

ANALISI E CONFRONTO TRA UN TEST DI RESISTENZA ED UNA SUA VARIANTE CON STIMOLO COGNITIVO

G. BONOCORE¹, G. SALVADORI², J. DEL GRANDE³, A. ROSSI⁴

¹ *Docente Università di Pisa Master "Teoria e tecniche della preparazione atletica nel calcio" valutazione performance "Sport and Anatomy" Università di Pisa*

² *Dottore in Scienze e tecnica dell'attività sportiva, Università di Bologna*

³ *Dottore in Scienza e tecnica dell'attività sportiva, Università di Firenze*

⁴ *Dipartimento di Computer Science, Università di Pisa*

RIASSUNTO

Lo scopo di questo studio è quello di valutare se la componente cognitiva possa influenzare la capacità di un giovane calciatore di eseguire attività in maniera continuativa e prolungata. Alla ricerca hanno partecipato 10 calciatori della categoria allievi (16.9 ± 0.32 anni). I soggetti sono stati sottoposti a due test: i) Yo-yo IRL-2 modificato che è basato su tre direzioni di corsa prestabilite invece di una come viene effettuato nella versione "ufficiale"; ii) Yo-yo IRL-2 cognitivo dove la direzione viene indicata tramite segnale luminoso durante l'esecuzione del test. Dai risultati ottenuti è emerso che la prestazione nel test di resistenza cognitivo è stata del 20% inferiore rispetto al test di resistenza classico ($p = 0.01$), nonostante valori di FC max e RPE simili. Quest'analisi ha confermato le ricerche precedenti sull'influenza dell'aspetto cognitivo sulla performance e l'importanza di considerare il suo costo energetico nella valutazione fisica e nella ricerca del talento.

Parole chiave: Calcio · Resistenza · Yo-yo test · Tempo di reazione · Decision-making · Fitlight

ABSTRACT

The aim of this study was to assess the influence of cognitive function on an individual's ability to repeatedly perform intervals over a prolonged period of time. To this aim, ten players competing in Under 17 soccer team (16.9 ± 0.32 years) were recruited for this study. The subjects were tested on two different Yo-yo intermittent tests: i) Yo-yo IRL-2 modified which is based on three pre-determined travel directions instead of one as is done in the 'official' version; ii) Yo-yo IRL-2 cognitive where the direction is indicated by a light signal during the execution of the test. The results obtained showed that the performance in the cognitive resistance test was 20% lower than the classical resistance test ($p = 0.01$), while similar values of HR max and RPE were recorded. This analysis confirmed previous researches on the influence of the cognitive aspect on performance and the importance of considering its energy cost in physical evaluation and in the search for talent.

Key words: Soccer · Endurance · Yo-yo test · Time of reaction · Decision-making · Fitlight

INTRODUZIONE

Santiago Ramón y Cajal, premio Nobel per la filosofia e la medicina, nel 1913 affermò: «Nel cervello adulto, le strutture nervose sono fisse e immutabili». Ancora oggi molti la pensano così, in realtà numerosi studi, grazie alle nuove tecniche di indagine del cervello, hanno dimostrato il contrario, dando vita al concetto di neuroplasticità (Cespón, Miniussi, Pellicciari 2018), secondo il

quale il cervello umano è soggetto a delle modificazioni strutturali e funzionali in seguito a degli stimoli ben dosati e programmati. Un po' come avviene al muscolo a seguito di un allenamento metabolico.

Tendenzialmente la preparazione fisica di oggi cura principalmente gli aspetti metabolici, muscolari, e nutrizionali. Tuttavia, alla luce del concetto di neuroplasticità e del fatto che il cervello umano pesa circa il 2% del peso totale, ma ha un con-

sumo energetico attorno al 20% del massimo consumo di ossigeno (Dierckx et al. 2014), non è che ci stiamo perdendo qualcosa? Analizzando i movimenti di un calciatore durante una partita si vede eseguire una serie infinita di movimenti come scatti, cambi di direzione, passaggi, ma mai in modo casuale, bensì sempre in risposta a stimoli o informazioni esterne che impongono quel determinato movimento, per esempio uno spazio in cui correre, un compagno, la palla.

Prima di iniziare un movimento infatti avvengono vari processi a livello cerebrale come l'acquisizione e l'elaborazione delle informazioni, la scelta di una strategia, e solo dopo ha inizio l'attivazione muscolare (Stein 1987). Ecco che, oltre alle doti atletiche è necessario prendere in considerazione tutto ciò che accade prima dell'inizio di un movimento, ossia tutte quelle qualità cognitive come anticipazione, attenzione, elaborazione rapida delle informazioni (*brain speed*), *decision-making*. Il rischio altrimenti è quello di guardare solo la punta di un iceberg (il movimento) senza guardare tutto quello che c'è sotto l'acqua: il cervello, ossia la parte che dirige e muove tutto il sistema. Alcuni ricercatori hanno individuato le capacità di anticipazione e decisione, come strettamente legate alla lettura della situazione di gioco e quindi essenziali per le prestazioni di alto livello (Casanova et al. 2013).

Uno studio sui tennisti mostra che con un corretto allenamento cognitivo può dunque portare a miglioramenti delle capacità sopracitate. I soggetti della ricerca effettuata da S. Buzzelli e S. Pisetta del 2014 "Costo energetico dell'attenzione", effettuarono due volte il Sigma Test, la prima in modo predefinito dove l'atleta conosceva l'ordine degli spostamenti (tra i sei disponibili), mentre la seconda utilizzando il Sensobuzz, uno strumento che funge da "lepre luminosa" che imponeva la direzione di spostamento in modo casuale. Velocità, ritmo, e recupero erano standardizzati per entrambi i test. Quello che si constatò fu che nel test con stimolo luminoso i soggetti subivano un deficit di prestazione intorno al 10% rispetto a quello con direzione prestabilita, con picchi che raggiungevano anche il 20%. Questo per dimostrare che di fronte ad uno stimolo attentivo, tipico di qualunque sport di situazione, gli atleti sommano all'impegno muscolare un "costo cognitivo" dato da tutte le elaborazioni conseguenti gli sti-

moli luminosi e a tutti quegli aspetti legati all'attenzione.

Le qualità cognitive sono condizionate dalla memoria e dall'esperienza, le quali portano ad un migliore uso del *chunking* (raggruppamento di informazioni), e ad una maggiore abilità nel codificare, elaborare, recuperare e apprendere informazioni motorie, ma anche ad una competenza maggiore nei processi cognitivi, tra cui la flessibilità attentiva, accuratezza e velocità di esecuzione, capacità di pianificazione, di decidere ed anticipare (Helsen, Pauwels 1993). Anche le aspettative e l'ansia o l'attivazione, condizionano la performance attentiva (Landers 1981).

Da una *review* (Berggren, Derakshan 2013), livelli alti di ansia sono associati a tempi di reazione più elevati quando il compito è quello di resistere ai distrattori. L'ansia infatti sembra essere associata ad un deficit nell'efficienza cognitiva, a una maggiore difficoltà a resistere ai distrattori irrilevanti, a un impoverimento nella capacità di direzionare l'attenzione tra i compiti e nella capacità di attingere alla memoria di lavoro o a breve termine. Questo aspetto diviene molto importante nelle partite in cui la pressione è altissima, dove ogni gesto ha un peso enorme ai fini del risultato, come una finale di Coppa dei Campioni o di un Mondiale.

Un altro studio (Romeas, Guldner, Faubert 2016) indaga invece la trasferibilità di un allenamento cognitivo non fisico-specifico sulla performance. A tale scopo sono stati valutati 23 calciatori dilettanti di Montreal in Canada attraverso due tipi di test. Uno sul campo dove sono stati effettuati degli *Small Sided Games* per valutare la capacità decisionale, il passaggio, il dribbling e il tiro. Uno in laboratorio dove le medesime variabili sono state valutate attraverso video proiezioni in 3D di calcio che consistevano in un gioco della Coppa del Mondo di FIFA 2010 attraverso l'utilizzo della Sony PlayStation3™. Successivamente i soggetti sono stati divisi in modo *random* in due gruppi. Nel gruppo sperimentale i partecipanti svolgevano esercitazioni al 3D MOT, in cui era richiesto di interagire dinamicamente con delle sfere proiettate nel display. Nel gruppo di controllo invece era chiesto di giocare delle partite in 3D 2010 FIFA World Cup™. Il risultato principale dimostra un significativo miglioramento del 15% sulla precisione decisionale dei calciatori con la tecnica

del 3D-MOT, rispetto al gruppo di controllo. Al di là della differenza nel tipo di trattamento quello che si evince dai risultati di questo studio è il fatto che un allenamento cognitivo, oltretutto generale, ha portato dei benefici significativi sulla performance specifica, realizzando così il famoso effetto *transfer* che molti preparatori ricercano.

Questi risultati devono far riflettere perché nel momento in cui un atleta è più resistente di un altro nel test di valutazione classico, non è detto che lo sia anche con l'aggiunta di uno stimolo cognitivo. Nel calcio moderno, dove tempo e spazio sono variabili sempre più precarie, avere giocatori in rosa che sanno fare la cosa giusta al momento giusto e con la massima facilità ed economia è un valore aggiunto importante.

Nel nostro studio abbiamo confrontato due test di resistenza con la medesima impostazione ma con diverso impegno cognitivo. Nel primo la direzione di corsa era prestabilita ossia l'atleta conosceva già l'ordine degli spostamenti da fare, mentre nel secondo era imposta da uno stimolo luminoso che variava ad ogni step in modo *random*. Lo scopo quindi del nostro lavoro è stato quello di capire quanto influisca l'aggiunta di uno stimolo cognitivo sulla valutazione della resistenza, il tutto partendo dalla valutazione generale dell'attenzione, con l'obiettivo di identificare se soggetti con una buona capacità attentiva siano in grado di mantenere la performance rispetto a chi nel test cognitivo partiva da un livello più basso.

MATERIALI E METODI

Soggetti

A questo studio hanno partecipato 10 giocatori di calcio di sesso maschile tra cui 1 portiere, 1 difensore centrale, 2 esterni difensivi, 4 centrocampisti e 2 attaccanti (età = 16.9 ± 0.32 anni; altezza = 174.60 ± 4.32 cm; peso = 64.20 ± 6.78 kg; BMI = 21.04 ± 1.52 kg/m²). Tutti i soggetti provenivano dalla medesima squadra, partecipante al campionato regionale toscano di categoria Allievi. La ricerca è stata condotta in due giorni a distanza di un mese l'uno dall'altro durante la stagione sportiva 2017-2018, su un campo in erba sintetica. Ai soggetti è stato chiesto di non effettuare sforzi intensi il giorno

prima dell'esecuzione dei test. 3 soggetti hanno dovuto abbandonare lo studio in corso in seguito a problemi fisici accusati nella gara precedente. Tutti i soggetti avevano già una buona familiarizzazione con l'esecuzione dei gesti specifici dei test somministrati. Non avevano nessun tipo di problema cardiovascolare, polmonare, e osteoarticolare. Tutti i partecipanti hanno firmato un consenso informato prima di iniziare lo studio.

Sperimentazione

All'interno di questo studio è stata somministrata una batteria contenente 3 tipi di test: uno Yo-yo IRL2 modificato (denominato da ora in poi "non cognitivo"), uno Yo-yo IRL2 cognitivo modificato (denominato da ora in poi "cognitivo") e un test sulla capacità di reazione complessa (denominato da ora in poi "reazione"). L'attivazione pre-test consisteva in 5' di corsa lenta, seguiti da altri 5' di andature all'interno delle quali venivano eseguiti vari tipi di esercizi per aumentare la mobilità articolare e la flessibilità degli arti inferiori. Tuttavia, i primi step dei test di resistenza avevano un'intensità tale da poter essere considerata un'attivazione al test stesso.

- **Test non cognitivo:** lo Yo-yo IRL1 è un test che misura la capacità di recupero del soggetto durante sforzi progressivamente crescenti. Seguendo una traccia sonora l'atleta deve percorrere un tratto di 20m + 20m con inversione di senso frontale in un tempo progressivamente minore, con 10 secondi di recupero tra ogni step, all'interno del quale copre lentamente un ulteriore tratto di 5m. La modifica di questo test nasce dall'esigenza di renderlo confrontabile con la variante contenente l'input visivo che vedremo successivamente. A differenza dell'originale, il test proposto in questo studio aveva 3 direzioni da percorrere: sinistra, frontale e destra (figura 1). In sostanza la distanza da percorrere rimaneva invariata, così come i tempi di recupero, mentre cambiava la direzione di percorrenza del tratto ad ogni step. La sequenza direzionale dei vari step era predefinita e nota al soggetto prima del test e quindi prima di ogni stimolo sonoro: nello specifico era sinistra, avanti, destra e naturalmente essa veniva ripetuta continuamente durante la progressione del test. La traccia sonora utilizzata è stata la medesima del test originale. I sog-

getti sono stati invitati a partire con il corpo orientato frontalmente indipendentemente dal tratto da percorrere in modo tale da standardizzare il più possibile il costo energetico della partenza. Il test terminava quando il soggetto non riusciva a coprire per due volte la distanza del tratto nel tempo indicato acusticamente. Dopo 5' dalla conclusione del test ad ogni soggetto è stata somministrata la scala di Borg CR10 per valutare il grado di percezione dello sforzo. Gli altri parametri analizzati sono stati la distanza totale percorsa in metri e la frequenza cardiaca massima. Sono state create due postazioni adiacenti in modo tale da far lavorare due soggetti in contemporanea, attraverso l'utilizzo di due cardiofrequenzimetri differenti.

- **Test cognitivo:** la struttura di questo test (distanza e direzionalità) era identica a quella del test descritto precedentemente (figura 1). La differenza sostanziale era che il giocatore non conosceva la direzione da percorrere prima dell'inizio dell'esercitazione. La direzionalità di ogni tratto veniva indicata immediatamente prima dell'input sonoro di inizio di ogni step attraverso un computer posizionato frontalmente a 3 metri rispetto al punto di partenza (figura 2). Sul monitor del pc appariva un colore a tutto schermo che indicava la direzione giusta da percorrere. I tre tratti da 20 m da percorrere erano delimitati da tre segnaposti di colore diverso: Il colore indicato dal PC rappresentava uno di questi indicatori. Per cercare di standardizzare il più possibile il numero delle direzioni da percorrere, il test è stato suddiviso in blocchi da 6 step all'interno dei quali venivano percorsi due tratti verso destra, due tratti frontali e due tratti verso sinistra, ovviamente con sequenze sempre diverse. Come nel test precedente, l'atleta veniva interrotto quando non riusciva a coprire per due volte la distanza del tratto nel tempo indicato acusticamente. Anche in questo caso i parametri analizzati sono stati la scala di Borg CR10, la distanza totale percorsa e la frequenza cardiaca massima.
- **Test di reazione:** la capacità di reazione complessa del soggetto è stata valutata attraverso l'efficacia con la quale l'atleta riusciva a spegnere con i piedi una luce posizionata frontal-

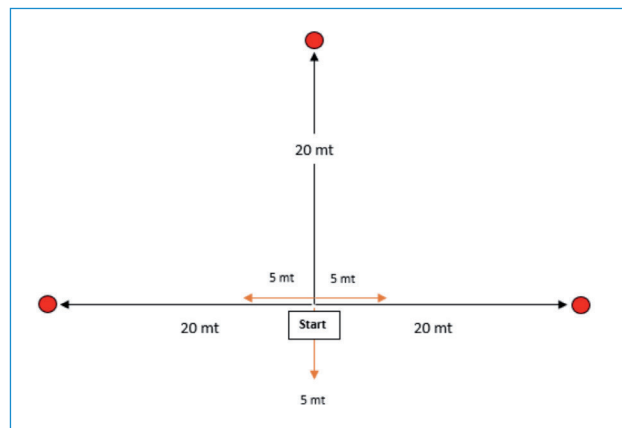


Fig. 1 - Rappresentazione del test non cognitivo. Le frecce nere indicano il tratto da percorrere durante le fasi di lavoro mentre quelle arancioni la distanza da coprire durante il recupero.

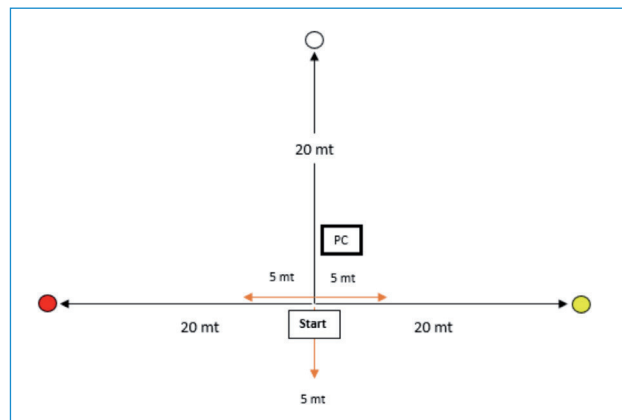


Fig. 2 - Rappresentazione del test cognitivo. Il Pc posizionato frontalmente mostrava la direzione da scegliere indicando il colore posto alla fine del tratto da percorrere.

mente a terra e perpendicolare alla sua base d'appoggio. La luce si accendeva in due colori differenti ovvero giallo e blu: il primo indicava l'utilizzo del piede destro per disattivarla mentre il secondo doveva essere spento con il piede sinistro. È stata creata una sequenza all'interno della quale la luce si accendeva per 40 volte (20 volte per colore) e a 2" di distanza al momento della disattivazione. Il soggetto aveva l'obbligo di tornare in posizione di partenza dietro la linea bianca di delimitazione del terreno di gioco al termine di ogni step. I parametri misurati sono stati i tempi di reazione singolo e il tempo di reazione medio. I soggetti non hanno effettuato alcun tipo di attivazione prima di questa valutazione.

Strumentazione

La frequenza cardiaca è stata monitorata utilizzando un cardiofrequenzimetro Garmin Fenix 3, attivandolo sul soggetto cinque minuti prima dell'inizio del test per poter stabilizzare il suo segnale. Il software visivo per lo Yo-yo cognitivo è stato creato utilizzando Movie Maker e sovrapponendo alla traccia sonora originale le immagini dei tre colori indicanti la direzionalità della corsa. Il test di reazione è stato sviluppato utilizzando il sistema Fitlight ovvero un sistema costituito da 8 dischi con luci LED ed un controller centrale con tecnologia wireless con possibilità di creare modelli di movimento e sequenze di allenamento.

Analisi statistica

L'assunzione di normalità della distribuzione dei dati è stata valutata per ogni variabile tramite il *Shapiro-Wilks' Normality Test*.

Per determinare se i soggetti avevano un tempo di reazione diverso sono stati confrontati i risultati del test di reazione tramite il *One-way Analysis of Variance* (ANOVA). Le differenze tra il test cognitivo e non cognitivo sono state valutate tramite l'analisi della varianza per misure ripetute covariate per il tempo medio di reazione di ogni soggetto (ANCOVA RM).

L'analisi statistica è stata effettuata con il software IBM® SPSS® Statistics (versione 20.0, Chicago, IL, USA). Valori di *p-value* minori di 0.05 sono stati considerati statisticamente significativi.

RISULTATI

Il test di Shapiro Wilks ha dimostrato che tutte le variabili hanno una distribuzione gaussiana ($p > 0.05$) ed è quindi stata eseguita una statistica parametrica.

Una differenza statisticamente significativa è stata osservata tra i tempi di reazione dei sette soggetti ($F_{(6,273)} = 7.030$, $p < 0.001$; figura 3). L'utilizzo dell'ANCOVA RM per confrontare i risultati dei test cognitivi e non cognitivi è quindi utile per ridurre l'*intra-subject variability*. Una differenza statisticamente significativa è stata trovata soltanto per la distanza percorsa ($F_{(1,5)} = 16.269$, $p = 0.01$; tabella 1). Nessuna differenza è stata invece osservata per quanto riguarda RPE ($F_{(1,5)} = 0.365$, $p = 0.572$; tabella 1) e FC massima ($F_{(1,5)} = 0.001$, $p = 0.978$; tabella 1).

Il test di correlazione non ha mostrato nessuna relazione statisticamente significativa tra i tempi di reazione e la differenza tra la distanza coperta nel test cognitivo e non cognitivo ($r = -0.23$, $p > 0.05$).

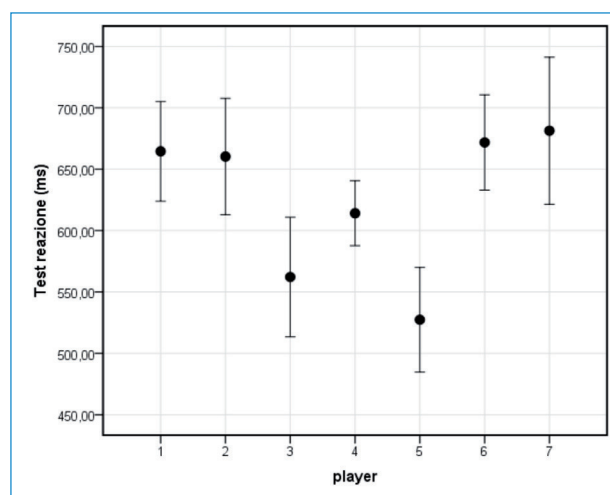


Fig. 3 - Media e deviazione standard dei tempi di reazione medi in millisecondi (ms) registrati da ogni soggetto.

DISCUSSIONE

Dai dati di questa sperimentazione è emersa una differenza significativa tra la distanza media percorsa nei due test: nel test con stimolo cognitivo i

Tab. 1 - Analisi descrittiva (media e deviazione standard) e analisi statistica per ogni variabile registrata durante i test cognitivi e non cognitivi.

	Cognitivo			Non cognitivo			F	p-value
Distanza (m)	1240.00	±	117.76	1554.29	±	218.39	16.269	0.01*
RPE (AU)	6.86	±	1.34	7.64	±	0.92	0.365	0.572
FC max (bpm)	194.00	±	6.88	192.43	±	5.97	0.001	0.978

*differenza statisticamente significativa.

soggetti hanno percorso una distanza media inferiore del 20,21 % rispetto al test non cognitivo. Questi risultati confermano lo studio di Buzzelli del 2014 sul costo energetico dell'attenzione, il quale aveva riscontrato un decremento medio del 10%, con valori massimi fino al 20%.

Il test di reazione era stato inserito per valutare il livello di partenza dei soggetti ad elaborare e rispondere velocemente a stimoli complessi e riscontrare un eventuale correlazione tra quest'ultimo e la differenza di distanza percorsa tra i due test di resistenza. L'analisi statistica non ha evidenziato alcuna correlazione significativa tra questi due valori ($r=-0.23$, $p>0.05$).

Non sono emerse differenze significative nei valori di FC max tra i due test. Tuttavia i valori di FC max raggiunti nel test cognitivo sono leggermente superiori al test senza stimolo visivo nonostante i soggetti abbiano coperto una distanza decisamente inferiore. Tale risultato è inevitabilmente dovuto al fatto che lo stimolo cognitivo rappresenta un carico aggiuntivo al costo fisiologico di una esercitazione e che quindi risulta essere una soluzione da tenere fortemente in considerazione nella scelta dei metodi di allenamento.

La valutazione del carico interno attraverso la somministrazione della scala RPE non ha mostrato differenze significative nel confronto tra i due test, anche se la percezione dello sforzo dopo il test cognitivo è risultata essere leggermente inferiore. Questa diminuzione potrebbe essere spiegata da alcuni studi (Valet et al. 2004) in cui era stata evidenziata una minore percezione di dolore quando veniva presentata una distrazione esterna; i soggetti non solo si sono mostrati più abili a tollerare maggior dolore ma fu trovata anche una riduzione di attivazione dei centri del dolore nella formazione reticolare del talamo. Questo spiega che quando l'attenzione è focalizzata esternamente anziché internamente il soggetto ha una percezione del dolore e della fatica più bassi.

Studi futuri potrebbero provare ad analizzare se questo effetto sia in correlazione positiva o negativa con l'incidenza degli infortuni in gara, o se invece il meno lavoro svolto durante gli allenamenti a causa della presenza dello stimolo cognitivo porti ad una minore presenza di infortuni da "overuse".

In conclusione questa ricerca ha confermato le nostre aspettative circa l'influenza del carico cognitivo sulla performance globale dei soggetti.

Come citato precedentemente abbiamo riscontrato un decremento nella distanza percorsa nel test con stimolo cognitivo; i valori di frequenza cardiaca massima e RPE invece non hanno mostrato differenze significative.

Da questi risultati possiamo innanzitutto screditare la tendenza a somministrare, durante gli allenamenti, un alto volume di corsa senza alcun input esterno visto che in gara l'atleta si trova a relazionarsi con un'infinità di stimoli che influenzano pesantemente il costo energetico totale. Di conseguenza anche una valutazione strettamente organica della capacità di resistenza come lo Yo-yo test appare altamente discutibile dato che abbiamo visto come l'aggiunta di un semplice input visivo abbia assunto un peso rilevante nel confronto dei risultati tra i due test. Specificato ciò appare chiaro come il parametro di resistenza reale della gara, inteso come capacità di ripetere azioni intense riducendo il decremento della performance, sia difficilmente quantificabile attraverso la maggior parte dei test di resistenza utilizzati, in quanto strettamente dipendente dall'economia del sistema cognitivo, derivante dall'enorme numero di scelte tattiche a cui è sottoposto un giocatore durante un match.

Alla luce di quanto emerso, combinare l'aspetto metabolico a quello cognitivo all'interno di un'esercitazione, permette di raggiungere importanti effetti sull'organismo in un tempo di lavoro minore. Questa considerazione assume maggiore importanza quando ci troviamo ad organizzare i carichi di allenamento durante il periodo competitivo, in quanto permette di diminuire il volume di lavoro mantenendo comunque allenante l'intensità e l'impatto fisiologico dell'esercitazione stessa. Allo stesso tempo anche il riferimento alla frequenza cardiaca massima come indicatore della quantità di lavoro svolta da un atleta appare poco indicato e come abbiamo visto, i medesimi valori di *Heart Rate* possono essere l'aggiustamento a carichi esterni ben diversi.

Questo lavoro può essere un punto di partenza per cercare di sviluppare protocolli di valutazione che considerino il peso che le capacità cognitive-decisionali apportano al modello prestativo del calciatore moderno, dove l'aumento della riduzione delle variabili spazio-tempo lo portano inevitabilmente ad agire con un margine di errore sempre più basso. Pertanto l'abilità dell'atleta a

fare la cosa giusta al momento giusto influenza, come abbiamo visto, anche altri parametri prestativi condizionali e pertanto la loro quantificazione appare sempre più complessa e di difficile attuazione.

BIBLIOGRAFIA

1. Berggren N., Derakshan N., *Attentional Control Deficits in Trait Anxiety: Why You See Them and Why You Don't*, Biological Psychology 2013; 92(3). Specificity, Methodology and Psychopathology of Emotional Attention: 440-446.
2. Buzzelli S., *Costo Energetico Dell'attenzione*, Università Di Bologna, 2014. <http://www.salvatorebuzzelli.it/Costo%20energetico%20attenzione.html>, accessed March 11, 2018.
3. Casanova F., Garganta J., Silva G., et al., *Effects of Prolonged Intermittent Exercise on Perceptual-Cognitive Processes*, Medicine and Science in Sports and Exercise 2013; 45(8): 1610-1617.
4. Cespón J., Miniussi C., Pellicciari M.C., *Interventional Programmes to Improve Cognition during Healthy and Pathological Ageing: Cortical Modulations and Evidence for Brain Plasticity*, Ageing Research Reviews 2018; 43: 81-98.
5. Dierckx R.A.J.O., Otte A., de Vries E.F.J., et al., *PET and SPECT of Neurobiological Systems*, Springer Science & Business Media, 2014.
6. Helsen W., Pauwels J. M., *The Relationship between Expertise and Visual Information Processing in Sport*, in *Advances in Psychology*, Janet L. Starkes and Fran Allard, eds., 1993, pp. 109-134. *Cognitive Issues in Motor Expertise*. North-Holland. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0166411508614685>, accessed April 4, 2018.
7. Landers, D.M., *Arousal, Attention, and Skilled Performance: Further Considerations*, Quest 1981; 33(2): 271-283.
8. Romeas T., Guldner A., Faubert J., *3D-Multiple Object Tracking Training Task Improves Passing Decision-Making Accuracy in Soccer Players*, Psychology of Sport and Exercise 2016; 22: 1-9.
9. Stein, J.F., *Planification et Réalisation de l'action Dans Les Situations Sportives d'opposition. Traitement Des Informations Visuelles*, Prises de Décision et Réalisation de l'action En Sport, 1987, pp. 15-32.
10. Valet M., Sprenger T., Boecker H., et al., *Distraction Modulates Connectivity of the Cingulo-Frontal Cortex and the Midbrain during Pain—an FMRI Analysis*, Pain 2004; 109(3): 399-408.

CORRISPONDENZA:

Giovanni Bonocore
Via Fratelli Cervi 61, Castelfranco di sotto (Pisa)
Tel.: +39 3473609898
email: gb@giovannibonocore.com
www.giovannibonocore.com