPs (P3)	20 min of seated rest and aerobic cycling (M = 165 bpm)	There were no observed differences in task performance or the P3 component following exercise when compared to rest.

EEG = electroencephalography; ERP = event-related potential; n.a. = no tasks were administered; bpm = beats per minute.

## Effetti attivita' motoria-brain.1

Schneider, S., Vogt, T., Frysch, J., et al., 2009. School support — a neurophysiological approach. *Neurosci. Lett.* 467, 131–134.

### Partecipanti

11 Bambini (9-10 anni)

### Intervento

15 min di cicloergometro a 165bpm

### Misurazioni fitness & Capacità cognitive

Fitness cardiovascolare (VO2max)

BMI

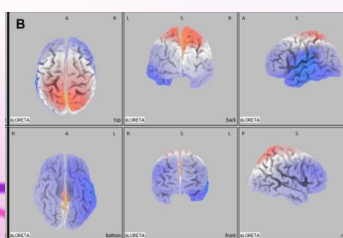
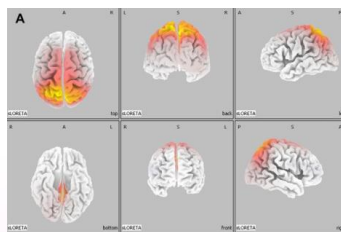
Frequenza cardiaca

### Paradigma sperimentale

EEG a riposo (T0-T1)

### Analisi

Frequenza banda alfa e beta



## Effetti attivita' motoria-brain.2

Drollette, E.S., Scudder, M.R., Raine, L.B., Moore, R.D., Saliba, B.J., Pontifex, M.B., Hillman, C.H., (2014). Acute exercise facilitates brain function and cognition in children who need it most: An ERP study of individual differences in inhibitory control capacity. *Dev. Cogn. Neurosci.* 7, 53-64.

### Partecipanti

40 Bambini (9 anni) divisi in due gruppi:  
Alta e bassa performance

### Intervento

20 min di treadmill al 60-70% della Fcmax  
Controllo

### Misurazioni fitness & Capacità cognitive

Fitness cardiovascolare (VO2max)

BMI

Frequenza cardiaca

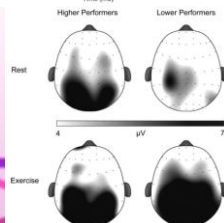
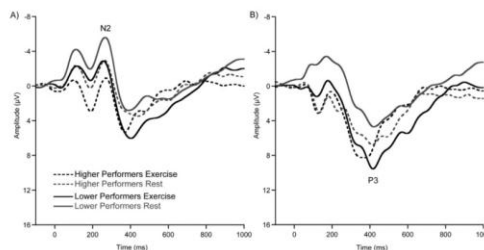
### Paradigma sperimentale

EEG durante Flanker test (T0-T1)

### Analisi

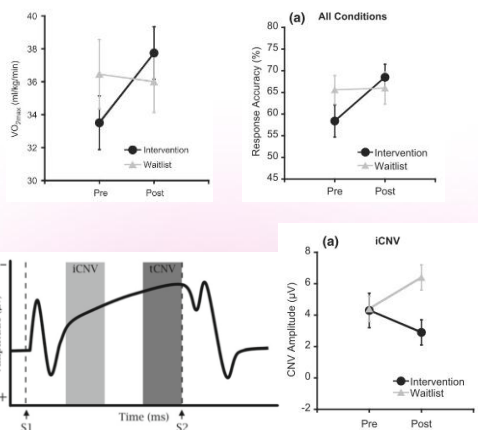
RT

ERPs (ampiezza e latenza P3 e N2)



## Effetti attività' motoria-brain.3

Kamijo, K., Pontifex, M.B., O'Leary, K., Scudder, M.R., Wu, C.T., Castelli, D.M., & Hillman, C. H. (2011). The effects of an afterschool physical activity program on working memory in preadolescent children. *Developmental Science*, 1-13. Doi: 10.1111/j.1467-7687.2011.01054.x.



### Partecipanti

43 Bambini (7-9 anni) divisi in gruppo di intervento e gruppo di controllo

### Intervento

70 min di attività fisica moderata/vigorosa per 150 giorni

### Misurazioni fitness & Capacità cognitive

Fitness cardiovascolare (VO2max)

BMI

Frequenza cardiaca

### Paradigma sperimentale

EEG durante Sternberg task

### Analisi

VO2max, accuratezza e CNV



## PAAC

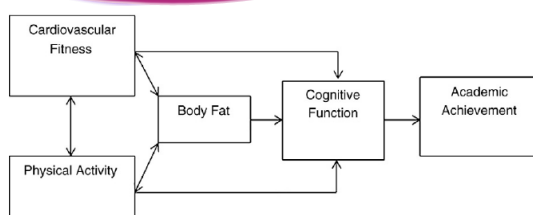


Fig. 1. Model of factors associated with improved academic achievement.

### PAAC (Physical Activity Across the Curriculum) project

3 anni: durata dello studio

Scuole attive:14; Scuole controllo: 11

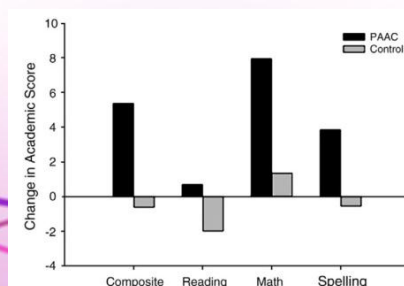
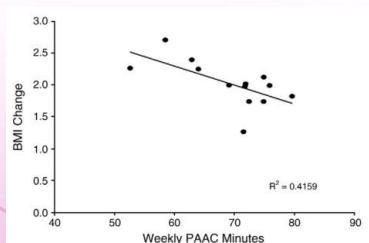
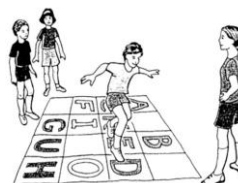
Intervento: 90 min/settimana attività fisica moderata-intensa (3-6 METS, 10 min ciascuno)

Ore scolastiche di matematica, scienze, geografia, storia, lettura, disegno

Donnelly, J.E., & Lambourne, K. (2011). Classroom-based physical activity, cognition, and academic achievement. *Preventive Medicine*, 52, S36-S42.



## PAAC

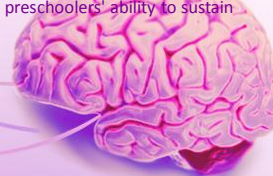


## Attività fisica in classe

Impatto positivo a breve e lungo termine su:

- Fitness e livelli di attività fisica
- Funzioni cognitive e attenzione
- Concentrazione sul compito
- Apprendimento
- Risultati scolastici

1. Erwin, H. E., Abel, M., Beighle, A., & Beets, M. W. (2011). Promoting children's health through physically active math classes: a pilot study. *Health Promotion and Practice*, 12, 244-251.
2. Hill, L., Williams, J. H. G., Aucott, L., Milne, J., Thomson, J., Greig, J. et al. (2010). Exercising attention within the classroom. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 52, 929-934.
3. Kibbe, D. L., Hackett, J., Hurley, M., McFarland, A., Schubert, K. G., Schultz, A. et al. (2011). Ten years of TAKE 10!: integrating physical activity with academic concepts in elementary school classrooms. *Preventive Medicine*, 52, 43-50.
4. Mahar, M. T., Murphy, S. K., Rowe, D. A., Golden, J., Shields, A. T., & Raedeke, T. D. (2006). Effects of a classroom-based program on physical activity and on-task behavior. *Med. Sci. Sport Exercise*, 38, 2086-2094.
5. Palmer, K. K., Miller, M. W., & Robinson, L. E. (2013). Acute exercise enhances preschoolers' ability to sustain attention. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, 35, 433-437.



## Come e cosa

Anderson (1982)	Wilberg (1983)	Masters (1992)
Conoscenza procedurale	Memoria motoria	Memoria implicita
Conoscenza dichiarativa	Memoria di movimento	Memoria esplicita

Come?

Cosa?

Wilberg, R.B.(1983). Memory for movement: discussion of Adams, Saltzman and Kelso. In Magill, R.A. (Ed.) Memory and control of action. Amsterdam: North Holland.

Masters, R.S.W. (1992). Knowledge, nerves and know-how: the role of explicit versus implicit knowledge in the breakdown of a complex motor skill under pressure. *British Journal of Psychology*, 83, 343-358.

Anderson, J. R. (1982). Acquisition of cognitive skill. *Psychological Review*, 89, 369-406.



## Come e cosa

### Esercitazione per blocchi

Sequenza di esercizi nei quali si ripete più volte lo stesso compito fino a quando non è appreso, per poi passare al successivo.

Gli individui possono usare gli stessi programmi motori e gli stessi parametri per le serie di movimenti, evitando sforzi di recupero e riprogrammazione dei parametri importanti per il controllo e l'apprendimento motorio.

Schack, T, & Mechsner, F. (2006). Representation of motor skills in human long-term memory. *Neuroscience letters*, 391: 77-81.





## Come e cosa

### Esercitazione randomizzata

Varietà di compiti diversi senza un ordine particolare, minimizzando le ripetizioni consecutive di ogni singolo compito.

Le condizioni randomizzate di apprendimento integrano rappresentazioni dell'azione multisensoriale, caratterizzate da elementi funzionali e percettivi, importanti per specializzare il compito motorio.

Shack, T. (2003). The relationship between motor representation and biomechanical parameters in complex movements: towards an integrative perspective of movement science. *European Journal of Sport Science*, 3(2), 1-13.



## Come e cosa

### Pratica costante

Condizione in cui viene praticato un unico compito.

### Pratica variabile

Condizione in cui vengono praticati due o più compiti appartenenti alla stessa classe di movimenti.



### Battig (1979): Interferenza contestuale

1. Ipotesi della elaborazione (Shea and Morgan, 1983)
2. Ipotesi della ricostruzione del piano d'azione (Lee et al., 1985)

Shea, J.B., & Zimny, S.T. (1983). Context effects in memory and learning movement information, in Magill R.A., *Memory and control of action*. Amsterdam: North Holland.

Lee, T.D., Magill, R.A., & Weeks, D.J. (1985). Influence of practice schedule on testing schema theory prediction in adults. *Journal of motor behaviour*, 17, 283.



## Come e cosa

### Quindi...

Le caratteristiche dell'organizzazione della pratica che più aumenta le possibilità di successo in futuro è rappresentata dalla variabilità dell'esperienza di apprendimento. Il principale beneficio per l'allievo è rappresentato dalla possibilità di eseguire un'abilità in situazioni diverse.

L'apprendimento è un processo di risoluzione di problemi in cui l'obiettivo dell'azione rappresenta il problema da risolvere e l'evoluzione nella configurazione del movimento rappresenta il tentativo di risolvere il problema.

Magill, R.A. (2001). Motor learning: concept and application. McGraw-Hill Higher education, New York.

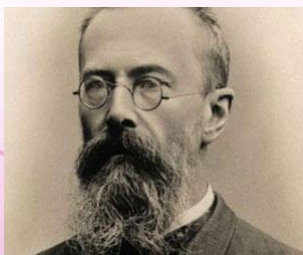
Shea, C.H., & Wulf, G. (2005). Schema theory: a critical appraisal and reevaluation. Journal of motor behaviour, 37(2)- 85-101.



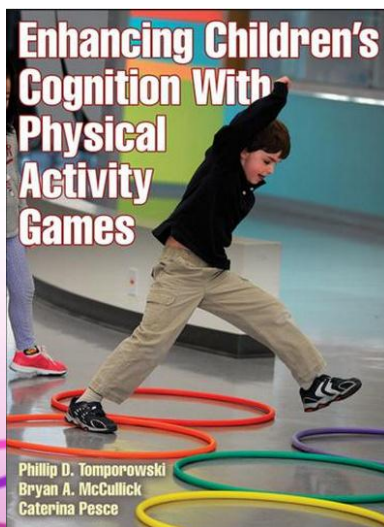
## Come e cosa

**Bernstein:** "...the process of practice towards the achievement of new motor habits essentially consists in the gradual success of a search for optimal motor solutions to the appropriate problems. Because of this, practice, when properly undertaken, does not consist in repeating the means of solution of a motor problem time after time, but in the process of solving this problem again and again."

[The coordination and regulation of movements. Pergamon press. Oxford.](#)



## Come e cosa: Spunti



## Come e cosa: Spunti

### Giochi: Prima infanzia

#### Interferenza contestuale

Alternare movimenti lenti e rapidi; spostarsi indietro e lateralmente; cambiare direzione in risposta ad un segnale; superare un ostacolo utilizzando strategie locomotorie diverse.

Tenere a mente una regola e comportarsi seguendo questa regola; esercitare due azioni diverse.

Brevi e frequenti bouts di attività fisica moderata-vigorosa, alternare brevi pause mentre si continua il gioco.

Seguire le direzioni date alla classe ed essere in grado di utilizzare lo spazio in sicurezza, senza collisioni.

Divertirsi in giochi di finzione impersonando espressioni emotive diverse.

#### Controllo mentale

Alternare abilità locomotorie e rapidamente fermarsi al segnale.

Inibire risposte prepotenti e fermare il movimento seguendo le regole.

Accettare le decisioni dell'insegnante anche se svantaggiose.

Divertirsi in giochi di finzione impersonando animali ed oggetti.

#### Scoperta

Esplorare modi diversi di risolvere problemi grosso-motori e utilizzare oggetti abbinando semplici abilità locomotorie e manipolative.

Inibire azioni abituali in favore di strategie motorie meno utilizzate.

Mostrare rispetto del corpo dell'insegnante quando si svolgono esercizi insieme.

Divertirsi in giochi di finzione e apprezzare le differenze e analogie con gli altri.



## Come e cosa: Spunti

### Giochi: Scuola materna

#### Interferenza contestuale

Reagire a cambiamenti improvvisi dell'ambiente, adattando direzione e velocità dei movimenti.  
Tenere a mente una regola che coinvolga più di due azioni alternative ed essere in grado di utilizzarla adeguatamente in risposta a vari segnali.  
Progressivamente più lunghe fasi di gioco caratterizzate da attività fisica moderata-intensa.  
Mostrare le prime forme di comportamento pro-sociale, focalizzandosi non solo sulla partecipazione al gioco, ma anche nel prendersi le responsabilità degli altri.  
Non uscire dal gioco; divertirsi oscillando tra competizione e cooperazione.

#### Controllo mentale

Accentuare il contrasto tra movimenti lenti e rapidi, avanti e indietro, assumendo diverse posizioni del corpo in risposta a segnali.  
Imparare la competizione per vincere nel gioco e la cooperazione per trovare soluzioni tra pari.  
Interagire con gli altri per trovare la soluzione motoria al problema ad accogliere la differenza tra la propria soluzione e quella degli altri.

#### Scoperta

Raggiungere competenze nella ricerca ed esecuzione di soluzioni motorie originali e pertinenti ad una varietà di abilità fino- e grosso-motorie.  
Sviluppare strategie per muoversi creativamente sia quando l'ambiente è stabile sia quando cambia progressivamente.  
Lavorare a coppia per trovare soluzioni cooperative in un ambiente stabile e in lento cambiamento.  
Superare la paura (e.g., arrampicare) e interagire con gli altri per affrontare la sfida di un problema motorio.



## Come e cosa: Spunti

### Giochi: Scuola elementare (biennio)

#### Interferenza contestuale

Saltare, galoppare, correre e strisciare usando un pattern di movimento maturo.  
Differenziare tra forza leggera e pesante.  
Accettare responsabilità personali utilizzando gli attrezzi e lo spazio adeguatamente.  
Rispettare i protocolli di comportamento stabiliti.  
Descrivere le sensazioni positive che derivano dalla partecipazione all'attività fisica.

#### Controllo mentale

Lanciare sopra la testa utilizzando un pattern motorio maturo.  
Muoversi dimostrando ampio repertorio di azioni con l'oggetto.  
Rispondere in modo appropriato a feedback generali forniti dall'insegnante.  
Riconoscere che le sfide sportive portano al successo.

#### Scoperta

Colpire una palla con un lungo bastone, mandarlo indietro, e cambiare la presa.  
Cambiare tempo e forza con graduale aumento o diminuzione.  
Seguire le direzioni dell'insegnante per una partecipazione al gioco in sicurezza, rispettando gli attrezzi anche senza il richiamo.  
Riconoscere il ruolo dei ruoli (insegante/alunno) nelle attività guidate dall'insegnante.  
Discutere le motivazioni personali che portano al divertimento durante l'attività fisica.



## Come e cosa: Spunti

### Giochi: Scuola elementare (triennio)

#### Interferenza contestuale

Muoversi mostrando la differenza tra corsa normale e veloce; utilizzare vari movimenti di locomozione in una varietà di compiti; applicare semplici strategie e tattiche mentre ci si rincorre.

Partecipare con comportamenti responsabili in una varietà di contesti sportivi, ambienti e luoghi.

Mostrare rispetto per le regole in diversi contesti di attività fisica.

Descrivere e comparare le interazioni sociali positive quando si fa attività fisica con un compagno, a piccoli o grandi gruppi.

#### Controllo mentale

Lanciare la palla sulla testa ad un compagno o al bersaglio con precisione.

Combinare gli spostamenti con la manipolazione di piccoli attrezzi.

Applicare movimenti a strategie di gioco.

Riconoscere i tipi di lancio, la palla, o le azioni per fare punti necessarie per vari giochi e sport.

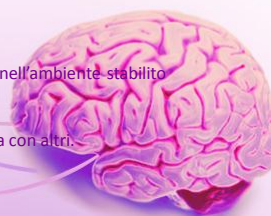
Analizzare diversi tipi di attività fisica per divertimento e sfida, identificando le ragioni per una risposta positiva o negativa.

#### Scoperta

Combinare gli spostamenti con le abilità manuali tipo lanciare, afferrare, colpire, etc nell'ambiente stabilito dall'insegnante.

Esibire rispetto per le regole e comportarsi seguendo i principi di sicurezza.

Descrivere le interazioni sociali positive che emergono quando si pratica attività fisica con altri.



## CONCLUSIONI

**Aumento della circolazione sanguigna:** Il movimento aumenta l'apporto di sangue ai tessuti e al cervello, con sempre nuove cellule nervose di ricambio e nuove connessioni tra i neuroni.



Fattore neurotrofico **BDNF** (Brain-Derived Neurotrophic Factor)

- Capace di far crescere i prolungamenti cellulari dei neuroni (dendriti e assoni)
- Prolunga la sopravvivenza dei neuroni



## CONCLUSIONI

**Neurogenesi:** Produzione di sostanze neuroattive



**IGF-1** (fattore insulino-simile di primo tipo) e **anandamide**  
Liberate dai muscoli durante il movimento e tramite il circolo sanguigno arrivano al cervello

Stimola la sintesi di BDNF

Si lega al recettore cannabinoide (1 tipo)  
Aumento della concentrazione (45 min)



## CONCLUSIONI

**Chi fa esercizio fisico si differenzia da chi e' sedentario per molteplici aspetti:**

- 1) I lobi frontali sono piu' efficienti
- 2) Il cortisolo ematico si abbassa
- 3) La serotonina cerebrale aumenta
- 4) Aumento della dopamina cerebrale e "rewarding center" (centro della gratificazione)
- 5) Maggior liberazione di endorfine, adrenalina e noradrenalina sono piu' alte nello sportivo allenato, sia durante e dopo lo sforzo, che in condizioni di riposo
- 6) Stretta correlazione tra le capacità motorie e le capacità attentive e mnemoniche di una persona



## CONCLUSIONI

### I meccanismi fondamentali:

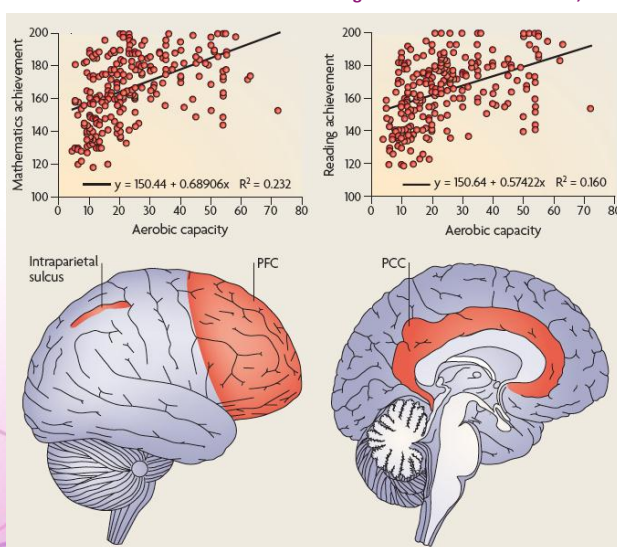
**PLASTICITÀ CEREBRALE:** capacità di creare nuove connessioni sinaptiche in varie aree cerebrali

**RISERVA COGNITIVA E CEREBRALE:** la resilienza del cervello al danno cerebrale di carattere funzionale o neurologico



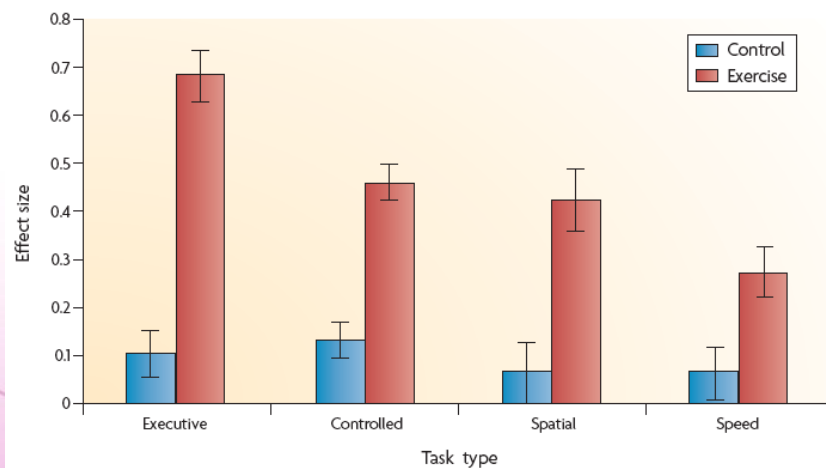
## CONCLUSIONI

Hillmann, C.H., Erickson, K.I., Kramer, A.F. (2008). Be smart, exercise your heart: exercise effects on brain and cognition. *Nat. Rev. Neurosci.* 9, 58-65.



## CONCLUSIONI

Hillmann, C.H., Erickson, K.I., Kramer, A.F. (2008). Be smart, exercise your heart: exercise effects on brain and cognition. *Nat. Rev. Neurosci.* 9, 58-65.



## CONCLUSIONI

Temporowski, P.D., Lambourne, K., Okumura, M.S. (2011). Physical activity interventions and children's mental function: An introduction and overview. *Preventive Medicine* 52, S3-S9.

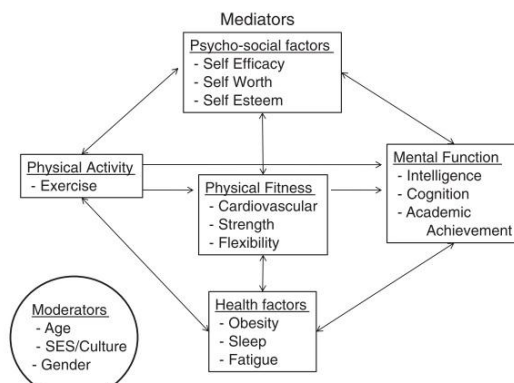


Fig. 1. Working model of mediators and moderators that may play a role in physical activity effects on children's mental function. SES = Socioeconomic status.



# Grazie per l'attenzione



[www.incredibilia.it/bimbi-che-giocano-in-giro-per-il-mondo/](http://www.incredibilia.it/bimbi-che-giocano-in-giro-per-il-mondo/)