



NOTE SULL'AUTORE

Salvatore Falletta

Laurea in Scienze delle Attività Motorie e sportive; Laurea magistrale in Scienze delle attività motorie preventive e adattate; docente di Scienze Motorie scuola primaria con la partecipazione al progetto di classe (CONI).
salvofalletta92@hotmail.it

NOTE SULL'AUTORE

Vincenzo Tornammè

Laurea ISEF; Docente di Scienze Motorie scuola secondaria di 2°.
cinisca@hotmail.it

NOTE SULL'AUTORE

Donatella Di Corrado

Università "KORE" di Enna, Dipartimento di Scienze Motorie, Ricercatore (Metodi e Didattica delle Attività Motorie - M-EDF/01). donatella.dicorrado@unikore.it

ATTIVITÀ AEROBICA E FUNZIONI ESECUTIVE NEL CALCIO

di Salvatore Falletta, Vincenzo Tornammè e Donatella Di Corrado

INTRODUZIONE

È ormai risaputo che l'attività motoria migliora numerosi aspetti cognitivi, emozionali e psicologici. Diversi studi hanno dimostrato come l'attività aerobica possa mantenere e migliorare la salute del sistema nervoso centrale (1), in particolare modo ha effetti positivi sul funzionamento cognitivo di ordine superiore (2-3).

Funzioni come il controllo dell'attenzione, la velocità di elaborazione, la flessibilità cognitiva, l'inibizione della risposta e la memoria di lavoro maturano durante la tarda infanzia e nell'adoles-

cenza per essere pienamente sviluppate intorno ai 19 anni di età (4).

La pratica prolungata di almeno 30 minuti al giorno incide positivamente sui livelli di alcuni neurotrasmettitori (serotonina, noradrenalina e dopamina), migliorando la memoria di lavoro e incrementando l'efficienza cognitiva (5-6).

Le funzioni esecutive risultano essere importanti per le prestazioni di successo in vari sport, in quanto facilitano l'adattamento a situazioni nuove o mutevoli, l'attenzione, così come il richiamo delle strategie di gioco (7).



Ludyga e collaboratori (8) hanno esaminato gli effetti di un programma di attività aerobica sulla memoria di lavoro in un gruppo di adolescenti. I partecipanti sono stati divisi in modo casuale in 20 adolescenti che hanno eseguito 20 minuti di esercizi aerobici e di coordinazione, e 16 adolescenti che non hanno eseguito alcuna attività. Il gruppo sperimentale che ha eseguito il training aerobico ha ottenuto una maggiore diminuzione dal pre-test del tempo di reazione, rispetto al gruppo di controllo.

Coles e Tomporowski (9) hanno valutato gli effetti di una breve sessione di attività di tipo aerobico (40 minuti) sulle funzioni esecutive, e sulla memoria a breve e a lungo termine. I risultati hanno rilevato che l'eccitazione indotta dall'esercizio facilita il consolidamento delle informazioni nella memoria a lungo termine.

Labban ed Etnier (10) hanno testato l'effetto dell'esercizio aerobico sulla memoria a lungo termine. La memoria è stata valutata attraverso il richiamo del paragrafo; i soggetti hanno ascoltato due paragrafi (esposizione) e li hanno ricontestualizzati dopo un ritardo di 35 minuti. I partecipanti (n = 48) sono stati assegnati in modo casuale a uno dei tre gruppi: esercizio prima dell'esposizione, esercizio dopo l'esposizione o assenza di esercizio. L'esercizio consisteva di 30 minuti su un cicloergometro compreso 20 minuti a intensità moderata. I risultati hanno indicato che l'esercizio aerobico ha influenzato positivamente il richiamo alla memoria nel gruppo sperimentale, rispetto al gruppo di controllo.

Nel presente lavoro è stato esaminato l'effetto dell'esercizio aerobico sulle funzioni cognitive, in particolar modo su quelle legate al controllo esecutivo ed attentivo (memoria di lavoro, attenzione distribuita ed inibizione-interferenza), in un gruppo di giocatori di calcio.

MATERIALE E METODO

Partecipanti

L'indagine è stata condotta su un gruppo di 30 giocatori di calcio di età compresa tra 14 e 18 anni (M = 15,64; D.S. = 1,40). La società di appartenenza degli atleti è della provincia di Enna (Sicilia). I partecipanti al momento della ricerca si esercitavano cinque o sei volte a settimana, tra le 10 e 12 ore settimanali.

Hanno dichiarato, inoltre, di essere in ottima salute e di non aver assunto alcun farmaco nelle precedenti settimane. Prima di raccogliere i dati, gli esperti hanno fornito dettagliate spiegazioni sullo scopo e sulle procedure della ricerca; alla fine, i partecipanti hanno volontariamente firmato un modulo di consenso. Per gli atleti sotto i 18 anni di età, il consenso è stato firmato dai genitori.

Strumenti

Per la valutazione delle funzioni esecutive è stata utilizzata la versione computerizzata della batteria *Attenzione e Concentrazione* (11). Considerata l'età dei partecipanti, è stato impostato il secondo livello di difficoltà specifico per adolescenti. Sono state estrapolate solo tre prove che misurano rispettivamente le funzioni esecutive legate a memoria diretta e inversa di cifre, doppio compito e prova di interferenza colore-parola. Si tratta di:

- *Digit span* (prova 4): vengono presentate serie di numeri di lunghezza crescente, a partire da due digit (una cifra al secondo), che il soggetto dovrà ripetere premendo i relativi tasti. Ad ogni serie viene aggiunta una cifra se la precedente sequenza è stata superata, altrimenti se ne ripropone un'altra della stessa lunghezza; la prova si considera conclusa al secondo tentativo errato, ed il punteggio è rappresentato dal numero massimo di digit ripetuti nella sequenza esatta. Tale prova valuta la ripetizione diretta e inversa di cifre calcolando il punteggio totale dalla somma delle due prestazioni; essa è collegata alla capacità di concentrazione ed alla vigilanza attentiva che richiedono l'accesso alla memoria a breve termine.
- *Dual task* (prova 5): richiede un doppio compito parallelo di riconoscimento visivo ed uditivo, da effettuare tenendo impegnate entrambe le mani sulla tastiera; un tasto va premuto all'apparire del simbolo stabilito, l'altro quando il soggetto sente la parola target (vedi Fig. 1). Per entrambe le prestazioni, vengono calcolate le differenze rispetto al punteggio ottenuto nella terza prova relativamente al canale visivo, la quale fungendo da baseline metterà in evidenza quanto influiscano le interferenze sulla capacità di attenzione divisa del soggetto.

- *Stroop test* (prova 6): il primo compito funziona da baseline, in quanto registra i tempi di reazione, le risposte corrette e gli errori relativi al riconoscimento del colore che di volta in volta appare sullo schermo, tramite dei tasti su cui sono stati applicati degli adesivi colorati (vedi Fig. 2). Il secondo compito mette alla prova l'abilità di resistenza alla distrazione quale adattamento del fenomeno

Stroop, proponendo al soggetto parole denominanti un colore, ma indicanti un colore diverso (per esempio la parola nero colorata di blu); va premuto il tasto corrispondente al colore in cui la parola è scritta (blu nel caso precedente), senza che il significato evocato dalla parola crei l'interferenza (vedi Fig. 3). Il punteggio finale deriva dalla differenza tra i risultati ottenuti nei due compiti.

>>



Figura 1 Dual Task



Figura 2 Stroop Test (prova 6a)



Figura 3 Stroop Test (prova 6b)

Procedura

È stato condotto un programma motorio aerobico, durante il quale i partecipanti sono stati monitorati con un cardiofrequenzimetro al fine di controllare la soglia anaerobica. Prima e subito dopo il training, sono state somministrate le prove per valutare le funzioni esecutive. La sessione di training aerobico, della durata di 30 minuti, si compone di quattro fasi consecutive. Nella prima di esse (durata: 5 minuti), i ragazzi hanno effettuato una fase di riscaldamento, determinata da esercizi di risveglio muscolare e corsetta leggera sul campo; nella seconda di essa (durata: 10 minuti; fase di esecuzione), è stato fatto fare un percorso a slalom con la palla, corsa con la palla a una distanza circa di 15 metri, corsa a ostacoli.

Nella terza di esse (durata: 5 minuti; fase di variazione dell'intensità), la corsa con la palla è stata effettuata ad una distanza di 25 metri con saltelli sul posto. Nella fase finale (durata 10 minuti; fase di defaticamento), i soggetti sono stati divisi in gruppi formati da 5 persone e dovevano passarsi la palla tra di loro.

Al fine di stabilire l'esatta intensità di allenamento, è stato utilizzato il più semplice tra i parametri: la frequenza cardiaca. In accordo con la letteratura scientifica e considerato il livello di preparazione atletica del gruppo di giovani

partecipanti, è stata scelta una sessione di training pari al 60-70% della frequenza cardiaca massima. Ogni partecipante ha eseguito le prove per la valutazione delle funzioni esecutive in una postazione riservata dotata di un personal computer e di un paio di cuffie, per evitare qualsiasi tipo di interferenza. I ragazzi hanno sostenuto le tre prove computerizzate prima (pre-test) e dopo (post-test) avere eseguito la sessione di training aerobico.

RISULTATI

Per ciascun partecipante si è proceduto a raccogliere, rispettivamente, la somma totale dello span di memoria per la prova 4 (*digit span*) e tempi di esecuzione, errori ed eventuali omissioni per le prove 5 e 6 (*dual task* e *stroop test*). Per la prova 6, inoltre, è stata presa in considerazione anche la differenza fra i tempi medi di reazione (ovvero, il risultato della sottrazione dei tempi medi 6a dai tempi medi della prova 6b). Per i dati raccolti sono stati calcolati i valori medi, confrontati utilizzando il *t-test* per misure ripetute. Per misurare gli effetti dell'attività motoria aerobica sulle funzioni esecutive, sono state calcolate le differenze tra le medie ottenute al pre-test e al post-test nel campione totale. I risultati del confronto sono riportati nella Tabella 1.

Prove		Pre	Post	t	p
Digit Span Diretta	M	4,66	5,00	-15,58	*0,001
	D.S.	0,21	0,16		
Digit Span Inversa	M	4,10	4,19	-3,04	*0,05
	D.S.	0,09	0,14		
Digit Span Totale	M	8,76	9,19	-14,21	*0,001
	D.S.	0,22	0,21		
Dual Task Errori	M	1,00	0,65	1,45	0,15
	D.S.	1,26	0,84		
Dual Task Omissioni	M	2,23	2,10	0,38	0,70
	D.S.	1,50	1,72		
Dual Task Tempi	M	613,58	588,42	2,15	*0,03
	D.S.	119,89	125,41		
Stroop Test (6a) Errori	M	2,02	1,76	0,80	0,41
	D.S.	1,98	1,72		
Stroop Test (6a) Tempi	M	728,40	682,91	3,68	*0,001
	D.S.	119,89	75,68		
Stroop Test (6b) Errori	M	2,30	1,82	1,59	0,12
	D.S.	2,53	1,96		
Stroop Test (6b) Tempi	M	798,40	750,68	3,30	*0,002
	D.S.	94,55	82,98		
Differenza 6b/6° Tempi	M	70,00	67,74	0,18	0,85
	D.S.	51,77	58,75		

Tabella 1
Medie delle prove pre- e post-training.
*p ≤0.05

Per quanto riguarda la prova 4 (*digit span*), occorre distinguere tra ripetizione diretta, inversa e punteggio totale. Nella ripetizione diretta, la prestazione appare significativamente migliorata rispetto a prima della sessione di training aerobico ($t_{(30)} = -15,58; p < .001$). La stessa situazione si riscontra tanto per la ripetizione inversa ($t_{(30)} = -3,04; p = .05$), quanto per il punteggio totale ($t_{(30)} = -14,21; p < .001$). Nella prova 5 (*dual task*) l'analisi dei dati mostra un miglioramento significativo dei tempi medi di reazione, nettamente diminuiti dopo i 30 minuti di training aerobico ($t_{(30)} = 2,15; p = .03$). Risulta diminuito il numero di errori e di omissioni, ma non in misura statisticamente significativa ($p > .05$). Infine, per quanto concerne la prova 6a dello *stroop test*, ovvero la prova di riconoscimento del colore che funge da baseline, si è verificato un decremento significativo dei tempi medi di reazione ($t_{(30)} = 3,68; p < .001$). In merito alla prova 6b, ovvero il compito interferenza colore-parola, è risultata statisticamente significativa la riduzione dei tempi medi di reazione ($t_{(30)} = 3,30; p = .02$).



Tempo di reazione in s

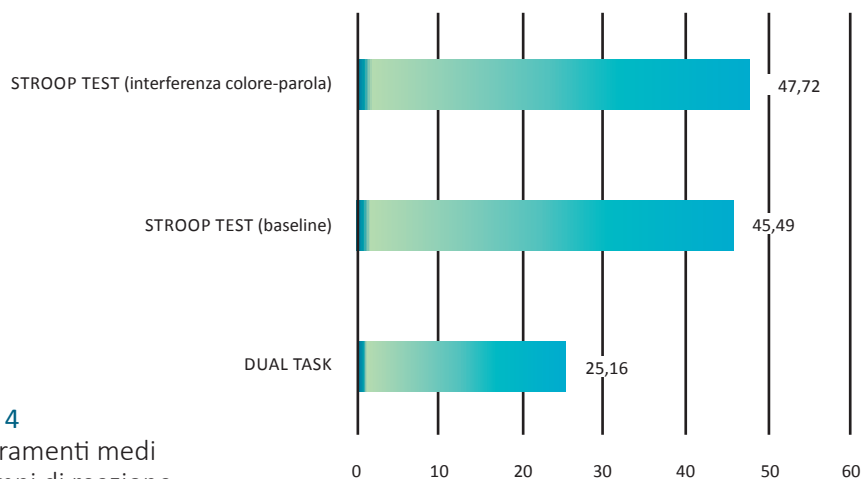


Figura 4
Miglioramenti medi nei tempi di reazione

DISCUSSIONE E CONCLUSIONI

L'obiettivo di questo studio era quello di esaminare l'effetto dell'esercizio aerobico sulle funzioni cognitive, in particolar modo su quelle legate al controllo esecutivo ed attentivo (memoria di lavoro, attenzione distribuita ed inibizione-interferenza), in un gruppo di giocatori di calcio. I risultati confermano l'ipotesi iniziale; è stato, infatti, verificato un miglioramento delle prestazioni cognitive subito dopo la sessione di training aerobico. Il gioco del calcio fa parte degli sport di situazione o *open skill*, poiché i gesti atletici dei calciatori dipendono dalle circostanze proposte dalla partita, dalle strategie degli avversari e da molte altre variabili cosiddette "esterne". L'atleta è continuamente bombardato da migliaia di stimoli e la sua abilità sta proprio nel selezionare ed elaborare solo le informazioni corrette alla prestazione (12). I risultati hanno dimostrato che, dopo aver effettuato il training aerobico, i partecipanti sono stati più veloci nell'eseguire le prove di valutazione. In effetti, i tempi medi di reazione sono ampiamente diminuiti al post-training, rispetto alla rilevazione pre-training (vedi Fig. 4). La maggior parte degli studi trasversali ha riportato una relazione positiva tra i livelli di fitness aerobico e il funzionamento cognitivo di ordine superiore (cioè il controllo cognitivo), come l'inibizione, la memoria di lavoro, il tempo di reazione e la flessibilità cognitiva (13-14). La ricerca sul calcio ha dimostrato, inoltre, che l'efficienza delle funzioni esecutive è predittiva di prestazioni sportive di successo e varia in funzione del livello di competenza sportiva nei giocatori preadolescenti e adolescenti giovani (15). L'abilità fisica è importante per il successo sportivo in tutte le età. Tuttavia, dopo aver dimostrato che l'esercizio aerobico influenza le funzioni esecutive negli adolescenti, suggeriamo che l'abilità fisica è più importante in età più giovane. Pertanto, i cambiamenti cognitivi indotti dall'esercizio dovrebbero essere attentamente considerati quando è richiesta la funzione esecutiva durante lo sforzo fisico.

La ricerca futura dovrebbe estendersi oltre l'ambito di un laboratorio nei campi degli sport e delle attività fisiche della vita quotidiana al fine di definire i criteri per il raggiungimento delle prestazioni di successo. ■



ABSTRACT

Physical activity improves many cognitive, emotional and psychological aspects. Several studies showed that aerobic activity can improve superior cognitive functioning. The aim of this research is to examine the effect of aerobic activity on some executive functions (working memory, distributed attention, response inhibition). The study was carried out on 30 soccer players aged between 14 and 18 years old. Results showed an immediate improvement in cognitive performance after executing an aerobic training session.

BIBLIOGRAFIA

- Colcombe SJ, Erickson KI, Scalf PE, Kim JS, Prakash R, McAuley E, Elavsky S, Marquez DX, Hu L, Kramer AF, (2006), Aerobic exercise training increases brain volume in aging humans. *J Gerontol a Biol Sci Med Sci*, 61(11), 1166-1170.
- Kvalø SE, Bru E, Bronnick K, Dyrstad SM, (2017), Does Increased Physical Activity in School Affect Children's Executive function and Aerobic Fitness? *Scand J Med Sci Sports*, 27(12), 1-9.
- Verburgh L, Königs M, Scherder EJA, Oosterlaan J, (2014), Physical exercise and executive functions in preadolescent children, adolescents and young adults: a meta-analysis. *Br J Sports Med*, 48, 973-979.
- Luna B, Garver KE, Urban TA, Lazar NA, Sweeney JA, (2004), Maturation of cognitive processes from late childhood to adulthood. *Child development*, 75(5), 1357-1372.
- Potter D, Keeling D, (2005), Effects of moderate exercise and circadian rhythms on human memory. *J Sport Exerc Psychol*, 27, 117-125.
- Davis CL, Tomporowski PD, Boyle CA, Waller JL, Miller PH, Naglieri JA, Gregoski M, (2013), Effects of Aerobic Exercise on Overweight Children's Cognitive Functioning. *Res Q Exerc Sport*, 78(5), 510-519.
- Vestberg T, Gustafson R, Maurex L, Ingvar M, Petrovic P, (2012), Executive Functions Predict the Success of Top-Soccer Players. *PLoS ONE*, 7(4), e34731.
- Ludyga S, Gerber M, Kamijo K, Brand S4, Pühse U, (2018), The effects of a school-based exercise program on neurophysiological indices of working memory operations in adolescents. *J Sci Med Sport*, pii: S1440-2440(18)30003-3. doi: 10.1016/j.jsams.2018.01.001.
- Coles K, Tomporowski PD, (2008), Effects of acute exercise on executive processing, short-term and long-term memory. *J Sports Sci*, 26(3), 333-344.
- Labban JD, Etnier JL, (2011), Effects of acute exercise on long-term memory. *Res Q Exerc Sport*, 82(4), 712-721.
- Di Nuovo S, (2000). *Attenzione e concentrazione. 7 test e 12 training di potenziamento*. Trento: Edizioni Centro Studi Erickson.
- Di Corrado D, (2012). *La preparazione mentale del calciatore. Il ruolo della psicologia per migliorare le prestazioni degli atleti*. Milano: Edizioni Franco Angeli.
- Biddle SJH, Asare M, (2011), Physical activity and mental health in children and adolescents: a review of reviews. *Br J Sports Med*, 45, 886-895.
- Budde H, Voelcker-Rehage C, Pietraßyk-Kendziorra S, et al., (2008), Acute coordinative exercise improves attentional performance in adolescents. *Neurosci Lett*, 441, 219-223.
- Verburgh L, Scherder EJA, van Lange PA, Oosterlaan J, (2014), Executive Functioning in Highly Talented Soccer Players. *PLoS ONE*, 9, e91254.