



Università degli Studi di Cagliari

## **DOTTORATO DI RICERCA**

Biologia e biochimica dell'uomo e dell'ambiente

Ciclo XXVIII

### **TITOLO TESI**

**EFFETTI DELL'ALLENAMENTO INTERMITTENTE BREVE AD ALTA INTENSITA' E DELLE RIPETUTE AEROBICHE SUL TEST REPEATED SPRINT ABLITY IN GIOVANI CALCIATORI D'ÉLITE**

Settore/i scientifico disciplinari di afferenza

BIO/09

Presentata da:	IBBA GIANFRANCO
Coordinatore Dottorato	PROF. ENZO TRAMONTANO
Tutor	DOTT. ANTONIO CRISAFULLI

Esame finale anno accademico 2014 – 2015

# INDICE

INTRODUZIONE	<i>pag...2</i>
SCOPO DELLO STUDIO	<i>pag...9</i>
MATERIALI E METODI	<i>pag...9</i>
PROTOCOLLO SPERIMENTALE	<i>pag...11</i>
ANALISI DEI DATI	<i>pag...18</i>
RISULTATI	<i>pag...19</i>
GRAFICI	<i>pag...20</i>
DISCUSSIONE	<i>pag...23</i>
CONCLUSIONI	<i>pag...26</i>
BIBLIOGRAFIA	<i>pag...28</i>

## INTRODUZIONE

### **Analisi del modello di prestazione**

Il calcio è uno sport situazionale di tipo intermittente, aciclico, nel corso del quale si alternano fasi ad alta e media intensità ad altre di bassa intensità, impiegate spesso come fase di recupero (Reilly e coll. 2000). Nel corso di una partita, i calciatori cambiano attività mediamente ogni 5 s ed effettuano circa 1300 diversi tipi di attività. Di queste circa 200 sono fatte ad alta intensità (Mohr et al., 2003). Oltre alle fasi di corsa, i calciatori devono effettuare altre tipologie di attività che richiedono lo sviluppo di buoni livelli di forza quali: cambi di direzione, dribbling, contrasti, salti. Nel calcio il massimo consumo di ossigeno  $VO_{2max}$  e l'abilità di ripetere sprint Repeated Sprint Ability, RSA, vengono annoverate tra le componenti più importanti per avere successo in questo sport (Reilly e coll. 2000; Bishop et al., 2001). In relazione alle peculiarità di questo gioco-sport, vi è grande attenzione nella cura della preparazione fisica, essendo considerata una tra gli elementi fondamentali nel condizionare positivamente il risultato finale (Reilly e coll. 2000). In questo ambito, particolare interesse riveste l'abilità nel reiterare gli sprint. La RSA si può definire come l'abilità di mantenere invariata nel tempo la prestazione degli sprint a velocità medio-elevata. Grazie ad essa, un giocatore riesce a sprintare e a recuperare per poi ri-sprintare nuovamente, e questa sequenza può essere ripetuta una o più volte. "I calciatori che sono in possesso di una buona RSA saranno in grado di ripetere azioni di sprint con un minimo scarto rispetto alla loro migliore prestazione, cosa che non riuscirà a coloro che sono in possesso

di una insufficiente RSA" (Bishop 2002). Questo in quanto si ritiene che il calciatore in grado di mantenere un'elevata prestazione di sprint nel tempo, sia potenzialmente in grado di essere più efficace nel corso di una competizione (Bishop e coll. 2001).

La RSA è stata da alcuni autori indicata come essere influenzata dalla massima potenza aerobica  $VO_{2max}$ , (Tomlin 2001).

La ricerca scientifica che si è occupata sino a questo momento sulle relazioni esistenti tra  $VO_{2max}$ , i cui valori sono nell'ordine di 55-67 ml/kg/m ( J. Hoff e coll. 2004), e RSA riporta risultati conflittuali.

In ogni modo, le caratteristiche fisiologiche che determinano la RSA risultano non ancora ben chiare. Come ad esempio l'abilità di recuperare tra gli sprint sembra in parte dipendere dalla velocità di sintesi del creatin-fosfato (PCr) (Bogdanis e coll. 1996), la cui sintesi è strettamente legata alla capacità di utilizzo dell'ossigeno dai muscoli (Harris et al.1976; Tesch et al.1989; Jansson et al.1990). Infatti la sintesi del PCr risulta essere più rapida negli atleti di resistenza rispetto a quelli di potenza (McCully et al. 1989; McCully et al.1992) mentre ancora non vi è unanimità relativamente al ruolo rivestito dai livelli individuali più o meno alti del  $VO_{2max}$  sulla velocità ripristino del PCr e quindi nella performance della RSA. Secondo alcuni autori (Yoshida & Watari, 1993; Takahashi et al. 1995; McMahon & Jenkins, 2002) un elevato  $VO_{2max}$  influirebbe positivamente sulla velocità di sintesi.

A favore di questa ipotesi ci sono varie ricerche (Yoshida & Watari, 1993; Takahashi et al. 1995; McMahon & Jenkins, 2002), di parere contrario invece ci sono altri studi (Cooke et al. 1997). Gli autori McMahon & Jenkins (2002) affermano in un loro studio che atleti, forti di un elevato consumo di ossigeno  $VO_{2max}$ , sottoposti ad allenamento di natura lattacida, non mostravano una velocità di sintesi della PC maggiore rispetto ad atleti sottoposti allo stesso allenamento ma con valori di  $VO_{2max}$  relativamente più bassi, da qui l'affermazione che solo quando l'esercizio è di intensità tale da ridurre il pH ematico (valori fisiologici 7.35 -7.45) in modo significativo, non sembra che un  $VO_{2max}$  elevato influenzi un ripristino il PCr più veloce..

Recenti ricerche hanno comunque suggerito che la capacità tampone del sangue ( $H_2CO_3 \rightarrow H^+ + HCO_3^-$ ) contribuisca in maniera significativa al determinismo della RSA (Bishop e coll. 2003) , (J. Edge e coll. 2006). Sembrerebbe quindi, che la ripetizione di sprint con limitati tempi di recupero dovrebbe sollecitare sia il metabolismo aerobico che anaerobico in maniera significativa (Angius et all, 2013).

Studi specifici hanno permesso di conoscere, con buona approssimazione alla realtà, la quantità di lavoro svolto da un atleta durante una gara e le percentuali approssimate dei diversi tipi di impegno metabolico richiesto. La performance fisica del calciatore si è notevolmente evoluta nel corso degli anni passando da una distanza totale percorsa in partita di 7-8 km (Reilly T. 1976) ai 10 -11 km (Rampinini E, 2007) in questi ultimi anni.

Essendo aumentata la distanza percorsa, ma non essendo aumentato il tempo totale medio della partita (56' - 58'), possiamo affermare sicuramente che vi è stato un significativo aumento della velocità della corsa e quindi della potenza meccanica erogata dagli atleti ( $W_{media}$  11,5 watt), (Di Prampero et. al. 2005). Si è potuto analizzare anche qual è l'influenza del ruolo e del modulo di gioco sulla prestazione atletica durante la partita (Rampinini E. 2007). Le distanze totali rilevate in partita sono state per gli attaccanti di 9-10Km, per i centrocampisti oltre gli 11 Km così come per i difensori esterni e infine 9-10 Km per i difensori centrali. Di questi, corsi a alta intensità ( $>14.4\text{Km/h}$ ), sono stati  $\sim 2.2$  km dagli attaccanti, dai centrocampisti esterni e difensori esterni  $\sim 3$  km e infine  $\sim 1.9\text{km}$  dai difensori centrali. Mentre, le distanze corse a un'intensità molto alta ( $>19.8$  km/h ho notato che a volte usi il punto altre volte la virgola per le cifre decimali. Fai una scelta. Io preferisco il punto che è usato anche nei lavori scientifici), sono state circa 800m per gli attaccanti, 900 m per i centrocampisti, 1000 per i difensori esterni ed circa 600m per i difensori centrali.

Diversi autori hanno analizzato la percorrenza totale effettuata durante il gioco per individuare le percentuali di impiego dei vari tipi di attività sul lavoro totale. Dai risultati emerge che solo raramente il calciatore effettua corse ad alta velocità (19-25km/h) per tempi superiori ai 5" (meno del 5% degli sprint), mentre la maggioranza degli stessi è inferiore è compresa tra 2"-4" (Di Prampero 2005). Pur tenendo conto di queste variazioni, dovute soprattutto alla soggettività degli esaminatori e ai diversi metodi utilizzati, questi valori rappresentano un buon

indice di valutazione dell'impegno metabolico quantitativo e qualitativo in gara, con un'approssimazione accettabile rispetto alle medie reali.

Ogni calciatore, qualunque sia il suo ruolo, effettua circa 1000 variazioni di velocità in 95 minuti, intendendo per variazione ogni passaggio di categoria di velocità (da velocità bassa a intensa, da moderata a sprint) (Bordon, Colli, 2002).

Analizziamo nello specifico quale è il contributo dei diversi sistemi energetici in funzione della durata dello sprint, i dati in letteratura riportano che per sprint della durata di 30 secondi, il contributo energetico è così suddiviso:

- a. processi aerobici 38 %;
- b. glicolisi anaerobica 45 %;
- c. meccanismo anaerobico alattacido 17 % (Medbø et al., 1999) .

Per gli sprint che variano dalla durata di 12 – 22 secondi, abbiamo un contributo energetico così suddiviso:

- a. processi aerobici del 30 %;
- b. glicolisi anaerobica 47 %
- c. meccanismo anaerobico alattacido 23 % (Hirvonen et al., 1992; Medbø et al., 1999).

Per gli sprint della durata > 10 secondi il contributo energetico è così suddiviso:

- a. processi aerobici > 10 %;
- b. glicolisi anaerobica ~ 45 %;
- c. meccanismo anaerobico alattacido 50 % (Gaitanos et al., 1993)

Per sprint che variano dai 1.5 – 3 secondi, l'energia è fornita quasi esclusivamente da:

- a. glicolisi anaerobica 50 % / 20 %;
- b. meccanismo anaerobico alattacido 50 % / 80 % (Hultman, 1983).

Le indicazioni forniteci dall'analisi del modello di prestazione ci indicano quindi che tutti i sistemi energetici vengono sollecitati notevolmente nel corso della partita.

Il sistema di produzione di energia aerobica fornisce il quantitativo maggiore di energia nel corso della partita, questo può essere dedotto dai valori di frequenza cardiaca relativamente elevati. La stima del consumo di ossigeno, partendo dal rilievo della frequenza cardiaca e dalla temperatura corporea, indica che i giocatori di alto livello mantengono un'intensità media di esercizio pari a circa il 70% del massimo consumo di ossigeno. C'è comunque da sottolineare come la frequenza cardiaca possa portare a sovrastime di tale intensità (Crisafulli et al. 2006).

La trasformazione di energia per via anaerobica è fondamentale nei periodi di corsa ad alta intensità o in altre attività dispendiose come contrasti, salti e cambi di direzione. Per queste ragioni lo scopo dell'allenamento sarà necessariamente quello di indurre stimoli specifici rivolti alla capacità di ripetere sprint e allo sviluppo della potenza aerobica.

Diversi studi (Helgerud J, 2001, Impellizzeri FM, 2006, McMillan K, 2005) hanno rilevato che l'allenamento aerobico intervallato ad alta intensità ha effetti positivi sulla capacità aerobica e sulla resistenza specifica dei calciatori.



## SCOPO DELLO STUDIO

Lo scopo del presente studio, sviluppato in collaborazione con il **LABFS** dell'**Università di Cagliari**, è stato quello di valutare gli effetti di due diversi metodi di allenamento: quello delle “ripetute aerobiche e quello dell’allenamento “intermittente breve ad alta intensità”, sulla capacità di ripetere degli sprint RSA “Repeated Sprint Ability” in un gruppo di giovani calciatori ed inoltre di stabilire l’incidenza dell’allenamento sulle performance aerobiche e neuromuscolari.

## MATERIALI E METODI

### Soggetti:

Sono stati valutati e allenati 24 calciatori maschi, partecipanti regolarmente, nella stagione sportiva 2013-2014, al campionato Nazionale allievi professionisti con la società Cagliari Calcio SpA.

Vengono di seguito riportati i valori medi e di deviazione standard delle caratteristiche antropometriche dei 24 giocatori.

<b>N 24</b>	<b>Media</b>	<b>Ds</b>
<b>Età (anni)</b>	16.33	0.49
<b>Altezza (cm)</b>	175	6.3
<b>Peso (kg)</b>	65.5	6.8

Tabella 1 caratteristiche antropometriche dei soggetti

Al momento dello studio i soggetti erano impegnati nelle gare di campionato, si allenavano per circa 6-8 ore a settimana e giocavano la gara di campionato 1 volta alla settimana.

Tutti i calciatori erano risultati idonei alla visita di idoneità sportiva e ciascuno di loro ha dato il proprio consenso informato per partecipare allo studio.

## **Materiali**

Per la valutazione dell'altezza di salto è stata utilizzata una pedana a conduttanza di dimensioni mt. 1.80 x 0.75 comprendente un rilevatore angolare che permette la visualizzazione in real-time dell'angolo di piegamento tra gamba e coscia (MICROTAC, TTSPORT, Galazzano-Repubblica di San Marino). Per il rilevamento dei tempi nelle prove di sprint è stato utilizzato un sistema di cronometraggio a fotocellule radio (MICROTAC radio, TTSPORT, Galazzano-Repubblica di San Marino).

Per il rilievo della frequenza cardiaca sono stati utilizzati i cardiofrequenzimetri Polar RS400 e il software Polar Pro Trainer (Polar Finland) per l'analisi del file memorizzato.



**Foto 1-2 Sistema MICROTAC radio, Fotocellule e pedana a conduttanza**

## **Protocollo Sperimentale**

Tutti i calciatori sono stati valutati al mattino alle ore 10,30 e al pomeriggio alle ore 15, dopo un periodo di inattività fisica di 48h. e nelle medesime condizioni ambientali. I soggetti indossavano scarpe e abbigliamento tecnico. Ogni giocatore è stato testato separatamente, istruito prima delle prove e incoraggiato verbalmente per contribuire a dare il massimo sforzo possibile su tutti i test. Lo studio è stato condotto presso i campi da calcio del centro sportivo Cagliari calcio di Assemini.

I 24 atleti sono stati assegnati random nei due gruppi di lavoro: gruppo di allenamento intermittente (HI, n 12) e gruppo di allenamento di ripetute aerobiche (R. Aer., n 12).

I giocatori sono stati sottoposti in due sessioni distinte ai test di valutazione.

1° Sessione - Mattina:

Durante la prima sessione i calciatori hanno svolto i test di salto verticale con e senza contro movimento. I test utilizzati per la valutazione indiretta della potenza dei muscoli estensori degli arti inferiori sono stati:

- Squat Jump (SJ) che fornisce informazioni sulla capacità di esprimere potenza da parte della catena estensoria degli arti inferiori;
- Counter Movement Jump (CMJ) per il rilievo della capacità di potenza e di riutilizzo dell'energia elastica da parte dei muscoli estensori degli arti inferiori.

I test di salto sono stati effettuati dopo aver svolto una attivazione specifica della durata di quindici minuti, che comprendeva cinque minuti di corsa ad una velocità sub-massimale, cinque minuti di andature pre-atletiche corse su una distanza di 20 metri.

Infine, negli ultimi cinque minuti dell'attivazione, sono stati effettuati due diverse tipologie di salto verticale.

### *Protocollo test salto verticale*

Il protocollo utilizzato per i test di salto verticale era il seguente:

- SJ: il soggetto eseguiva un salto verticale partendo dalla posizione di piegamento tra gamba e coscia di 90°, con il busto eretto.
- CMJ: Il soggetto partiva dalla posizione eretta, eseguiva un rapido contro movimento verso il basso fino a formare un angolo di piegamento tra gamba e coscia di 90°, per poi eseguire un salto verticale di massima elevazione.

Ai soggetti è stato chiesto di tenere le mani sui fianchi per eliminare l'influenza dell'azione delle braccia sulla prestazione del salto verticale.

Per i test dello SJ e del CMJ ogni soggetto eseguiva quattro salti massimali, con 1 minuto di recupero tra un salto e l'altro.



Foto 3 Giocatore impegnato nel CMJ

1° Sessione - Pomeriggio:

Nella sessione pomeridiana si è svolto il test per la capacità di ripetere sprint (RSA). I calciatori svolgevano una attivazione specifica di 20 minuti che consisteva in cinque minuti di corsa continua a intensità leggera “ RPE scala di Borg CR20 ”, cinque minuti di mobilità articolare, negli ultimi dieci minuti è stata eseguita una successione di andature pre-atletiche e corse su una distanza di 20m chiudendo con una serie di quattro accelerazioni sui 15 metri, concedendo all'atleta un recupero di 4' prima del test.

Protocollo test RSA (Repeated Sprint Ability):

Questo il protocollo per la valutazione della RSA: 6 sprint di 40m con cambio di senso ai 20 m e 20 s di recupero passivo tra le prove, vedi figura 1.

Il protocollo è stato validato in letteratura per il controllo della capacità di effettuare azioni ripetute ad alta velocità nel calcio (Rampinini e coll., 2007).

La partenza avveniva per tutti i calciatori con il piede della gamba anteriore posizionato a 30 cm dalla linea in cui erano collocate le fotocellule, i calciatori correvano toccando con il piede il riferimento posto a 20m a terra, eseguivano un cambio di direzione di 180° per tornare alla linea di partenza il più velocemente possibile. Il tempo di recupero era scandito da un timer sonoro e da una lampada a led, la quale interagendo con il calciatore impartiva lo start (led verde) e i tempi di recupero lampeggiando (led rosso). In questo test si è proceduto a rilevare il tempo totale corrispondente ai 40m e il tempo parziale ai 20m per ogni ripetizione.

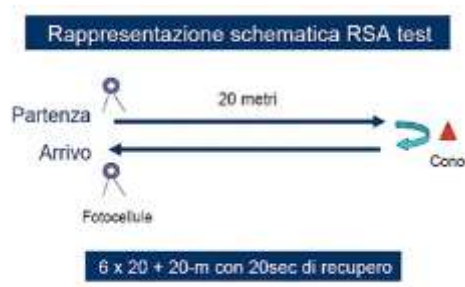


Figura 1 Schema test RSA

## 2° sessione - Pomeriggio

Prima dell'inizio del test i calciatori svolgevano una attivazione specifica di 22 minuti che consisteva in otto minuti di corsa continua, a intensità molto leggera “RPE scala di Borg CR 20” quattro minuti di mobilità articolare, quattro minuti di andature pre-atletiche, sei minuti di corsa continua a intensità leggera “RPE scala di Borg CR20” e recuperavano quattro minuti prima dell'inizio del test.

Protocollo test di Veronique Billat (LV Billat, JP Koralsztein , 1996)

Ai giocatori viene richiesto di percorrere in sei minuti la massima distanza possibile, il percorso è stato costruito ricavando un ellisse di 300 mt all'interno del campo erboso, vedi figura 3. Questo test è stato utilizzato per stimare indirettamente la Velocità Aerobica Massima (VAM).

La distanza massima percorsa in 6 minuti viene considerata la VAM . Velocità aerobica massima: distanza raggiunta in 6 min / 100 = VAM in Km/h.

<b>TEST VAM = 1600 m:100 = 16 Km/h</b>	
<b>VAM Km/h 16    VAM m/s 16:3.6 = 4.44</b>	
<b>1a)100% VAM=4.44 m/s</b>	<b>115% VAM= 5.11 m/s * 8 = 40.88m</b>
<b>1b)100% VAM=4.44m/S</b>	<b>130% VAM= 5.77 m/s * 4 = 23.08m</b>

Tabella 2 Esempio calcolo per ottenere la distanza da percorrere al 115% e 130% della VAM m/s

I test di valutazione funzionale sono stati somministrati alla fine del mese di Marzo 2014 e ripetuti dopo un periodo di allenamento di 8 settimane per la valutazione degli effetti dell'allenamento dei due protocolli.

### Protocollo di allenamento HI (HIGH INTENSITY)

Il protocollo di allenamento prevedeva 2 sedute di allenamento (martedì-venerdì) a settimana per un periodo di 8 settimane.

1a) L'allenamento per il gruppo HI consisteva in 3 serie da 6 minuti di corsa intermittente, nello specifico, 8s di corsa in linea al 115% della VAM stimata dal test di Billat, vel. 18.4 km/h, separati da 12s di recupero attivo in corsa effettuando un cambio di senso a 12 +12 mt. (velocità di recupero 7.2 km/h)

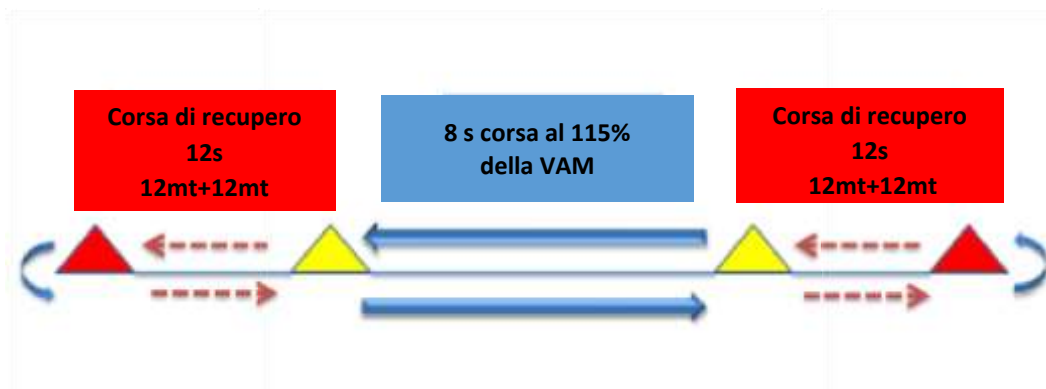


Figura 2 schema allenamento HI (1A)

1b) L'allenamento per il gruppo HI consisteva in 3 serie da 4 minuti di corsa intermittente, nello specifico, 4s di corsa in linea al 130% della VAM stimata dal test di Billat, vel. 20.8 km/h separati da 6s di recupero attivo in corsa effettuando un cambio di senso a 6 + 6 mt. (velocità di recupero 7.2 km/h)

Il recupero passivo tra le serie è stato fissato in tre minuti.

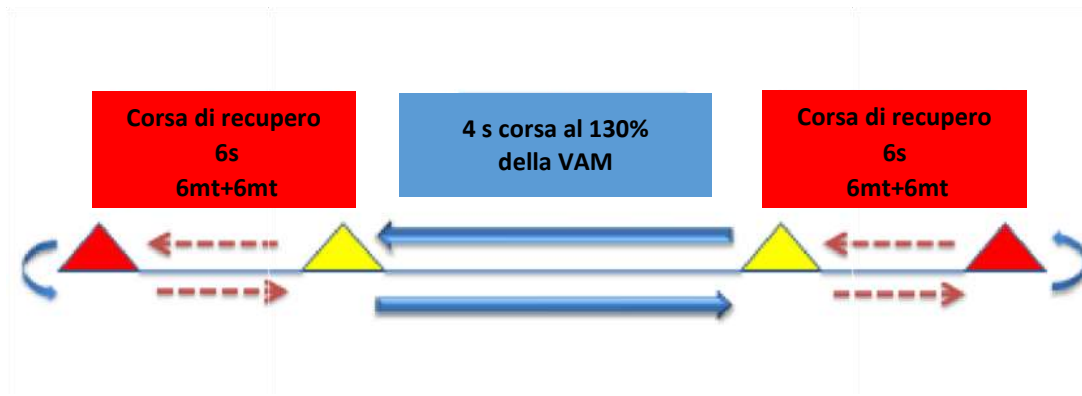


Figura 3 schema allenamento HI (1B)

### Protocollo di allenamento R.Aer. (RIPETUTE AEROBICHE)

Il protocollo di allenamento prevedeva 2 sedute di allenamento a settimana per un periodo di 8 settimane (martedì-venerdì), tutti gli atleti indossavano cardiofrequenzimetro Polar RS 400.

Il protocollo per il gruppo :

1a) R.Aer. prevedeva 3 serie di 5 minuti percorsi al 90-95% della frequenza cardiaca massima (Fc max misurata durante il test di Billat) separati da 3'30" di recupero passivo.

1b) R.Aer. prevedeva 3 serie di 3 minuti percorsi al 90-95% della frequenza cardiaca massima (Fc max misurata durante il test di Billat) separati da 2' di recupero passivo.

Durante la corsa la Fc veniva monitorata attraverso cardiofrequenzimetri impostati individualmente con un segnale acustico al fine di garantire lo svolgimento delle prove di corsa entro il range stabilito del 90-95% della frequenza cardiaca massima (Fc.max).



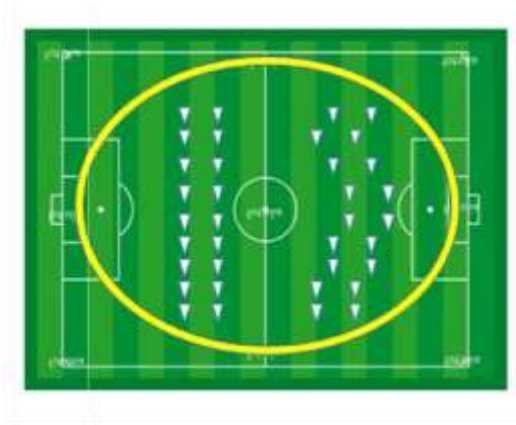


Fig. 4 Schema organizzazione seduta d'allenamento in campo:  
R.Aer. (ellissi gialla) e HI a centrocampo con distanze individualizzate.

## **ANALISI DEI DATI**

### *Test di salto*

Per l'analisi dei dati dello SJ e CMJ è stata utilizzato il risultato ottenuto dall'altezza media dei tre migliori salti.

### *Test R.S.A.*

Per l'analisi dei dati del test della R.S.A. è stato utilizzato il tempo medio ottenuto dai tempi di percorrenza misurati nelle sei prove di sprint. Il tempo medio è ritenuto un indice di performance nei test per la RSA (Rampinini E. e coll. 2007).

### *Test di V. Billat*

Per l'analisi dei dati si è tenuto in considerazione la distanza massima percorsa nei sei minuti.

### *Analisi statistica*

Per tutte le variabili considerate sono stati calcolati gli indici statistici ordinari: media e deviazione standard (DS).

L'analisi statistica dei risultati è stata svolta utilizzando il software GraphPad. Il test utilizzato per l'analisi della varianza è il test dell'analisi della varianza (ANOVA) a 2 vie, che ha consentito di valutare le possibili differenze nel tempo tra le variabili oggetto dello studio all'interno dello stesso gruppo e le differenze tra i due gruppi di studio.

Il livello di significatività statistica è stato fissato per  $p < 0.05$ ,

## RISULTATI

Vengono presentati ora nelle seguenti tabelle i risultati ottenuti nei test sul campo e i risultati conseguiti dall'elaborazione statistica di questi ultimi.

		t <sub>0</sub>	t <sub>1</sub>	t <sub>0</sub>	t <sub>1</sub>	t <sub>0</sub>	t <sub>1</sub>	t <sub>0</sub>	t <sub>1</sub>
	Ruolo	SJ cm	SJ cm	CMJ cm	CMJ cm	RSA Media sec.	RSA Media sec.	Test Billat mt	Test Billat mt
1	A	47,1	48,1	45,2	46,8	7,833	7,410	1507	1618
2	DL	40,9	41,9	41,5	42,8	7,525	7,201	1620	1701
3	A	32,3	33,9	35	36,6	7,655	7,368	1579	1655
4	DC	28,0	30	31,2	33,8	7,788	7,436	1385	1467
5	DL	34,4	37	36,6	38,8	7,527	7,246	1560	1650
6	C	34,7	35,7	34,8	36,8	7,682	7,462	1560	1641
7	C	33,3	35,0	36	37,2	7,729	7,352	1518	1605
8	A	36,5	37,8	37,1	38,7	7,599	7,231	1556	1644
9	A	39,4	40,9	40,1	42,1	7,684	7,373	1625	1711
10	C	35,5	37,0	36	37,9	7,711	7,363	1390	1508
11	DL	41,3	42,6	43,2	44,7	7,458	7,101	1570	1650
12	DC	37	38,3	39	41,2	7,595	7,210	1578	1675
	<b>Media</b>	36,69	38,15	37,98	39,79	7,649	7,313	1537,3	1627,1
	<b>Ds</b>	4,99	4,79	3,97	3,78	0,112	0,111	77,70	72,29

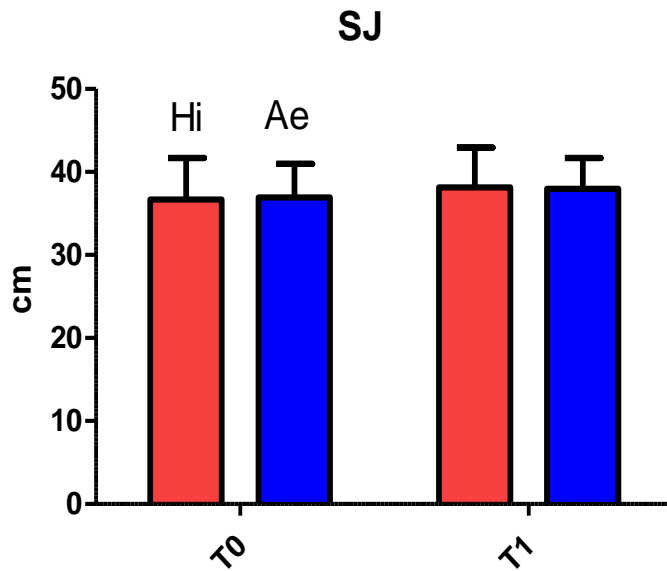
Tabella 3 Risultati test di salto verticale, test RSA e Test Billat nel pre (t<sub>0</sub>) e post (t<sub>1</sub>) sperimentazione per il Gruppo HI.

		t <sub>0</sub>	t <sub>1</sub>	t <sub>0</sub>	t <sub>1</sub>	t <sub>0</sub>	t <sub>1</sub>	t <sub>0</sub>	t <sub>1</sub>
	Ruolo	SJ cm	SJ cm	CMJ cm	CMJ cm	RSA Media sec.	RSA Media sec.	Test Billat mt	Test Billat mt
1	DC	39,0	41	40,1	41,9	7,621	7,541	1476	1554
2	A	40,9	42	40,7	42,7	7,667	7,568	1620	1700
3	C	37,4	38	36,9	37,8	7,890	7,722	1481	1570
4	C	44,6	45	47,5	48,0	7,585	7,485	1560	1672
5	A	37,2	37,9	36,3	38,4	7,749	7,596	1397	1485
6	DL	32,5	34	35,0	36,0	7,833	7,732	1460	1565
7	A	40,2	41	38,7	38,9	7,760	7,666	1465	1563
8	C	38,1	38,4	36,3	36,9	7,782	7,705	1485	1569
9	DL	32,4	34	32,6	34,6	7,758	7,668	1456	1573
10	C	31,2	33	32,4	33,9	7,537	7,447	1532	1604
11	DL	33,0	34	35,2	35,9	7,480	7,379	1620	1704
12	C	37,0	38	37,62	38,6	7,614	7,508	1520	1600
	<b>Media</b>	36,95	37,99	37,44	38,63	7,690	7,585	1506,0	1596,6
	<b>DS</b>	4,03	3,69	4,09	3,96	0,125	0,116	67,26	64,95

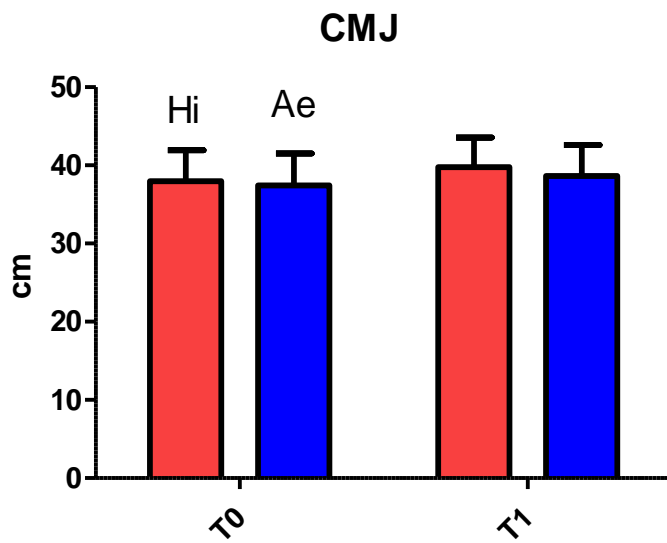
Tabella 4 Risultati test di salto verticale, test RSA e Test Billat nel pre (t<sub>0</sub>) e post (t<sub>1</sub>) sperimentazione per il Gruppo R.Aer.

## GRAFICI

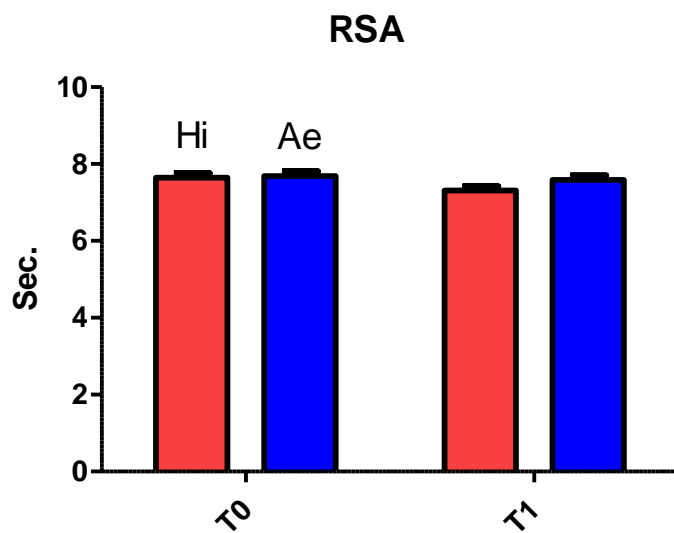
Vengono ora riportati i risultati determinati dall'analisi statistica delle variabili oggetto dello studio.



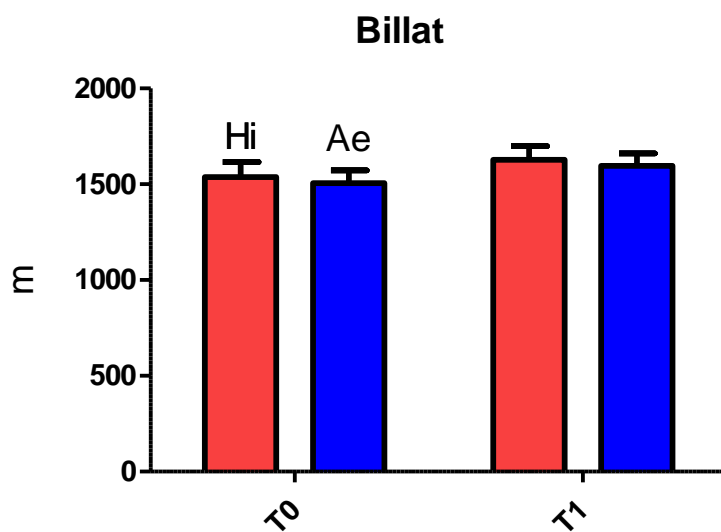
**risultati analisi statistica test SJ**



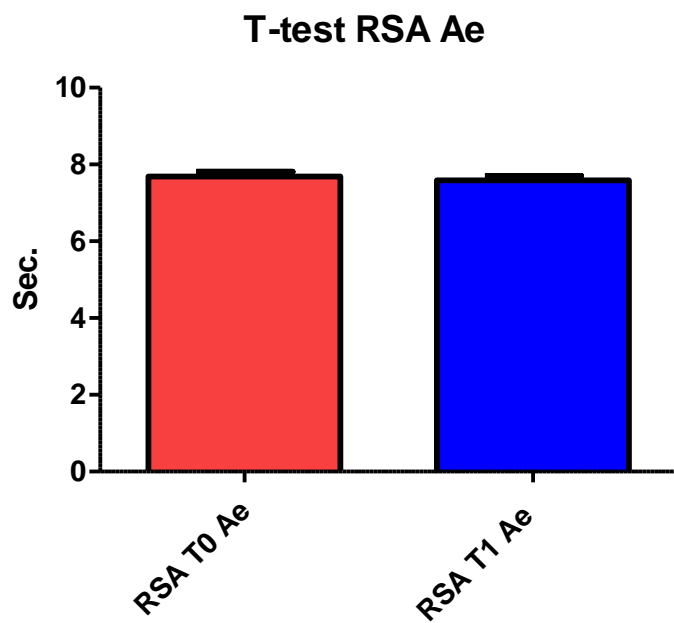
**risultati analisi statistica test CMJ**



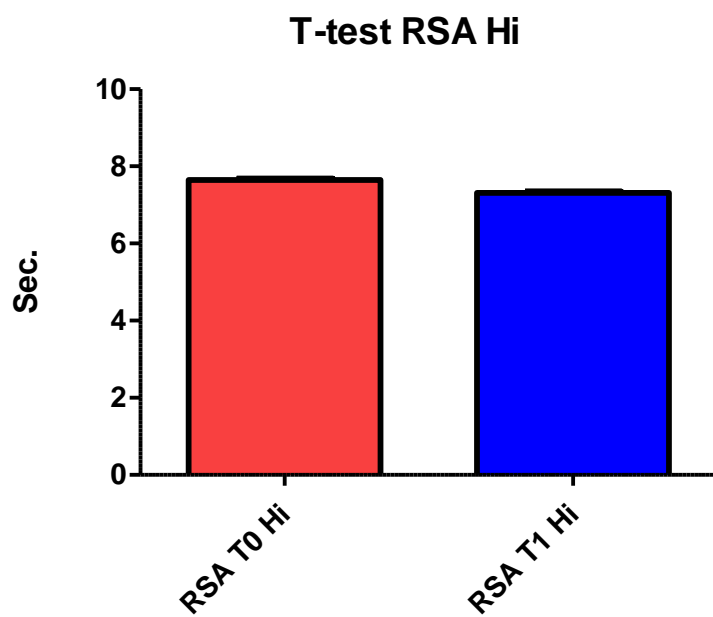
**risultati analisi statistica test RSA**



**risultati analisi statistica test RSA**



### Risultati statistica RSA gruppo aerobico



### Risultati statistica RSA gruppo alta intensità

## **DISCUSSIONE**

L'obiettivo di questo studio era quello di verificare quale fosse l'incidenza di un protocollo di allenamento intermittente ad alta intensità ed un lavoro di ripetute aerobiche su diversi markers determinanti la prestazione calcistica. Inoltre verificare se uno dei due metodi potesse incidere più favorevolmente rispetto all'altro. Ricercare quali capacità possono condizionare maggiormente la prestazione specifica del calciatore può consentirci di scegliere i mezzi e i metodi dell'allenamento più efficaci ad indurre adattamenti funzionali specifici. I risultati indicano una o più variazioni delle capacità indagate tra il pre e post allenamento all'interno dello stesso gruppo, ed inoltre suggeriscono che nel confronto tra i due metodi, intermittente e ripetute aerobiche, il primo dei due si è dimostrato più efficace. La mancanza di una differenza statisticamente significativa sulla capacità di performance aerobica valutata con il test di Billat, ci suggerisce che entrambe i protocolli hanno una loro validità nel migliorare questa componente. Mentre per quanto riguarda il test RSA è stata rilevata una variazione statisticamente significativa a favore del protocollo intermittente rispetto alle ripetute aerobiche. Questa variazione è stata riscontrata con la riduzione del tempo medio di esecuzione del test RSA.

Un altro risultato emerso dall'analisi statistica è che tutti e due i protocolli di allenamento non hanno avuto effetti negativi sulle capacità neuromuscolari valutate attraverso i test di salto verticale dello SJ e del CMJ, questo in

accordo con quanto è risultato da precedenti studi come quello di Mc Millan (2005) e Ferrari (2007), in cui sono stati adottati dei protocolli di allenamento per la performance aerobica del calciatore molto simili a quelli utilizzati in questo studio.

Diversi ricercatori hanno condotto studi valutando gli effetti dell'allenamento HI vs R.Aer. tra questi Helgerud (2001). Dal suo studio emerge che l'incremento del consumo d'ossigeno  $VO_{2max}$  risulta essere migliorato nel gruppo (HI) che ha condotto un allenamento ad alta intensità (115% VAM), 15s/15s così come nel gruppo (R.Aer.) che a sua volta ha condotto delle sedute di lavoro ad un'intensità pari alla velocità di soglia anaerobica (SA) 4min. con un recupero di 4min. Questo ha determinato un incremento del  $VO_{2max}$  nel gruppo (HI) del 6.4%, da 60.5 a 64.4 (ml/kg/m), mentre nel gruppo (R.Aer.) l'incremento  $VO_{2max}$  è stato del 8.2%, da 55.5 a 60.4 (ml/kg/m).

Questi autori attribuiscono l'aumento del massimo consumo di ossigeno  $VO_{2max}$  dopo l'allenamento ad alta intensità (HI) ad un' aumentata gittata sistolica (SV) con conseguente aumento della gittata cardiaca (CO).

Gibala et., al., (2006) hanno evidenziato come la capacità ossidativa muscolare sia molto simile nei gruppi (HI) e (R.Aer.) confermando che anche nel lavoro intermittente sia attivata fortemente la citocromo ossidasi.



Burgomaster et., al., (2008) hanno dimostrato che entrambi i protocolli (HI) e (R.Aer.), inducono aumenti simili nei marcatori mitocondriali e l'ossidazione dei lipidi.

Il glicogeno e l'utilizzo della fosfocreatina durante l'esercizio sono diminuiti dopo l'allenamento con entrambi i protocolli, così come è diminuito il consumo dei carboidrati, mentre è aumentata l'ossidazione dei lipidi, senza differenze tra i gruppi.

Sotto questo aspetto, l'allenamento intermittente migliora entrambi le componenti centrali e periferiche del massimo consumo di ossigeno  $VO_{2max}$  mentre l'allenamento aerobico continuo è principalmente associato con una maggiore estrazione di ossigeno. Tra le osservazioni fatte da Helgerud, nello studio relativo agli effetti sulle componenti neuromuscolari determinate da l'allenamento (HI) e (R.Aer.), si evidenzia che a fronte di un sostanziale aumento massimo di ossigeno  $VO_{2max}$  dopo 8 settimane di allenamento, non vi sia stata una incidenza negativa nelle prestazioni sprint e salto (SJ, CMJ), sottolineando che entrambi i gruppi in questo studio hanno eseguito la stessa quantità di esercizio fisico specifico per il calcio nel corso delle 8 settimane. Alcune delle informazioni che abbiamo riscontrato negli studi sopra descritti, ci danno conferma che i dati emersi dallo studio da noi intrapreso, sono sovrapponibili.

## Conclusioni

In conclusione lo studio ha indicato che il metodo intermittente breve ad alta intensità si è dimostrato più performante rispetto alle ripetute aerobiche ad alta intensità in quella che viene indicata da più ricercatori una capacità determinante nella performance calcistica, riteniamo che rispetti maggiormente le analogie cinematiche del gioco, accelerazioni, decelerazioni e posturali con leggere variazioni dell'inclinazione del busto relative alle varie fasi della corsa del calciatore (Paradisis GP. e coll. 2001), da un maggiore reclutamento delle fibre veloci nelle rapide (accelerazioni-decelerazioni) tipiche di questo sport, inoltre siamo indirizzati a ipotizzare che questo lavoro ridisegni l'utilizzo dei sistemi bioenergetici, per altro già studiato da (Dawson B. e coll. 1998), (A Ross, e coll. 2001 ) il tutto con la possibilità di reiterare degli sprint ad alta intensità con recuperi parziali mantenendo una qualità elevata e il vantaggio non trascurabile essendo sport di situazione di contribuire a mantenere sotto l'aspetto cognitivo una maggiore lucidità e teoricamente di operare scelte più logiche ed efficaci tatticamente.

Sarebbe interessante approfondire in futuro le differenze tra le due metodologie, valutando:

1. Le differenze che si determinano nel lavoro intermittente e ripetute aerobiche dal punto di vista biochimico, misurando le eventuali variazioni dell'attività enzimatica dei sistemi bioenergetici coinvolti.
2. Valutare, tramite utilizzo GPS, quantità e qualità di azioni, svolte ad alta intensità, velocità, accelerazioni-decelerazioni, cambi di direzione e metri totali percorsi, relativi al ruolo nell'arco della gara per eventuali correzioni per costruire un lavoro intermittente che sia più ruolo dipendente .
3. Testare sul campo attraverso l'uso del metabolimetro (calorimetria indiretta) le differenze del massimo consumo d'ossigeno ( $VO_{2max}$ ), del costo energetico (CE) e del quoziente respiratorio (RQ o RER) tra le due metodologie d'allenamento.
4. Valutare se, tra i due gruppi, si evidenziano differenze, tramite valutazioni ematochimiche relative ai markers della fatica muscolare a 48h dalla gara, verificando se un metodo garantisce un recupero più rapido rispetto all'altro.

## BIBLIOGRAFIA

1. Angius L. , Olla S., Piras F., Mura R., Ibba G., Todde F. , Cominu M., Pinna M. , Tocco F. , Concu A. , Crisafulli A. , Indexes of physical capacity and repeated sprint ability of young soccer players Sport Sci Health (2013)
2. Angius L., Cominu M., Filippi M. , Piredda C. , Migliaccio G.M. , Pinna M., Milia R. , Tocco F., Concu A. , Measurement of pulmonart gas exchange variables and lactic anerobic capacity during field test in elite indoor football players , JSMPF 2013.
3. Angius L., Olla S., Pinna M., Mura R., Marongiu E., Roberto S., Piras F., Corona F., Milia R., Tocco F., Concu A., Crisafulli A. Aerobic And Anaerobic Capacity Of Adult And Young Professional Soccer Players. Sport Sci. For Health 2012
4. Attene G, Pizzolato F, Calcagno G , Ibba G, PINNA M, Padulo J ., Sprint vs. Intermittent Training in Young Female Basketball Players J SPORT PHYS FITNESS 2014
5. Balsom, P.D. Seger, J.Y. Sodjin, B. Bekblom, B. (1992) Maximal intensity intermittent exercise: Effect of recovery duration. Sports Med. 13:528-533.
6. Bangsbo J, Norregaard L, Thorso F. Activity profile of competition soccer. Can J Sport Sci 1991; 16: 110–116
7. Billat LV, Koralsztein JP - Sports Medicine, 1996 Significance of the velocity at VO<sub>2</sub>max and time to exhaustion at this velocity Sports Medicine, 1996
8. Bishop D, Spencer M., Determinants of repeated-sprint ability in well trained team-sport athletes and endurance trained athletes. J Sports Med Phys Fitness 2004; 44: 1–7
9. Burgomaster, KA, Howarth, KR, Phillips, SM, Rakobowchuk, M, Macdonald, MJ, McGee, SL, and Gibala, MJ. Similar metabolic daptations during exercise after low volume sprint interval and traditional endurance training in humans.J Physiol 586: 151–160, 2008

10. Dawson B. , Goodman C. , Lawrence S., Muscle phosphocreatine repletion following single and repeated short sprint efforts. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports* 1997
11. Dawson B., Fitzsimons M. , Green S., Goodman C., Carey M, Cole K., (1998) Changes in performance, muscle metabolites, enzymes and fibre types after short sprint training *European Journal Applied Physiology*. 78:163-169.(1998)
12. Edge J., Hill-Haas S., Goodman C., Bishop D., Effects of Resistance Training on H<sup>+</sup> Regulation, Buffer Capacity, and Repeated Sprints *Med. Sci. Sports Exerc* 2006
13. Ferrari Bravo D, Impellizzeri FM, Rampinini E, Castagna C, Bishop D, Wisloff U. Sprint vs. interval training in football. *Int J Sports Med*. 2008 Aug;29(8):668-74.
14. Fisiologia dell'esercizio fisico e dello sport, Jack H. Wilmore and David L Costill. Calzetti & Mariucci editore 2005
15. Fisiologia dell'esercizio, Paolo Cerretelli. SEU editore 2001
16. Gaitanos, G.C.C. Williams, L. Brooks, S. Human muscle metabolism during intermittent maximal exercise. *European Journal Applied Physiology*. 1993.
17. Gibala, MJ, Little, PJ, van Essen, M, Wilkin, GP, Burgomaster, KA, Safdar, A, Raha, S, and Tarnopolsky, MA. Short-term sprint interval vs. traditional endurance training: similar initial adaptations in human skeletal muscle and exercise performance. *J Physiol* 575: 901–911, 2006
18. Helgerud J, Engen LC, Wisløff U, Hoff J. Aerobic endurance training improves soccer performance. *Med Sci Sports Exerc* 2001; 33: 1925–1931
19. Hoff J. , Helgerud J., Endurance and Strength Training for Soccer Players *Sports Medicine* 2004
20. Ibba G, Pizzolato F, Di Michele R, Scorcu M, Attene G, Paradisis G, Anon P, Chamari K Uphill sprint vs. intermittent running in young soccer players: acute physiological responses *S. Sci Health* 2014

21. Impellizzeri FM, Marcora SM, Castagna C, Reilly T, Sassi A, Iaia FM, Rampinini E. Physiological and performance effects of generic versus specific aerobic training in soccer players. *Int J Sports Med* 2006; 27:483–492
  
22. Krustup P., Bangsbo J. Physiological demands of top class soccer refereeing in relation to physical capacity: Effect of intermittent exercise training, *J. Sport Sci.*, 2001
  
23. McMahon S1, Jenkins D. Factors affecting the rate of phosphocreatine resynthesis following intense exercise *Sports Med.* 2002;32(12):761-84.
  
24. McMillan K, Helgerud J, Macdonald R, Hoff J. Physiological adaptations to soccer specific endurance training in professional youth soccer players. *Br J Sports Med* 2005; 39: 273–277
  
25. Meckel Y., Machnai O., Eliakim A. Relationship among repeated Sprint Tests, Aerobic Fitness, and Anaerobic Fitness in Elite Adolescent Soccer Players 2 *Journal of Strength & Conditioning Research*: January 2009 - Volume 23 - Issue 1- pp163-169
  
26. Mohr, M., Krustup, P. and Bangsbo, J. (2003). Match performance of high - standard soccer players with special reference to development of fatigue. *J Sports Sci* (2003), 21 (7), 519 -28
  
27. Oliver, J.L. Armstrong, B. Williams, A. Relationship between brief and prolonged repeated sprint ability. *Journal of Science and Medicine in Sport.* (2009)
  
28. Osgnach C., Poser S, Bernardini R., Rinaldo R., Di Prampero E., Energy Cost and Metabolic Power in Elite Soccer *Med. Sci. Sports Exerc.* 2010
  
29. Padulo J. , Di Giminiani R. , Ibba G. , Zarrouk N. , Moalla W. , Attene G., Migliaccio G. M. , Pizzolato F. , Bishop D. , Chamari The Acute Effect of Whole Body Vibration on Repeated Shuttle-Running in Young Soccer Players *Int J Sports Med* 2014

30. Paradisis GP., Cooke CB., Kinematic and postural characteristics of sprint running on sloping surfaces *Journal of sports sciences*, 2001
31. Pau M, Ibba G, Attene G. Fatigue-Induced Balance Impairment in Young Soccer Players. *Journal of Athletic Training* 2014
32. Rampinini E, Bishop D, Marcora SM, Ferrari Bravo D, Sassi R, Impellizzeri FM. Validity of simple field tests as indicators of match-related physical performance in top level professional soccer players. *Int J Sports Med* 2007; 28: 228–235
33. Ross A. , Leveritt M. , Long-term metabolic and skeletal muscle adaptations to short-sprint training *Sports Medicine*, 2001
34. Spencer M., Bishop D., Dawson B., Goodman C. Physiological and metabolic responses of repeated sprint activities specific to field-based team sports, *Sport Med.*, 2005
35. Stølen T. , Chamari K., Castagna C., Wisløff U., *Fisiologia del calcio Sports Medicine* 2005