

**UNIVERSITÁ DEGLI STUDI DI URBINO Carlo Bo**  
**Dipartimento di Scienze Biomolecolari**

***Dottorato di Ricerca in metodologie molecolari e morfo-  
funzionali applicate all'esercizio fisico.***

***Ciclo XXVIII***

---

**Fattori predittivi del Training Load in giocatori di  
calcio professionisti**

***Settore Scientifico Disciplinare: M-EDF/02***

***Relatore Chiar.mo Prof.sa:***

***Anna Rita Calavalle***

***Dottorando:***

***Paolo Rongoni***

---

ANNO ACCADEMICO 2012-2013

Ad Alioscia, Alessandro e Giulia  
per il tempo che gli ho sottratto

Ai miei genitori  
per quello che sono riuscito a fare nella vita

## **Indice**

- **Introduzione**
- **Capitolo I: Metodi**
  - **Approccio sperimentale al problema**
  - **Session RPE**
  - **Salivari**
  - **Composizione Corporea**
  - **Soggetti**
  - **Protocollo Sperimentale**
- **Capitolo II: Ricerca**
  - **Analisi Statistica**
  - **Risultati**
- **Capitolo III: Discussione**
  - **Conclusioni**
  - **Applicazioni pratiche**
- **Capitolo IV: Bibliografia**

## Introduzione

Il gioco del calcio in questi ultimi venti anni sta cambiando in maniera radicale, per accorgersene basta dare un'occhiata ai suoi numeri.

L'aumento dei tesseramenti, è legato fundamentalmente ad un aspetto emulativo, legato

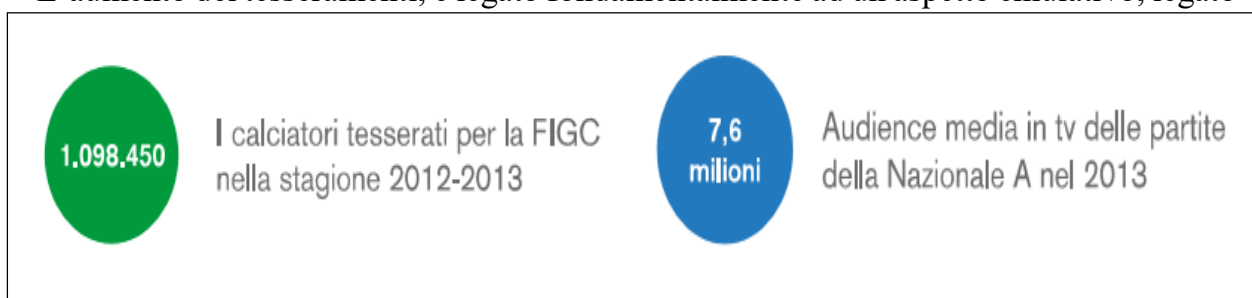


Immagine n°1 dati AREL

ad una sempre maggiore esposizione televisiva a questo gioco, che sta leggermente perdendo la nozione di sport per andare sempre più verso quella dello spettacolo. Queste variazioni, nascono da una programmazione fatta a livello internazionale dagli organi supremi del calcio nel nostro continente (FIFA e UEFA), che attraverso varie sponsorizzazioni generano fatturati talmente importanti da superar il PIL (prodotto interno lordo) di un paese come l'Armenia. Questa gestione ha ripercussioni sulle varie Federazioni e portano noi, addetti ai lavori a dover riflettere su come affrontare questi problemi. Prendiamo in considerazione questi numeri forniti dalla AREL analisi fatta



Immagine n°2 dati AREL



Immagine n°3 dati AREL

per la FIGC: il numero delle partite ufficiali nella stagione 2012/13 è aumentato, ma ancor più è aumentato il ricavo delle società che partecipano alla massima serie, il discorso diventa ancora più interessante da un punto di vista finanziario, nel momento in cui queste squadre si qualificano alle competizioni UEFA, perché i loro introiti aumentano maggiormente. Tutti questi dati mostrano che c'è una sempre maggiore richiesta di uno spettacolo che però si consuma a casa e non allo stadio, portando le varie piattaforme televisive a far da padrone sulla programmazione dei calendari e rendendo le federazioni schiave di un sistema che porta a produrre partite per lo spettacolo, andando a volte contro la logica della programmazione e del rispetto dell'equilibrio psico-fisico.

I giocatori sono quindi sottoposti oltre che ad un numero sempre crescente di partite, dovendo quindi affrontare spostamenti nazionali, internazionali e intercontinentali che possono in qualche maniera influenzare sulla loro capacità di performare. Ekstrand et al. (2004) nel corso del loro studio dimostrarono che un elevato numero di partite porti a un abbassamento della performance e un aumento del rischio di infortunio. Le squadre d'élite sono solitamente composte da giocatori che oltre a partecipare a campionati nazionali, competizioni UEFA, partecipano alle qualificazioni per campionati Europei o Mondiale con le rispettive selezioni Nazionali. Questi dati vengono sostenuti anche da Dupont et al. (2010) che dimostrò come il giocare una partita ogni 3 giorni innalzi il rischio di infortunio del 6,2 %, rispetto al giocare solamente due partite per settimana.

Naturalmente questi fenomeni sono legati al fatto che durante la partita di calcio gli atleti sono sottoposti a scatti, cambi di direzione, contrasti, salti, tiri, cambi di velocità, frenate etc.... che producono tutta una serie di modifiche organiche come la disidratazione che, come dimostrato da Mohr et al. (2010), porta ad una perdita del 2% sul peso corporeo iniziale. Altro elemento molto importante da prendere in considerazione, è una forte deplezione dei substrati glicolitici, come dimostrato da Mohr et al. (2010) e da Di Salvo et al. (2009) questo fenomeno è dovuto alle distanze percorse ad alta intensità e all'esaurimento dei substrati nelle fibre muscolari. Le varie azioni violente ripetute nel tempo portano anche a Delayed Onset Muscle Soreness (da ora DOMS) muscolari e rischi di infortunio come esposto da Rahnama et al. nel 2002, nella loro pubblicazione dove elencano i movimenti che possono portare all'infortunio. Tutte queste variazioni, provocano un aumento delle infiammazioni corporee, uno degli esempi più evidenti è l'aumento del CK che va dal 70% al 250% e un ritorno alla norma in 48/120 ore come evidenziato da Thompson et al. (1999) e Takarada nel 2003. Oltre a questi marker, vista la durata della competizione e l'intensità dello sforzo, anche a livello ormonale si possono avere delle variazioni, come dimostrato da Ispirlidis et al. nel 2008. Nel suo studio Ispirlidis dimostrò che i processi infiammatori legati alla partita portavano ad un aumento di leucociti e Cortisolo subito dopo la partita, DOMS e CRP 24h dopo e CK e LDH avevano il loro picco 48h dopo. Di conseguenza i processi infiammatori su una partita portano ad avere un'alterazione transitoria, che svanisce in 72h, tempo necessario per un recupero. Molto interessante è lo studio di Maso e collaboratori (2004) che individua nelle variazioni di Testosterone (ormone anabolico) e nel Cortisolo (ormone catabolico) un buon marker per determinare lo stato di stanchezza in giovani rugbisti. Indicazioni sullo stato fisico del calciatore, possono essere estrapolate anche dalla composizione corporea (grasso libero e massa grassa) tramite una valutazione impedenziometrica come proposto da Kalapotharakos et al. (2006). In questo articolo l'autore dimostra che la differenza di massa corporea è discriminante sui vari livelli di performance, mentre è stato dimostrato che un disequilibrio della composizione corporea influenza la performance fisica. Questi metodi di valutazione hanno il vantaggio che non essendo invasivi permettono una valutazione periodica senza azioni cruenti nei confronti dell'atleta. Un aiuto importante può essere fornito dalla

valutazione del carico interno, pensata da Borg nel 1982 che permette di capire e valutare l'intensità dello sforzo. La "session RPE" (sRPE) è un ottimo mezzo per recepire informazioni sulle sensazioni degli atleti, come dimostrato da diversi autori Impellizzeri et al. nel 2004 e Casamichana et al. nel 2013.

Tenuti in considerazione i fattori socioeconomici citati ad inizio capitolo, le modificazioni indotte a livello psico-fisico dalla partita di calcio, noi addetti ai lavori, dobbiamo cercare di porre un rimedio all'aumento delle sollecitazioni e alla diminuzione dei tempi di recupero, adattarci alla situazione che è comunque irreversibile. Per far ciò dobbiamo capire in primis cosa succede ai nostri atleti, per poi proporre esercitazioni idonee al loro stato di forma.

L'obiettivo di questo studio è quindi quello di cercare di identificare le possibili correlazioni tra il tempo di gioco nel corso di una intera stagione di calcio e le variabili psico-fisiologiche (composizione corporea, stato ormonale e percezione dello sforzo) in atleti di élite. Infatti, pur esistendo una discreta bibliografia volta a dimostrare che dopo le 72h l'atleta ritrova un equilibrio omeostatico e sarebbe in grado di fornire una nuova prestazione massimale (Thompson, 1999; Takarada, 2003; Ispirlidis, 2008), non sono ancora state verificate scientificamente le conseguenze di un elevato numero di impegni sportivi ad alto livello protratti nel tempo sulla performance. Ed è ciò che si intendeva valutare con questo lavoro.

Le informazioni derivanti da questo studio potrebbero essere molto interessanti per la quotidiana pratica dell'allenamento ed essere fondamentali per un approccio metodologico più scientifico.

## **Metodi**

### *Approccio sperimentale al problema*

La nostra ipotesi parte dal presupposto che la performance nel calcio è multifattoriale, per questo è stata inserita un'ampia gamma di variabili nell'analisi, così da valutare il suo andamento durante l'arco della stagione. Qui di seguito indichiamo le variabili considerate

- La massa cellulare attiva (BCMI) (Levi, 2014) e la loro percentuale di massa grassa (%MG) (Pollock, 1984), per evidenziare le sue variazioni durante l'arco della stagione rispetto al maggior tempo. Vari sono gli autori che hanno investigato questi due parametri Silvestre et al. 2006, Levi nel 2014

- La "Session RPE" che evidenzia lo stato il livello di stanchezza percepito dagli atleti. Essendo questo valore estremamente correlato con il Training Load (TL) si intende verificare quanto la percezione degli atleti riguardo alla stanchezza correli con il tempo di gioco. In questo caso la bibliografia ci aiuta per definire il rapporto tra carico di lavoro e percezione, come evidenzia Castagna et al. nel 2013, Moreira et al. nel 2014 e Manzi et al nel 2015.

- I parametri salivari, quali le Immunoglobuline A (IgA), il Testosterone e il Cortisolo per rilevare quali potessero essere gli effetti indotti da una maggiore esposizione al tempo di gioco durante tutto l'arco della stagione sull'anabolismo o il catabolismo. Un riferimento bibliografico in questo senso può arrivare dallo studio di Moreira nel 2009 che mette in relazione sRPE e IgA, oppure nello studio di Haneishi K et al. nel 2007 che correlò il Cortisolo allo stress indotto dalla partita. Lo studio di Peñailillo et al. del 2015 che prese in considerazione i tre parametri salivari correlandoli con la performance in campo.

## *Session RPE (Rating of Perceived Exertion)*

Il primo autore a cercare di parametrizzare la percezione dello sforzo dell'atleta, fu Borg G. A. V.(1982) "Psychophysical base of perceived exertion" che qualche anno più tardi nel suo studio "Perceived exertion related to heart rate and blood lactate during arm and leg exercise" (1987) correlò il TL alla frequenza cardiaca e ai prelievi di lattato. Nel tempo vari autori hanno affinato questa scala, rendendola più adatta alla pratica quotidiana e creando anche indici estremamente correlati con il TL. Tali indici dovrebbero avere lo scopo di dare

indicazioni un po' più precise sulla risposta al carico di lavoro proposto. Il metodo scelto per il monitoraggio del TL è la "Session-RPE" cioè la "valutazione dello sforzo percepito". La scala dei valori utilizzata è quella di Borg (1982) modificata da Forest (1996). Questa scala valuta con andamento semilogaritmico da 0 a 10 la sensazione degli atleti 30 minuti dopo la seduta di allenamento. Saranno molto utili i consigli pubblicati da Borg 1982. Prima della somministrazione del questionario è prevista una fase di familiarizzazione con la scala di valori, data l'importanza della corretta interpretazione. Per questo motivo i dati sono stati registrati solo dopo che i giocatori conoscevano bene il sistema. Nella tabella 1 (1996) troveremo la descrizione della scala di Borg modificata da Forest utilizzata per valutare il TL.

Nel 2001 Forest et al. trovarono una relazione diretta tra la frequenza cardiaca e la "Session RPE". La cosa interessante nella seconda parte del suo articolo è la correlazione tra la sRPE e differenti esercizi intermittenti, riferito al basket, che permetteva all'autore di definire la quantizzazione dell'allenamento e quindi ottimizzare la periodizzazione.

Il carico allenante espresso in AU (Arbitrary Units) sarà quindi dato da :

$$AU = \text{session RPE dell'allenamento} \times \text{la Durata (minuti)}.$$

**Tabella 1.**

Borg's CR10-scale modified by Foster et al. (3)

Rating	Descriptor
0	Rest
1	Very, very easy
2	Easy
3	Moderate
4	Somewhat hard
5	Hard
6	
7	Very hard
8	
9	
10	Maximal

Es : una seduta intensa con durata 90 minuti, se giudicata sRPE= 7 dall'atleta, determina una formula per cui il carico allenante della seduta sarà rappresentato da:

$$90 \times 7 = 630 \text{ unità (AU)}.$$

La scelta di utilizzare la “ SessionRPE “ é legata al fatto che diversi sono stati gli autori in questi anni a correlare questo indice alla TL negli sport di squadra, e diversi autori hanno comparato questo indice al calcio.

Nel lavoro di Impellizzeri et al. (2004) sul calcio, gli autori vollero comparare il rapporto tra la session RPE e varie altre metodiche per cercare di definire il carico interno (TL) nel gioco del calcio. Il campione era formato da un gruppo di 19 giocatori del settore giovanile che furono sottoposti a 7 settimane di allenamento. Tutte le sedute di allenamento furono registrate con cardiofrequenzimetri Polar. I soggetti furono sottoposti prima e dopo il protocollo a: test incrementale in laboratorio con aumento di velocità di 1Km/h ogni 5minuti, registrazione del VO<sub>2</sub>max e OBLA(Onset Blood Lactate Accumulations 4mmol/l). Alla fine delle 7 settimane, il VO<sub>2</sub>max era invariato come la Frequenza cardiaca massima e la Velocità massima Aerobica. La “session RPE” fu paragonata ai metodi di calcolo del carico interno attraverso i rilevamenti della frequenza cardiaca di Edwards. La correlazione tra i due metodi di valutazione, mostrò un  $r = 0.75-0.90$ .

Secondo gli autori questo metodo permette, attraverso semplici apparecchiature di quantificazione, di determinare il carico interno di una squadra di calcio.

Successivamente Rampinini et al. (2007) mettevano in relazione i fattori di analisi e le risposte fisiologiche in partite a ranghi ridotti: 3 contro 3, 4 contro 4, 5 contro 5, 6 contro 6. Ogni gioco fu eseguito su un campo piccolo, medio o grande. La squadra era di categoria dilettantistica, i dati sono stati raccolti in un periodo di 6 mesi, per un totale di 67 allenamenti. I giocatori erano monitorati con rilevamenti della Frequenza cardiaca (Fc), prelievi di lattato ematico e “session RPE”. Il protocollo delle partite prevedeva tre incontri della durata di 4 minuti con 3 minuti di recupero attivo tra un tempo e l'altro; le partite iniziavano dopo 20 minuti di riscaldamento. Il rapporto medio tra Fc e sRPE durante gli esercizi sub massimali è stato del 33%, come già dimostrato da altri autori. Questa percentuale aumenta leggermente quando l'intensità degli esercizi sale. Una

buona correlazione tra sRPE, concentrazione di lattato e Fc si ha quando il lattato ematico scende.

Questo dimostra la multifattorialità della session RPE, legata non soltanto ad aspetti fisiologici, ma anche ad aspetti psicologici.

Tra i più recenti, il lavoro di Coutts AJ et al. (2009), si basa sui rilevamenti effettuati da Rampinini et al. (2007), i cui dati sono stati rielaborati, con una maggiore attenzione sui picchi di Fc, prelievi di lattato alla fine delle partite e Session RPE. Lo studio è stato effettuato su 851 rilevazioni, in 67 partite a ranghi ridotti: 3 contro 3, 4 contro 4, 5 contro 5, 6 contro 6. Il numero di giocatori, superfici di gioco, tempi, ripetizioni e recuperi sono gli stessi dell'articolo sopraccitato. I riscontri effettuati mostrano una correlazione di  $r = 0.63$  tra sRPE e lattatemia; il rapporto invece tra sRPE e picchi di Fc era di  $r = 0.60$ . Dai dati rilevati si può affermare che la session RPE è moderatamente correlata con i picchi Fc e la lattatemia, a fine gioco. Effettuando successivamente una regressione multipla, tra picchi Fc, lattatemia e sRPE, il rapporto sale del 14%. Lo stesso studio limita la correlazione tra i tre parametri a una correlazione del 57.2%. Questo significa che il 42.2% del valore sRPE non è spiegabile con lattatemia e Fc e quindi dovuto ad altri fattori psicofisiologici.

Questo studio conferma comunque la session RPE come ottimo mezzo per lo studio dei giochi ad alta intensità intermittente. Si possono anche considerare i picchi di FC e la lattatemia a fine partita come un valido supporto alla sRPE per la misura di esercizi intermittenti ad alta intensità nel calcio. Tutti questi articoli ci dimostrano come la session RPE sia un ottimo indicatore per cercare di capire la quantità di sforzo effettuata dall'atleta nella seduta di allenamento.

Chi diede una ulteriore svolta a questo tipo di valutazione fu Impellizzeri nel 2004 con il suo studio "Use of RPE-based training load in soccer" nel quale dimostrò che la session RPE calcolata con il metodo di Foster (2001) era un ottimo indicatore del carico interno anche detto Training Load nello sport del calcio, e che questa metodica poteva essere un ottimo mezzo di controllo per atleti allenatori e preparatori per la periodizzazione dell'allenamento. Partendo da questo spunto abbiamo cercato di capire se questo indice potesse prendere in considerazione periodi lunghi e particolari come la preparazione pre-campionato, questa ricerca ci ha dato ottime indicazioni studiando gli

articoli di Castagna nel 2011 “Effect of training intensity distribution on aerobic fitness variables in elite soccer players: a case study” e un altro articolo sempre di Castagna del 2013 “Preseason variations in aerobic Fitness and performance in elite-standard soccer players: a team study” in cui si dimostra come per aumentare e mantenere la fitness aerobica sia necessario effettuare il 6/8 percento dell’allenamento, ad una intensità superiore al 90% della Frequenza Cardiaca Massimale (da ora Fc max) e come la session RPE possa aiutarci a quantificare TL nel primo studio. Nel secondo, che prende in considerazione il periodo di preparazione precampionato troviamo risultati simili anche se si paragonano fasi in cui il carico di lavoro è estremamente differente. Anche Manzi nel 2015 trova risultati simili a Castagna (2013) e mette l’accento sulle differenze inter-individuali nella risposta al carico d’allenamento nel periodo precampionato. Questi studi confortano la nostra teoria sulla possibilità che la Session RPE possa essere un indice adatto a valutare i nostri valori, visto che l’intensità in gara è spesso molto alta e la capacità di questo indice di raccogliere in se gli aspetti psicofisici dell’atleta. La nostra ricerca bibliografica si è rivolta anche verso chi aveva utilizzato questa variabile su tutta la stagione sportiva. Uno spunto interessante viene fuori da l’articolo di Henderson del 2015 in cui l’autore compara l’andamento del carico interno con la session RPE e del carico esterno con il Global Position System (GPS) durante tutta la stagione sportiva in un squadra professionistica giovanile Australiana, stabilendo che la session RPE era molto più alta in partita rispetto anche a forti sedute di allenamento. Moreira nel 2014 aveva già preso in considerazione periodi abbastanza lunghi, 22 e 23 settimane nel football professionista Australiano, considerando 22 settimane di lavoro precampionato con 23 settimane di lavoro durante il campionato. Utilizzò il metodo di Foster (2001) per la valutazione del carico d’allenamento dividendolo in tre zone: inferiore a 4, tra 4 e 7, superiore a 7. Gli autori arrivarono alla conclusione che durata e intensità sono maggiori in preparazione piuttosto che durante la stagione agonistica, l’intensità delle partite era comunque maggiore in stagione.

## *Valutazioni salivari*

L'idea di utilizzare questo tipo di parametri, parte dal presupposto che volevamo controllare il livello anabolico e catabolico durante la stagione e valutare se la fatica avesse un'incidenza sul sistema immunitario. Abbiamo utilizzato la valutazione salivare per evitare il ricorso al prelievo del sangue, procedura invasiva e non sempre vista di buon occhio dagli atleti.

In bibliografia diversi sono gli autori che hanno pubblicato su questo argomento, come Reid et al. nel 1992 e Umada ed altri nel 1981. In entrambe questi studi era evidente che la rilevazione fatta nel Cortisolo e nelle Immunoglobuline A (da ora IgA) sanguigne avevano un'alta correlazione con quelle salivari, e quindi possono essere utilizzate come sistema per monitorare questi parametri. La stessa evidenza scientifica è riportata per il livello di Testosterone salivare da Cadore et al. nel 2008.

Quando un atleta aumenta il livello di allenamento del 50%, il livello ematico di Testosterone diminuisce mentre quello di Cortisolo aumenta. Questo è stato dimostrato Kirvan et al. nel 1988, e Kirwan et al. nel 1990, in uno studio effettuato su nuotatori. Si evidenziò infatti che il rapporto Testosterone e Cortisolo regolava i processi anabolici durante il recupero. Pertanto un cambiamento del loro rapporto venne considerato un chiaro indice di fatica e forse una delle cause della sindrome di overtraining, come fu evidenziato nello studio del 1988 di Kuipers et al.. Una diminuzione del Testosterone associato ad un aumento del Cortisolo potrebbe far sì che il catabolismo delle proteine nelle cellule sia superiore all'anabolismo. Altre ricerche, suggeriscono che nonostante vi sia un aumento del livello di Cortisolo in fase di overreaching, nella fase finale dell'overtraining generalmente si assiste ad una diminuzione del livello di questo ormone, come dimostrato da Armstrong nel 2002.

### ***IgA***

Molti autori hanno utilizzato la concentrazione salivare dell'immunoglobulina A, per valutare la relazione con il carico dell'allenamento. Questa sostanza fa parte dei un gruppo di anticorpi ed è presente in maggior quantità nelle secrezioni esterne, come la saliva, muco intestinale e bronchiale, colostro e latte materno. Sono un importante

mezzo di difesa contro le infezioni locali esterne, una delle conseguenze più pericolose in caso di overtraining è l'abbassamento del sistema immunitario. Diversi sono gli studi che evidenziano come anche le IgA possono essere raccolte tramite il tampone di cotone, senza che il parametro venga a distorcere i risultati per rapporto al prelievo sanguigno, come dimostrato da Strazdins et al. nel 2005. Tutti gli studi presi in considerazione sono stati effettuati con prelievo salivare.

Nella nostra ricerca bibliografica, diversi sono gli studi che indicano come un allenamento eccessivo deprime la normale funzione immunitaria e gli atleti sovrallenati presentano una maggiore predisposizione per le infezioni vedi gli articoli di Mackinnon del 1989, di Nieman del 1997 e di Woods et al. del 1999. C'è una buona probabilità secondo Nieman (1994) di contrarre un virus respiratorio se si pratica una attività intensa per rapporto a chi la pratica in maniera leggera o non la pratica. Gli studi pubblicati, sugli effetti che portano ad un aumentato rischio di infezione dopo maratona e ultra maratona, dimostrano che questo stato perdurava per una-due settimane come mostra Nieman nel 1996 e nel 1990 che studiò gli effetti a breve e medio termine sui partecipanti alla maratona di Los Angeles e la possibilità di contrarre infezioni era 12,9% superiore nelle settimane dopo la maratona per rapporto ai due mesi che precedevano la maratona. Peters et al. trattavano questo argomento già nel 1983 arrivando a conclusioni simili, in uno studio su atleti che correvano l'ultra maratona, arrivando a vedere che chi faceva questo tipo di sforzo, aveva il doppio delle possibilità di contrarre una infezione respiratoria per rapporto ad un gruppo campione. Lo stesso Peters et al. successivamente nel 1993 propose la somministrazione ad un gruppo di un placebo ed ad un altro di 600mg di vitamina C il gruppo placebo il 68% si ammalò di infezione alle vie respiratorie, del gruppo a cui era somministrata la vitamina C si ammalò solo il 33% dato migliore per rapporto ad un gruppo di controllo che non aveva partecipato alla corsa. Ci sono comunque altri studi in cui il tasso di IgA post attività sportiva sale, andando a contraddire le pubblicazioni sovrascritte.

Questo studio riporta un aumento delle IgA nel nuoto quando si propongono esercitazioni a media e alta intensità Tharp et al. nel 1990. Gli stessi risultati furono evidenziati da Mackinnon et al. nel 1993 si ottennero pedalando su un cicloergometro a

velocità sopra massimale, cinque volte 60 secondi, per tre volte per settimana per otto settimane. Unico studio da noi trovato nel calcio è quello pubblicato da Moreira et al. nel 2009 in cui si studiava la depressione delle Immunoglobuline A in un gruppo di calciatori di alto livello brasiliani della regione di San Paolo, dopo 70 minuti di partita amichevole. Interessante in questa ricerca l'utilizzazione da parte dell'autore della session RPE. I prelievi salivari furono effettuati 10 minuti prima del riscaldamento e 5 minuti dopo la fine della partita. C'è una correlazione discreta tra sRPE e IgA  $r = 0,43$ . Ci sono comunque risultati diversi tra i vari componenti della squadra, ciò ci suggerisce di utilizzare una profilassi, per la prevenzione delle malattie respiratorie e al limite di abbassare il carico d'allenamento.

Questi risultati ci indicano comunque che se gli atleti vengono stressati ad alta intensità e per una durata relativamente lunga le IgA tendono ad abbassarsi esponendo i nostri atleti ad un maggiore rischio di infezione.

### ***Cortisolo***

Il Cortisolo è l'ormone corticosteroido rilasciato dalla corteccia steroidee della surrenale promuove la gluconeogenesi, aumenta la mobilitazione degli acidi grassi liberi, diminuisce l'utilizzazione del glucosio e stimola il catabolismo delle proteine, come affermano Costill e Wilmore nel loro libro "Fisiologia dell'esercizio fisico e dello sport" del 2005. Questo ormone è valutato in una grande quantità di ricerche nel campo dell'endocrinologia, della psicobiologia, in medicina e in psicologia.

Importante sapere che nella secrezione del Cortisolo ci sono delle variazioni giornaliere, con alte concentrazioni in mattinata dopo il risveglio, mentre nel pomeriggio e in serata la concentrazione è bassa. Questo ormone è stato utilizzato da diversi studi soprattutto per la determinazione dell'overtraining, diversi sono gli studi come quelli fatti da Stray-Gundersen et al. nel 1986, da Kirwan et al. nel 1988 e da Zimmerman et al. nel 1991 che dimostrano un incremento del Cortisolo in caso di overtraining. Altri studi mostrano invece che dopo un esercizio massimale il Cortisolo sale di molto, per poi avere un decremento durante la fase di overtraining. Vedi gli studi di Barron et al. nel 1985 di Lehmann et al. nel 1992 e di Urhausen et al. nel 1993 e 1996. In questi studi i vari autori mostrano come dopo sforzi di intensità elevata e protratti per un periodo il tempo non

inferiore all'ora, il Cortisolo abbia un comportamento che tende a salire nel periodo seguente un carico molto intenso, per poi scendere in fase acuta di overtraining. Fatto il punto su questo ormone ed il suo comportamento in caso di sovrallenamento, abbiamo focalizzato la nostra attenzione sul Cortisolo salivare ed eventuali studi argomenti legati al calcio o sport con metabolismi simili e soprattutto prelievi salivari. La valutazione del Cortisolo tramite la saliva è stata utilizzata in alternativa al prelievo sanguigno, i livelli salivari di questo ormone, mostrano una buona correlazione con quelli sanguigni come evidenziato a più riprese da Umeda et al. nel 1981, da Woodside et al. nel 1991 e da Reid et al. nel 1992. La non invasività di questo metodo permette una maggiore praticità nella rilevazione, oltre ad una miglior accettazione dell'atleta al prelievo.

Uno dei primi autori a valutare il Cortisolo ed altri parametri nel calcio fu Carli et al. nel 1986, egli esaminò con prelievo due squadre di calcio semi professionistiche prima della gara, tra il primo e il secondo tempo, dopo 45 minuti dalla fine gara e dopo 90 minuti dalla fine della gara. In entrambi le squadre il livello di Cortisolo era salito durante il match e che era tornato a livello basale solo 45 minuti dopo la fine della partita. Haneishi et al. studiò nel 2007 la risposta del Cortisolo agli allenamenti, e alle partite in una squadra femminile di calcio collegiale, 18 giocatrici furono divise in 2 gruppi 10 titolari e 8 riserve, in funzione del tempo di gioco. Il Cortisolo salivare secondo gli autori è influenzato da diversi fattori come condizioni somatiche, ansia e fiducia in se stessi. Lo studia dimostra che nei titolari l'incremento a fine partita era del 250% mentre nelle riserve del 140%, mentre in allenamento non c'erano aumenti significativi. Questi dati mostrano come la componente stress gara influenzi tali risultati. L'ansia pre e post gara era molto più importante rispetto a quella pre e post allenamento, gli autori arrivarono alla conclusione che la combinazione delle componenti fisiologiche e psicologiche contribuiscono a creare un grande volume di stress per la partita. Gli autori affermarono anche che lo sport di elite è un ottimo campo di studio per le valutazioni sugli ormoni salivari da stress. L'alta intensità delle azioni, l'alternanza di fasi di resistenza e di intermittenza fanno sì che gli sport di squadra siano un ottimo campo di ricerca. Elloumi et al. nel 2003 studiarono il comportamento del recupero dopo una partita di rugby, su un campione di venti giocatori monitorizzati tramite prelievo salivare per una durata di 6 giorni, gli autori affermano che l'impegno profuso in una partita di rugby non permette

un ritorno al reo base iniziale prima di 5 giorni. In contrapposizione a questo studio troviamo lo studio fatto da Ispirlidis et al. nel 2008 in cui gli autori valutarono l'impatto della partita di calcio su un gruppo di 24 calciatori professionisti. Lo studio aveva come obiettivo quello di vedere quali fossero le risposte infiammatorie post match, il comportamento dei vari enzimi muscolari in seguito al DOMS, e tra i parametri presi in considerazione era presente anche il Cortisolo. Il campione era diviso in 14 giocatori che avevano giocato la partita e 10 che non avevano giocato utilizzato come gruppo di controllo. Gli stessi autori affermano che il picco di secrezione raggiunto dal Cortisolo viene rilevato dopo la partita, e che entro e 72 ore tutti i parametri rientrano nei livelli basali. Uno studio interessante fu anche quello effettuato da Moreira et al. nel 2009, in cui gli autori analizzarono il comportamento del Cortisolo in due squadre di calcio che si affrontarono in una partita amichevole. I prelievi furono effettuati prima e dieci minuti dopo la partita, oltre questi dati fu presa in considerazione, anche il Training Load con la scala di Borg (6-20). I risultati mostrarono che non ci sono cambiamenti statistici nelle due squadre, ma si evidenziò un trend tendente al cambiamento, non si trovarono neanche correlazioni significative tra l'sRPE e il Cortisolo salivare. Gli autori spiegarono questo fenomeno dicendo che come dimostrato da diversi autori, l'impatto emotivo e fisico della partita amichevole su questi parametri non è abbastanza importante per determinare delle variazioni statisticamente significative.

### ***Testosterone***

Altro ormone preso in considerazione è il Testosterone, un ormone steroide del gruppo androgeno prodotto soprattutto dalle cellule di Leydig nei testicoli e, in minima parte, sintetizzato nella corteccia surrenale. Il livello di Testosterone aumenta significativamente durante lo sforzo e spesso permane alto ancora un'ora dopo la conclusione come riporta il testo "Fisiologia dell'esercizio fisico e dello sport" del 2005 scritto da Costill e Wilmore. La produzione di questo ormone è legata al tipo di sforzo effettuato e alla sua durata, che permette di aumentare l'anabolismo muscolare, come dimostrò lo studio di Busso et al. nel 1992. Gli autori dimostrarono come quattro settimane di allenamento molto intenso potevano causare una diminuzione del Testosterone e come due settimane di allenamento con carichi ridotti potevano portare

ad avere un aumento di tale ormone, come confermato da Aakvaag et al. nel 1978, Kuoppasalmi et al. nel 1980, Galbo nel 1983 e Tremblay et al. nel 2005. Diversi furono anche gli autori che con i loro articoli utilizzarono questo ormone nelle loro valutazioni, considerandolo un mezzo appropriato per valutare il recupero, come dimostrato da Adlerereutz et al. nel 1986, o Häkkinen et al. che pubblicò due articoli sull'argomento nell'85 e nel 1987. Nei due studi l'autore confermò come il Testosterone incrementi durante la fase di carico di 24 settimane in linea con l'aumento del loro picco di forza massima e come decrementi nel periodo di scarico, questo lo porta ad affermare che questo ormone legato a Cortisolo sono ottimi predittori per chi vuole incrementare i livelli di forza durante l'allenamento. Nel secondo studio, svolto sui pesisti e durato un anno, gli autori videro che il livello di Testosterone diminuiva nella fase di carico acuto, per poi stabilizzarsi nelle fasi di carico normale ed aumentare nel periodo di gara. Il rapporto con il Cortisolo ha avuto un andamento lineare con le performance degli atleti durante l'arco della stagione agonistica. Altri autori come Vervoorn et al. nel 1991 e Banfi et al. nel 1993, dimostrarono come un aumento del Cortisolo e una diminuzione del Testosterone con un rapporto  $>30\%$  sia un evidente indicatore di mancato recupero e se protratto nel tempo un indicatore della sindrome da overtraining. Il prelievo fatto con il tampone in cotone, per la valutazione del Testosterone è stato studiato da diversi autori, non sempre trovavano la giusta correlazione tra il Testosterone salivare e sanguigno fino a che Kivlighan et al. nel 2004 confermo studi precedenti e qualche mese dopo Granger et al. nel 2004 fece una review e diede i consigli sulla giusta maniera di prelevare il Testosterone salivare. Da ora per la nostra ricerca prenderemo in considerazione solo prelievi salivari. Il primo studio preso in considerazione è stato quello di Maso et al. del 2004 in cui gli autori sottoposero 25 giovani rugbisti facenti parte della squadra nazionale ad uno studio incrociato tra questionari psico-comportamentali e il prelievo di Testosterone e Cortisolo salivare. L'obbiettivo del loro studio era correlare lo studio diagnostico con i due ormoni. I due ormoni vennero prelevati nel giorno di riposo a tre diversi orari: alle 8 del mattino, alle 11 del mattino e alle 5 del pomeriggio. Uno dei risultati fu quello di esporre il giusto ritmo giornaliero, con valori alti la mattina e meno il pomeriggio. L'analisi statistica dimostrò una correlazione di 0,53 tra il rilievo del Testosterone mattutino e il questionario, fu l'unico

correlazione valida nello studio. Vista l'attendibilità del questionario, gli autori conclusero lo studio dicendo che la concentrazione di Testosterone è influenzata dalla stanchezza, e quindi questo ormone è un buon marker per la fatica. Uno studio che per durata si avvicina molto al suddetto fu quello svolto da Kraemer et al. nel 2004, in cui gli autori studiarono il comportamento di 25 calciatori partecipanti ai campionati studenteschi ed analizzati una volta prima della stagione e quattro volte durante tutta la stagione e una finale una settimana dopo la conclusione del campionato. Il gruppo fu diviso in due parti, 11 giocatori titolari e 14 riserve, il criterio di appartenenza fu l'aver partecipato ad almeno 83% delle partite. I risultati rivelarono che il gruppo riserve rispetto ai titolari al primo rilievo aveva fatto rilevare una concentrazione di Cortisolo molto più alta, e all'ultima rilevazione un aumento della propria massa grassa dell'1,6%. I giocatori che entrarono in corso di stagione con Testosterone basso e Cortisolo alto ebbero maggiore difficoltà ad ambientarsi, fornendo prestazioni scadenti rispetto ai titolari. La concentrazione di Cortisolo restò invariata durante tutto il corso della stagione tranne nel punto 4 per i titolari, mentre nel punto 6 aumentò il livello di Testosterone per entrambe i gruppi sicuramente a causa di una drastica riduzione del carico e dello stress. Gli autori suggeriscono che con le dovute pause di recupero un periodo di intensa preparazione può essere il mezzo per incrementare il livello di Testosterone e abbassare gli ormoni catabolici. Sulla stessa linea si trova la ricerca fatta da Filaire et al. nel 2001 che tratta il rapporto tra lo stato d'animo (POMS), e la secrezione di Testosterone e Cortisolo in una squadra professionista di calcio. Lo studio fu effettuato per una intera stagione su 17 giocatori che vennero valutati quattro volte nella stagione, anch'essi come nello studio di Maso effettuarono tre prelievi salivari durante la giornata agli stessi orari, 8, 11 e 17. Il primo valore fu prelevato il giorno prima della ripresa degli allenamenti. Il livello di performance fu molto buono e ben correlato con i risultati del test POMS, tra il terzo e il quarto prelievo i risultati furono meno buoni sia in termini di performance sia in termini emotivi con il subentrare di tensioni e di una leggera depressione. Non ci furono variazioni del Testosterone durante il primo prelievo dopo la notte di riposo, mentre delle variazioni si sono osservate al prelievo delle 11 e delle 17, nel rispetto dei ritmi circadiani dell'organismo. Non si evidenziarono comunque relazioni tra il POMS e i prelievi salivari.

Ultimo studio preso in considerazione come il presente investiga gli effetti del calcio su Testosterone, Cortisolo e IgA. Peñailillo et al. hanno voluto prendere in considerazione i tre biomarker e vedere le loro reazioni dopo la partita di calcio e il rapporto che essi avevano con la performance. Nove giocatori vennero valutati prima, durante e dopo una partita amichevole internazionale, La performance in campo fu valutata con la video analisi, mentre il prelievo salivare fu effettuato 10 minuti dopo la fine della partita. La distanza media coperta fu di 9463 metri, il Cortisolo salivare restò invariato a fine partita, Testosterone e IgA diminuirono rispettivamente del 30.6% e del 74.5%, interessante sapere che la variazione di Testosterone correlava con un  $R= 0,85$  con la distanza percorsa. Anche tra Testosterone e IgA c'era una buona correlazione sia prima che dopo la partita. Gli autori affermano che visti i risultati, la partita di calcio ha un effetto catabolico sull'organismo confermato dalla deplezione del Testosterone e delle IgA.

### *Composizione Corporea*

La valutazione della composizione corporea fornisce, sia a l'allenatore che a l'atleta, dei dati che vanno al di là delle misure basilari di peso e altezza. Per questo tipo di valutazione sono state effettuate due valutazioni la prima effettuata con l'impedenza bioelettrica (impedenzometria)

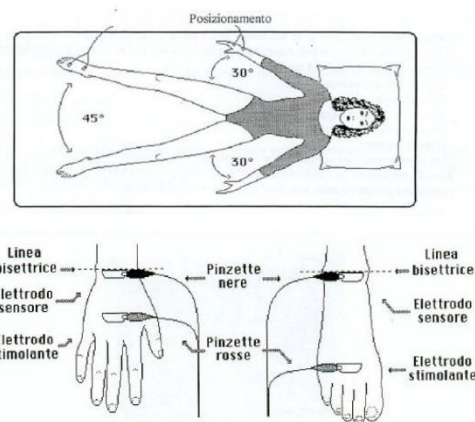


Immagine n° 4

è una procedura sviluppata intorno al 1980. Quattro elettrodi vengono sistemati alla caviglia, al piede, al polso e sul dorso della mano del lato sinistro. Una corrente impercettibile viene fatta passare attraverso gli elettrodi distali (mano, piede). Gli elettrodi prossimali (polso, caviglia) ricevono il flusso elettrico. La conduzione attraverso i tessuti tra gli elettrodi dipende dall'acqua e dalla distribuzione degli elettroliti in quei tessuti. Tenere le gambe aperte a 45° e gli arti superiori distanziati di 30° dal corpo, permette un maggior rilassamento e una migliore conduzione della

corrente, come da manuale Aken. La massa magra contiene quasi tutta l'acqua dell'organismo e gli elettroliti conduttori, quindi la conduttività della massa magra è superiore a quella della massa grassa. La massa grassa ha una impedenza molto più elevata, ossia ostacola il flusso di corrente. L'indice da noi usato è stato il Body Cell Mass Index (da ora BCMI) che altro non è che il rapporto tra la massa cellulare attiva in Kg (BCM) divisa per l'altezza del giocatore. Altro valore reso in considerazione per lo studio è stato quello della plica cutanea per la determinazione della percentuale di massa grassa (%MG) Uno studio che può aiutarci a meglio valutare il nostro gruppo fu quella effettuata da Silvestre et al. nel 2006, nel loro studio gli autori studiarono le differenze tra 27 calciatori appartenenti al campionato studentesco. Gli autori affermarono che non si riscontravano differenze nella composizione corporea tra titolari e riserve e che quindi il programma di allenamento porta uguali vantaggi indipendentemente dal tempo di gioco. Altro studio interessante è quello presentato da Kalapotharakos et al. nel 2006 in cui vengono messe a confronto tre squadre facenti parte del massimo campionato di calcio Greco, una classificatasi tra le prime tre una a centro classifica ed una in basso. Le valutazioni effettuate furono %MG, valutazione della soglia anaerobica e salto verticale. Gli autori confermarono che la squadra meglio classificata aveva una minor % di massa grassa statisticamente significativo per rapporto alle altre due squadre e una maggiore velocità anaerobica di corsa. Gli autori affermano quindi che questi due parametri possono essere predittivi della performance. Melchiorri et al nel 2007 compararono due squadre di diverse categorie nel campionato italiano, cercando le differenze tra attaccanti, centrocampisti e difensori, nei parametri di BCMI e %MG. Arrivarono alla conclusione che indipendentemente dalla categoria i difensori avevano una %MG più bassa degli attaccanti e dei centrocampisti, mentre il BCMI era più alto negli attaccanti rispetto ai difensori e centrocampisti. Altri studi condotti su mostrano come evidenziato da Gatterer et al. nel 2011 come degli stress ravvicinati come quelli proposti da un campionato europeo, possano influire sullo stato di idratazione e quindi sulla massa corporea, lo studio è stato condotto su 14 giocatori 7 titolari e 7 riserve. I risultati mostrarono una che inizialmente entrambe i gruppi persero BMI, a seguire questo fenomeno si rivelò solo nei titolari, il decremento fu anche correlato alla diminuzione della distanza corsa. Gli autori affermano che in partite ravvicinate, la

perdita di liquidi porta anche ad una perdita di BCM, consigliano l'analisi fatta con BIA per mantenere sempre sotto controllo lo stato di idratazione e la massa cellulare. Carling et al. nel suo articolo del 2010 parla della differenza tra varie stagioni, della differenza tra periodo di pausa e periodo di competizione in una squadra professionista del campionato francese. Ha analizzato 26 giocatori durante tre stagioni agonistiche valutando la %MG e massa grassa libera. I risultati mostrano una reale variazione della massa grassa tra l'interstagione, inizio stagione, mezza stagione e fine stagione con  $p < 0,001$ . La massa corporea non varia statisticamente, come anche la maggiore esposizione al tempo di gioco non ha correlazione con le analisi fatte. Altri studi valutarono l'intera stagione, vedi Niall et al. nel 2008 che nel suo articolo valutò le modifiche che potevano avere i parametri antropometrici, il CMJ e il VO2 max. La sua conclusione fu che a livello antropologico non ci sono variazioni significative nella %MG tra le stagioni, mentre gli altri parametri hanno un andamento concavo che si ripete. Ultimo studio preso in considerazione fu quello effettuato da Levi Micheli et al. nel 2014 in cui gli autori hanno cercato di standardizzare la popolazione dei calciatori utilizzando vari livelli i parametri presi in considerazione erano, BCM, BMI %MG e BCMI. Il campione era estremamente esteso 813 calciatori di vario livello. I risultati dicono che il gruppo di giocatori elite differisce dagli altri quattro gruppi, e che la popolazione calciatori differisce dalla gente comune. I calciatori di alto livello hanno quindi maggiori fluidi intracellulari a causa di una maggiore BCMI. L'angolo di fase (PA) misura molto importante nelle rilevazioni con la bioimpedenza è estremamente alta nei giocatori d'elite. Questa è una delle ragioni per cui in questa ricerca bibliografica ci siamo focalizzati soltanto nella ricerca di un campione sport specifico per evitare che rilevazioni fatte in altri sport con alte morfologie potesse trarci in inganno sulla successiva analisi dei dati.

## *Soggetti*

Allo studio hanno partecipato 18 giocatori di calcio professionisti, militanti nel campionato di calcio di Serie A TIM 2014/15 che partecipava alla UEFA Champions League, l'età media della squadra era di 26,2 ( $\pm 6,4$ ) anni, un'altezza media di 178,8 ( $\pm 8,2$ ) cm e un peso medio di 76,8 ( $\pm 5,4$ ) chilogrammi. Tutti in partecipanti a questo studio erano professionisti da almeno due stagioni, consenzienti dello studio fatto. Dei 18 partecipanti, 11 oltre a partecipare alle partite di club giocavano regolarmente per le proprie nazionali 3 erano convocati saltuariamente mentre 4 non hanno partecipato a questo genere di incontro. Durante la stagione sono state effettuate 10 gare amichevoli, 50 partite ufficiali tra campionato, coppa Italia e UEFA Champions League. I giocatori selezionati nelle rispettive nazionali hanno effettuato una media di 7 partite ufficiali in più rispetto al resto del gruppo.

## *Protocollo sperimentale*

Il protocollo di rilevazione per i dati relativi al BCMI e %MG sono i seguenti. Le rilevazioni sono state tra le 8:00 e le 09:30 dentro una stanza costantemente climatizzata, allungati su un lettino, nella stanza era presente un altro calciatore che effettuava le rilevazioni plicometriche, per un totale di tre operatori e due atleti. La percentuale di massa grassa è stata calcolata attraverso la rilevazione delle pliche, lo strumento usato era una pinza "Nutrition Skinfold Harpenden l'operatore era sempre lo stesso con un'esperienza decennale, le pliche prese erano quattro: petto, coscia, tricipitale (punto medio della parte posteriore del tricipite brachiale); sottoscapolare (trasversale all'angolo inferiore della scapola); sovrailiaca (poco sopra la cresta iliaca sulla linea medioascellare); pettorale (bordo esterno del pettorale); coscia (terzo medio retto femorale). Per la valutazione sono stati utilizzati gli schemi plicometrici di Pollock Jackson. Contemporaneamente erano valutati i dati di impedenza bioelettrica, con un apparecchio a impedenza a pletisismografia, il BIA-10, della Akern-RJL System di Firenze. L'apparecchio emetteva una corrente elettrica alternata sinusoidale a 800 $\mu$ A ad una frequenza di 50 kHz. La strumentazione fu

calibrata ogni volta prima delle valutazioni con un errore costante dell'1%. La misura fu effettuata secondo le linee guida della casa madre e la bibliografia consultata. Di questa variabile sono stati raccolti 10 punti da agosto a maggio con cadenza mensile.

Le rilevazioni della "session RPE" venivano effettuate quotidianamente, entro 30 minuti dalla fine dell'allenamento o partita, tutto il gruppo aveva l'abitudine già da un anno a rispondere a tali quesiti, l'operatore che effettuava le rilevazioni era sempre lo stesso, per i giocatori stranieri venivano usate scale nella propria lingua natale, come da bibliografia consultata. Di questa variabile sono stati raccolti 10 punti da agosto a maggio con cadenza mensile, le cifre utilizzate non sono altro che a somma del periodo preso in considerazione.

Il prelievo veniva effettuato al centro d'allenamento tra le 07:30 e le 08:30 i giocatori non erano autorizzati a mangiare, bere o lavarsi i denti prima del prelievo. Erano scaglionati per gruppi di 5, il prelievo era effettuato tenendo un tampone in bocca per un minuto che veniva poi rilasciato in un contenitore in plastica chiuso ermeticamente. Il campione era analizzato dal laboratorio analisi dell'ASL 4 di Prato, entro le 12h, messo dentro una cella fredda a -40°. Una colazione era organizzata sul posto dopo il prelievo. Tutti i prelievi sono stati effettuati a 72 ore dalla gara, come stabilito dallo studio di Ispirlidis nel 2008 per evitare problemi nella veridicità del dato, quattro furono i rilievi durante tutta la stagione.

I rilevamenti del tempo di gioco vennero effettuati manualmente e confrontati con le distinte ufficiali di gara in possesso della società e redatta dal quintetto arbitrale alla fine di ogni gara, di cui una copia era inviata ai rispettivi organi competenti secondo il tipo di competizione effettuata. Sono state valutate tutte le gare comprese quelle amichevoli a condizione che ci fosse una regolare terna di arbitri ed un referto.

# Ricerca

## *Analisi Statistica*

Le misurazioni ottenute nel corso del periodo di studio sono state analizzate utilizzando i seguenti approcci statistici. Le analisi descrittive sono state riportate in forma grafica, utilizzando grafici box-plot. In tali grafici, il rettangolo centrale è definito dal primo e terzo quartile, la barra centrale è in corrispondenza del valore della mediana, le due barre esterne indicano il range di variazione. Eventuali punti esterni stanno a rappresentare valori che si differenziano dalla distribuzione dei rimanenti. In tali grafici in ascissa viene riportato il tempo (in mesi), mentre in ordinata i valori delle variabili. Per verificare se alcune variabili (elencare quali) mostrassero una variazione nel tempo, si è utilizzata l'analisi ANOVA a misure ripetute. Con questo approccio statistico si calcola la probabilità che i risultati ottenuti nel tempo dipendano solo da fluttuazioni casuali; se tale probabilità è minore del 5%, si rifiuta l'ipotesi nulla e si afferma che il fattore predittivo (il tempo) è significativamente associato alle variazioni della variabile. Per verificare la correlazione tra il tempo di gioco e la sRPE, si è utilizzata l'analisi della regressione lineare semplice, dove il tempo di gioco è la variabile predittiva e la sRPE quella dipendente. L'intercetta, la pendenza della retta di regressione, nonché il coefficiente parametrico di correlazione sono stati calcolati per ogni mese di rilevazione, per verificare i cambiamenti nel tempo dei 3 parametri. Per meglio evidenziare tali andamenti, i valori vengono riportati in forma grafica. Per quantificare la forza di associazione tra il tempo di gioco e le variabili fisiologiche, si è utilizzato un general linear model, ove le variabili dipendenti erano l'insieme di tutti i parametri. La regressione multipla è stata utilizzata per verificare se i parametri fisiologici sopra elencati fossero predittivi del valore di sRPE. Infine, per ciascuno dei parametri fisiologici si è calcolata la matrice di correlazione ai 4 tempi di rilevazione, per evidenziare quanto suddetti valori fossero soggetti dipendenti oppure dipendessero dalla situazione contingente. Tutte le analisi sono state condotte utilizzando Excel oppure SPSS versione 20.

Per una valutazione coerente dei risultati abbiamo utilizzato la scala di Hopkins del 2009 con i seguenti valori:  $r = 0.1$  leggero -  $r = 0.3$  moderato -  $r = 0.5$ , buono -  $r = 0.7$ , molto buono -  $r = 0.9$ , quasi perfetto e perfetto  $r = 1$ .

## Risultati

Di seguito sono illustrate le tabelle e i relativi diagrammi dei risultati ottenuti attraverso l'analisi statistica. Ciascuna tabella illustra i risultati relativi ad una delle variabili considerate attraverso una analisi descrittiva del nostro campione

ID	BCMI_1	BCMI_2	BCMI_3	BCMI_4	BCMI_5	BCMI_6	BCMI_7	BCMI_8	BCMI_9	BCMI_10
1	11,9	12	13	12,1	12,4	11,9	12	12	11,8	11,8
2	14,1	14,6	15	14,3	14,3	14,7	13,9	14	14,5	13,6
3	13	13,4	14,2	13,4	13,1	13,4	13,5	13	12,6	12,9
4	12,1	12,4	12,1	12,1	12,5	12,4	11,8	12	12,6	12,5
5	13	12,4		12,9	12,4		12	12,5	12,4	12,6
6	11,4	11,8	12	11,3	12	11,2	11,2	11,7	11,8	12
7	11,7	12,7	13	12,8	12,8	13,5	12,6	12,4	13,8	13,6
8	15,4	14,7	14,9	14,7	15,2	14,4	14,6	14,8	15,5	15,2
9	11,1	11,3	11,5	11,8	11,7	10,7	11,4	11,5	11,6	11,6
10	11,4	11,9	11,7	11,6	11,4		11,7	11	11,8	11,3
11	12,8	12,7	12,5	12,4	12,8	12,5	12,4	12,3	13,2	12,3
12	11,4	11,2	11,6	11	11,4	10,6	10,9	11,1	11,5	11,4
13	13,3	13,7	13,8	13,1	12,6	13,1	13,3	13,3	14,1	14
14	11,8	12,1	12,8	12,9	12,1	12,1	12,9	12,1	12,6	12,5
15	13,5	13,9	14,2	13,9	13,8	13,7	13	14	14	13,8
16	11,1	11,8	12	12,2	11,5	11,4	11,9	11,7	11,5	11,8
17	13,2	13,6	13,6	14,1	14,4	13,1	13,6	14,2	13,9	14,2
18	12,6	13,2	13,1	13,4	12,9	12,9		13	13,5	13,4

Tabella n° 2 valori mensili medi relativi al Body Cell Mass Index

ID	%mg_1	%mg_2	%mg_3	%mg_4	%mg_5	%mg_6	%mg_7	%mg_8	%mg_9	%mg_10
1	10,18	10	10,04	10,12	10,36	9,84	9,58	8,7	9,3	9
2	9,84	9,3	10,14	9,08	8,9	8,72	9,2	9,8	10,1	9,9
3	6,7	7,48	7	6,66	6,88	7,14	7	6,8	6,7	5,9
4	6,24	6,74	5,94	6,38	6,9		5,9	5,5	6,8	6,6
5	7,42	7,78		7,44	7,18		6,34	7,3	7,8	8,4
6	11	12,6	11,06	11,14	13	11,78	10,5	10,5	10,2	10,7
7	8,7	9,5	9,4	8,24	8,46	8,54	8,5	8,7	7,9	7,8
8	9,76	10	10,2	9,34	10,2	9,94	9,98	9,4	9,7	9,8
9	9,58	10,66	10,34	9,26	9,46	9,84	10	8,8	10,5	9,8
10	7,56	7,6	9,04	8,44	7,64		8,28	8,6	8,9	8,9
11	10,28	11,2	11,5	11,24	13,04	11,7	12,36	12,5	11,9	12,2
12	10,2	10,9	10,1	9,4	9,12	10,64	7,94	10,5	8,8	10,1
13	7,6	8,74	7,92	8,12	8,3	7,94	7,6	8,7	8,5	7,9
14	7	6,8	6,44	6,14	6,56	6,82	6	5,9	6,1	6
15	10,1	9,7	10,74	10,5	11,24	11	9,7	11,2	10,8	10,7
16	10,18	10,4	10,54	10,84	10,06	12,74	9,6	8,9	9,9	9,6
17	8,68	9,12	9,62	9,86	9,22	9,08	8,22	8,6	9,2	8,9
18	9,78	9,74	8,68	9,28	10,1	9,84		9,4	9,4	9,2

Tabella n° 3 valori mensili medi relativi alla percentuale di massa grassa

ID	IgA_1	IgA_4	IgA_6	IgA_8	Testo_1	Testo_4	Testo_6	Testo_8	Cortis_1	Cortis_4	Cortis_6	Cortis_8
1	270	376	400	297	138	147	186	230	5	5,4	5,2	5,2
2	72,5	80,1	63,4	117	95	132	143	181	7,76	7,8	5,7	5,6
3	93	112,9	106,9	104	104	165	156	116	6,8	11,4	7,6	1,3
4	62	50,6	56	51	138	195	185	204	5,7	9,7	8,7	6,7
5	30	58	63	64	66	74	90	101	5,81	4,8	4,5	3
6	60	55,9	44,5	315	63	126	221	273	5,18	8,3	11	7,3
7	82	89	57,5	89	150	161	136	196	10,1	18,5	5,6	6,1
8	292	303,9	140,6	131	112	243	197	220	5,18	13	5,4	5,2
9	277	221,2	106,3	82	105	165	121	92	7,3	9,1	4,8	3,4
10	207	440		454	105	186		215	9,7	10,2		10,6
11	64	66,8	54,5	60	122	139	170	213	5,4	8,4	6,3	6,4
12	56	35,5	59,4	34	87	120	134	154	7,79	6,8	7,6	5,7
13	57	88,3	74,4	57	160	101	200	196	2,8	3,8	4,5	6,3
14	34	72,7	13,1	20	72	126	84	136	8,2	8,7	8,8	7,9
15	58	74	110,8	105	90	110	248	124	3,5	5,5	12,1	5,7
16	29,5	20,8	62,8	38	63	250	505	467	10	8,7	6,5	2,9
17	33,5	47,1	117,8	55	81	132	348	176	7,85	6,9	13,1	11,5
18	77,5	126,3	124,4	79	70	108	215	110	7,96	7,6	13,5	5,2

Tabella n° 4 valori relativi ai prelievi salivari su IgA, Testosterone e Cortisolo

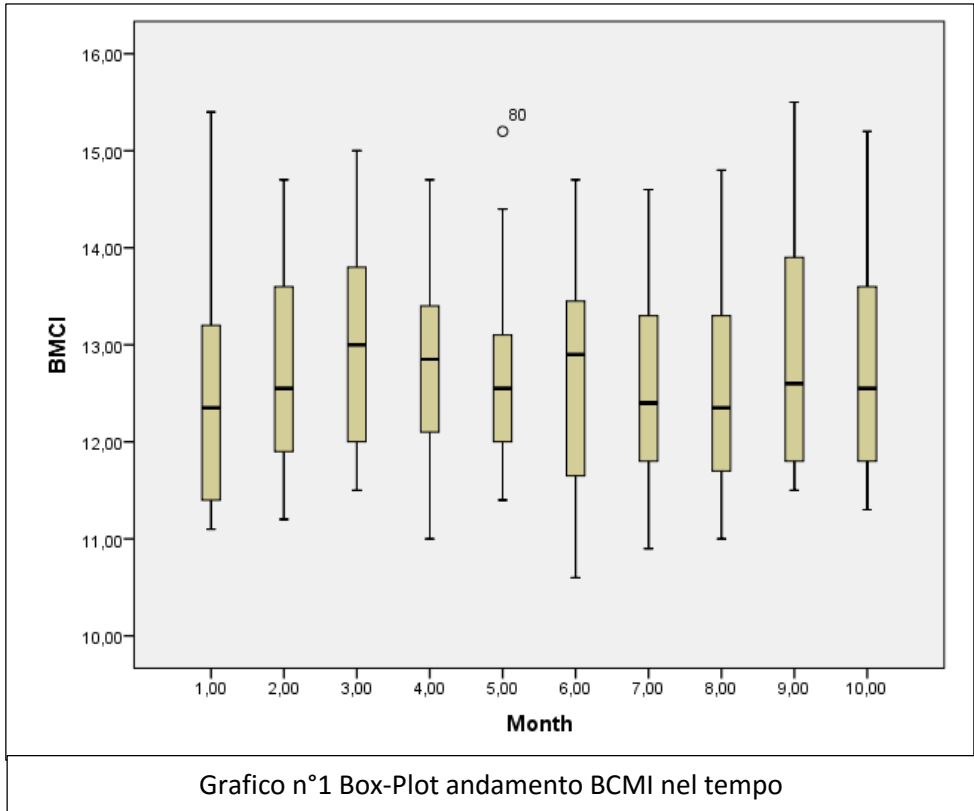
ID	RPE_1	RPE_2	RPE_3	RPE_4	RPE_5	RPE_6	RPE_7	RPE_8	RPE_9	RPE_10
1	6103	2070	3612	2594	5644	4975	10037	10278	8220	3938
2	8198	2460	2402	3503	5202	5897	7492	9188	8705	6186
3	9655	1352	3626	2697	4324	6236	9986	7485	9842	5965
4	3319	1991	4271	3908	4597	4714	4015	9122	5380	857
5	8862	1202	4307	1237	3126	3753	6736	6259	4223	2980
6	7655	2286	3931	2463	5597	6017	9807	9092	6843	3560
7	3870	2646	4041	2903	4532	6411	6688	6256	6801	4926
8	8813	2539	4165	3211	5523	5861	10075	6478	8800	4715
9	8905	2563	4610	3445	5246	5823	11004	9630	7694	5264
10	9293	2101	3382	1206	1278	2915	2661	3809	2968	1862
11	3960	2676	3209	3318	3004	4214	6712	7986	6942	4483
12	9108	1426	3906	1125	1749	3700	4282	3771	4267	3080
13	9124	1728	5286	3446	2941	4926	7014	9806	4997	4430
14	4572	1671	4721	2105	5211	6096	8111	9379	5879	4571
15	8809	4869	4504	2020	4951	4573	5368	5605	3663	3364
16	9390	4910	4990	1928	3724	3821	4589	6902	4239	2807
17	7491	4329	2984	2560	6035	3966	7079	8967	5721	4225
18	9247	4260	4285	1525	3543	3335	6155	5555	4375	2400

Tabella n°5 valori relativi al cumulo mensile della session RPE

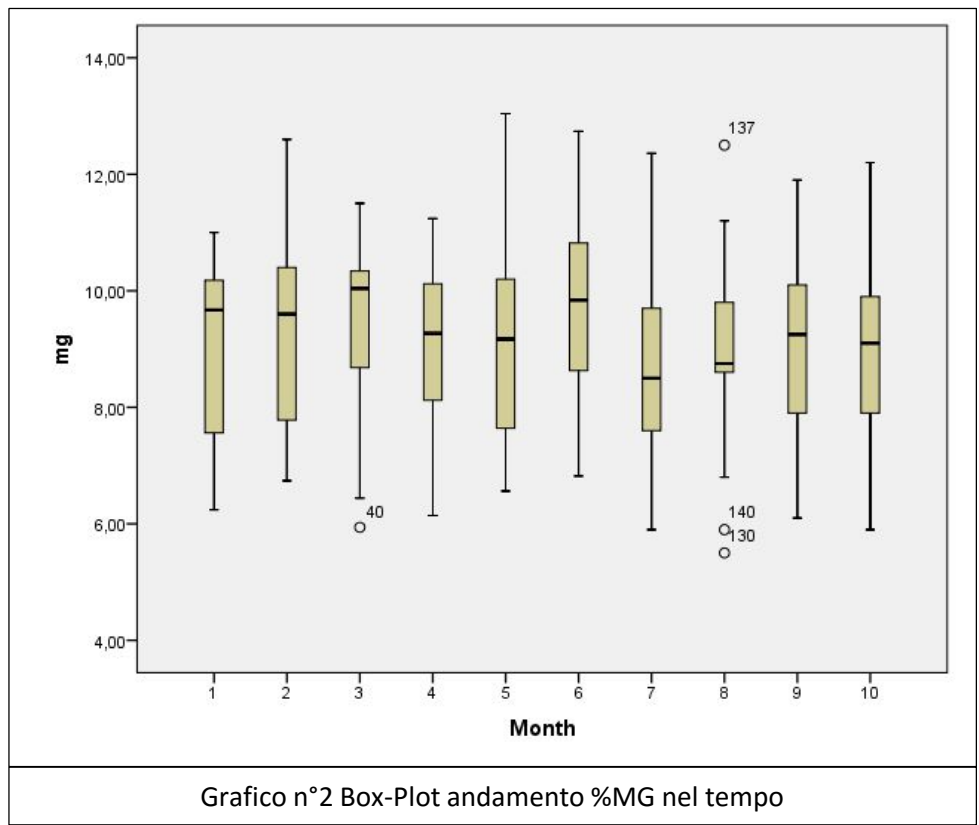
ID	TdG_1	TdG_2	TdG_3	TdG_4	TdG_5	TdG_6	TdG_7	TdG_8	TdG_9	TdG_10
1	490	273	109	239	281	93	651	548	469	188
2	425	250	269	359	494	124	465	499	463	376
3	607	109	514	202	282	267	517	611	537	282
4	288	273	626	278	461	311	375	871	280	0
5	553	206	618	93	531	303	656	618	92	87
6	559	23	383	176	411	267	694	524	264	122
7	250	157	736	185	709	282	507	766	468	282
8	586	120	732	285	475	321	638	680	563	340
9	458	228	639	262	478	258	647	747	389	227
10	202	150	244	90	315	90	338	134	135	0
11	292	183	273	278	470	14	124	584	364	282
12	295	180	60	0	138	0	0	67	10	94
13	430	77	468	316	371	375	594	613	268	188
14	270	90	348	140	356	375	666	651	361	188
15	476	147	388	184	389	181	495	408	147	254
16	515	170	435	230	236	0	211	261	0	0
17	503	154	115	154	269	90	494	422	301	227
18	255	77	173	24	75	0	218	146	82	200

Tabella n° 6 valori relativi al cumulo mensile del Tempo di Gioco

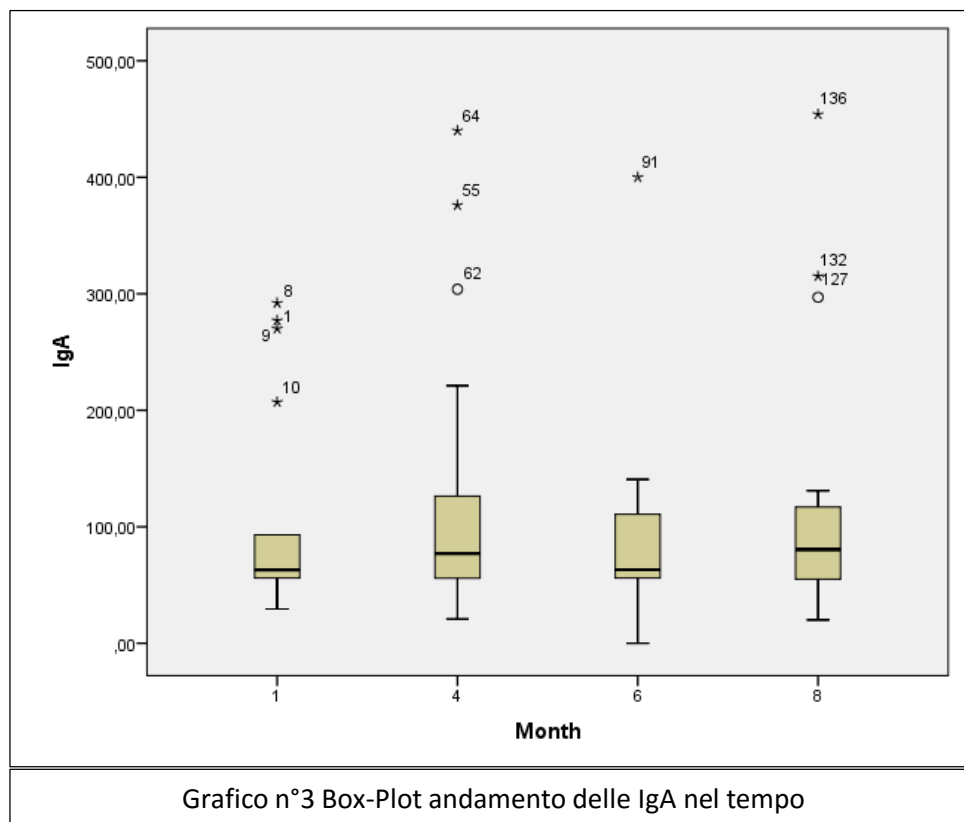
Questo tipo di analisi (descrittiva) ci dà informazioni sui dati, senza fare ipotesi su eventuali loro interazioni o correlazioni. Sarà quindi considerato solo l'andamento del tempo e un eventuale andamento (trend) dipendente delle variabili descrittive. Tutti i dati presentati in questa prima fase sono esposti con dei grafici Box-Plot. L'analisi è iniziata considerando il BMCI e la percentuale di massa grassa, successivamente si sono evidenziate le tre variabile ottenute dall'analisi salivare infine lo studio si è rivolto alla session RPE e i tempi di gioco.



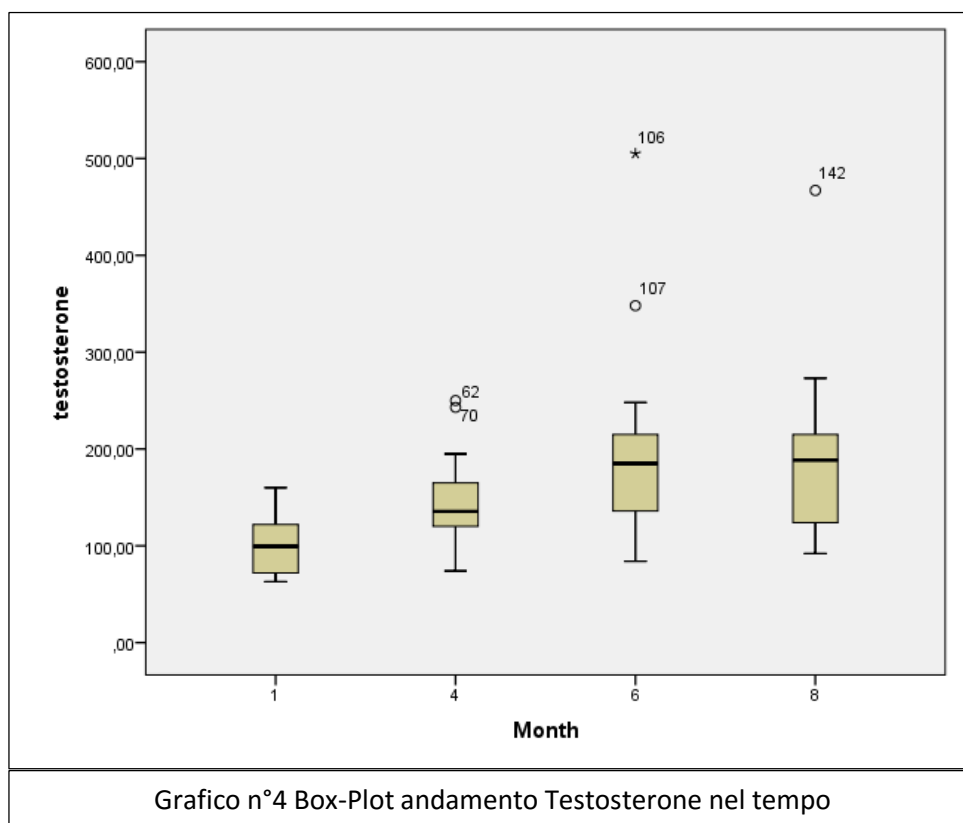
**BMCI** in funzione dei mesi, i valori variano tra 11 e 15 con una tendenza a salire nei mesi autunnali scendere nel periodo invernali per poi risalire in primavera. La variazione nei mesi è estremamente labile.



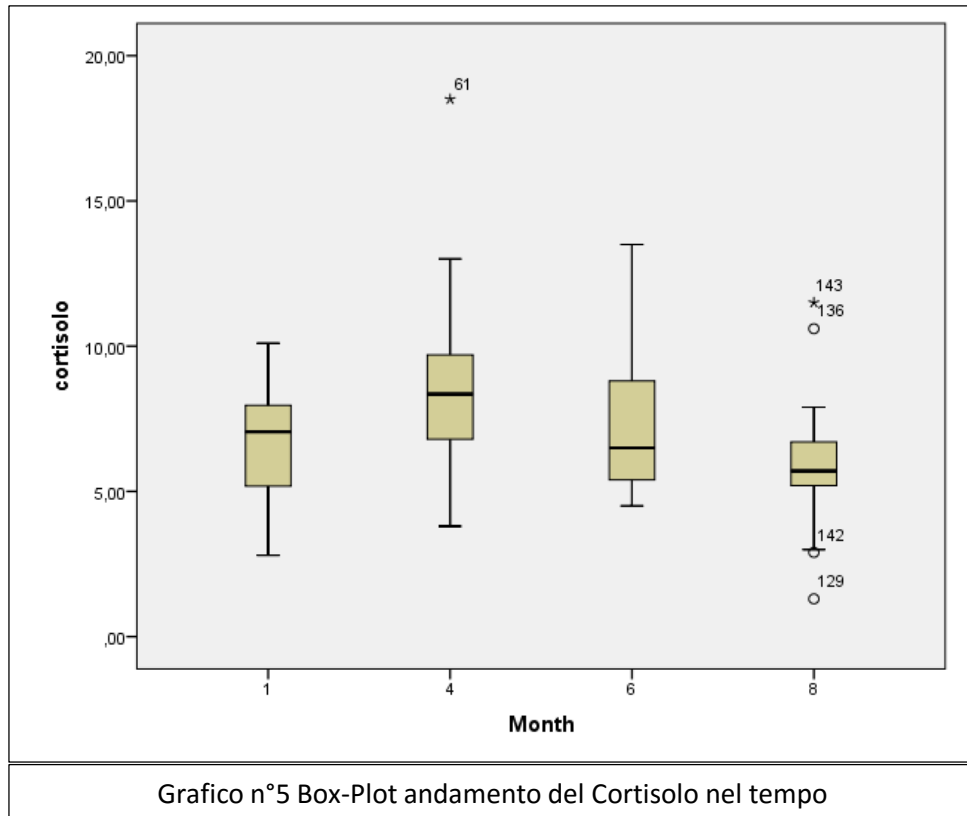
**Percentuale di massa grassa**, ha un andamento nel tempo in linea con quello della BMCI. Da un punto puramente descrittivo la %MG va da un 6 ad un 12 per cento. È interessante valutare come nel terzo e ottavo mese sia evidenziata una maggiore eterogeneità del dato evidenziata dai valori fuori range.



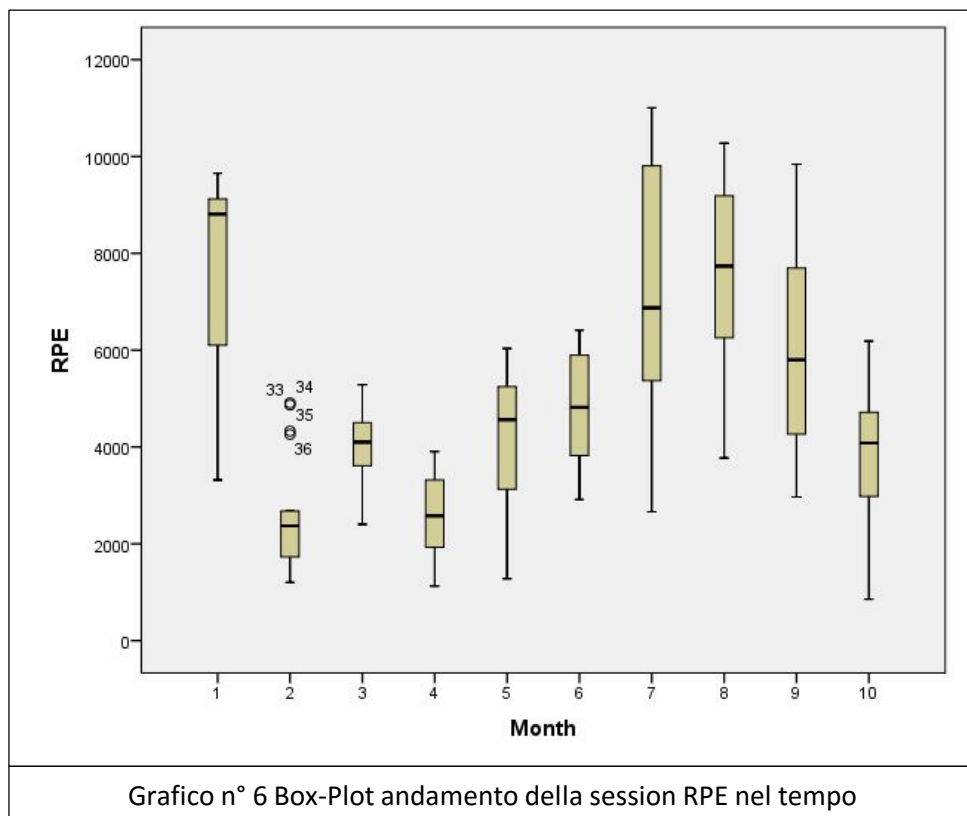
**Le IgA** sono state analizzate solo nel primo, quarto, sesto e ottavo mese. Non si evidenzia un trend, mentre è interessante vedere come la moltitudine di dati fuori range mostra che ci sono soggetti con valori molto più alti della norma. (Vedi tabella n°4)



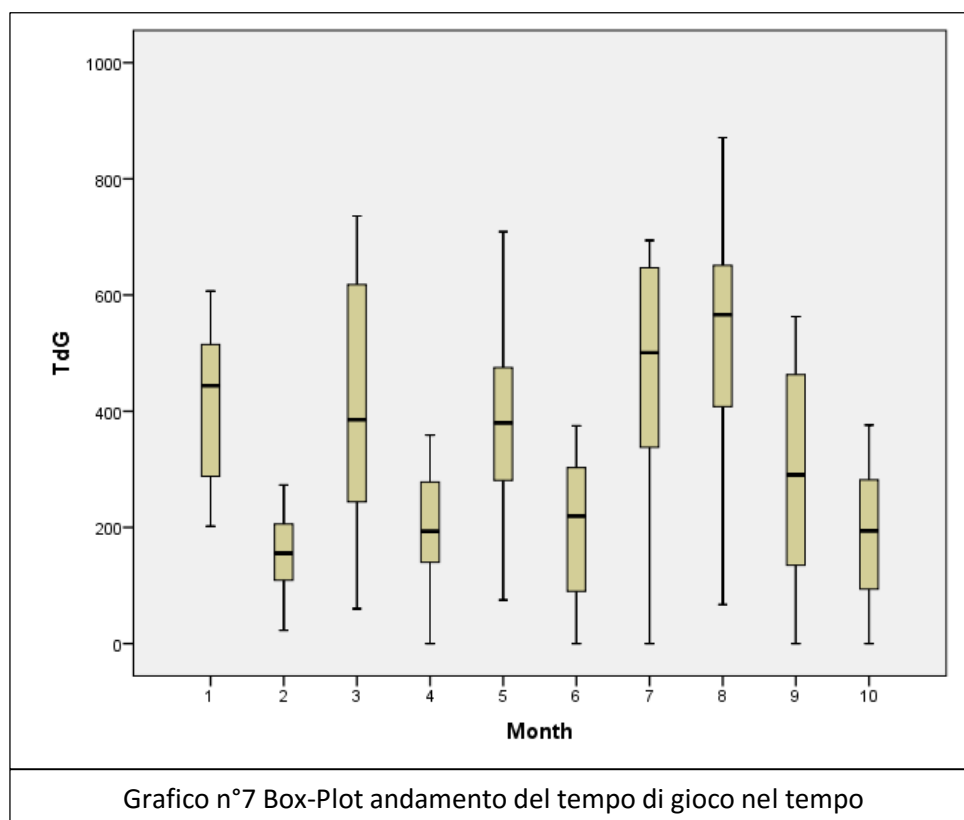
Si evidenzia come anche per il **Testosterone** i rilievi sono quattro, si nota da un punto di vista descrittivo, un trend monotono crescente in funzione del tempo che passa. Quindi abbiamo una prima evidenza di un parametro fisiologico dipendente dal tempo.



Il **Cortisolo** mostra un trend a parabola con concavità verso il basso ovvero cresce a metà stagione per poi tornare a livelli più bassi di quelli iniziali a fine stagione.



La **sessionRPE**, anch'essa rilevata in 10 punti della stagione, ha un andamento approssimato ad una sigmoideale. All'inizio della rilevazione si hanno valori elevati, nei successivi tre mesi il valore è basso per poi salire progressivamente fino all'ottavo mese e poi decrescere nel nono e decimo. Interessante verificare come nella seconda terza e quarta rilevazione i valori sono poco dispersi quindi tutti i componenti del campione hanno la stessa percezione della sRPE. Si riscontra invece che con l'aumentare della fatica, aumenta anche la dispersione e quindi la percezione diventa molto più soggettiva. Nella discussione questi dati verranno analizzati criticamente.



Il **tempo di gioco (TdG)** rilevato in 10 punti, mostra come l'andamento dei primi mesi (punti 2 e 4 con minor tempo di gioco) sia influenzato dai calendari internazionali, mentre il punto 6 è il periodo con minor numero di partite (e quindi minuti di gioco).

L'analisi utilizzata è l'ANOVA a misure ripetute, attraverso la quale si evidenzia il trend dei dati nel tempo. L'analisi è fatta sulla significatività iniziale e la media di tutti i trend possibili.

I dati trattati sono i seguenti:

- Il BCMI è dipendente dal tempo (mesi), cioè dalle diverse fasi della stagione agonistica. Il suo andamento è cubico, con un andamento sigmoideale ( $p=0,001$ ). L'andamento è confrontabile a quello mostrato nei Box-Plot.
- La massa grassa non cambia in maniera statisticamente valida durante i dieci mesi della stagione. Ciononostante mantiene un andamento simile alla BCMI ma con maggiori variazioni.
- Il dato statistico dell'andamento della session RPE è estremamente significativo relativamente al dato temporale. Il suo trend è approssimabile ad una funzione cubica con  $p=0,000$ . Come si può vedere nel Box-Plot.
- L'andamento del TdG è estremamente significativo rispetto alla stagione agonistica. Il trend è approssimabile ad una funzione cubica con  $p=0,000$ . Come si può vedere nel Box-Plot.
- Le IgA non variano nel tempo ed anche il gruppo-campione mantiene la stessa media.
- Il Testosterone è statisticamente significativo con una variazione stagione/tempo dipendente con trend lineare, con  $p=0,002$ . Come si può vedere nel Box-Plot.
- Il Cortisolo dimostra un trend significativo, variando nella stagione con andamento quadratico  $p=0,001$ . Come si può vedere nel Box-Plot.

La seguente analisi si proponeva di verificare se i tempi di gioco influenzano la sRPE. L'analisi si è sviluppata su un totale di 13 grafici, 10 corrispondono alle rilevazioni durante l'arco del campionato, mentre altri tre che trattano i valori di "a" "b" ed "R". La "a" è chiamata intercetta mentre "b" è chiamata pendenza. Il punto "a" è quello in cui la retta taglia l'asse delle Y, si può spiegare con la sRPE media percepita dalla squadra, qualora essa non avesse giocato. Si può quindi definire come l'indice della percezione di fatica basale al netto del tempo di gioco.

Il valore di "b" indica la pendenza, cioè la variazione unitaria che ha la sRPE a l'aumentare di un punteggio sul TdG. Per una migliore comprensione possiamo dire che, se l'atleta gioca dieci minuti in più e b è 3 la variazione sarà di 30 sulla sRPE.

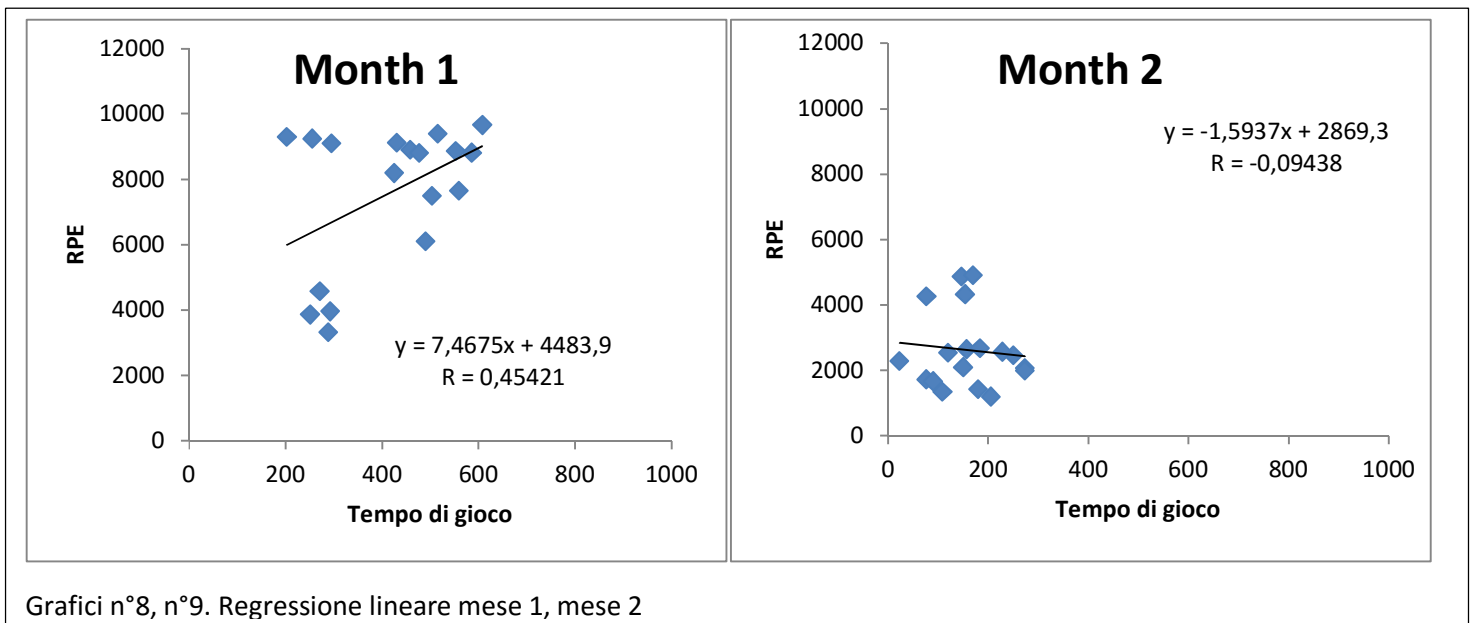
La differenza tra questi due indici statistici, è che la retta di regressione, "R" che meglio mi approssima l'andamento dei miei punti sperimentali. Da questo valore dipende la correlazione tra il TdG e la session RPE. Capire il significato di questi dati diventa fondamentale per meglio comprendere i risultati del presente lavoro di ricerca.

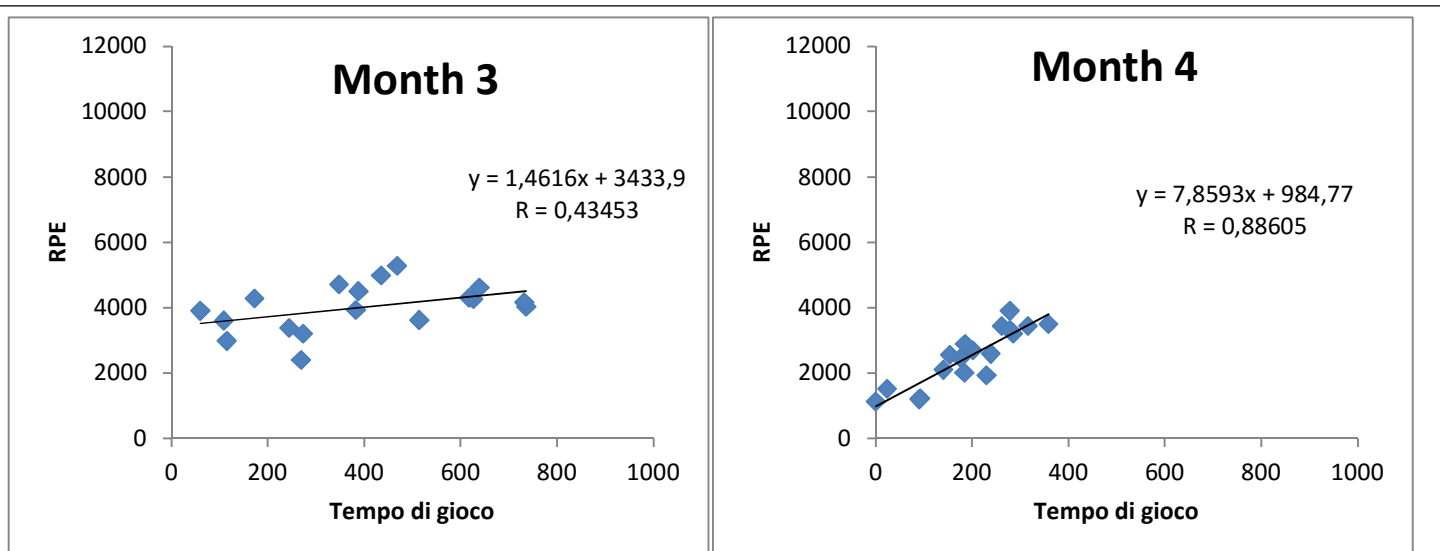
<b>a</b>	4483,948	2869,338	3433,925	984,7719	3317,092	3852,236	3481,809	4636,972	3178,789	1975,791
<b>b</b>	7,467525	-1,59368	1,46162	7,859258	2,450577	5,339528	7,85747	5,694262	10,0791	10,20341
<b>R</b>	0,454207	-0,09438	0,434527	0,886045	0,267442	0,645567	0,681145	0,638336	0,899346	0,83643

Tabella n°7 valori corrispondenti al rapporto tra sRPE e TdG

In una prima fase esporremo quale sia il grado di relazione reciproca tra le due variabili sui dieci mesi. Per avere una lettura oggettiva sono stati standardizzati gli assi. La X rappresenta il tempo di gioco fissato ad un massimo di 1000 minuti, la Y rappresenta la percezione dello sforzo, standardizzate a 12000ua. L'analisi statistica applicata è la retta di regressione e il coefficiente di correlazione.

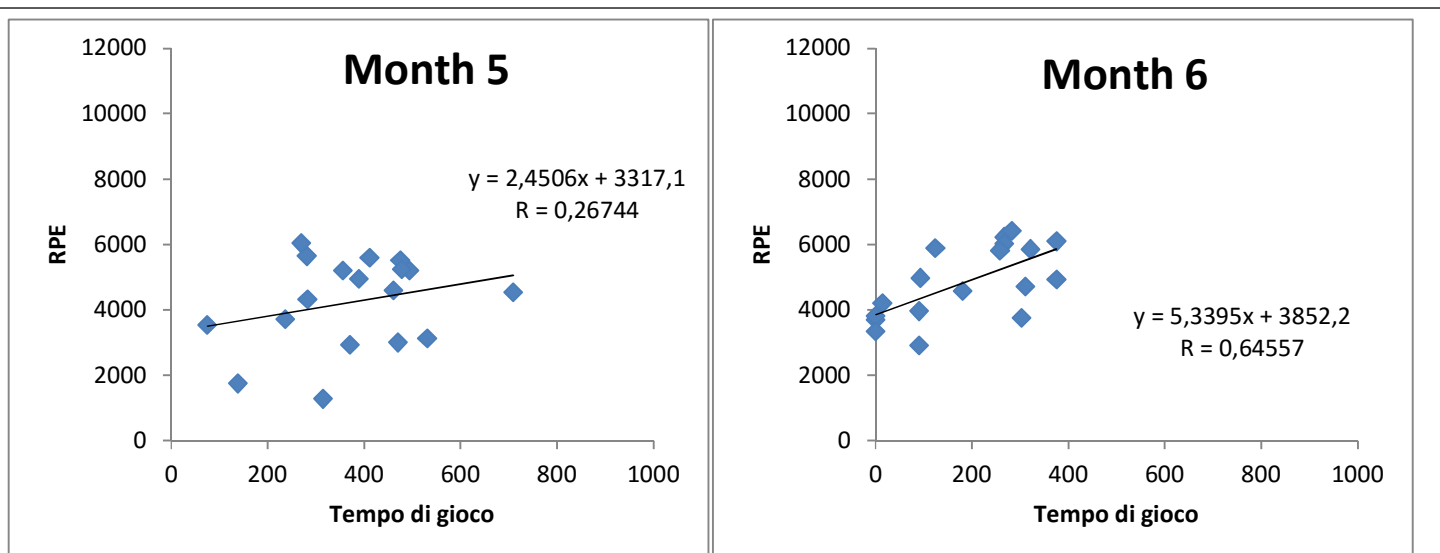
Molto interessante verificare, come all’inizio i dati siano estremamente dispersi, anche avendo un R relativamente buono (0,45). Si deduce che alcuni soggetti hanno una elevata percezione di fatica a bassi carichi, mentre altri, agli stessi carichi l’hanno bassa. Si può notare come in questo primo grafico, si formino tre sottogruppi nel campione, sintomo di una diversa percezione della fatica e di una eterogeneità nell’esposizione al tempo di gioco. Nell’analisi del secondo mese è evidente che indipendentemente dal tempo di gioco, la sRPE non varia, ciò vuol dire che la sensazione di fatica non è dipendente dal TdG, anche se quest’ultimo è basso a causa delle soste delle nazionali. Questo valore è indicativo e viene quantificato nel valore di “b” estremamente basso, con una R praticamente nulla con uno -0,09. Quindi la percezione della fatica nel secondo mese è indipendente dal tempo di gioco.





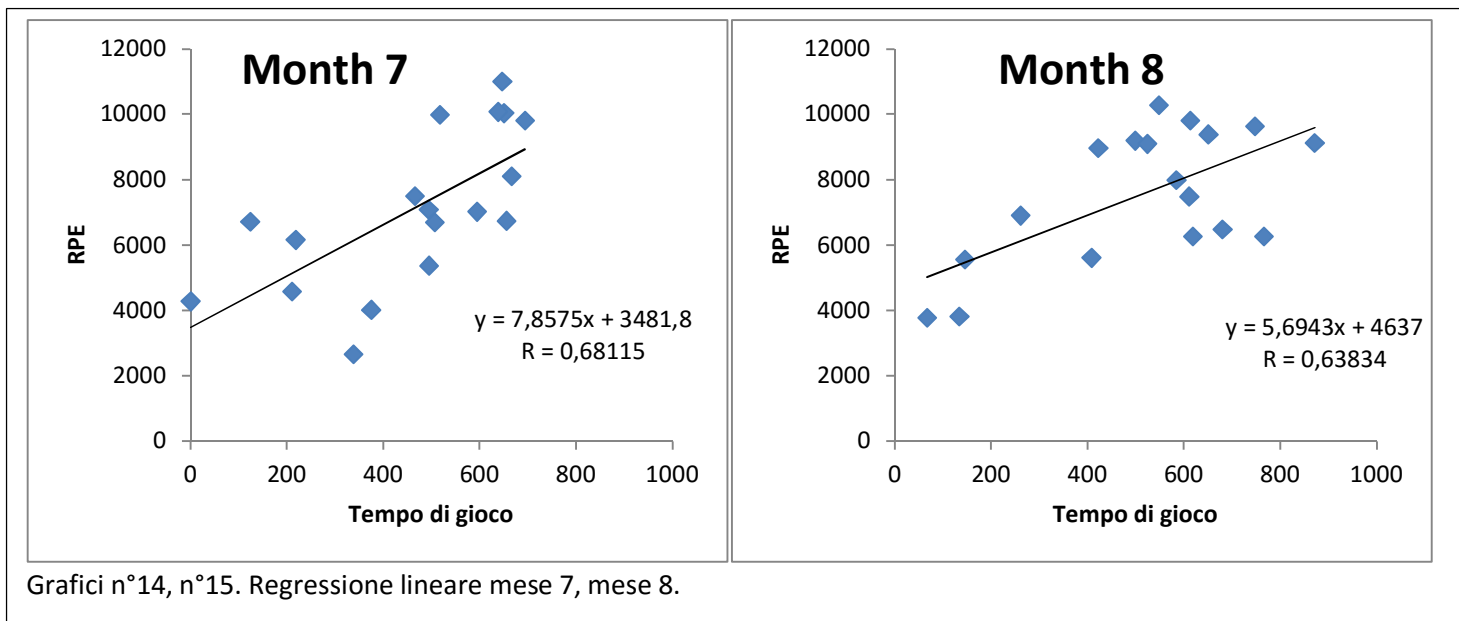
Grafici n°10, n°11. Regressione lineare mese 3, mese 4.

Dal terzo mese in poi si assiste ad un trend particolare: i punti iniziano a diventare molto approssimati alla retta, ciò significa che i soggetti stanno sviluppando un comportamento omogeneo tra di loro riguardo alla percezione dello sforzo. La sRPE diventa fortemente influenzata dal tempo di gioco, quindi la percezione individuale dipende dal tempo di gioco che l'atleta è chiamato a sostenere. Questo dato può essere



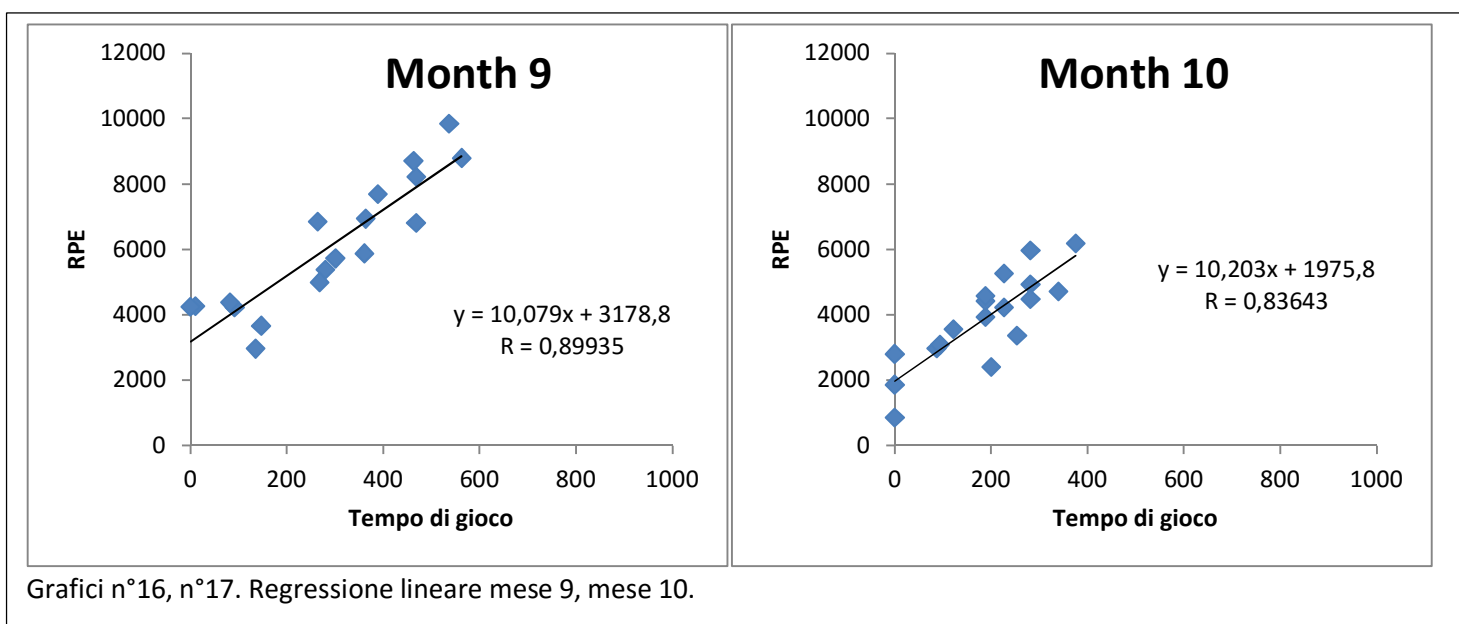
Grafici n°12, n°13. Regressione lineare mese 5, mese 6.

verificato dalla variazione degli R che passa da -0,09 a 0,43 fino ad arrivare a 0,88 del quarto mese. È evidente che questo sia un indice estremamente correlato per essere una misura biomedica. Si evince che la sRPE è un indice che giustifichi in maniera compiuta e con molta informatività il TdG. Al quinto mese c'è un crollo, la "b" si abbassa e R correla solo per uno 0,26, in questo periodo il tempo di gioco come riportato nella Tabella



n°6 per qualcuno è molto basso per altri molto alto, come il secondo mese il quinto è influenzato dalle vacanze natalizie. In questo mese la percezione dello sforzo è meno legato al tempo di gioco ma è più soggetto-dipendente, quindi più legato a comportamenti soggettivi.

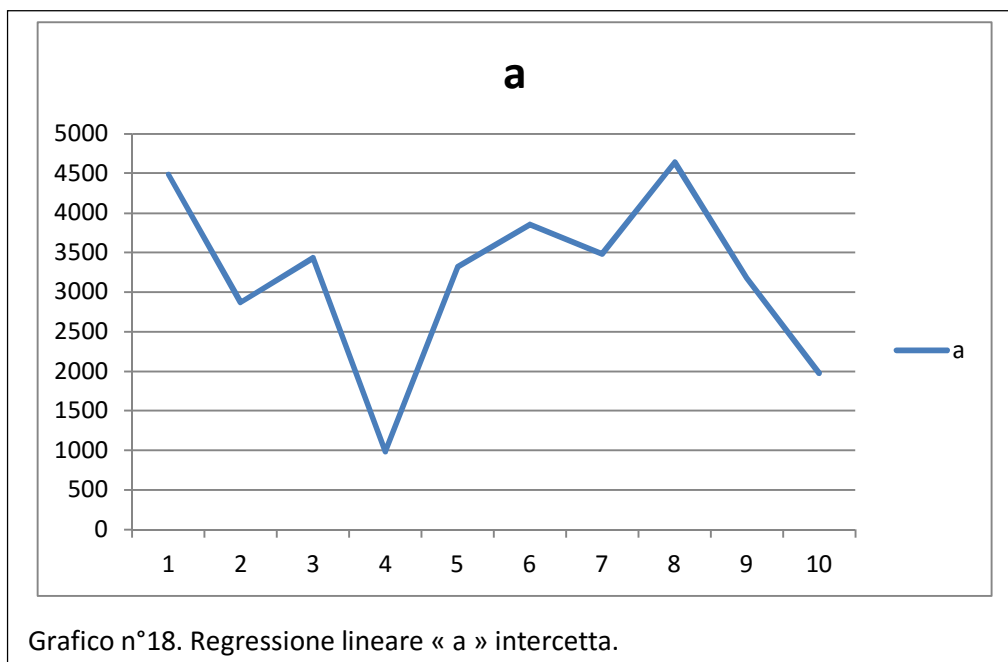
Dal sesto al nono mese si assiste ad un elevato R ed un progressivo aumento della pendenza della retta, ciò vuol dire che aumenta la percezione della fatica a parità di variazione di tempo di gioco. I soggetti stanno accumulando fatica, la loro session RPE è più alta in questo momento rispetto al terzo mese. Questo sta ad indicare come in questi ultimi mesi, a l'aumentare del TdG aumenta la pendenza, si riscontra quindi che i soggetti tendono ad avere una risposta alla fatica più elevata con la stessa quantità di



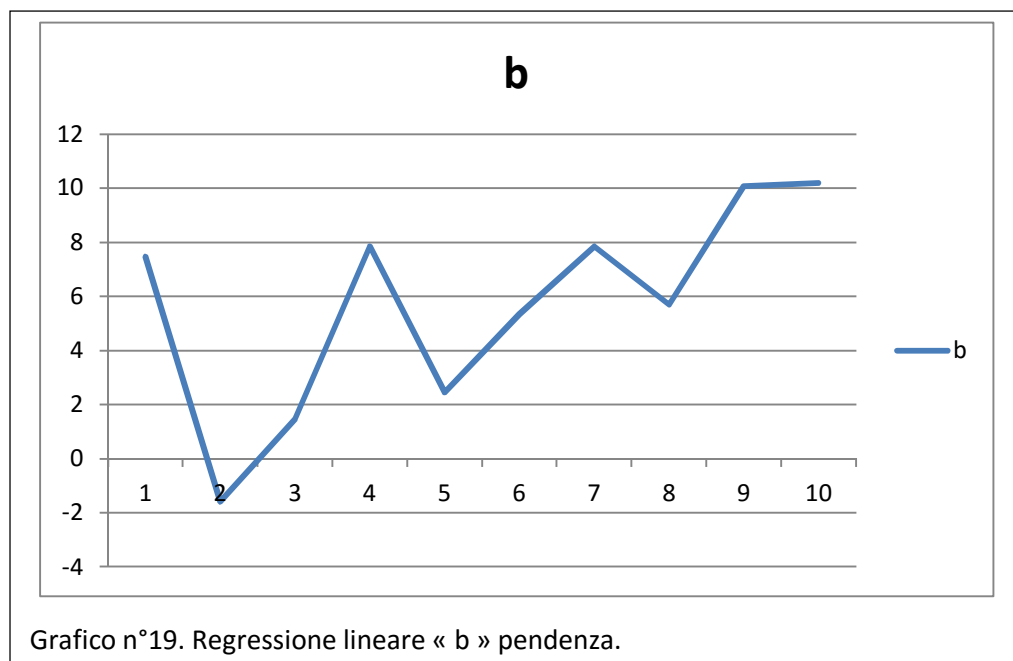
gioco. Si potrebbe vedere anche come un indice cumulato di fatica, cioè una partita che ad Ottobre costa 126 a febbraio costa 708 e ad aprile e maggio costa 900. Nei mesi finali si ha poca dispersione e alta correlazione e una pendenza massima che arriva a 10.

Questa situazione ci porta ad analizzare i tre dati “a, b e R” in relazione con il tempo per poter avere una diversa lettura.

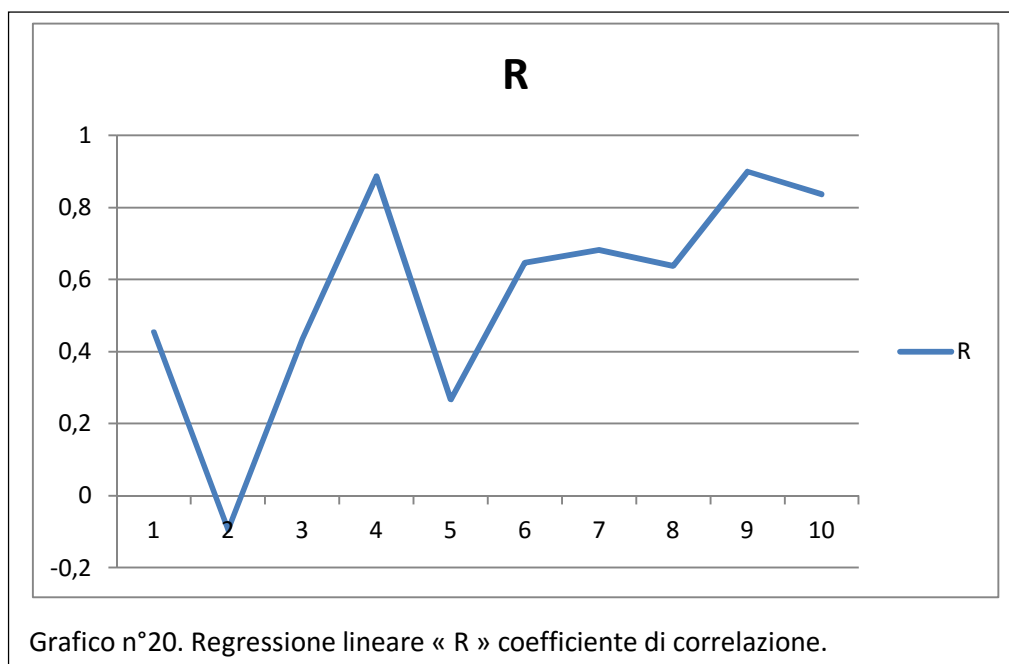
La “a” indica il valore medio della fatica percepita e presunta dalla squadra, al netto del tempo di gioco. Si può notare come inizialmente sia piuttosto elevata, infatti gli atleti hanno appena terminato il periodo preparatorio, ma in seguito registra un calo durante le vacanze natalizie, per poi risalire fino a marzo ma riscendere negli ultimi due mesi.



Se prendiamo in considerazione “b”, che è la variazione percentuale della sRPE, per ogni variazione unitaria del tempo di gioco (quanto la percezione del campione si alza in rapporto al TdG), è evidente un trend monotono crescente quindi più si va avanti nella stagione più i giocatori sentono la fatica. Unica eccezione fatta, per i mesi due e cinque, ciò sta a significare che se giocano un’ora in più a fine campionato la sentono molto di più che a inizio campionato.



La R è il risultato che più interessante e singolare. Questo dato indica la forza di associazione tra le due variabili (sRPE e TdG), ovvero più i nostri dati saranno approssimati a 1 più le variabili saranno associate tra loro. Ai picchi bassi corrisponde una maggior correlazione con le differenze inter individuali dei soggetti (e minor correlazione tra sRPE e TdG), ai picchi alti corrisponde una alta correlazione delle variabili e una minor dipendenza della inter individualità dei soggetti. Anche qui abbiamo un trend in crescita ad eccezione del secondo e quinto mese.



La successiva analisi statistica, è quella fatta con il modello GLM manova, abbiamo usato come predittore il TdG, al mese 1, al mese 4, al mese 6 e 8. In ciascuno di questi mesi abbiamo misurato IgA, Testosterone, Cortisolo, BCMI e %MG, questi parametri non dipendono dal tempo giocato in quel mese. Quindi il TdG non risulta predittivo dei valori sopra analizzati.

Altra analisi statistica effettuata è la regressione multipla, nella quale abbiamo usato come predittori: IgA, Testosterone, Cortisolo, BMCI e %MG. Questa analisi viene fatta tra tutte le variabili sovrascritte, in quattro tempi che corrispondono al primo, quarto, sesto e ottavo mese, per sapere quanto queste variabili influiscono sulla session RPE. La variabile dipendente in questo caso è la sRPE.

Il primo tempo indica che il Testosterone correla con la sRPE con una  $p= 0,033$ .

Test degli effetti fra soggetti						
Variabile dipendente: sRPE_1						
Sorgente	Somma dei quadrati Tipo III	df	Media dei quadrati	F	Sig.	Non centralità Parametro
Modello corretto	49709785,584 <sup>a</sup>	7	7101397,941	2,263	,117	15,840
Intercetta	238113,394	1	238113,394	,076	,789	,076
BCMI_1	743980,086	1	743980,086	,237	,637	,237
mg_1	3410891,229	1	3410891,229	1,087	,322	1,087
IgA_1	8982902,094	1	8982902,094	2,862	,122	2,862
Testosterone_1	19194186,464	1	19194186,464	6,116	,033	6,116
Cortisolo_1	4309803,513	1	4309803,513	1,373	,268	1,373
Errore	31383238,416	10	3138323,842			
Totale	1114307906,000	18				
Totale corretto	81093024,000	17				

Tabella n°8 Regressione Multipla

Nei successivi rilievi non si hanno più correlazioni di nessun tipo.

In questa analisi verifichiamo le correlazioni intra soggetto per i dati IgA, Testosterone e Cortisolo. Il nostro obbiettivo è verificare il comportamento di alcuni valori nel tempo.

		IgA_1	IgA_4	IgA_6	IgA_8
IgA_1	Correlazione di Pearson	1	,878**	,649**	,492*
	Sig. (2-code)		,000	,005	,038
	N	18	18	17	18
IgA_4	Correlazione di Pearson	,878**	1	,817**	,733**
	Sig. (2-code)	,000		,000	,001
	N	18	18	17	18
IgA_6	Correlazione di Pearson	,649**	,817**	1	,577*
	Sig. (2-code)	,005	,000		,015
	N	17	17	17	17
IgA_8	Correlazione di Pearson	,492*	,733**	,577*	1
	Sig. (2-code)	,038	,001	,015	
	N	18	18	17	18

Tabella n°9 Correlazione di Pearson sulle IgA

Primo parametro preso in considerazione sono le IgA vediamo che al quarto mese hanno una correlazione di 0,87 al sesto mese di 0,64 e a l'ottavo mese di 0,49. Da questo si evince che con il tempo le IgA tendono ad essere sempre meno soggetto dipendente e più contesto dipendenti. Le IgA non dipendono dal tempo di gioco, ma da qualche altra variabile che non abbiamo preso in considerazione, soggetto dipendente.

Altro dato preso in considerazione, è il Testosterone (Tabella n°10) che mostra subito un tratto particolare, il valore iniziale non correla con i mesi 4, 6 e 8. Nel primo rilievo i livelli di Testosterone non sono persona dipendente ma situazione dipendente. Il valore iniziale quindi non corrisponde con i valori successivi. A partire dalla seconda rilevazione, i valori diventano correlati alla persona.

		Testosterone_1	Testosterone_4	Testosterone_6	Testosterone_8
Testosterone_1	Correlazione di Pearson	1	,138	-,045	-,045
	Sig. (2-code)		,585	,860	,860
	N	18	18	18	18
Testosterone_4	Correlazione di Pearson	,138	1	,622	,622
	Sig. (2-code)	,585		,006	,006
	N	18	18	18	18
Testosterone_6	Correlazione di Pearson	-,258	,466	,751	,751
	Sig. (2-code)	,317	,059	,001	,001
	N	17	17	17	17
Testosterone_8	Correlazione di Pearson	-,045	,622**	1	1
	Sig. (2-code)	,860	,006		
	N	18	18	18	18

Tabella n°10 Correlazione di Pearson sul Testosterone

Il valore iniziale cambia completamente, mentre nel quarto, sesto e ottavo il dato resta con una discreta correlazione. Si deduce che la fase di controllo del Testosterone sono i primi quattro mesi, dal quarto in poi la correlazione è più alta. Una interpretazione può essere che, nei primi quattro mesi i valori non vengono mantenuti ma rimodulati, poi vengono relativamente mantenuti nel tempo. Quindi dopo una fase iniziale di assestamento c'è un livello di Testosterone soggetto- dipendente.

Ultimo valore preso in considerazione è il Cortisolo, anche questo ha un andamento particolare, dai dati sottostanti si evince che i livelli tra i soggetti non vengono mantenuti. Si riscontra quindi che il livello di Cortisolo è dipendente dal momento e non dal soggetto, è influenzato, quindi, dalle contingenze. Il Cortisolo non dipende dalle variabili fisiologiche dei soggetti, ma da come il soggetto reagisce ed è diverso da un momento all'altro. I soggetti hanno percezioni differenti, ognuno ha il proprio livello che non è lineare, ogni volta questo dato non dipende dai dati precedenti. I livelli che riscontriamo adesso, non sono predittivi di quelli che si riscontreranno tra 4 mesi.

		Cortisolo_1	Cortisolo_4	Cortisolo_6	Cortisolo_8
Cortisolo_1	Correlazione di Pearson	1	,521*	,061	,141
	Sig. (2-code)		,027	,816	,578
	N	18	18	17	18
Cortisolo_4	Correlazione di Pearson	,521*	1	-,130	-,016
	Sig. (2-code)	,027		,620	,951
	N	18	18	17	18
Cortisolo_6	Correlazione di Pearson	,061	-,130	1	,499*
	Sig. (2-code)	,816	,620		,042
	N	17	17	17	17
Cortisolo_8	Correlazione di Pearson	,141	-,016	,499*	1
	Sig. (2-code)	,578	,951	,042	
	N	18	18	17	18

Tabella n°11 Correlazione di Pearson sul Cortisolo

## Discussione

Qui di seguito sarà considerata la singolarità dei dati analizzati, nell'intento di interpretare, con l'aiuto della bibliografia, quali siano state le reazioni dei soggetti componenti il nostro campione riguardo le variabili soggettive correlate al tempo di gioco, durante il corso di una stagione agonistica.

Le prime analisi saranno effettuate sui parametri legati alla massa corporea e alla % di massa grassa, sono state effettuate 10 rilevazioni di questo dato. La BCMI e la %MG rispecchiano i dati da noi trovati in bibliografia. Nel suo studio del 2006, Silvestre et al. evidenziano che non ci sono differenze tra il gruppo riserve e titolari nella composizione della massa corporea. I nostri dati sono completamente in linea con questo studio, nella nostra ricerca non troviamo correlazioni tra il BCMI ed il TdG. Quindi possiamo affermare che l'impegno in gara con le conseguenti modifiche fisiologiche non incide su questo parametro come dimostrato dall'analisi GLM Manova. Confrontando il dato con la session RPE non troviamo ugualmente nessuna correlazione tramite la regressione multipla. Sembra essere comunque molto interessante il fatto che la BCMI secondo l'analisi ANOVA a misure ripetute, dipenda dal tempo se prendiamo in considerazione il grafico n°1 che rispetta l'andamento da noi analizzato possiamo supporre che questo dato più che dalle variabili dell'allenamento possa essere influenzato da eventuali variazioni ormonali legate ai cicli stagionali che noi non abbiamo preso in considerazione, e che eventuali studi futuri dovranno verificare.

La percentuale di massa grassa ha un andamento molto simile al BCMI, secondo la l'analisi GLM Manova, evidenziando che non dipende dal tempo di gioco. Inoltre applicando la regressione multipla, essa non correla neanche con la session RPE. Si evidenzia invece, rivelata dall'ANOVA a misure ripetute, una unica, sia pur debole, correlazione tra la %MG e il tempo. Questo conferma che, non essendosi verificati cambiamenti in questo senso, possiamo ipotizzare dipenda da altri fattori (come l'alimentazione) da noi non presi in considerazione, che studi futuri potranno verificare. Risultati simili sono stati trovati da Carling et al. nel 2010 quando lui stesso afferma che

la massa corporea non variava statisticamente durante le stagioni anche tenendo in considerazione il tempo di gioco.

Se partiamo dal presupposto che questi due valori presi in considerazione sono indipendenti dal tempo di gioco, ma dipendenti dal tempo cronologico, possiamo evincere che il carico somministrato al gruppo che aveva meno tempo di gioco era in linea con il carico di lavoro almeno a livello fisico di chi aveva un maggiore TdG.

La variabile session RPE è stata quella che, per comportamento e correlazioni, ha fatto registrare i dati più interessanti ed eclatanti nei risultati del presente lavoro. Nella bibliografia consultata era riscontrabile una variegata gamma di risultati. Foster et al. nel 2001 e Impellizzeri et al. nel 2004, dimostravano che questa correlava in maniera forte con le formule per il calcolo del Training Load di Edwards, mentre secondo Rampini et al. (2007) con la frequenza cardiaca e il lattato ematico, ma anche Coutts nel 2009, riscontrava la correlazione tra intensità di lavoro e sRPE.

Nel nostro studio le rilevazioni della sRPE sono state ripetute in 10 riprese e hanno coperto tutto l'arco della stagione agonistica da agosto a maggio. Secondo l'analisi ANOVA a misure ripetute, la session RPE registrata è strettamente correlata al tempo cronologico. Questo dato, riportando un alto grado di correlazione  $p=0'000$  tra le due variabili, evidenzia che la sRPE dipende da molti fattori. Infatti l'analisi statistica evidenzia che, oltre ai vari livelli di correlazione con vari indici fisiologici, la sRPE correla con il tempo in maniera cubica. Questo significa che il suo andamento nel tempo è quello esposto nel grafico n°6 e che quindi, dividendo il tempo con le frazioni temporali mensili usate nel presente studio, le fasi di sRPE si alterneranno tra valori bassi e alti. Questo consente di creare una eventuale analisi di tipo predittivo in funzione del tempo che passa.

Inoltre, in questo studio è stata effettuata per la prima volta l'analisi della correlazione tra sRPE e Tempo di Gioco, attraverso la regressione lineare, con la quale si evidenzia come le due variabili producano un dato con un buon grado di correlazione ( $r= 0,56$ ) riferito alla media dei rilevamenti fatti.

Come diversi altri autori, vedi Moreira (2014), Henderson (2015) e Gaudino nel 2015, anche il nostro studio ha preso in considerazione un periodo di tempo prolungato. L'analisi statistica da noi applicata ha esaminato i vari tempi cominciando dal T1, che con un  $r=0,45$  e una grande eterogeneità dei dati rappresenta la fine della fase di preparazione. Se prendiamo in considerazione lo studio di Manzi et al. del 2015 anche lui parla di differenze inter individuali, trovando correlazioni forti del TL con VO2 max e il test YoYo IR1 nel periodo preparatorio. Il secondo dato merita una riflessione, la correlazione in T2 è praticamente nulla, è l'unico dato in cui non c'è una certa attendibilità, una ipotesi possibile è quella che dopo un volume ed un intensità di lavoro molto importanti come quello fatto in preparazione, in questo periodo gli organismi degli atleti siano in fase di supercompensazione, e quindi mentre in T1 la percezione dello sforzo era molto eterogenea ma correleva con il TdG in questa frazione, anche se il gruppo è molto più omogeneo, la percezione dello sforzo non dipende dal tempo di gioco, ma da altri fattori, non compresi tra le nostre variabili. Possiamo ipotizzare influisca l'intensità degli incontri, che aumenta in maniera esponenziale (T2 è il periodo in cui ha avvio la stagione sportiva), confermando così gli studi Moreira nel 2014 e Haneishi nel 2007. Da T3 in poi troviamo tutta un serie di correlazioni che vanno dal medio al molto forte, a significare che il campione si sta uniformando nella percezione del carico di TdG. Al contrario in T5 ritroviamo un "r" e una "b" basse, ricalcando i dati del T2.

Un fenomeno molto interessante è quello che si sviluppa da T6 a T10, si rileva infatti un crescendo del valore di correlazione tra sRPE e Tempo di Gioco. Questo va da molto buono a quasi perfetto (da T6 con  $R=0,645$  a T9 con  $R=0.899$ ), fino ad evidenziare, negli ultimi due mesi, un comportamento quasi lineare (T10 con  $R=0,864$ ). Malgrado l'analisi di questi dati si sia svolta durante un periodo piuttosto lungo (dieci mesi), i risultati mantengono una forte validità statistica. Lo stupore in un risultato così evidente è anche legato al fatto che i dati sRPE sono stati rilevati sia in occasione delle partite giocate sia negli allenamenti di recupero, di carico, e di rifinitura. Il presente studio quindi mentre conferma i risultati di precedenti lavori, nei quali la sRPE si dimostrava un ottimo indicatore del Training Load (Castagna et al., 2011), ma anche come dato correlato alle fasi di preparazione (Castagna et al., 2013 e Manzi et al., 2015),

provverebbe anche la forte correlazione tra sRPE e Tempo di Gioco. Per di più, la conferma della validità dei nostri risultati, viene proprio da questi ultimi due studi, per i quali la sRPE correlava con i grandi picchi di intensità raggiunti in partita. Un ulteriore studio che porta a suggerire una spiegazione valida ai nostri risultati è quello di Moreira et al., (2015) che afferma come un buon volume di lavoro in preparazione può aiutare a regolarizzare la stagione, considerato che le partite durante la stagione hanno una intensità e volume molto importante.

Infine, concludiamo la nostra analisi con i risultati della Regressione Lineare, considerando i dati della intercetta “a”, della pendenza “b” e del coefficiente di correlazione “R”.

La prima analisi da prendere in considerazione è l’intercetta “a” (vedi grafico n° 18) che corrisponde alla fatica percepita dal campione ed esprimeva i suoi valori minimi in periodi di sospensione del gioco (ad es.: vacanze Natalizie). Ciò dimostra che se non si giocasse, la percezione della fatica tenderebbe a diminuire. Ciò vuol dire che se nei vari T4, T9 e T10 i giocatori non giocassero le loro capacità di recupero ne avrebbe grande beneficio perché sentirebbero molto meno la fatica, visto che la sRPE correla con il TdG e non con l’allenamento, che visto questo studio è solo un mezzo per arrivare alla performance in partita.

I nostri risultati sono ancora più evidenti quando analizziamo la pendenza di “b” (vedi grafico n° 19), che ci indica la variazione unitaria del campione nella sRPE. Questo grafico mostra, attraverso una forte correlazione espressa con l’aumentare della pendenza della retta, che il campione percepisce, per lo stesso sforzo, una fatica sempre maggiore nell’avanzare della stagione agonistica. I motivi di questo fenomeno meritano maggiori approfondimenti, probabilmente utilizzando anche variabili di tipo psicosomatico. Nei loro articoli sia Rampinini nel (2007) che Coutts (2009) affermano che più aumentava l’intensità dell’allenamento maggiore era la correlazione, da moderata a forte, tra sRPE e altre variabili fisiologiche dell’allenamento, risultati questi da tenere in forte considerazione nelle applicazioni pratiche.

Questi dati sono confortati dal comportamento di “R” (grafico n°20) che studia l’associazione tra la sRPE e il TdG: a valori “R” bassi la sRPE dipende da fattori

soggettivi, mentre l'aumentare di "R" evidenzia l'aumentare della correlazione tra sRPE e Tdg. I valori ottenuti durante la fine della stagione agonistica, ci rivelavano che i soggetti rispondevano linearmente ai tempi di gioco come fatica percepita. Più aumentava il tempo di gioco più cresceva la percezione della fatica. Questo sarà da considerare come elemento fondamentale nella gestione degli atleti. In questa analisi possiamo ancor più appoggiarci sullo studio di Moreira (2015) che suggerisce di abbassare le intensità degli allenamenti che circoscrivono la partita, per avere un migliore rendimento in gara come proposto da Slattery et al. nel 2012. Anche questo è un elemento estremamente interessante per le applicazioni pratiche.

Ultimo dato interessante nel rapporto tra i vari dati presi in considerazione è il rapporto tra il Testosterone e la sRPE nell'analisi fatta con la regressione multipla. Questo dato è l'unico dei salivari a correlare anche se in maniera moderata,  $p=0,033$  al T1, ciò vuol dire che dopo la fase preparatoria il Testosterone correla con la percezione dello sforzo del campione. Questo dato è difficile da spiegare a livello bibliografico vista la specificità dello sport, Arruda et al. nel 2014 non trova correlazioni nel basket tra questi parametri, ne da McLean BD et al. nel 2010 in una squadra di rugby professionistico. Approfondiremo l'argomento in seguito quando tratteremo i risultati del Testosterone per cercare di avere una visione più globale.

Le immunoglobuline A analizzate in T1, T4, T6 e T8, non hanno una correlazione diretta con il tempo cronologico, secondo l'analisi ANOVA su misure ripetute, non dipendono dal TdG secondo la GLM manova e non correlano con la sRPE secondo i dati trovati dopo aver effettuato la regressione multipla. L'unica correlazione trovata è quella di Pearson per cerca di verificare l'uniformità del dato, cioè quanto i dati del campione correlino con se stessi nel tempo vedi tabella n° 9. In questa caso troviamo una correlazione che va da perfetta a moderata con il passare del tempo. Questo ultimo risultato significa che più passa il tempo, più le IgA dipendono da fattori esterni. I risultati sopra citati ci dicono che le IgA non variano durante la stagione, questo significa che il TdG gli allenamenti, gli spostamenti, non creano negli organismi dei nostri atleti, una condizione di overreaching, durante l'arco della stagione, visto che gli studi fatti da Mackinnon (1989), da Nieman (1997) e da Woods et al. (1999) mostrano una

immunodepressione in caso di sovrallenamento. La non correlazione con la sRPE dipende dal fatto che il prelievo era effettuato a 72 ore dallo sforzo, a differenza degli studi di Moreira del 2009, ma questo è stato fatto volutamente per avere la possibilità di valutare lo stato immunologico del campione senza il rischio di avere influenze sui dati.

Il Testosterone ha un comportamento ben specifico (Tabella n°10), se confrontiamo le quattro valutazioni statistiche, scopriamo che: è dipendente dal tempo cronologico con un andamento lineare crescente durante l'arco della stagione agonistica (ANOVA su misure ripetute), non dipende dal TdG (GLM manova), correla al T1 con la sRPE (regressione multipla).

Nell'ultima analisi statistica applicata (Pearson), che analizza la validità del dato rispetto a se stesso, l'andamento della variabile in T1 non correla con T4, T6 e T8, quindi il valore di Testosterone non è soggetto-dipendente ma situazione-dipendente. Nel quarto, sesto e ottavo periodo, il dato resta con una discreta correlazione, Ciò vuol dire che a partire dalla seconda rilevazione i valori diventano correlati alla persona, quindi dopo una fase iniziale di assestamento il livello di Testosterone si mostrava soggetto-dipendente. Una ipotesi legata ai risultati di Pearson e alla regressione multipla, potrebbe essere quella per cui alla fine della fase preparatori i soggetti hanno una percezione dello sforzo in linea con l'anabolismo muscolare prodotto dal carico della preparazione, con l'arrivo del campionato e l'aumento dell'intensità delle partite vedi Moreira (2014), i valori si modificano adattandosi al nuovo tipo di sforzo che resta costante durante gli altri prelievi. Nei primi quattro mesi quindi, i valori non vengono mantenuti ma rimodulati, poi vengono relativamente mantenuti nel tempo. Questa ipotesi potrebbe anche spiegare il perché, nella regressione lineare tra sRPE e TdG, il tempo T2 è l'unico a non avere una correlazione durante l'arco della stagione. Diversi sono gli studi da noi presi in considerazione che trattano questo argomento. Busso nel 1992, Aakvaag. nel 1978, Kuoppasalmi nel 1980, Galbo nel 1983 e Tremblay nel 2005, dimostrano che durante una fase di carico molto intensa, il testosterone scende per poi risalire nel momento in cui il carico diventa meno importante, questo spiegherebbe in qualche maniera il trend lineare comprovato dall' ANOVA su misure ripetute. Vista la complessità dell'argomento legato alla sfera ormonale ed a una bibliografia a volte

contraddittoria, potremmo anche ipotizzare che come dimostrato da Adlereretz nel 1986 e Häkkinen nell'85 e nel 1987, il testosterone aumenterebbe durante la fase di carico, diminuirebbe durante le fasi di carico acuto, e si stabilizzerebbe durante le fasi di scarico. Potremmo quindi arguire che il progressivo aumento di questo parametro, anche se non correlato con il TdG, sia legato ad altri fattori ma che, per il nostro campione si possa ricondurre alle ipotesi degli studi sopra citati. Troviamo difficile confrontare i nostri dati relativi al Testosterone con la bibliografia recente che, anche se riferita a un campione simile al nostro, descrivevano prelievi effettuati subito dopo la partita ( Kraemer et al., 2004; Filaire et al., 2001; Peñailillo et al., 2015) trovando risultati non in linea con la nostra ricerca. Ma che confermano come gli altri studi la validità di questo marker per la valutazione del carico.

Ultimo valore considerato è il Cortisolo (vedi tabella n°5), che, secondo le varie analisi statistiche, dipende dal tempo cronologico, con andamento quadratico (ANOVA su misure ripetute), non correla con il TdG (GLM manova), e non correla con sRPE, secondo la correlazione di Pearson. Inoltre non dipende dal soggetto ma dal momento, cioè non dipende dalle variabili fisiologiche dei soggetti, ma da come il soggetto reagisce, e queste reazioni sono diverse da un momento all'altro. I soggetti hanno percezioni differenti, ognuno ha il proprio livello che non è lineare, ogni volta questo dato non dipende dai dati precedenti. I livelli che riscontriamo in un momento, quindi, non sono predittivi di quelli che registreremo tra 4 mesi. Questi dati ci indicano che nonostante la percezione (sRPE) e il TdG del campione non correlino con questo ormone, il dato non è correlato con la soggettività individuale. In letteratura troviamo diversi articoli che spiegano l'andamento del Cortisolo nel tempo (Stray-Gundersen et al., 1986; Kirwan et al., 1988; Zimmerman et al., 1991) dimostrando un incremento in caso di overtraining. Invece Barron nel 1985, Lehmann nel 1992 e Urhausen nel 1993 e 1996 dimostrarono che il Cortisolo sale nella fase di carico molto intenso per poi diminuire nella fase di overtraining. Partendo dal presupposto che il Cortisolo non valuta solo il carico fisico ma anche la componente mentale vedi Haneishi (2007) e Filaire (2001). Possiamo affermare che il livello iniziale è medio ma come evidenziato da Moreira (2009) probabilmente proprio per il fatto che le partite amichevoli non hanno un lo stesso peso che quelle ufficiali Haneishi (2007) e Moreira (2014), e che un aumento

delle intensità provochi un innalzamento di questo ormone legato al differente carico che poi diminuisce in T6 e T8. La rilevazione fatta a 72 ore ci dà ancora maggiori garanzie sul fatto che il prelievo sia effettuato senza avere problemi legati all'accumulo di cataboliti (Ispirlidis et al.,2008).

Per una migliore interpretazione, questi ultimi due dati verranno trattati insieme nelle conclusioni. Nel presente studio è evidente anche alla luce della bibliografia riportata, che il testosterone si è rimodulato tra T1 e T4 e che in T4 abbiamo riscontrato un aumento del Cortisolo salivare in seguito ad un cambio di attività che porta il susseguirsi delle partite ad alzare l'intensità dello sforzo, abbassando il volume in rapporto alla preparazione (Moreira 2014).

## *Conclusioni*

- Dai dati presi in considerazione, e dalla discussione fatta, triamo le seguenti conclusioni: il Body Cell Mass Index e la percentuale di massa grassa non sono predittive del TL ma indicano che il campione, anche avendo TdG molto differenti, ha ottenuto la stessa linearità dei dati, evidenziando che il TdG è stato compensato dal metodo di allenamento.
- La sRPE può essere usata come valore predittivo essendo fortemente correlata al tempo, quindi a fasi di sRPE alte seguono fasi di sRPE basse secondo un andamento cubico. Quindi il cumulo mensile della sRPE può essere predittivo del TL.
- Il cumulo mensile della sRPE è quasi perfettamente correlato al TdG ciò vuol dire che a fine stagione agonistica, il costo di ogni minuto di gioco è estremamente più alto che ad inizio campionato; la sRPE quindi si dimostrerebbe una forte variabile di misurazione della fatica in partita e di conseguenza del TL.
- La correlazione tra sRPE e TdG indica anche che è il TdG a determinare la percezione della fatica obbligandoci a riflettere sull'importanza della programmazione della settimana di allenamento che precede la competizione.
- Le IgA sono un buon indicatore per lo stato di salute della squadra e quindi un indicatore valido del TL.
- Testosterone e Cortisolo indicano che un aumento lineare nel tempo del Testosterone e un andamento quadratico del Cortisolo conferiscono al campione un buon rapporto tra anabolismo e catabolismo durante tutta la stagione.

## *Applicazioni pratiche*

Una omogeneità nei dati del campione nel BCMI e nella %MG tra chi ha maggior TdG e chi ne ha meno, indica un buon lavoro di compenso in rapporto al tempo di gioco. Il valore predittivo della sRPE, può essere usato come un valore preventivo, su giocatori che segnalino un particolare stato di stanchezza, essendo nella parte bassa della concavità della curva. Fondamentale sarà la gestione dei TdG a fine stagione visti i risultati ed il costo indicato dalla pendenza “b” per ogni minuto di gioco. Questo elemento porterà ad ottimizzare il TdG per chi è stato maggiormente esposto e avere in campo la squadra nelle migliori condizioni di forma nei momenti finali della stagione, di solito cruciali per molte squadre. Il controllo delle IgA risulta semplice ed efficace dando indicazioni sullo stato dei giocatori. In definitiva, considerati i risultati del presente lavoro, si proporrebbe un aumento dei prelievi nel periodo invernale. Il rapporto tra Testosterone e Cortisolo può aiutare gli addetti ai lavori a meglio capire le fasi anaboliche e cataboliche che possono influenzare il rendimento ma soprattutto il recupero degli atleti. Così come per le IgA, per le quali un controllo più assiduo permetterebbe di avere una tempestività di intervento nel momento in cui si rivelassero delle fasi cataboliche importanti.

## Bibliografia

- Aakvaag A., Sand T., Opstad T.K.  
Hormonal changers in serum in young men during prolonged physical strain.  
European Journal Applicate Physiology 1978 39: 283-91  
Physiol Behav. 2014 May 10;130:1-5.
- Adlerereutz H., Harconen M., Kuoppasalmi K.  
Effect of training on plasma anabolic and catabolic steroid hormones and their responses during physical exercise  
International Journal Sport Med 1986 7: 27-8
- Armstrong L. E., VanHeest J. L.  
The unknown mechanism of the overtraining syndrome.  
Sport Medicine 2002 32: 185-209
- Arruda AF, Aoki MS, Freitas CG, Drago G, Oliveira R, Crewther BT, Moreira A.  
Influence of competition playing venue on the hormonal responses, state anxiety and perception of effort in elite basketball athletes.
- Banfi G, Marinelli M, Roi GS, Agape V.  
Usefulness of free testosterone/cortisol ratio during a season of elite speed skating athletes.  
Int J Sports Med. 1993 Oct;14(7):373-9.
- Barron JL, Noakes TD, Levy W, Smith C, Millar RP.  
Hypotalamic dysfunction in overtrained athletes  
J Clin Endocrinol Metab. 1985 Apr;60(4):803-6.

- Borg, G. A. V.  
Psychophysical base of perceived exertion.  
Medicine and Science in Sport Exerc. 1982;14(5):377-81
- Borg, G., P. Hassmen, and M. Lagerstrom.  
Perceived exertion related to heart rate and blood lactate during arm and leg exercise.  
Eur. J. Appl. Physiol. Occup. Physiol. 56:679–685, 1987
- Busso T<sup>1</sup>, Häkkinen K, Pakarinen A, Kauhanen H, Komi PV, Lacour JR.  
Hormonal adaptations and modelled responses in elite weightlifters during 6 weeks of training.  
Eur J Appl Physiol Occup Physiol. 1992;64(4):381-6.
- Cadore E<sup>1</sup>, Lhullier F, Brentano M, Silva E, Ambrosini M, Spinelli R, Silva R, Krue L.  
Correlations between serum and salivary hormonal concentrations in response to resistance exercise.  
Journal Sports Science. 2008 26: 1067-1072
- Carling C, Orhant E.  
Variation in body composition in professional soccer players: interseasonal and intraseasonal changes and the effects of exposure time and player position.  
J Strength Cond Res. 2010;24:1332–1339.
- Casamichana D, Castellano J, Calleja-Gonzalez J, San Román J and Castagna C.  
Relationship between indicators of training load in soccer players.  
J Strength Cond Res. 2013 Feb;27(2):369-74.
- Castagna C, Impellizzeri FM, Chaouachi A, Bordon C, Manzi V.  
Effect of training intensity distribution on aerobic fitness variables in elite soccer players: a case study.  
Journal Strength Condition Reserch 2011 Jan;25(1):66-71.

- Castagna C, Impellizzeri FM, Chaouachi A, Manzi V.  
Preseason variations in aerobic fitness and performance in elite-standard soccer players: a team study.  
Journal Strength Condition Reserch. 2013 Nov;27(11):2959-65.
- Di Salvo V, Gregson W, Atkinson G, Tordoff P, Drust B.  
Analysis of high intensity activity in premier league soccer.  
Int J Sports Med 2009 Mar; 30 (3): 205-12
- Dupont G, Nedelec M, McCall A, McCormack D, Berthoin S, Wisløff U.  
Effect of 2 soccer matches in a week on physical performance and injury rate.  
Am J Sports Med 2010 Sep; 38 (9): 1752-8
- Ekstrand J, Walde´n M, Hagglund M. , A congested football calendar and the wellbeing of players: correlation between match exposure of European footballers before the World Cup 2002 and their injuries and performances during that World Cup. Br J Sports Med 2004 Aug; 38 (4): 493-7
- Elloumi M<sup>1</sup>, Maso F, Michaux O, Robert A, Lac G.  
Behaviour of saliva cortisol [C], testosterone [T] and the T/C ratio during a rugby match and during the post-competition recovery days.  
Eur J Appl Physiol. 2003 Sep;90(1-2):23-8. Epub 2003 May 29.
- Filaire E, Bernain X, Sagnol M, Lac G.  
Preliminary results on mood state, salivary testosterone:cortisol ratio and team performance in a professional soccer team.  
Eur J Appl Physiol. 2001 Dec;86(2):179-84.
- Foster, C., E. Daines, L. Hector, A. C. Snyder, and R. Welsh.  
Athletic performance in relation to training load.  
Wis. Med. J. 95:370–374, 1996.

- Foster C, Florhaug JA, Franklin J, Gottschall L, Hrovatin LA, Parker S, Doleshal P and Dodge C.  
A new approach to monitoring exercise training.  
J Strength Cond Res. 2001 Feb;15(1):109-15.
- Galbo H.  
Hormonal and metabolic adaptation to exercise  
Stuttgart, 1983 da Sport Medicine 1995 20: 251-276
- Gatterer H, Schenk K, Ferrari P, Faulhaber M, Schopp E, Burtscher M.  
Changes in hydration status of soccer players competing in the 2008 European Championship.  
J Sports Med Phys Fitness. 2011;51:89–94.
- Gaudino P, Iaia FM, Strudwick AJ, Hawkins RD, Alberti G, Atkinson G, Gregson W.  
Factors Influencing Perception of Effort (Session Rating of Perceived Exertion) During Elite Soccer Training.  
Int J Sports Physiol Perform. 2015 Oct;10(7):860-4.
- Granger DA1, Shirtcliff EA, Booth A, Kivlighan KT, Schwartz EB.  
The "trouble" with salivary testosterone.  
Psychoneuroendocrinology. 2004 Nov;29(10):1229-40.
- Häkkinen K, Pakarinen A, Alén M, Komi PV.  
Serum hormones during prolonged training of neuromuscular performance.  
Eur J Appl Physiol Occup Physiol. 1985;53(4):287-93
- Häkkinen K, Pakarinen A, Alén M, Kauhanen H, Komi PV.  
Relationships between training volume, physical performance capacity, and serum hormone concentrations during prolonged training in elite weight lifters.  
Int J Sports Med. 1987 Mar;8 Suppl 1:61-5.

- Haneishi K, Fry AC, Moore CA, Schilling BK, Li Y, Fry MD  
Cortisol and stress responses during a game and practice in female collegiate soccer players.  
Journal Strength Cond Res. 2007 May;21(2):583-8.
- Hopkins W. G .  
A scale of magnitudes for effect statistics.  
Available at: <http://www.sportsci.org/resource/stats/index.html>. Accessed March 31 , 2009
- Impellizzeri FM, Rampinini E, Coutts AJ, Sassi A and Marcora SM.  
Use of RPE-based training load in soccer.  
Med Sci Sports Exerc. 2004 Jun;36(6):1042-7.
- Impellizzeri FM, Rampinini E, Coutts AJ, Sassi A, Marcora SM.  
Use of RPE-based training load in soccer.  
Med Sci Sports Exerc. 2004 Jun;36(6):1042-7.
- Ispirlidis I<sup>1</sup>, Fatouros IG, Jamurtas AZ, Nikolaidis MG, Michailidis I, Douroudos I, Margonis K, Chatzinikolaou A, Kalistratos E, Katrabasas I, Alexiou V, Taxildaris K.  
Time-course of changes in inflammatory and performance responses following a soccer game.  
Clin J Sport Med 2008 Sep; 18 (5): 423-31
- Kalapotharakos VI, Strimpakos N, Vithoulka I, Karvounidis C, Diamantopoulos K and Kapreli E.  
Physiological characteristics of elite professional soccer teams of different ranking.  
J Sports Med Phys Fitness. 2006;46:515–519

- Kirwan JP, Costill DL, Flynn MG, Mitchell JB, Fink WJ, Neuffer PD, Houmard JA  
Physiological responses to successive days of intense training in competitive swimmers.  
Med Sci Sports Exerc. 1988 Jun;20(3):255-9.
- Kirvan J. P., Costill D. L., Flynn M.G., Mitchell J. B., Fink W.J., Houmard J. A.  
Changes in selected blood measures during repeated days of intense training and carbohydrate control.  
International Journal of Sport Medicine 1990 11: 362-366
- Kivlighan KT, Granger DA, Schwartz EB, Nelson V, Curran M, Shirtcliff EA.  
Quantifying blood leakage into the oral mucosa and its effects on the measurement of cortisol, dehydroepiandrosterone, and testosterone in saliva.  
Horm Behav. 2004 Jun; 46(1):39-46.
- Kraemer WJ, French DN, Paxton NJ, Häkkinen K, Volek JS, Sebastianelli WJ, Putukian M, Newton RU, Rubin MR, Gómez AL, Vescovi JD, Ratamess NA, Fleck SJ, Lynch JM, Knuttgen HG.  
Changes in exercise performance and hormonal concentrations over a big ten soccer season in starters and nonstarters.  
J Strength Cond Res. 2004 Feb;18(1):121-8.
- Kuipers H., Keizer H. A.  
Overtraining in elite athletes: Review and direction for the future  
Sport Medicine 1988 6: 79-92
- Kuoppasalmi K., Naveri H., Harkonen M.  
Plasma cortisol androsterone, testosterone and luteinizing hormone in running exercise of different intensities.  
Scandinavian Journal Clinical Lab 1980: 40 403-09

- Lehmann M, Gastmann U, Petersen KG, Bachl N, Seidel A, Khalaf AN, Fischer S, Keul J.  
Training-overtraining: performance, and hormone levels, after a defined increase in training volume versus intensity in experienced middle- and long-distance runners.  
Br J Sports Med. 1992 Dec;26(4):233-42.
- Mackinnon L. T.  
Exercise and natural killer cells: What in the relationship?  
Sport Medicine 1989 7: 141-149
- Mackinnon, LT and Jenkins, DG.  
Decreased salivary immunoglobulins after intense interval exercise before and after training.  
Med Sci Sports Exerc 25: 678–683 1993
- Manzi V, Bovenzi A, Franco Impellizzeri M, Carminati I, Castagna C.  
Individual training-load and aerobic-fitness variables in premiership soccer players during the precompetitive season.  
Journal Strength Condition Reserch. 2013 Mar;27(3):631-6.
- Maso F, Lac G, Filaire E, Michaux O, Robert A.  
Salivary testosterone and cortisol in rugby players: correlation with psychological overtraining items.  
Br J Sports Med 2004 Jun; 38 (3): 260-3
- McLean BD, Coutts AJ, Kelly V, McGuigan MR, Cormack SJ.  
Neuromuscular, endocrine, and perceptual fatigue responses during different length between-match microcycles in professional rugby league players.  
Int J Sports Physiol Perform. 2010 Sep;5(3):367-83.

- Micheli ML, Pagani L, Marella M, Gulisano M, Piccoli A, Angelini F, Burtscher M, Gatterer H.  
Bioimpedance and impedance vector patterns as predictors of league level in male soccer players.  
Int J Sports Physiol Perform. 2014 May;9(3):532-9.
- Mohr M, Mujika I, Santisteban J, Randers MB, Bischoff R, Solano R, Hewitt A, Zubillaga A, Peltola E, Krstrup P.  
Examination of fatigue development in elite soccer in a hot environment: a multi-experimental approach.  
Scand J Med Sci Sports 2010 Oct; 20 Suppl. 3: 125-32
- Mohr M, Krstrup P, Bangsbo J.  
Match performance of high-standard soccer players with special reference to development of fatigue.  
J Sports Sci 2003 Jul; 21 (7): 519-28
- Moreira A, Arsati F, Cury PR, Franciscan C, de Oliveira PR, de Araújo VC  
Salivary immunoglobulin a response to a match in top-level brazilian soccer players.  
J Strength Cond Res. 2009 Oct;23(7):1968-73.
- Moreira A, Bilsborough JC, Sullivan CJ, Ciancosi M, Aoki MS, Coutts AJ.  
Training periodization of professional Australian football players during an entire Australian Football League season.  
International Journal Sports Physiological Performance. 2015 Jul;10(5):566-71.
- Nieman D. C.  
Exercise, infection and immunity.  
Int Jour Sport Med 1994 15:S131-S141.
- Nieman, DC.  
Prolonged aerobic exercise, immune response, and risk of infection  
Exercise and ImmuneFunction. Boca Raton, FL: CRC Press, 1996: 143–161.

- Nieman D. C.  
Immune reponseto heavy exertion.  
Journal of Applied Physiology 1997 82: 1385-1394
- Nieman, DC, Johanssen, LM, Lee, JW, Cermak, J, and Arabatzis, K.  
Infectious episodes in runners before and after the Los Angeles Marathon.  
J Sports Med Phys Fitness 30: 316–328, 1990
- Peñailillo L<sup>1</sup>, Maya L, Niño G, Torres H, Zbinden-Foncea H.  
Salivary hormones and IgA in relation to physical performance in football.  
J Sports Sci. 2015 Jul 6:1-8.
- Peters, EM and Bateman, EB.  
Ultramarathon running and upper respiratory tract infections.  
SA Med J 64: 582–584, 1983.
- Peters, EM, Goetzsche, JM, Grobbelaar, B, and Noakes, TD.  
Vitamin C supplementation reduces the incidence of postrace symptoms of  
upper respiratory tract infection in ultramarathon runners.  
Am J Clin Nutr 57: 170–174, 1993.
- Pollock M. L., Jackson A. S.  
Research progress in validation of clinical methods of assessing body  
composition.  
Medicine and science in Sport and Exercise 1984 16: 606-613
- Rahnema N, Reilly T and Lees A.  
Injury risk associated with playing actions during competitive soccer.  
Br J Sports Med 2002 Oct; 36 (5): 354-9

- Rampinini E, Impellizzeri FM, Castagna C, Abt G, Chamari K, Sassi A, Marcora SM. Factors influencing physiological responses to small-sided soccer games.  
J Sports Sci. 2007 Apr;25(6):659-66.
- Reid JD, Intrieri RC, Susman EJ, Beard JL  
The relationship of serum and salivary cortisol in a sample of healthy elderly.  
Journal Gerontol (1992) 47:P176–P179
- Silvestre R, West C, Maresh CM and Kraemer WJ.  
Body composition and physical performance in men’s soccer: a study of a National Collegiate Athletic Association Division I team.  
J Strength Cond Res. 2006;20:177–183.
- Slattery KM, Wallace LK, Bentley DJ, Coutts AJ.  
Effect of training load on simulated team sport match performance.  
Appl Physiol Nutr Metab. 2012;37(2):315—322.
- Stray-Gundersen J., Videman T., Snell P.G.  
Changer in selected objective parameters during overtraining  
Medicine Science Sport Exercise 1986 8: suppl: 54-5
- Strazdins L, Meyerkort S, Brent V, D'Souza RM, Broom DH, Kyd JM.  
Impact of saliva collection methods on sIgA and cortisol assays and acceptability to participants.  
Journal Immunological Methods. 2005 Dec 20;307(1-2):167-71.
- Takarada Y.  
Evaluation of muscle damage after a rugby match with special reference to tackle plays.  
Br J Sports Med 2003; 37 (5): 416-9
- Tharp, GD and Barnes, MW.  
Reduction of saliva immunoglobulin levels by swim training.  
Eur J Appl Physiol Occup Physiol 60: 61–64, 1990.

- Thompson D, Nicholas CW and Williams C.  
Muscular soreness following prolonged intermittent high-intensity shuttle running.  
J Sports Sci 1999 May; 17 (5): 387-95
- Tremblay MS, Copeland JL, Van Helder W.  
Influence of exercise duration on post-exercise steroid hormone responses in trained males.  
Eur J Appl Physiol. 2005 Aug;94(5-6):505-13.
- Umeda T, Hiramatsu R, Iwaoka T, Shimada T, Miura F, Sato T  
Use of saliva for monitoring unbound free cortisol levels in serum.  
Clinica Chimica Acta (1981) 110:245–253
- Urhausen A., Kinderman W.  
Monitoring of training by determination of hormone concentration in the blood-  
review and perspective  
Sport Medicine 1996 20: 251-76
- Urhausen A.  
Übertrainingssyndrom- ein multitalentierter.  
University of Saarland 1993 Sport Medicine 1996 20: 251-76
- Vervoorn C<sup>1</sup>, Quist AM, Vermulst LJ, Erich WB, de Vries WR, Thijssen JH.  
The behaviour of the plasma free testosterone/cortisol ratio during a season of elite rowing training.  
Int J Sports Med. 1991 Jun;12(3):257-63.
- Wilmore J. W., Costill D.L.  
Fisiologia dell'esercizio fisico e dello sport  
Calzetti Mariucci Perugia 2005

- Woodside D. B., Winter K., Fisman S.  
Salivary cortisol in children: with serum values and effect of psychotropic drug administration.  
  
Canadian Journal Psychiatry 1991 36: 746-48
- Woods J. A., Davis J. M., Smith J. A., Nieman D. C.  
Exercise and cellular innate immune function.  
  
Medicine and Science in Sport and Exercise 1999 31: 57-66
- Zimmerman S.D., Martin D.T., Wilkinson J.G.  
Testosterone/Cortisol ratio decreases as a normal response to high intensity aerobic interval training  
  
Medicine science Sport Exercise 1991 23: sup: s123