

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI GENOVA



Corso di Laurea Magistrale in Scienze Motorie, Sport e Salute (LM68)

TESI DI LAUREA SPERIMENTALE

“Valutazione del carico interno nel calcio: analisi dei metodi CR-10 di Borg e TRIMP di Banister”

Relatore: Prof. Patrizio Bruzzo

Candidato: Jacopo Odasso
Matricola 4204378

Anno accademico 2019/2020

Sommario

1. PREMESSA	4
2. INTRODUZIONE, OBIETTIVI E ASPETTATIVE.....	6
3. DESCRIZIONE SPORT E MODELLO PRESTATIVO	8
4. DESCRIZIONE SQUADRA E CAMPIONATO	11
5. PRESENTAZIONE METODI.....	12
6. PRESENTAZIONE ATLETI.....	18
7. DESCRIZIONE MATERIALI.....	20
8. PROTOCOLLO SPERIMENTALE	22
9. PRESENTAZIONE SEDUTA DI ALLENAMENTO “TIPO”.....	24
9.1 Riscaldamento	25
9.2 Parte centrale.....	27
9.3 Fase finale	33
10. PRESENTAZIONE RISULTATI.....	35
10.1 Raccolta dati.....	35
10.2 Borg e TRIMP totali	36
10.3 Borg e TRIMP nel corso delle sedute	40
10.4 Carico di allenamento, indice di monotonia e fatica acuta.....	42
10.5 Borg e TRIMP singolo soggetto	43
11. ANALISI DATI E CONCLUSIONI.....	46
11.1 Raccolta dati.....	46
11.2 Borg e TRIMP totali	48
11.3 Borg e TRIMP nel corso delle sedute	49
11.4 Carico di allenamento, indice di monotonia e fatica acuta	50
11.5 Borg e TRIMP singolo soggetto	51
11.6 Conclusioni	52
12. STUDI FUTURI.....	53
13. SOFTWARE UTILIZZATI	55
14. RINGRAZIAMENTI	56
15. BIBLIOGRAFIA.....	57

1.PREMESSA

Il gioco del calcio è uno sport dove due squadre composte da 11 giocatori si contendono un pallone all'interno del rettangolo verde con lo scopo di segnare un goal in più dell'avversario. Oltre allo scopo di vincere la partita è necessario porre attenzione sulla preparazione fisica di ciascun atleta, necessaria per il raggiungimento dell'obiettivo della competizione. Per interpretare al meglio una partita di calcio un giocatore deve avere acquisito nel corso degli anni e degli allenamenti da lui svolti capacità e abilità prima tecnico-tattiche e poi fisico-atletiche. L'allenamento è lo strumento essenziale per ogni giocatore, infatti, allenarsi in modo costante e mirato consente a ciascun individuo di avere una condizione fisica ottimale tale da consentire il sostegno di tutte le richieste energetiche che il gioco comporta. Questo permette al giocatore di mantenere un buon livello tecnico e tattico per tutti i 90 minuti della partita.

L'argomento di questo lavoro di tesi sperimentale mira a correlare e discutere due diversi metodi per valutare la fatica percepita post allenamento e la quantificazione del carico interno della seduta, cercando di stabilire eventuali differenze o analogie di questi due approcci, come si vedrà inseguito, molto diversi tra loro.

Il carico interno di un calciatore è il reale "impegno" compiuto da esso durante un allenamento, sottoforma della valutazione di parametri come Frequenza Cardiaca (FC) e percezione dello sforzo

La valutazione della fatica percepita e reale di un giocatore di calcio è un parametro essenziale per un allenatore, ma ancor di più per un preparatore atletico. Quest'ultimo, infatti, ha il compito di stilare programmazioni di allenamento, periodizzazioni del carico fisico e organizzazioni dei micro-cicli di allenamento, anche sulla base della condizione fisica dei suoi giocatori. Un buon preparatore atletico deve essere in grado di saper modificare, in accordo con l'allenatore, le intensità di lavoro di una seduta o di un esercizio di allenamento sulla base dell'eventuale stanchezza fisica e mentale dei giocatori, modificando velocemente il suo programma di allenamento. Un modo per valutare la stanchezza dei suoi giocatori (oltre all'osservazione diretta di come un suo atleta risponde ad uno stimolo allenante) è quella di affidarsi a tecniche o metodi che soggettivamente od oggettivamente definiscano il livello dello stimolo di allenamento per poi ricavarne le proprie riflessioni.

Le due tecniche prese in considerazione in questo lavoro sono l'applicazione del metodo Borg con il questionario CR-10 e il TRIMP di Banister che permette di valutare la risposta cardiaca all'esercizio fisico. Questi due approcci utilizzano

due modi completamente diversi per la valutazione del carico interno durante e dopo una seduta di allenamento e richiedono competenze preliminari e requisiti organizzativi distinti per ciascuno.

Gli obiettivi principali a cui questo lavoro mira sono i seguenti: valutare se esiste una correlazione tra i risultati ricavati dai due metodi, indicare se il metodo CR-10 di Borg possa essere considerato un metodo valido e un indicatore del carico e per ultimo individuare scopi futuri di struttura dell'allenamento e valutazione del suo recupero.

Questo elaborato, considerato il numero limitato di soggetti testati e dati ricavati, non ha la velleità di stabilire una regola ferrea e indiscutibile; tuttavia ha lo scopo di individuare dei possibili legami, che in futuro potranno essere più approfonditamente studiati con maggiori disponibilità finanziarie e umane, con l'ausilio di specifici strumenti e mezzi di allenamento, utilizzati in un arco di tempo più ampio.

2. INTRODUZIONE, OBIETTIVI E ASPETTATIVE

L'obiettivo di questo lavoro di tesi è quello di applicare i procedimenti dei due metodi sopra citati per la valutazione del carico interno post allenamento su 10 atleti appartenenti ad una squadra di calcio. Dopo aver raccolto i dati sul campo, al termine dell'allenamento, vengono svolte successivamente delle operazioni di elaborazione di formule matematiche per poter confrontare i due metodi.

La raccolta dati è cominciata all'inizio del mese di febbraio del 2020 ed è terminata forzatamente all'inizio di marzo dello stesso anno a causa dell'emergenza Covid-19 che ha costretto alla sospensione i campionati di calcio dell'intera nazione. I dati raccolti sono riferiti, in tutte le settimane di allenamento, alla seduta del martedì, dove veniva effettuato l'allenamento più "stancante" del micro-ciclo. I giocatori utilizzati per questo lavoro di tesi sperimentale sono stati informati premurosamente riguardo tutte le procedure che avrebbero dovuto rispettare durante la seduta e, inoltre, hanno espresso il loro verbale consenso per la partecipazione di questo progetto. Prima di iniziare qualsiasi tipo di spiegazione del lavoro o di raccolta dati, ad ogni atleta scelto per la raccolta dati è stato enunciato, minuziosamente l'obiettivo del progetto oltre che il funzionamento dei vari metodi di raccolta.

Come già detto l'obiettivo principale di questo lavoro è quello di individuare (se esiste) una corrispondenza tra il metodo CR-10 di Borg e il metodo TRIMP di Banister in relazione alla valutazione della fatica post allenamento con tutti i dati a disposizione. In realtà con i dati raccolti durante le sedute è stato possibile valutare anche altri parametri che consentono di poter effettuare altre comparazioni e osservazioni sul carico di allenamento.

In particolare, in questo lavoro vengono analizzati il *Carico di allenamento*, l'*indice di monotonia* e la *fatica acuta* di ogni seduta e confrontati settimanalmente e sulla base delle sedute totali. Si è voluto poi fare anche una comparazione distinta tra i due metodi, valutando l'andamento di un singolo approccio, in media, sia del CR-10 e sia di TRIMP seduta per seduta notando eventuali variazioni di tendenza. Si è deciso poi di prendere ad esempio un singolo atleta, e su di esso è stata effettuata una valutazione della varianza dei metodi CR-10 e TRIMP in media, seduta dopo seduta, per notare possibili variazioni di andamento e per poter effettuare delle considerazioni in relazione a, possibili e non auspicabili, sbalzi di tendenza. Inoltre, sempre in relazione al singolo atleta, si sono valutati nel corso delle sedute i valori di Carico di allenamento, indice di monotonia e fatica acuta per poter effettuare delle considerazioni anche sulle intensità delle sedute.

I due metodi principali in analisi sono simili per l'obiettivo della richiesta, ma molto diversi nel modo in cui si svolgono, come vedremo inseguito un metodo si basa su calcoli matematici mentre l'altro si fonda su valutazioni soggettive dell'atleta. Ci si dovrebbe, comunque, aspettare almeno una minima correlazione tra i due metodi, ciò significherebbe che per qualsiasi approccio un preparatore atletico scelga di valutare la fatica post allenamento di un proprio giocatore, avrà lo stesso tipo di risultato.

Importante sottolineare che trattandosi, appunto, di due metodi con due criteri di svolgimento diversi, è stata creata una scala di valutazione dei risultati univoca, per poter confrontare elasticamente e facilmente un risultato ricavato da entrambi gli approcci; sempre rispettandone i cardini base rinvenuti in letteratura. Data l'emergenza creata dall'irruzione del Covid-19, che ha di fatto bloccato l'Italia e l'Europa nei mesi di marzo e aprile, sono stati fermati, doverosamente, tutti i campionati fino a data da destinarsi. Questo fatto ha avuto un'influenza negativa sul lavoro di raccolta dati che si è dovuta fermare forzatamente a circa metà delle sedute preliminarmente programmate, con conseguente dimezzamento dei dati a disposizione per analisi e commenti dei risultati. Tuttavia, con i dati rimanenti è stato possibile effettuare delle analisi interessanti, seppur senza evidenza scientifica.

3. DESCRIZIONE SPORT E MODELLO PRESTATIVO

Il calcio è uno sport di squadra, di situazione, giocato su un campo rettangolare con due porte da due squadre composte da undici giocatori, dieci dei quali possono toccare il pallone solo con i piedi, il corpo e la testa mentre il portiere a difesa della porta, può toccare il pallone anche con le mani e le braccia.

L'obiettivo del gioco è quello di segnare più goal possibile rispetto alla squadra avversaria, calciando il pallone in una porta entro due tempi da 45 minuti ciascuno, più un eventuale tempo di recupero al termine dei tempi regolamentari. Lo scopo del gioco del calcio è vincere più partite possibili per raggiungere gli obiettivi che il club e la squadra si sono posti all'inizio della stagione. Il calcio è uno sport di situazione poiché non c'è nulla di prestabilito, dove tutte le giocate sono soggette a cambiamenti sulla base di avversari, condizione fisica, terreno o condizioni meteorologiche tra le altre cose. È uno sport fisico e tecnico con un rilevante aspetto tattico. Il calcio è lo sport più popolare al mondo, necessita di abilità tecnica e una solida componente fisica il cui risultato è determinato da potenza, velocità, agilità e resistenza specifica.

I movimenti principali dei calciatori in una partita si possono suddividere in: sosta, cammino, corsa a bassa velocità, corsa a moderata velocità, corsa a velocità elevata, sprint, corsa all'indietro, corsa laterale, colpo di testa, tiri e contrasti o tackle che fanno dell'atleta un soggetto dinamico e non statico nel corso di una partita. In una partita di calcio, quindi, si alternano momenti di elevato impegno, quando ad esempio si esegue uno scatto, e momenti di scarso impegno quando si hanno le fasi statiche, del cammino o della corsa blanda. Un giocatore d'élite, oltre che per le sue abilità tecnico-tattiche, si differenzia da un giocatore normale sulla base della rapidità di scelta di decisione nel minore tempo possibile in campo denotando caratteristiche di intelligenza ed estrosità calcistica.

Nel gioco del calcio sono importanti le capacità coordinative, che possono essere divise in due grandi gruppi, generali e speciali:

<i>Tipo di capacità (tipo)</i>	<i>Spiegazione</i>
Apprendimento (generale)	Apprendere nuovi movimenti e tecniche
Adattamento e trasformazione (generale)	Cambiare il movimento in relazione alla situazione di gioco o condizione esterna
Controllo motorio (generale)	Controllo del movimento da effettuare in gioco
Equilibrio (speciale)	Mantenere una posizione statica o di movimento senza cadere anticipando o reagendo a fattori di squilibrio
Reazione (speciale)	Reazione più veloce possibile ad uno stimolo
Trasformazione (speciale)	Modificare rapidamente l'azione con un'altra più adeguata al momento
Ritmo (speciale)	Organizzare il movimento nel tempo e nello spazio determinandone sequenzialità, periodicità, ordine, pause e durata del singolo in relazione ai compagni
Differenziazione (speciale)	Equilibrio tra le singole fasi del movimento
Orientamento (speciale)	Muoversi nello spazio in modo coerente e consapevole

Tabella 1: elenco capacità generali e speciali nel calcio

Importanti nel calcio sono anche le capacità condizionali quali forza, resistenza, velocità e mobilità articolare che vanno allenate giornalmente e settimanalmente per permettere al giocatore di poter rendere il proprio massimo durante la gara. Brevemente la forza permette al giocatore un miglior impatto con il pallone e una maggior probabilità di vittoria nei contrasti con i giocatori avversari oltre che una buona resistenza muscolare; la resistenza permette di non subire un elevato decremento della prestazione all'aumentare del tempo di gara con conseguente "freschezza atletica e fisica" nei momenti finali della partita quando verosimilmente gli avversari calano athleticamente. La velocità è essenziale per vincere i duelli con o senza palla creando situazioni di superiorità numerica mentre la mobilità articolare permette l'esecuzione di movimenti complessi quali ad esempio tiri al volo o colpi di testa qualitativamente difficili, per risolvere alcune situazioni di gioco.

Possiamo stabilire che nel calcio venga usato sia il sistema aerobico che il sistema anaerobico poiché la maggior parte dei movimenti ad alta intensità sono basati su scatti e cambi di direzione della durata di pochi secondi e sull'alternanza di fasi ad alta e bassa intensità di sforzo. Nel dettaglio, in una partita, per il 75% si ha un metabolismo aerobico, per il 23% anaerobico lattacido e per il 2% anaerobico alattacido. I substrati energetici principali, nel modello prestativo del gioco del calcio, sono fosfocreatina e glicogeno.

In particolare, la tipologia di lavoro dei calciatori è di tipo intermittente, con cambi di attività ogni 4-6 secondi, con circa 1300 diversi tipi di attività svolta di cui 200 ad alta intensità. Della distanza totale percorsa da un calciatore in partita, circa il 22-24% è trascorso ad alta velocità (ovvero sopra i 15 km/h), l'8-9% a velocità molto alta (velocità maggiore di 20 km/h) e il 2-3 % sprintando (velocità maggiore di 25 km/h). La capacità di compiere lavoro intermittente a elevata intensità è un requisito indispensabile per la prestazione e determina la distinzione tra atleti "top level" e dilettanti. Nel confronto tra giocatori professionisti e amatoriali/dilettanti ciò che varia sono le velocità di esecuzione dei gesti tecnici, di corsa e di pensiero. L'intensità e il ritmo con i quali i calciatori si allenano possono essere funzionali al miglioramento di questi tre aspetti. A maggior ragione, infatti, nel confronto tra professionisti e dilettanti le richieste energetiche fisiologiche dell'organismo sono identiche, sono le risposte dei giocatori che cambiano, a parità di sollecitazioni. In relazione al ruolo tattico di ciascun giocatore, quelli dove vengono percorsi la maggior parte dei metri sono gli esterni (offensivi e difensivi) e i centrocampisti centrali.

Nelle ultime fasi della partita dove i giocatori sono più soggetti a stanchezza e maggior probabilità di infortuni, una buona preparazione fisica può aiutare gli atleti a rallentare e posticipare l'affanno fisico e a limitarne gli infortuni.

4. DESCRIZIONE SQUADRA E CAMPIONATO

I 10 atleti presi in analisi per la raccolta dati appartengono tutti alla società calcistica della Associazione Sportiva Dilettantistica Baia Alassio Calcio (conosciuta come Baia Alassio) avente sede nella città di Alassio, in provincia di Savona. Il gruppo della prima squadra oltre a comprendere una rosa di 21 giocatori dispone di un “Mister” (codice del linguaggio calcistico utilizzato per l’*Allenatore* o ancora più formalmente definito come *Responsabile Tecnico*), un vice allenatore, due preparatori atletici, dirigenti, allenatore dei portieri, direttore sportivo, direttore generale e un guardalinee ufficiale.

Nella stagione 2019/20 la Baia Alassio ha partecipato al campionato di Prima Categoria girone A regionale, e al momento della stesura di questo lavoro si trova all’ 8° posto in classifica, a soli 4 punti di distanza dalla zona Playoff. La competizione del campionato di Prima Categoria comprende 14 squadre che si affrontano in due gironi, uno di andata e uno di ritorno, per un totale di 26 giornate. Accedono ai Playoff le squadre che si posizionano fra il secondo e il sesto posto, per disputare una serie di ulteriori partite, al termine del campionato, che vedrà la migliore classificata essere promossa alla serie maggiore ovvero il campionato regionale di Promozione

Il micro-ciclo base consiste in tre allenamenti (martedì, mercoledì e venerdì), organizzati di sera alle ore 20.15 per permettere a tutti i lavoratori della squadra di raggiungere per tempo l’inizio della seduta e della durata di circa un’ora e mezza. Le partite settimanali sono previste per la giornata di domenica e in casa vengono giocate allo stadio comunale Ferrando di Alassio. Oltre al campionato, la Baia Alassio ha partecipato ad inizio stagione alla coppa Liguria, competizione parallela al campionato, che ha visto l’eliminazione al primo turno a causa del secondo posto nel girone eliminatorio, composto da 4 squadre, dove è passata al turno successivo solo la prima classificata. L’età media della squadra è di 24.6 anni.



Figura 1: Foto stemma Baia Alassio Calcio

5. PRESENTAZIONE METODI

Questo lavoro di tesi sperimentale si basa all'utilizzo di due metodi sperimentali per valutare la fatica percepita e reale post allenamento: CR-10 di Borg e il TRIMP di Banister.

La scala di Borg, così chiamata grazie al nome del suo ideatore ovvero Dott. Gunnar Borg nel 1982, consente di valutare la percezione soggettiva dello sforzo in relazione ad un carico prodotto dall'atleta durante uno stimolo, in questo caso la seduta di allenamento. Esistono due tipi di scala di Borg maggiormente utilizzati in letteratura sportiva: la RPE 6-20 (*ratings of perceived exertion*) che si basa su una scala valutativa della fatica che parte da 6 (nessuno sforzo) e termina a 20 (massimo sforzo) e la CR-10 (*category ratio anchored at number 10*) che si basa su 10 livelli, dallo zero di partenza al dieci relativo al massimo sforzo. In pratica bisogna mostrare la scala al giocatore e raccogliere la sensazione dello sforzo percepito al termine della seduta di allenamento. Il dato ricavato da questa scala valutativa è molto utile per la programmazione degli allenamenti e per valutare l'andamento del carico interno di un calciatore.

Per maggiore semplicità applicativa da parte degli atleti si è deciso di utilizzare, per questo lavoro sperimentale, la scala CR-10. Agli atleti è stato proposto, sempre, al termine dell'allenamento un foglio con il fac- simile della scala CR-10 vuoto da completare con il loro livello di stanchezza.

Scala di Borg CR-10	
0,5	ESTREMAMENTE LEGGERO
1	MOLTO LEGGERO
2	LEGGERO
3	MODERATO
4	
5	FORTE
6	
7	MOLTO FORTE
8	
9	
10	ESTREMAMENTE FORTE (PRATICAMENTE MASSIMO)

Figura 2: Fac-simile scala CR-10 somministrata ad ogni atleta testato

Il metodo Borg CR-10 è semplice, economico, pratico, non invasivo e permette infatti di ricavare informazioni relative allo stato di forma dell'atleta, avendo a disposizione un semplice foglio di carta e una penna per spuntare la casella corrispondente al livello di stanchezza percepito. Questo questionario utilizza 10 fasce di percezione della stanchezza che vanno da 0.5 (estremamente leggero) a 10 (estremamente forte) che dovrebbe quantificare lo stato di massima fatica accumulabile al termine della partita, anche se quasi mai durante un incontro un giocatore raggiungerà quel livello. È un metodo, quindi, semplice ed economico per avere informazioni utili per la programmazione degli allenamenti stessi per i preparatori atletici.

Per una corretta raccolta dei dati un giocatore deve guardare sempre la scala, deve basarsi sulla definizione e scegliere poi il punteggio, deve essere sincero senza sopravvalutare o sottovalutare l'intensità della fatica provata ed infine deve esprimere la reale sensazione e non quello che sembra più giusto indicare. In ogni caso, è consigliato aspettare almeno 5/10 minuti al termine della seduta di allenamento per raccogliere i dati con il questionario CR-10.

Il secondo metodo utilizzato è il TRIMP di Banister. Questo metodo è stato scoperto nel 1975 da Sir Roger Banister per quantificare il carico di allenamento, e l'acronimo TRIMP deriva dall'unione delle iniziali delle parole inglesi "Training" e "Impulse". È necessaria, per l'attuazione del protocollo di questo approccio, la raccolta delle FC dei giocatori testati durante la sessione di allenamento, ma anche i valori a riposo e massimi. Dopo aver raccolto tutti i dati riguardanti la FC dei giocatori, il metodo TRIMP utilizza una formula matematica per la determinazione del carico interno:

$$\text{TRIMP (w(t))} = \text{duration of training (min)} \times \Delta\text{HR ratio} \times Y$$

$$\text{where } \Delta\text{HR ratio} = \frac{\text{HR}_{\text{ex}} - \text{HR}_{\text{rest}}}{\text{HR}_{\text{max}} - \text{HR}_{\text{rest}}}$$

$$Y = 0.64 e^{1.92x} \text{ maschi, } Y = 0.86 e^{1.67x} \text{ femmine}$$

$$e = 2.712, \quad x = \Delta\text{HR ratio}$$

Figura 3: Formula metodo TRIMP di Banister, ricavata in letteratura

TD (*duration of training*) equivale al tempo di allenamento della seduta di allenamento, “*e*” è una costante matematica ed equivale a 2.712, mentre ΔHR rappresenta la FC di riserva che si trova con un’ulteriore formula:

$$[(FC \text{ media dell'esercizio} - FC \text{ a riposo}) / (FC_{\text{max}} - FC \text{ a riposo})]$$

In generale la FC rappresenta il conteggio del numero di battiti al minuto. La FC a riposo viene trovata con una misurazione precedente all’inizio dell’allenamento e consiste in una misurazione dei battiti tramite conteggio delle pulsazioni rilevabili dall’arteria del polso (tramite l’arteria Radiale) o del collo (grande arteria Carotidea) in un tempo di 30 secondi. Dato che la FC corrisponde al numero di battiti per minuto (bpm) il risultato acquisito nei 30 secondi viene moltiplicato per 2 per trovare il valore nei 60 secondi.

La Frequenza cardiaca media dell’esercizio si trova grazie alla valutazione di aumento o diminuzione delle intensità cardiache durante la seduta. Non avendo a disposizione cardiofrequenzimetri da affidare ai giocatori testati, si è deciso di raccogliere i battiti cardiaci in tre momenti della seduta, sempre tramite il conteggio dei battiti nei 30 secondi. Al termine della seduta, avendo a disposizione i valori dei battiti di ogni giocatore in tre momenti dell’allenamento, è bastato dividere il valore totale per 3 per ricavare la Frequenza Media (FM) della seduta, ovvero il valore medio indicativo dell’intensità di allenamento di ogni singolo soggetto. Va sottolineato che questo metodo non rappresenta, a livello di precisione, la migliore scelta possibile, ma rende comunque un’idea sia dell’andamento fisico del soggetto in particolari momenti dell’allenamento (valutando aumenti e discese brusche delle pulsazioni) e sia dell’andamento totale della seduta. In studi futuri, avendo a disposizione un cardiofrequenzimetro a testa per ogni soggetto testato, con il proprio “*cloud*” personale collegato ad un’applicazione software specifica, si potrebbero ricavare rilevazioni precise senza margine di errore, a differenza di quanto si possa avere da un conteggio manuale.

Per la FC massima si è deciso di utilizzare, a livello teorico, la formula 220-età atleta di Karvonen, studioso finlandese che per primo la teorizzò. Questa formula è indicativa, comunque, in quanto non tiene conto dei fattori individuali che hanno un’influenza sull’attività cardiaca. La FC massima è ricavabile anche attraverso test da campo, ma a causa di mancanza di tempo e di una scarsa disponibilità organizzativa globale, si è deciso di utilizzare questa formula matematica, comunque affidabile. Infatti, la FC massima non subisce variazioni nel corso della stagione calcistica ma decresce con l’avanzare dell’età. A livello generale, la Frequenza Cardiaca fornisce indicazioni sul raggiungimento

dell'obiettivo di una seduta, analizzando infatti il modo in cui un giocatore la interpreta a livello fisico.

Contestualizzando il risultato ottenuto con il metodo TRIMP nella propria scala valutativa avremo informazioni sull'intensità del carico interno della seduta:

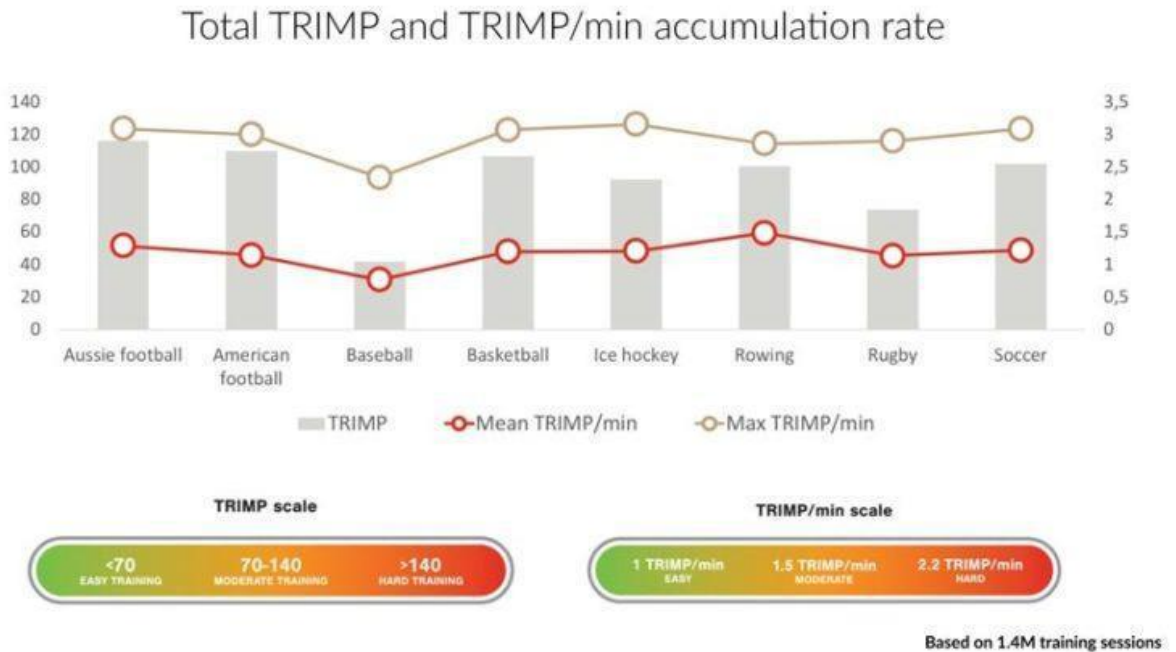


Figura 4: Scala valutativa del metodo TRIMP di Banister di vari sport, tra cui il calcio.

Per facilitare l'analisi e la discussione dei risultati dei due metodi si è deciso di perfezionare la scala di valutazione di TRIMP inserendo degli intervalli più piccoli, per poter confrontare con maggiore elasticità un valore di Borg con uno di TRIMP, rispettando sempre i criteri ideologici del metodo. In poche parole, dopo aver ricavato il risultato con il metodo TRIMP, tramite la formula sopracitata, si inserisce questo valore numerico nella scala di valutazione sottostante, nella fascia del TRIMP di Banister. Questo valore equivale, quindi, ad un suo corrispondente nella scala CR-10 di Borg. Nel caso in cui esista la medesima corrispondenza tra il valore di TRIMP "convertito" in Borg e il valore stimato dall'atleta durante la compilazione del questionario CR-10 al termine della seduta, si avrà una correlazione positiva tra i due metodi. La finalità principale di questo lavoro sperimentale è proprio quello di individuare quante correlazioni positive e negative esistono tra i due metodi di analisi del carico interno di un atleta durante l'allenamento.

BORG CR-10	← TRIMP BANISTER
0- Estremamente leggero	0-17.5 Estremamente leggero
1- Molto leggero	17.6- 35 Molto leggero
2- Leggero	35-52.5 Leggero
3- Moderato	52.5- 70 Moderato
4- Un po' pesante	70-93.3 Un po' pesante
5- Forte	93.3- 116.6 Forte
6- Duro	116.6- 140 Duro
7- Molto forte	140- 155 Molto forte
8- Fortissimo	155-170 Fortissimo
9- Fortissimo 2	70- 185 Fortissimo 2
10- Estremamente forte (massimo)	185-200 Estremamente Forte (massimo)

Tabella 2: tabella comparativa metodi TRIMP di Banister e Borg

Questa tabella valutativa è stata usata per correlare, come detto, il risultato del metodo TRIMP tramite la formula matematica sopra citata, con la scala valutativa del metodo Borg scelta dal soggetto per quantificare la sua fatica post allenamento. Se ne deduce che, in presenza di una correlazione positiva tra gli intervalli dei due metodi, si potrebbe concludere che non ci sarebbe alcuna differenza tra l'utilizzo di uno o l'altro metodo nella valutazione del carico post seduta, avvalorando l'obiettivo di discussione principe di questo lavoro di tesi sperimentale. La scelta degli intervalli della tabella precedente è stata effettuata rispettando comunque le basi del metodo TRIMP (<70 da nullo a moderato, 70-140 da un po' pesante a pesante e >140 da veramente pesante a estremamente pesante) ricavate in letteratura a riguardo in relazione al metodo Borg. Prendendo in considerazione gli intervalli delle fasce di riferimento, si deve tenere conto di un grado di incertezza di ± 3.5 , ritenendo quindi valido per la correlazione del valore di Borg con quello di TRIMP, anche un valore maggiore o minore di 3.5 della fascia di competenza, dopo aver svolto il calcolo matematico e aver individuato la zona di riferimento nella tabella

Gli altri parametri presi in considerazione, per descrivere gli andamenti delle sedute di allenamento testate, per questo lavoro di tesi sono: il carico di allenamento, l'indice di monotonia e la *Strain* (fatica acuta).

Il carico di allenamento (detto anche *training load*, TL) si trova moltiplicando la durata dell'allenamento con il valore del CR-10 di Borg dichiarato dal giocatore,

e può essere definito come la somma del lavoro che l'atleta svolge in una seduta. Permette di valutare l'andamento della seduta e scongiurare il rischio di infortuni, variazioni molto marcate di TL (>1000 unità arbitrarie), infatti, portano ad un aumento del rischio di infortuni.

L'indice di monotonia è un metodo per quantificare se il carico di allenamento, a cui è stato sottoposto il giocatore, risulta monotono nel corso del periodo di più sedute. Gli allenamenti risultano monotoni fra di loro se il valore di questo indice è simile tra tutte le sedute. Si calcola effettuando una divisione tra la media del carico di allenamento e la sua deviazione standard dell'allenamento stesso.

La *Strain* o fatica acuta si calcola moltiplicando la media del carico di allenamento per l'indice di monotonia, tanto più questo valore sarà alto e tanto più la fatica sarà elevata. Questo parametro può indicare una limitazione acuta della performance che sfocia in un aumento della percezione dello sforzo e un'incapacità fisiologica di sostenere lo fatica in questione. Un valore di fatica acuta alta, rispetto all'andamento del carico del micro-ciclo e mesociclo, determina uno stato di affaticamento e un rischio alto di infortunio.

Entrambi i metodi principali (CR-10 e TRIMP) permettono di valutare il carico interno di un atleta, che si può definire come la capacità dell'organismo di sopportare gli stress indotti dal carico esterno, che in questo caso è l'insieme dei mezzi allenanti della seduta. È una variabile soggettiva e cambia in base a molti fattori ad esempio il tipo di allenamento, lo stato di forma o il momento psicologico del giocatore. Effettuare partite ravvicinate, per esempio, causa un aumento del carico interno con aumento del rischio di infortuni e possibilità di peggiorare la prestazione. Conoscere le frequenze cardiache di un atleta, quindi, è importante per valutare il suo andamento fisico/atletico durante la seduta, ovvero il suo carico interno sottoposto ad un carico esterno come il mezzo di allenamento.

La funzione del cuore è quella di pompare sangue in tutto il corpo e un aumento dei battiti cardiaci, dovuto ad un aumento di intensità dello stimolo allenante, significa che esso pomperà più sangue e più velocemente per ogni battito, aumentando il suo volume sistolico. Si ha così un aggiustamento, ovvero una risposta acuta, temporanea e non stabile nel tempo, poiché infatti la FC dopo un aumento dovuto all'esercizio, nel periodo di recupero tende a scendere e tornare alla FC a riposo. Un aggiustamento è diverso da un adattamento, che causa invece una risposta cronica e resistente nel tempo. Facendo un esempio, infatti, se un atleta si allenasse sulla resistenza in modo continuo e bilanciato piano il valore di FC a riposo (non modificabile con l'allenamento) scenderebbe ad un valore più basso grazie all'allenamento.

6. PRESENTAZIONE ATLETI

Per effettuare il metodo sperimentale di questa tesi sono stati presi in considerazione 10 atleti, appartenenti tutti alla rosa della prima squadra. È stato scelto un esiguo numero di giocatori, rispetto al totale della squadra, per facilitare la raccolta dati durante la seduta. Nel caso in cui fossero stati testati tutti i giocatori di movimento della rosa si avrebbe avuto una possibile dilatazione degli errori in fase di protocollo, a causa del poco tempo a disposizione per raccogliere i battiti per ogni calciatore.

Scegliere 10 soggetti ha dato la possibilità di non intralciare il lavoro dell'allenatore durante l'allenamento; infatti nei momenti in cui era stabilita la raccolta delle pulsazioni, solo questi 10 giocatori si sarebbero dovuti assentare per circa un minuto dalla seduta per completare l'operazione. Non si sono riscontrati, durante la raccolta dati, problemi di perdita tempo eccessiva. Nella scelta dei 10 giocatori testati sono stati eliminati preliminarmente i 3 portieri della rosa a causa del diverso allenamento da loro effettuato rispetto agli atleti di movimento. Questo parametro avrebbe alterato i risultati finali perché si sarebbero confrontati dati di giocatori con differenti stimoli allenanti.

Non sono state effettuate, invece, distinzioni di età o ruoli ricoperti in campo nella scelta dei giocatori. La scelta finale è stata effettuata tenendo, anche, presente la facile propensione di alcuni atleti agli infortuni che li avrebbero potuti tenere lontano dai campi e quindi resi indisponibili alle sedute di allenamento previste per la raccolta delle pulsazioni.

Qui di seguito, è presente una tabella riassuntiva, contenente le informazioni salienti di ogni atleta scelto per l'analisi. I giocatori sono rappresentati con le loro iniziali per garantire la loro anonimità.

NOME	ETA'	PESO (kg)	ALTEZZA (cm)	BMI	RUOLO	PROFESSIONE	IN ROSA DA
D.P.	26	86	184	25.4	Centrocampista	Lavoratore/studente	2020
E.D.	21	79	179	24.6	Ala destra	lavoratore	2017
G.C.	21	59	168	20.9	Centrocampista centrale	studente	Settore giovanile
A.D.	18	70	173	23.4	Attaccante centrale	studente	Settore giovanile
S.N.	18	63	167	22.6	mediano	studente	Settore giovanile
A.C.	22	81	180	25.0	Terzino destro	lavoratore	2019
G.L.L.	24	75	187	21.4	Ala sinistra	lavoratore	2018
S.G.	18	62	167	22.3	Terzino sinistro	studente	Settore giovanile
J.O.	23	75	179	23.4	Centrocampista centrale	Lavoratore/studente	2018
G.S.	23	77	181	23.5	Difensore centrale	lavoratore	2018

Tabella 3: tabella riassuntiva dati principali atleti testati in questo lavoro sperimentale

L'età media dei soggetti presi in analisi è 21.4 ± 4 , il peso medio in chilogrammi è 72.7 ± 13.5 , mentre l'altezza media in centimetri risulta essere 176.5 ± 8.5 . Il BMI (indice di massa corporea) si ottiene dividendo il peso in chilogrammi con l'altezza in metri al quadrato, e classifica le persone in sottopeso (<18.5), normopeso ($18.5-24.5$), sovrappeso ($24,5-29,1$), obesi ($>29,1$).

Tutti i giocatori presi in analisi sono lavoratori o impegnati nello studio durante la giornata. In fase di allestimento di una seduta di allenamento, un buon preparatore atletico deve tenere conto delle energie fisiche e mentali spese dai suoi atleti nell'arco del giorno. È importante, quindi, avere chiaro come l'impegno di lavoro/studio quotidiano influisce sulle prestazioni. La programmazione degli allenamenti deve essere ben calibrata affinché sia realmente allenante per i giocatori della rosa e deve tenere conto delle reali condizioni fisiche dei giocatori a disposizione. È importante ricordare che un buon livello di allenamento si riflette positivamente anche nella partita domenicale dal punto di vista tecnico-tattico e fisico.

Tutti gli atleti partecipanti sono stati pienamente informati riguardo gli obiettivi di questo lavoro sperimentale, oltre che istruiti sulle procedure da effettuare durante l'allenamento per la raccolta dei battiti cardiaci. Si è notata una piacevole partecipazione da parte di tutti i giocatori testati che hanno anche, spesso, espresso la loro curiosità relativa a questo lavoro tramite domande o dubbi pratici. Prima di iniziare la raccolta dati, ogni giocatore testato ha accettato di partecipare a questo lavoro di tesi sperimentale.

7. DESCRIZIONE MATERIALI

Questo lavoro di analisi sperimentale si è contraddistinto per la facilità di esecuzione e per la scarsa necessità di materiali per completare le operazioni di raccolta delle pulsazioni. Relativamente al metodo Borg, l'unico materiale essenziale per la riuscita della raccolta è il questionario di valutazione della fatica post allenamento CR-10, sottoposto in copia unica agli atleti al termine dell'allenamento. Prima di ogni seduta sono state stampate 10 copie del facsimile del questionario, così ogni atleta ha potuto riceverne una copia personale da compilare. Avere una copia singola per ogni atleta è risultato essenziale per vari motivi: il primo riguarda la soggettività di questo metodo; un giocatore infatti, se avesse potuto confrontare un proprio valore con uno scelto da un compagno, avrebbe potuto condizionare la propria scelta e "spuntare" una fascia diversa nella scala, differente da quella reale percepita, falsando così il lavoro. In secondo luogo, avere un foglio personale a disposizione, significa una maggiore concentrazione da parte del singolo atleta nella propria scelta della fatica, ragionando bene in quale fascia posizionare la spunta. In media i soggetti hanno utilizzato un tempo dai 30 secondi a circa 1 minuto per scegliere la fascia corrispondente alla propria condizione di fatica soggettiva. Dal punto di vista del metodo TRIMP, invece, detto della scelta di utilizzare un metodo diretto al posto di cardiografici, è essenziale la presenza di un modulo, contenente una tabella riassuntiva, che viene preparata prima di ogni allenamento e che contiene gli spazi da riempire per ogni fascia relativa alla Frequenza Cardiaca.

Qui di seguito, è riportato l'esempio di tabella riassuntiva usata per tutte le sedute di allenamento:

NOME	FC riposo	FC 1	FC2	FC3
D.P.	38	59	73	60
E.D.	32	38	51	44
G.C.	32	42	55	42
A.D.	26	49	53	43
S.N.	28	44	55	49
A.C.	34	52	60	58
G.L.L.	30	46	75	62
S.G.	31	42	56	39
J.O.	33	47	75	63
G.S.	44	49	57	57

Tabella 4: esempio di modulo utilizzato per segnare i battiti cardiaci rilevati durante l'allenamento (seduta n.3, 18/2)

Al termine di ogni intervallo di raccolta di 30 secondi, viene spesa una manciata di secondi per segnare nella tabella soprastante il valore ricavato da ogni atleta.

La tabella precedente rappresenta l'esempio del modulo preparatorio usato per segnare i battiti cardiaci durante l'allenamento; utilizzare un prospetto di questo tipo ordinato e semplice ha permesso di velocizzare le procedure di rilevamento e scrittura dei numeri relativi a battiti dei 30 secondi. La fascia "FC riposo" rappresenta il numero dei battiti rilevati prima dell'allenamento; mentre le fasce "FC1", "FC2" e "FC3" rappresentano le pulsazioni conteggiate nei tre momenti prescelti nell'allenamento per il calcolo successivo della FC media. FC1 è presa al termine dell'attivazione, FC2 al termine del lavoro aerobico/anaerobico principale della seduta ed infine FC3 al termine della partitella finale che sancisce la fine della seduta. Come detto i valori di FC1, FC2 ed FC3 sono essenziali per la formula di TRIMP, la quale necessita del valore di Frequenza Cardiaca media della seduta.

Gli atleti non hanno riscontrato particolari problemi nel conteggio delle proprie pulsazioni grazie ad una loro preparazione preliminare nell'utilizzo di questo metodo di raccolta. Non è servita una ulteriore spiegazione su come rilevare le proprie FC tramite polso o collo. Sono risultati strumenti fondamentali, per il corretto svolgimento del protocollo sperimentale, una penna, per scrivere i valori delle Frequenze Cardiache nella tabella e valori del CR-10 di Borg nel questionario finale e un cronometro per delimitare il tempo di conteggio delle pulsazioni nei 30 secondi per FC a riposo, FC1, FC2 ed FC3. In un secondo momento, per lo svolgimento dei calcoli della formula del metodo TRIMP, è risultato essenziale l'utilizzo di una calcolatrice.

8. PROTOCOLLO SPERIMENTALE

La procedura di raccolta dati per questa tesi sperimentale, in una “seduta tipo”, è stata la seguente:

A mano a mano che i giocatori arrivano al campo per l'operazione di vestizione in spogliatoio prima dell'allenamento, viene preparata la tabella di raccolta dati. Quando tutti i giocatori, o un buon numero, risultano pronti e cambiati per l'allenamento viene effettuata la prima raccolta delle pulsazioni per la FC a riposo, con l'ausilio del cronometro. C'è da sottolineare che non sempre sono stati presenti tutti gli atleti analizzati nello stesso momento prima dell'allenamento, per vari motivi, tra i quali ritardi all'allenamento o necessità di visite dal medico della società, per cui molto spesso la prima analisi relativa alla FC a riposo è stata effettuata a scaglioni. Dopo aver segnato i primi valori di FC a riposo, la squadra si sposta in campo per l'inizio del riscaldamento. I materiali necessari per il conteggio delle pulsazioni vengono portati in panchina per velocizzare i tempi di conteggio delle pulsazioni; se si fosse, infatti, lasciato il materiale in spogliatoio si sarebbe perso troppo tempo per andarlo a recuperare per ogni operazione di rilevazione battiti. A questo punto l'allenamento comincia regolarmente con l'attivazione, al termine di esso i 10 giocatori testati, prima di dissetarsi, si recano nella zona della panchina per la prima raccolta di FC1. Al termine dei 30 secondi vengono scritti i risultati delle pulsazioni sulla tabella e dopo di ciò l'allenamento può riprendere. Mentre questi 10 giocatori sono impegnati nella raccolta dati molto spesso anche la restante parte della squadra si reca in “zona panchina” per dissetarsi o guardare il momento della raccolta delle pulsazioni. Molto spesso anche i giocatori non testati in questo lavoro di analisi sperimentale hanno contato i propri battiti per curiosità personale o per confronto con quelli dei propri compagni.

Al termine del primo conteggio, la rosa si prepara per l'esercizio di allenamento successivo, che per la seduta del martedì è spesso un lavoro aerobico/anaerobico, definito il più “stancante” della seduta. Al termine di questo esercizio viene ripetuto lo stesso procedimento per la raccolta di FC1 e si trovano i risultati per FC2. Al termine del lavoro aerobico/anaerobico vengono effettuati altri due esercizi nella seduta di allenamento: uno, spesso, è di tipo tecnico/tattico e l'altro è sempre la partitella finale a campo ridotto che chiude di fatto la seduta. Al termine della partitella gli atleti effettuano l'ultima rilevazione per FC3 con la stessa procedura usata per FC1 ed FC2. Dopo aver raccolto le ultime pulsazioni, la squadra si reca negli spogliatoi (alcuni soggetti rimangono per fare allungamento muscolare qualche minuto in campo). Dopo circa 5/10 minuti dal termine della seduta, quando tutti i giocatori sono rientrati in

spogliatoio e prima della canonica doccia, vengono somministrati i questionari del CR-10 da compilare con le apposite penne. Nei giorni successivi, i valori delle Frequenze Cardiache della tabella sono usati per effettuare il calcolo matematico di TRIMP, e dopo aver paragonato questo dato con il valore corrispettivo di Borg del CR-10, vengono confrontati i due valori nella tabella di correlazione dei due metodi. Per ogni seduta di allenamento testata, è stato effettuato sempre lo stesso tipo di protocollo sperimentale senza nessun tipo di variazione, poiché già dalla prima seduta il tutto si è svolto per il meglio senza problemi e/o eccessive perdite di tempo.

9. PRESENTAZIONE SEDUTA DI ALLENAMENTO “TIPO”

La rilevazione dei battiti cardiaci per questo lavoro di tesi sperimentale è stata effettuata sempre nella stessa seduta di allenamento della settimana, quella del martedì.

La seduta del martedì rappresenta la prima seduta del micro-ciclo settimanale dopo la partita della domenica e la struttura della settimana “tipo” di allenamenti è la seguente:

Giorno	Programma di allenamento
Lunedì	Riposo post partita
Martedì	Capacità e potenza aerobica, resistenza, tecnica, tattica
Mercoledì	Potenza, forza massima, tattica, tecnica. Oppure partita amichevole
Giovedì	Riposo
Venerdì	Rapidità, velocità, accelerazione, tecnica, tattica specifica e di squadra
Sabato	Riposo prepartita
Domenica	Match campionato

Tabella 5: descrizione settimana “tipo” di allenamento

Per settimana “tipo” si intende un micro-ciclo di allenamento base, ovvero una successione programmata di allenamenti durante la settimana, dove vengono allenate le principali componenti fisico/atletiche e tecnico/tattiche senza cambi di programma dovute a fattori esterni, ad esempio partite infrasettimanali o eliminazioni di sedute di allenamento causa meteo.

La seduta del martedì è considerata come la più “stancante” della settimana, rispetto a quella del mercoledì, dove spesso si organizza una amichevole, o quella del venerdì dove ci si concentra su tecnica, tattica e velocità, tra le altre cose. Il programma di allenamento per la seduta di martedì intende puntare l’attenzione principalmente su capacità e potenza aerobica e anaerobica e sulla resistenza specifica.

Come già analizzato, la totalità della rosa è impegnata durante il giorno in studio o lavoro, quindi i requisiti della seduta sono quelli di far risaltare l’aspetto ludico senza imposizioni e riducendo i “tempi morti”. Gli allenamenti devono essere improntati su esercitazioni coinvolgenti che hanno come obiettivo il miglioramento di aspetti atletico-tattici e, come secondo, la partecipazione attiva

dei giocatori. Un buon preparatore atletico deve avere la sensibilità (o “l’occhio”) di avere il polso della situazione della condizione fisica della propria rosa, andando oltre i dati oggettivi in proprio possesso. Inoltre, è importante anche dare lo stimolo e la motivazione a quei giocatori che, stanchi dalla giornata, si recano al campo per l’allenamento.

Per chiarezza espositiva la seduta di allenamento del martedì viene divisa in 3 fasi: riscaldamento (o attivazione), parte centrale e fase finale (o partitella conclusiva).

9.1 Riscaldamento

Il riscaldamento per la seduta di allenamento del martedì inizia quasi sempre con una partita a campo ridotto (circa 25x10m) dove la rosa si divide in due squadre, una contro l’altra. L’obiettivo della partita è segnare un goal nelle porte (5x2 metri) al volo (ovvero senza che la palla tocchi il terreno prima di essere colpita) o di testa, su assistenza di un compagno. Nel caso in cui la rete venga segnata in un modo diverso, si riparte con un fallo a favore dell’altra squadra. Questo tipo di riscaldamento ha l’obiettivo di aumentare la temperatura corporea, predisporre gli organi e gli apparati all’intensità successiva dell’allenamento, preparare il fisico alla corretta coordinazione del gesto tecnico grazie al contatto con la palla e prevenire eventuali infortuni. Questo tipo di riscaldamento “ludico” ha la durata di 15/20 minuti, con eventuale pausa per effettuare movimenti di stretching passivo o attivo.

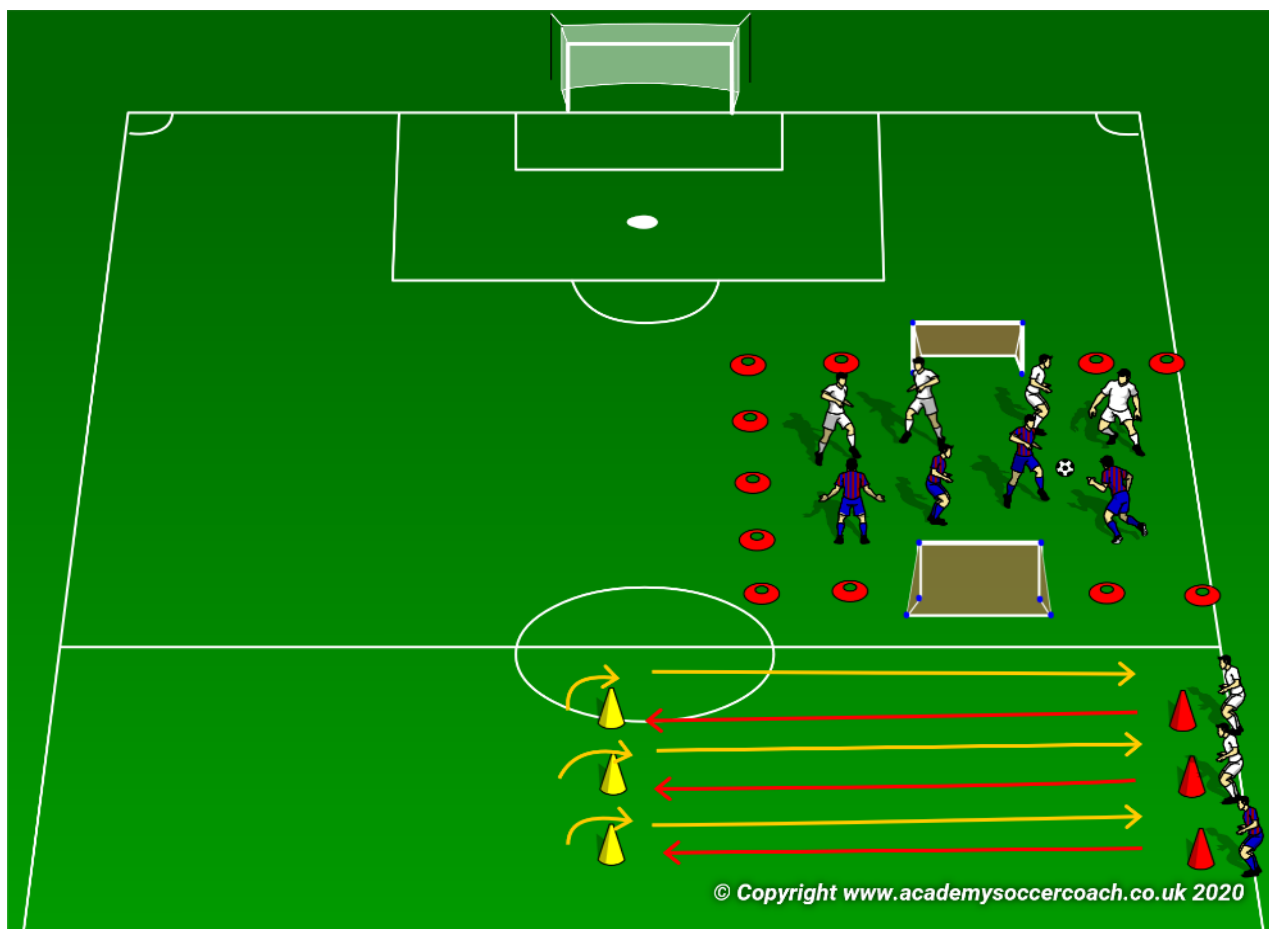


Illustrazione del riscaldamento: nella parte superiore troviamo la partitella a campo ridotto, mentre nella parte inferiore le andature sui 30m

Al termine di questo esercizio di riscaldamento, per circa 5 minuti, si effettuano delle andature (movimenti controllati degli arti inferiori) e corsa lenta in uno spazio di 30 metri, andata e ritorno, dove si effettuano dei movimenti di stretching dinamico e mobilità articolare degli arti superiori e inferiori. Al termine vengono effettuati due accelerazioni sui 30 metri a velocità crescente per terminare il riscaldamento. In generale, tutte le partite o gli allenamenti devono essere preceduti da una fase di riscaldamento o attivazione, che consenta al giocatore di adattarsi gradualmente, sia dal punto di vista fisico che mentale, alle attività che lo attendono. Gli scopi principali sono quindi quelle di migliorare la prestazione e di ridurre il rischio di infortuni.

9.2 Parte centrale

Nella parte centrale della seduta, terminata l'attivazione viene effettuato l'esercizio o gli esercizi principali dell'allenamento, ovvero quello/i dove l'allenatore vuole porre maggiormente l'attenzione. In questa fase di allenamento, l'impegno è rivolto verso la capacità e potenza aerobica e anaerobica, resistenza alla velocità e talvolta forza muscolare e tecnica/tattica. La capacità aerobica equivale alla quantità di tempo in cui si riesce a mantenere in maniera aerobica la massima velocità. La potenza aerobica invece, rappresenta la massima quota di ossigeno che il corpo è in grado di acquisire attraverso la respirazione. Tanto più si trasporta e consuma ossigeno e tanto più si è in grado di possedere energia necessaria per correre in regime aerobico

Durante questo lavoro di tesi sperimentale di raccolta delle frequenze cardiache, esse sono state raccolte subito dopo l'esercizio maggiormente stancante della fase centrale della seduta (FC2 n.b.). Andiamo brevemente ad elencarle:

Seduta 1	4 febbraio 2020	Navette sui 20 metri andata e ritorno
Seduta 2	11 febbraio 2020	Lavoro di forza e navette sui 25 metri
Seduta 3	18 febbraio 2020	“Temple Run” aerobico
Seduta 4	3 marzo 2020	Alternanza lavoro di forza e partitella nello stretto 3vs3

Tabella 6: Elenco mezzi allenanti sedute

In generale l'allenamento anaerobico permette di erogare la potenza massima durante attività ad alta intensità, aumentare la capacità di sviluppare energia in modo continuo mediante sistemi anaerobici e recuperare più rapidamente dopo un periodo di alta intensità.

Brevemente, nelle navette sui 20 metri gli atleti devono percorrere i due tratti, andata e ritorno, a circa 80% della velocità massima. Al termine della prima navetta c'è un recupero passivo di 30 secondi prima della ripetizione successiva. Sono effettuate 3 serie da 5 ripetizioni, con pausa al termine della serie e un “mini” recupero di qualche secondo tra una ripetizione e l'altra. L'esercizio è effettuato insieme da tutta la rosa, disposta in linea, a distanza di un metro uno dell'altro sulla linea di partenza, corrispondente alla linea laterale del campo. Questo esercizio determina un adattamento alla potenza anaerobica sulla base del metabolismo anaerobico lattacido. Durante le ripetizioni di questo lavoro, il lattato aumenta e il calciatore deve mantenere costante velocità e la corsa dal punto di vista biomeccanico.

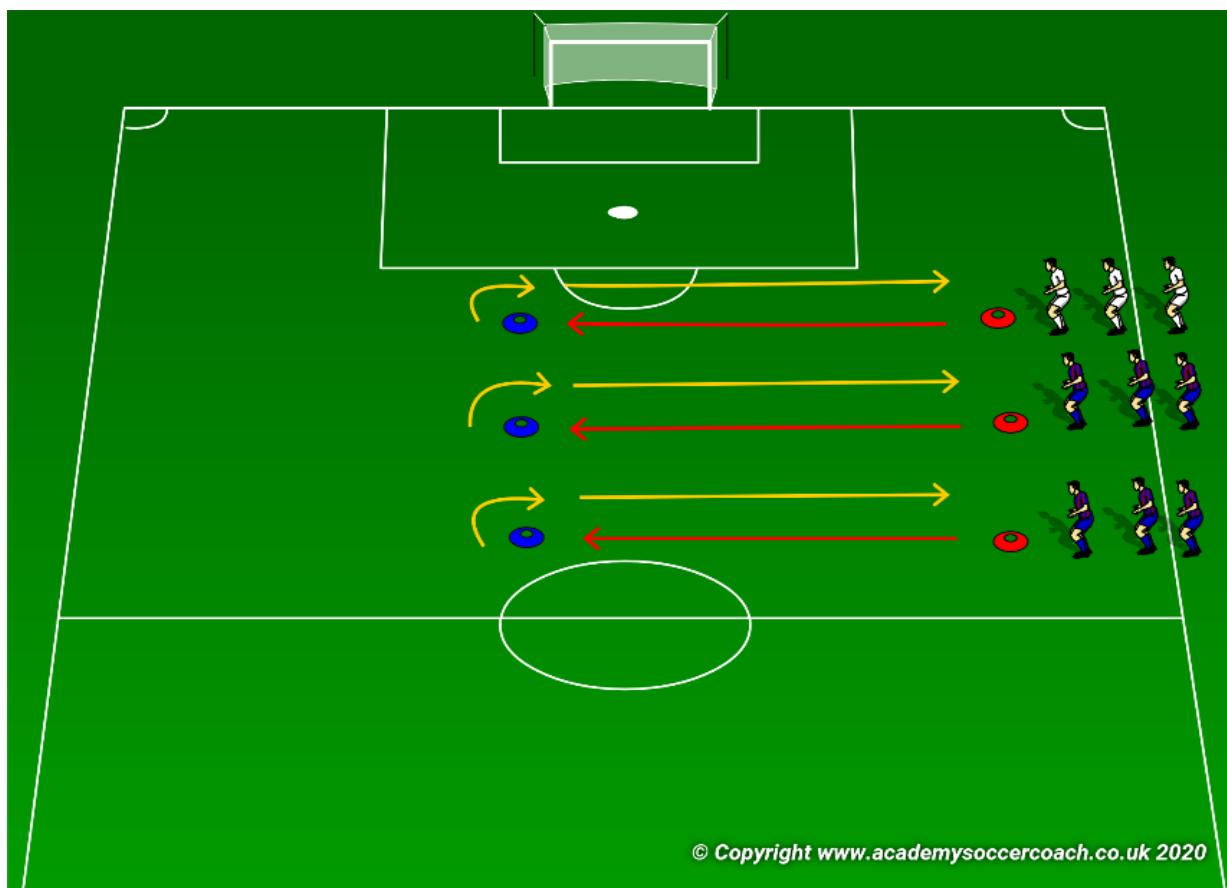


Illustrazione 1: navette sui 30m

Nel lavoro di forza e navette sui 25 metri, gli atleti devono effettuare dei balzi, prima mono podalici e poi bipodalici su alcuni cerchi posizionati a terra, e poi uno scatto a navetta per 25 metri andata e ritorno. L'esercizio è effettuato a due gruppi, con la medesima disposizione di materiale, per eliminare i tempi "morti". Il recupero consiste nell'attendere il proprio turno per ripartire. Sono state effettuate 3 serie da 6 ripetizioni. La prima parte di questo esercizio allena la forza esplosiva con i balzi differenziati, tramite una risposta elastica della muscolatura degli arti inferiori, in particolare del muscolo quadricipite, del bicipite femorale, del soleo e del gastrocnemio. Nella seconda parte dell'esercizio con le navette, si ha una "trasformazione" dell'impulso appena sprigionato nei balzi, in un lavoro di resistenza alla velocità. Questo metodo di alternanza di lavoro di forza e di resistenza alla velocità incide sui parametri neuromuscolari ed organici che permettono di migliorare la resistenza di base. In generale, negli esercizi comprendenti le navette si determina un miglioramento della RSA (*Repeated Sprint Ability*) ovvero la capacità di ripetere una serie di sprint a velocità massima, separati da un breve intervallo di tempo, senza che la qualità degli stessi venga meno. Questa qualità è essenziale nel modello prestativo del calcio moderno.

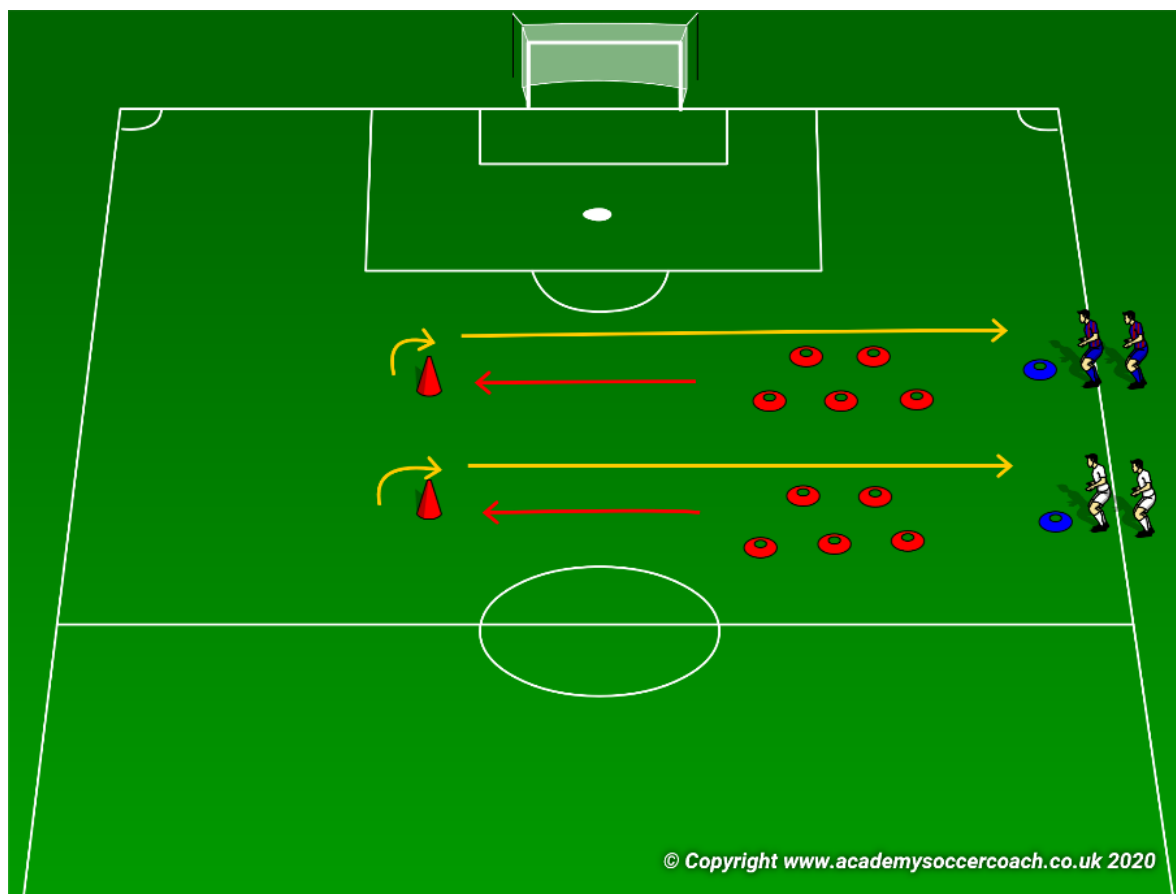


Illustrazione 2: esercizio comprendente i balzi nei cerchi e le navette sui 25m

Il “Temple Run” o più comunemente detto “Tempo run” è un esercizio di capacità aerobica, dove l’atleta deve compiere una cosa in accelerazione crescente da un lato all’altro del campo (circa 50 metri) al 70/80% della propria velocità massima per poi tornare in posizione di partenza in corsa blanda, prima di ripartire per la corsa successivo. I giocatori sono disposti in linea sulla riga della rimessa laterale per la partenza. Gli obiettivi di questo lavoro aerobico sono quelli di migliorare la capacità del sistema cardiovascolare nel trasportare ossigeno, aumentare la capacità dei muscoli di utilizzare l’ossigeno durante un esercizio prolungato e migliorare la capacità di recuperare rapidamente dopo un esercizio ad alta intensità. Sono effettuate due serie da 6 minuti. Il “Temple Run” è un esercizio leggermente meno stancante dei due precedenti, perché permette un recupero attivo già nella fase di ritorno dopo la corsa in accelerazione, per cui viene proposto in sedute dove si percepisce che la squadra non abbia recuperato pienamente dalla partita della domenica, quando non si vuole “caricare” troppo la seduta oppure quando la squadra si allena con un gruppo ridotto a causa di infortuni o assenze, e si vogliono evitare così ulteriori defezioni.

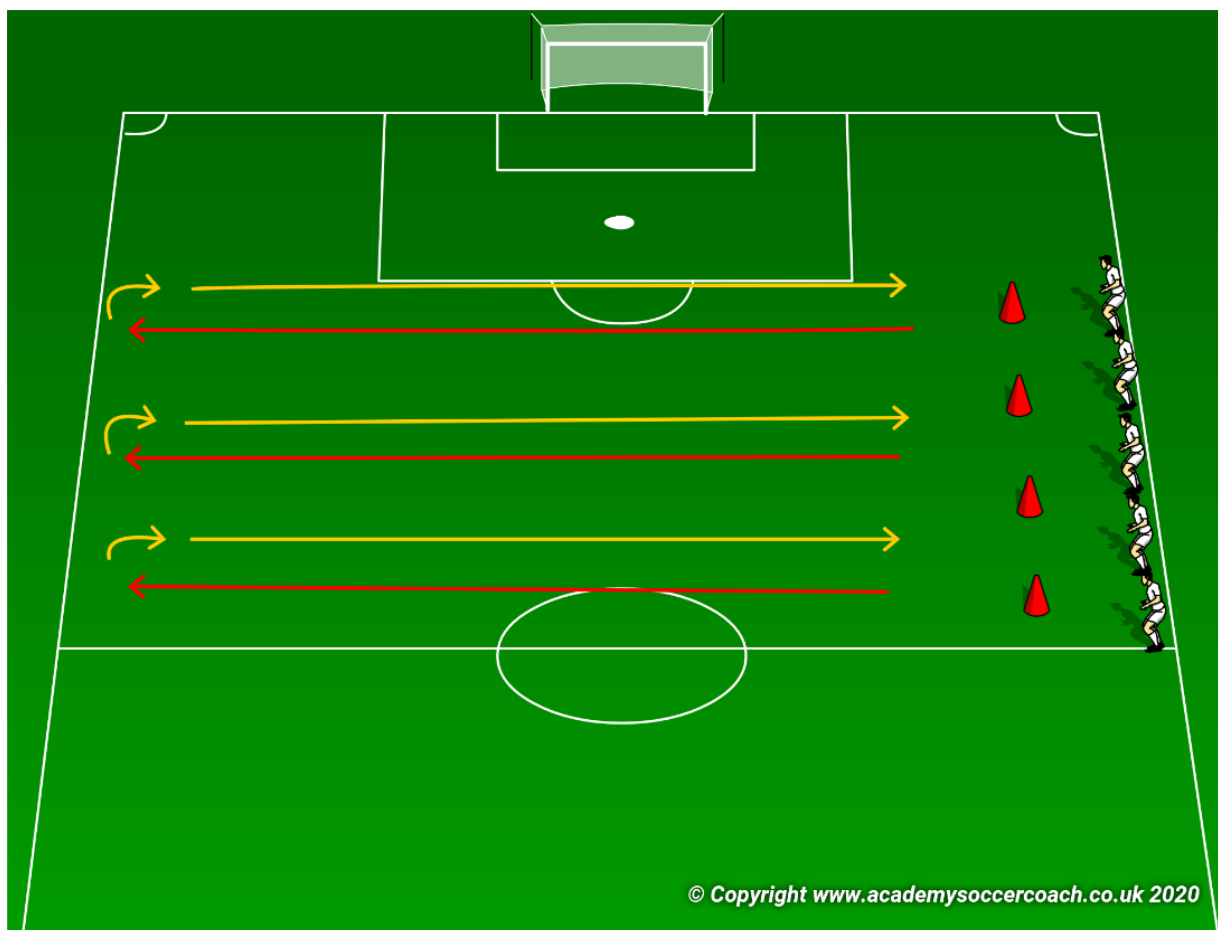


Illustrazione 3: "Temple Run"

Nell'esercizio di alternanza di lavoro di forza e di partitella nello stretto in 3vs2 ("vs" equivale a dire contro, con il termine inglese "versus"), la squadra viene divisa in due gruppi; uno affronta un lavoro di forza effettuando balzi mono podalici e bipodalici, "pilot squat" su un piede e balzi a 180 e 360 gradi sempre in pliometria, con l'ausilio di step e box; mentre l'altro gruppo effettua una partitella ad una porta in spazio ridotto (10x15 metri) dove tre giocatori attaccano la porta con l'obiettivo della segnatura e due (più il portiere) difendono la stessa, cercando di riconquistare palla per fare meta (oltrepassare la linea avversaria) con il pallone dalla parte opposta. Nella partitella 3vs2, dopo un determinato lasso di tempo, si cambia la consegna, con gli attaccanti che diventano difensori e viceversa. Dopo 10/15 minuti di lavoro, i due gruppi si scambiano ed effettuano l'esercizio mancante. Nei balzi in pliometria si allena l'ipertrofia muscolare degli arti inferiori mentre nella partitella 3vs2 nello stretto si allenano tutte le componenti di resistenza necessarie per la partita oltre che aspetti tecnico-tattici e mentali, specie nella fase di inferiorità numerica. La pliometria sfrutta l'immagazzinamento di energia elastica da parte del muscolo nella fase eccentrica e la sua restituzione sotto forma di lavoro meccanico nella fase concentrica per potenziare il gesto atletico. Il nostro muscolo, infatti, si

comporta come un elastico che al momento della tensione accumula energia che restituisce quando viene rilasciata (come il funzionamento di una fionda).

Da notare che i battiti cardiaci in questa fase sono raccolti in due fasi a causa della divisione in due gruppi della rosa, per tutti e 10 gli atleti si è svolto il conteggio delle Frequenze Cardiache dopo l'esercizio di 3vs2, per evitare differenze, dovute al differente stimolo, nell'analisi dei dati. Un esercizio di questo tipo rappresenta uno dei metodi più globali e veritieri in quanto allenano contemporaneamente tutte le capacità speciali di resistenza necessarie per giocare a calcio.



Illustrazione 4: esercizio comprendente i balzi in pliometria e la partitella 3vs2

Al termine di questi esercizi della fase centrale spesso viene effettuato un esercizio definito “small sided games”, dove il campo viene ristretto (25x30) e diviso in tre rettangoli: in ogni rettangolo si svolge un 2vs2, o 3vs3 in base al numero di atleti in seduta, con la presenza eventuale in caso di numero dispari, di un jolly (ovvero un calciatore gioca con la squadra che in quel momento ha il possesso della palla per creare superiorità numerica) con giocatori dello stesso

ruolo (es. nel primo rettangolo solo difensori, nel secondo solo centrocampisti e nel terzo solo attaccanti). L'obiettivo è quello di allenare tecnica, visione di gioco, resistenza specifica di base alla velocità, velocità di gioco e movimenti propedeutici per il modulo base della squadra tramite transizioni positive e negative. Partendo dal primo rettangolo i giocatori con il pallone (con l'ausilio dell'eventuale jolly) devono superare i giocatori "difensori" e passare il pallone ai loro compagni nel secondo rettangolo, che a loro volta dovranno "vincere" il 2vs2 e passare la palla ai loro compagni nel terzo rettangolo. L'obiettivo dell'esercitazione è quello di far arrivare la palla dal primo rettangolo al terzo passando dal secondo tramite il possesso palla, stimolando gli atleti a giocare palla a terra e a cercare spazi liberi nello stretto. Una delle finalità di questo lavoro è quella di cercare di sviluppare una trama di gioco adatta a portare il pallone da una parte all'altra del campo, per abituare i propri giocatori in partita, tramite una rete di passaggi precisi, a trasmettere la palla verso la porta avversaria per fare gol.

Le dimensioni e il numero di giocatori di questa esercitazione sono variabili, i vantaggi di questo lavoro sono quelli di unire aspetti tecnico-tattici con quelli fisici attraverso fasi di situazioni di gioco simili a quelle riscontrabili durante la partita. Secondariamente, gli atleti si allenano nel gioco nello stretto, migliorando i loro gesti tecnici (controllo, passaggio, finta e dribbling) sotto la pressione dell'avversario anche sviluppando modi alternativi per far arrivare la palla al compagno nella zona successiva. Questo esercizio richiede al giocatore di compiere numerose scelte, migliorando le proprie competenze dal punto di vista tattico e cognitivo. In generale, aumentando le dimensioni del campo e del numero dei giocatori si aumenta anche la frequenza cardiaca e la produzione di lattato, mentre viceversa l'intensità diminuisce.

Questo esercizio, se ben svolto, permette di migliorare le intensità degli atleti allo stesso modo di effettuare, ad esempio, esercizi a secco. Importanti in ogni caso sono le durate dei recuperi e l'incitamento dell'allenatore per l'aumento dell'intensità di ogni singolo atleta. I giocatori con basse capacità tecnico/tattiche possono trovarsi in difficoltà in questo esercizio a causa dei requisiti e della velocità di presa di decisioni richiesti; conseguentemente se la palla è spesso fuori dal campo per errori tecnici, ovviamente l'intensità del lavoro cala sensibilmente e gli allenatori devono essere preparati a rimettere in campo celermente un nuovo pallone per la ripresa del gioco per tenere alta l'intensità. La durata di questo esercizio è variabile, in base al tempo necessario per svolgere l'esercizio precedente della fase centrale della seduta di allenamento. Da notare che al termine di questo esercizio non vengono rilevate le frequenze cardiache.



Illustrazione 5: esercizio dello “Small Sided Games”

9.3 Fase finale

Terminata la fase centrale, per la restante parte del tempo di allenamento viene effettuata una partita a campo ridotto (una metà campo, 70x50m) dove gli atleti presenti sono divisi in due squadre. La partita può essere “libera”, con un limite di tocchi a giocatore (1, 2 o 3) che se superato costringe a cedere la palla alla squadra avversaria o con altre regole per favorire l’aumento dell’intensità. La partita è importante perché è l’esercizio più simile alla competizione; allena tecnica, tattica, forza, resistenza, velocità fisica e di pensiero e intesa tra i compagni. Al termine della partita i giocatori testati contano le Frequenze Cardiache per l’ultima volta nella seduta.

Terminata la partita, dopo circa 1 ora e 30/45 minuti l’allenamento si conclude. Alcuni giocatori raccolgono il materiale usato per il campo e le porte, altri eseguono esercizi di stretching e altri si recano subito in spogliatoio. Nello spogliatoio gli atleti testati compilano il proprio questionario relativo al CR-10.



Illustrazione 6: partitella finale a spazi ridotti, conclusiva dell'allenamento

10. PRESENTAZIONE RISULTATI

10.1 Raccolta dati

I risultati della raccolta delle frequenze cardiache e del questionario CR-10 Borg nei quattro allenamenti presi in considerazione sono i seguenti:

1) Seduta 4/2/20

NOME	FC riposo	FC 1	FC2	FC3	Borg
D.P.	60	58	56	88	7/10
E.D.	63	60	60	66	1/10
G.C.	53	45	52	48	2/10
A.D.*	/	/	/	/	/
S.N.	54	52	53	58	2/10
A.C.	58	52	55	62	2/10
G.L.L.	55	55	53	70	3/10
S.G.	62	47	54	59	2/10
J.O.	60	70	65	70	4/10
G.S.	61	52	56	72	0.5/10

*= A.D. non ha partecipato alla seduta per assenza. Tabella 7.

2) Seduta 11/2

NOME	FC riposo	FC 1	FC2	FC3	Borg
D.P.	33	50	63	75	7/10
E.D.	33	36	50	54	2/10
G.C.	26	38	49	50	2/10
A.D.	32	38	33	60	5/10
S.N.	31	48	53	62	2/10
A.C.**	/	/	/	/	/
G.L.L.	31	52	61	68	2/10
S.G.	31	49	49	52	3/10
J.O.*	33	/	/	/	/
G.S.	35	50	60	61	1/10

*= J.O ha iniziato la seduta ma ha dovuto abbandonare per un problema fisico. Tabella 8.

**= A.C. assente ad allenamento

3) Seduta 18/2

NOME	FC riposo	FC 1	FC2	FC3	Borg
D.P.	38	59	73	60	7/10
E.D.	32	38	51	44	1/10
G.C.	32	42	55	42	1/10
A.D.	26	49	53	43	3/10
S.N.	28	44	55	49	2/10
A.C.	34	52	60	58	2/10
G.L.L.	30	46	75	62	2/10
S.G.	31	42	56	39	3/10
J.O.	33	47	75	63	3/10
G.S.	44	49	57	57	0.5/10

Tabella 9.

4) Seduta 3/3

NOME	FC riposo	FC 1	FC2	FC3	borg
D.P.	32	48	80	74	7/10
E.D.	35	64	76	76	2/10
G.C.*	/	/	/	/	/
A.D.	40	76	74	60	3/10
S.N.	42	54	74	70	3/10
A.C.	32	64	56	66	3/10
G.L.L.	35	68	50	70	1/10
S.G.	36	62	64	78	3/10
J.O.	34	70	84	64	4/10
G.S.	54	62	52	62	1/10

*= G.C. assente alla seduta. Tabella 10.

Sommando tutti i dati a disposizione ricavati dalle quattro sedute di allenamento, si deduce che il totale di corrispondenze Borg-TRIMP sia 36. In 4 casi infatti l'atleta in questione non ha terminato (o talvolta neanche iniziato) la seduta.

10.2 Borg e TRIMP totali

Comparando i risultati tramite raccolta dati e svolgimento dei successivi calcoli dei due metodi abbiamo ricavato i seguenti risultati:

Delle 36 correlazioni Borg-TRIMP a disposizione ricavate dalle sedute di allenamento inserite nelle tabelle soprastanti, in ben 22 casi c'è stata una correlazione positiva tra i due metodi, ciò vuol dire che per il 61.11% dei casi è stato influente utilizzare uno o l'altro procedimento per valutare la fatica degli atleti post allenamento. Semplificando significa che, dopo aver svolto i calcoli della formula TRIMP con i dati a disposizione, e comparando il risultato nella tabella comparativa Borg-TRIMP si è notato che essa ricade nella stessa fascia di risultati della colonna Borg indicata dall'atleta nel questionario CR-10.

Conseguentemente, per il 38.89% dei casi non è stata trovata correlazione tra i due metodi, quindi utilizzare uno o l'altro porta ad un cambiamento del valore di fatica percepita dal giocatore del carico interno post allenamento.

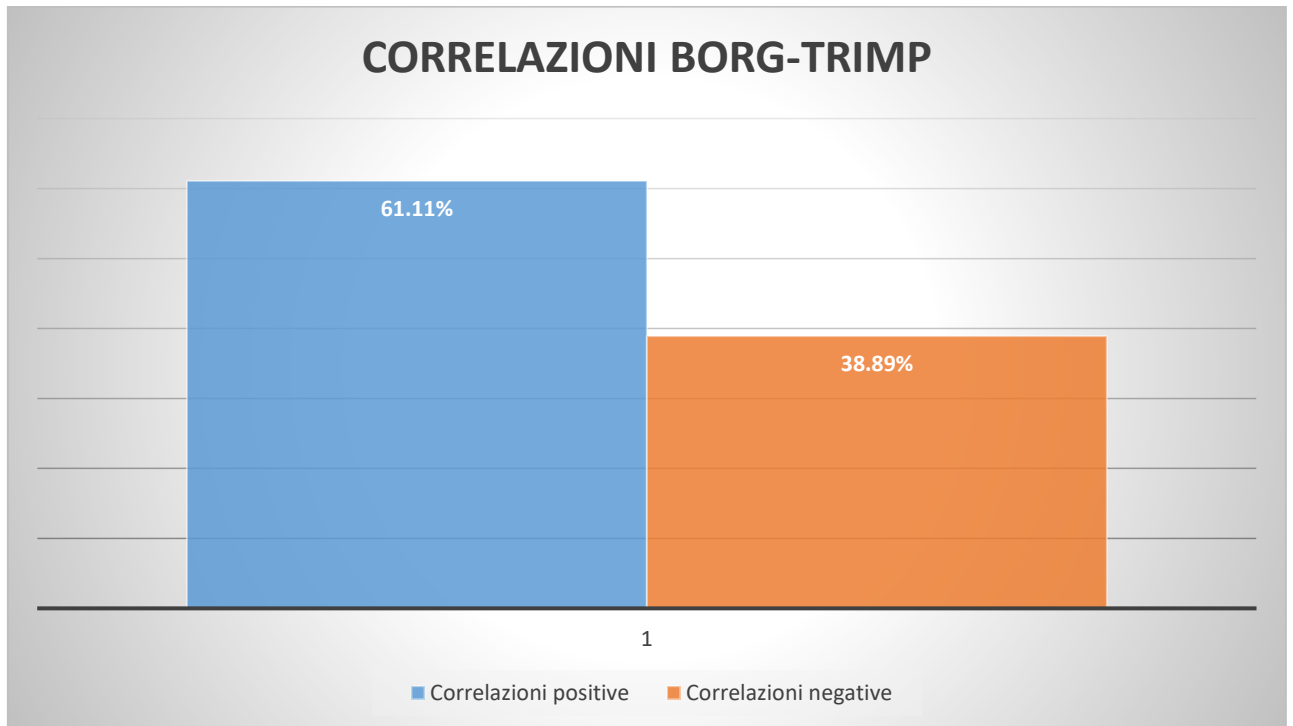


Grafico 1: tabella di comparazione delle 36 coppie di valori raccolte durante le sedute (Borg e TRIMP convertito in Borg)

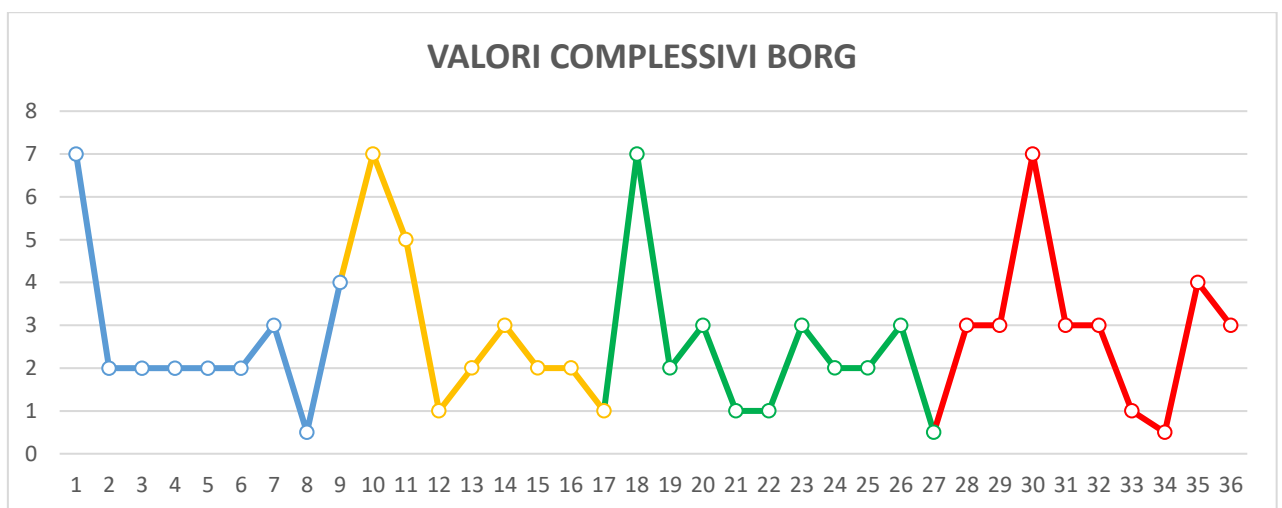


Grafico 2: riassunto raccolta 36 dati Borg durante le sedute, sull'asse delle ascisse sono rappresentati i 36 dati raccolti durante le sedute, mentre sull'asse delle ordinate i valori del questionario CR-10 di Borg.

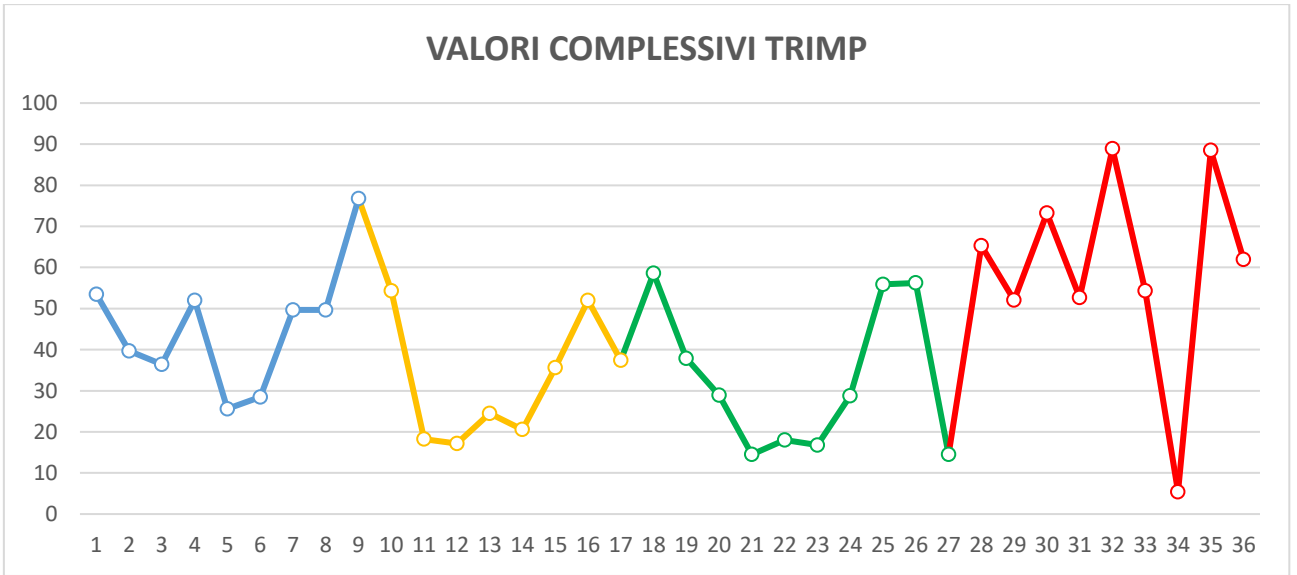


Grafico 3: riassunto raccolta 36 dati TRIMP durante le sedute, sull'asse delle ordinate sono rappresentati i valori di TRIMP scaturiti dal calcolo della formula matematica

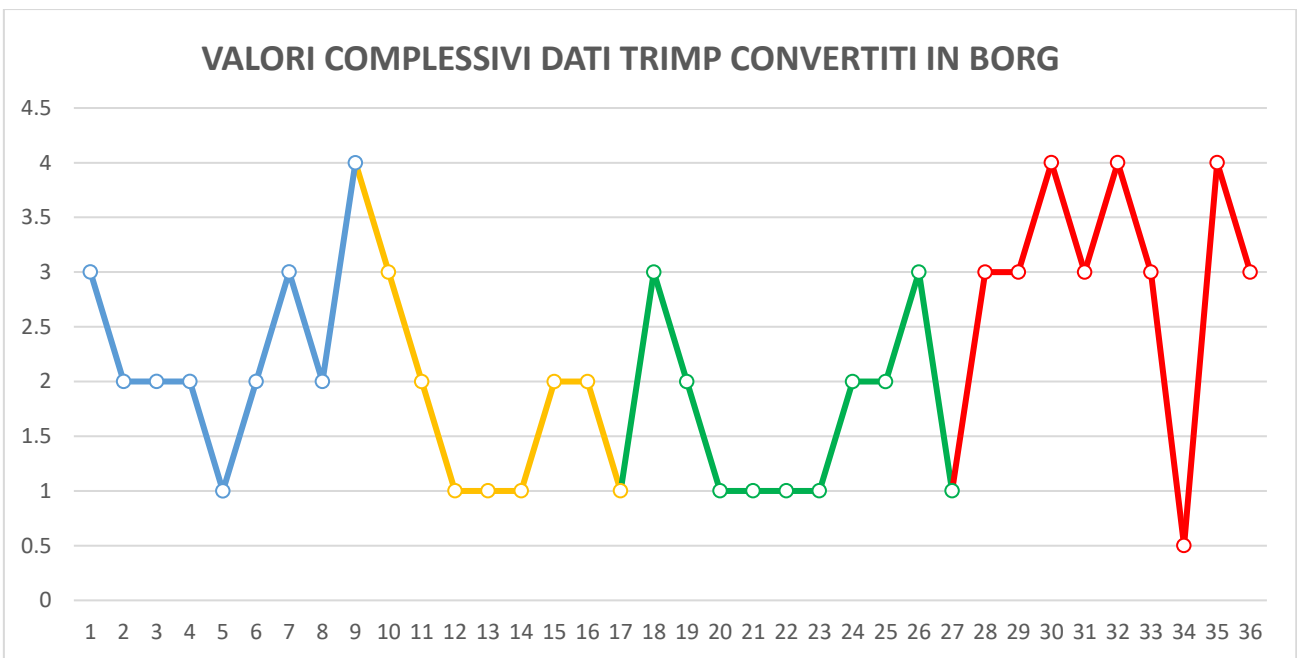


Grafico 4: riassunto 36 valori TRIMP convertiti in Borg tramite l'apposita tabella comparativa. Sull'asse delle ordinate sono rappresentati i valori di TRIMP convertito in Borg.

Legenda colori: seduta 1, seduta 2, seduta 3, seduta 4

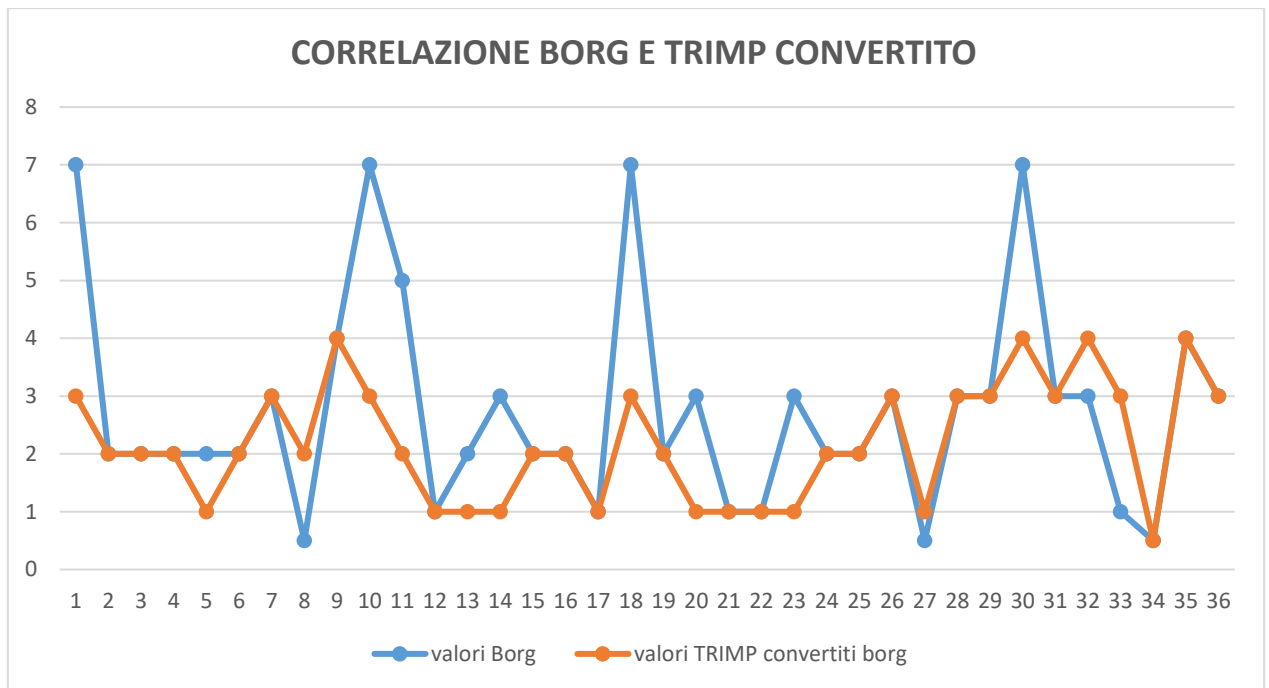


Grafico 5: riassunto correlazione 36 valori di Borg con i valori di TRIMP convertiti in Borg, si notano le 22 correlazioni positive (dove i punti relativi alle due linee si accavallano, 61.11%) e le 14 negative (dove i punti relativi alle due linee non sono nella stessa posizione, 38.89%). Sull'asse delle ascisse sono rappresentati tutti e 36 i dati raccolti durante le sedute mentre sull'asse delle ordinate sono rappresentati i valori della scala CR-10 di Borg.

La media globale dei 36 valori dei dati di Borg raccolti tramite la tabella CR-10 è di 2.76 mentre la media globale dei valori TRIMP ricavati dall'apposita formula matematica dei 36 soggetti è 42.88. La media totale dei valori di TRIMP convertiti in Borg con l'apposita tabella con le fasce di grado di fatica è 2.18.

10.3 Borg e TRIMP nel corso delle sedute

Eseguendo una media tra i risultati complessivi dei risultati dei due approcci di riferimento nel corso delle 4 sedute singole, abbiamo ricavato i seguenti andamenti relativi al totale dei soggetti:

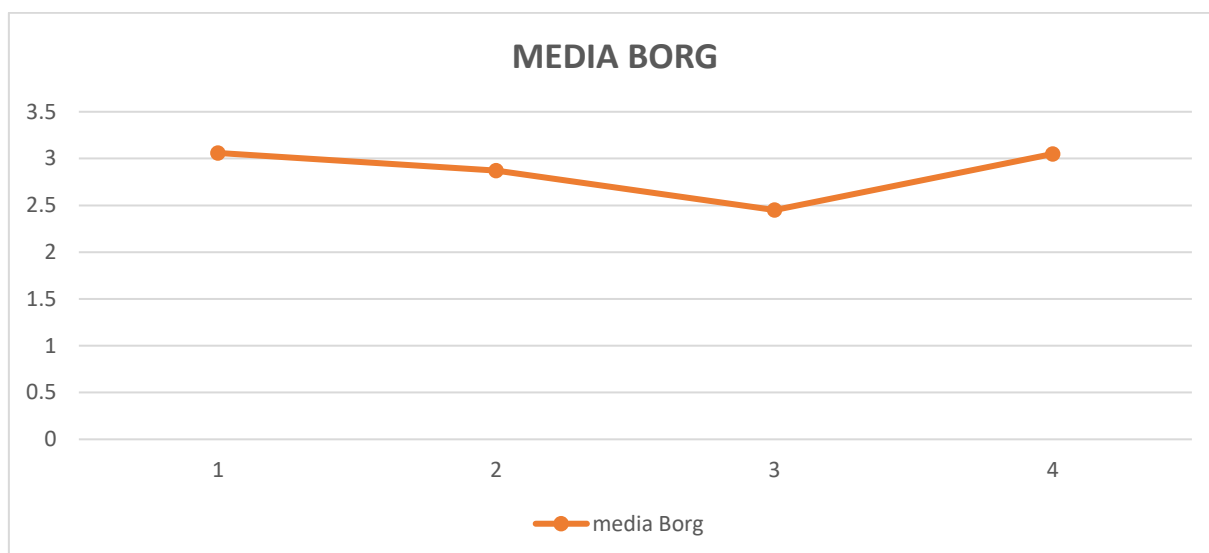


Grafico 6: riassunto medie Borg nelle 4 sedute di allenamento valutate. Sull'asse delle ascisse sono rappresentate le quattro sedute di allenamento prese in considerazione per la raccolta dati, mentre sull'asse delle ordinate i valori della scala CR-10 di Borg in media

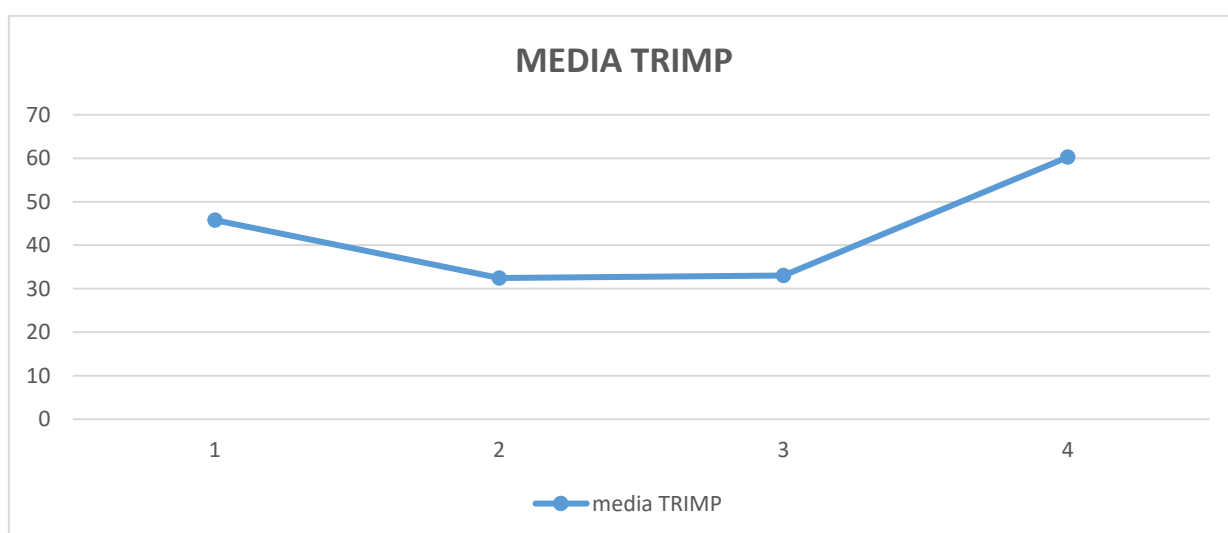


Grafico 7: riassunto medie TRIMP nelle 4 sedute di allenamento valutate. Sull'asse delle ascisse sono rappresentate le 4 sedute di allenamento e sull'asse delle ordinate i valori ricavati dalla formula del metodo TRIMP in media

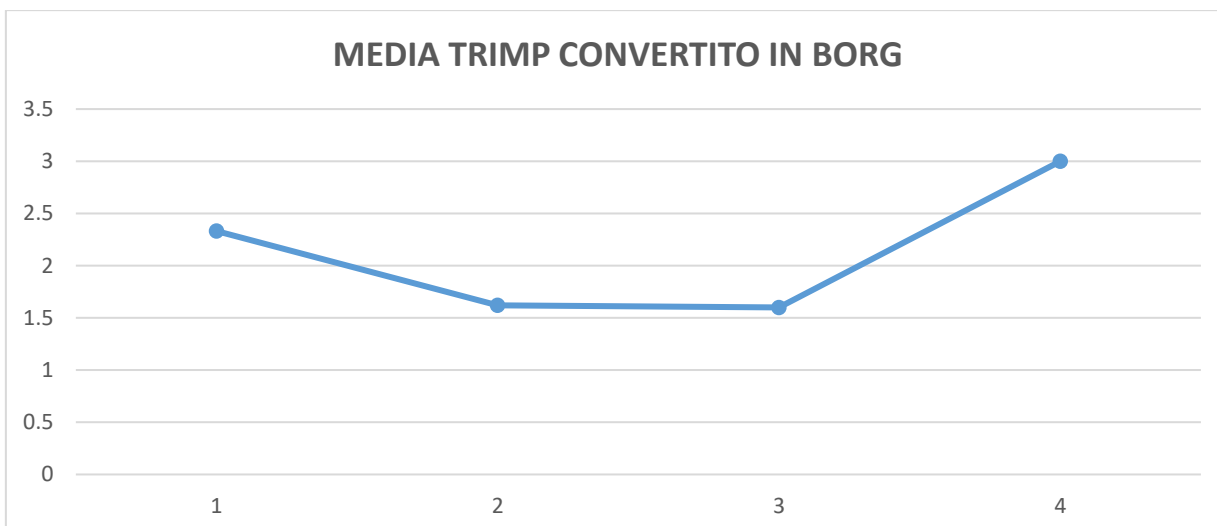


Grafico 8: riassunto medie valori TRIMP convertiti in Borg tramite tabella comparativa. Sull'asse delle ascisse sono rappresentate le quattro sedute di allenamento, sull'asse delle ordinate i valori della scala CR-10 di Borg in media

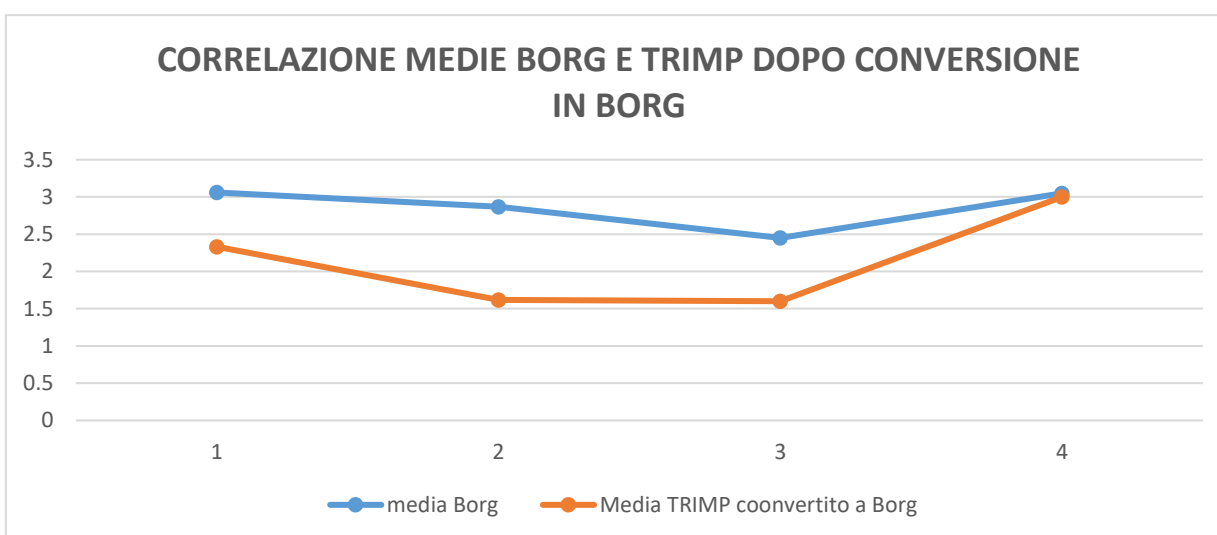


Grafico 9: riassunto correlazione medie Borg e TRIMP dopo conversione in Borg; sull'asse delle ascisse sono rappresentate le 4 sedute di allenamento, mentre sull'asse delle ordinate i valori della scala CR-10 di Borg.

Questa tabella elenca tutti i valori delle medie relative ai due metodi nelle quattro sedute di allenamento, esplicitate nei grafici soprastanti:

SEDUTE/MEDIE	MEDIA BORG	MEDIA TRIMP	MEDIA TRIMP CONVERTITO IN BORG
SEDUTA 1	3.06	45.76	2.33
SEDUTA 2	2.87	32.46	1.62
SEDUTA 3	2.45	33.01	1.60
SEDUTA 4	3.05	60.25	3.00

Tabella 10: valori Borg, TRIMP e TRIMP convertito nelle sedute

10.4 Carico di allenamento, indice di monotonia e fatica acuta

I risultati dei relativi parametri, nelle quattro sedute e in media nei 10 soggetti sono i seguenti:

	Seduta 1	Seduta 2	Seduta 3	Seduta 4*
Carico di allenamento (media)	245 UA	258.75 UA	220.5 UA	244.4 UA
Indice di monotonia	1.55 UA	1.46 UA	1.40 UA	1.75 UA
Fatica acuta (media)	379.75 UA	377.77 UA	308.75 UA	427.76 UA

N.b.= l'unità di misura del carico di allenamento è la UA, ovvero unità di allenamento. Tabella 11.

*= la seduta 4 è durata 80 minuti anziché 90 effettivi, quindi per il calcolo del carico di allenamento si moltiplica per 80 e non per 90.

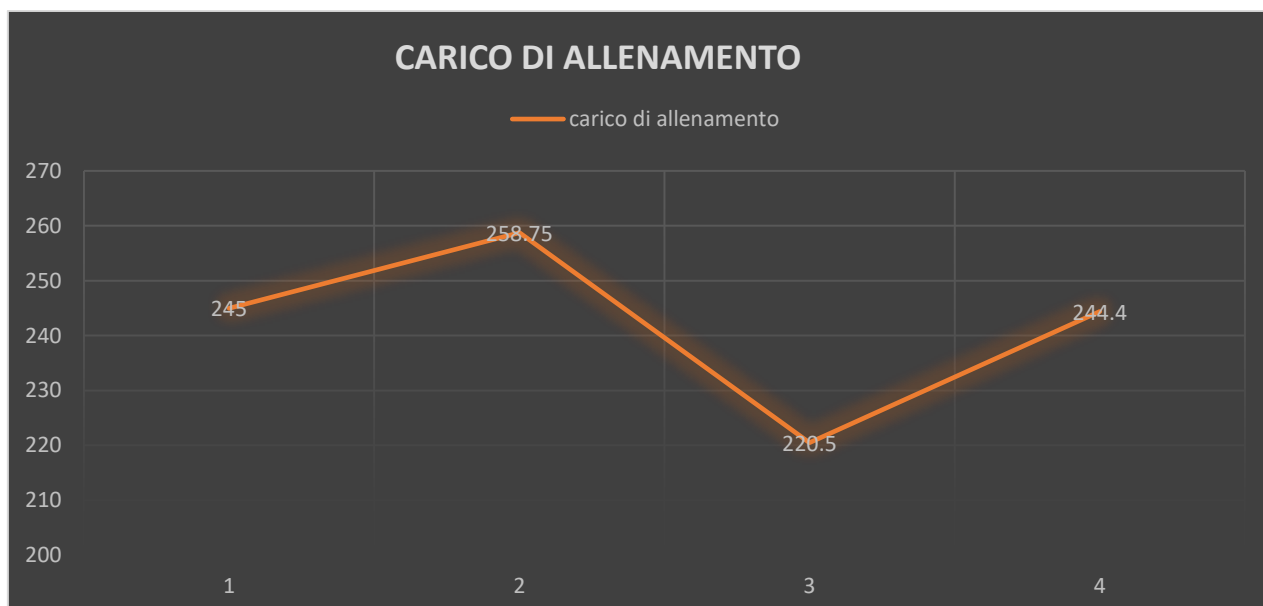


Grafico 10: riassunto medie Carico di allenamento nelle 4 sedute. Sull'asse delle ascisse sono rappresentate le 4 sedute di allenamento, mentre sull'asse delle ordinate i valori del carico di allenamento in UA.

10.5 Borg e TRIMP singolo soggetto

Prendendo come riferimento un singolo soggetto, presente in tutte e quattro le sedute di allenamento, possiamo valutare l'andamento dei risultati dei due approcci per valutare la fatica post allenamento singola. Consideriamo eventuali picchi o decrescite di tendenza:

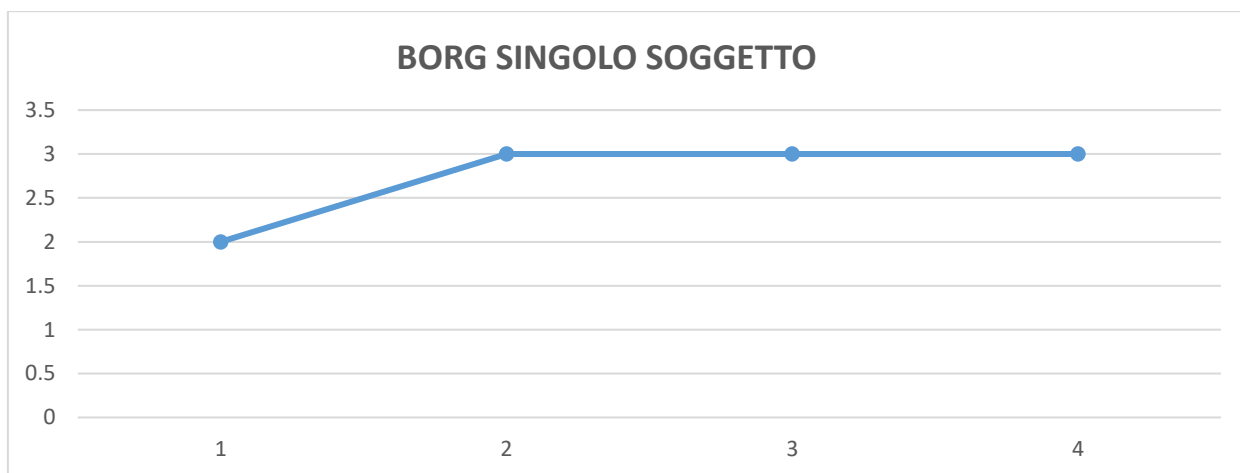


Grafico 11: riassunto valori Borg singolo soggetto nelle 4 sedute. Sull'asse delle ascisse sono rappresentate le sedute di allenamento e nell'asse delle ordinate i valori di Borg della scala CR-10.



Grafico 12: riassunto valori TRIMP singolo soggetto nelle 4 sedute. Sull'asse delle ascisse sono rappresentate le 4 sedute di allenamento, mentre sull'asse delle ordinate i valori di TRIMP, ricavati dalla formula matematica.

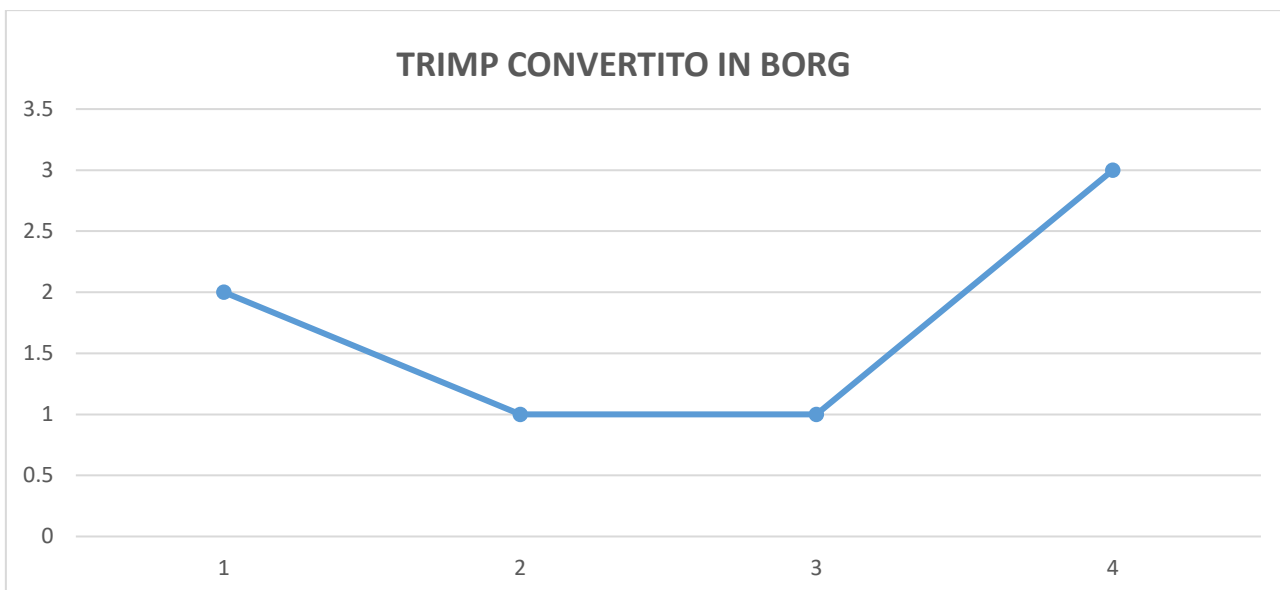


Grafico 13: riassunto valori di TRIMP convertiti in Borg tramite la tabella comparativa. Sull'asse delle ascisse sono rappresentate le sedute di allenamento e nell'asse delle ordinate i valori di Borg della scala CR-10.

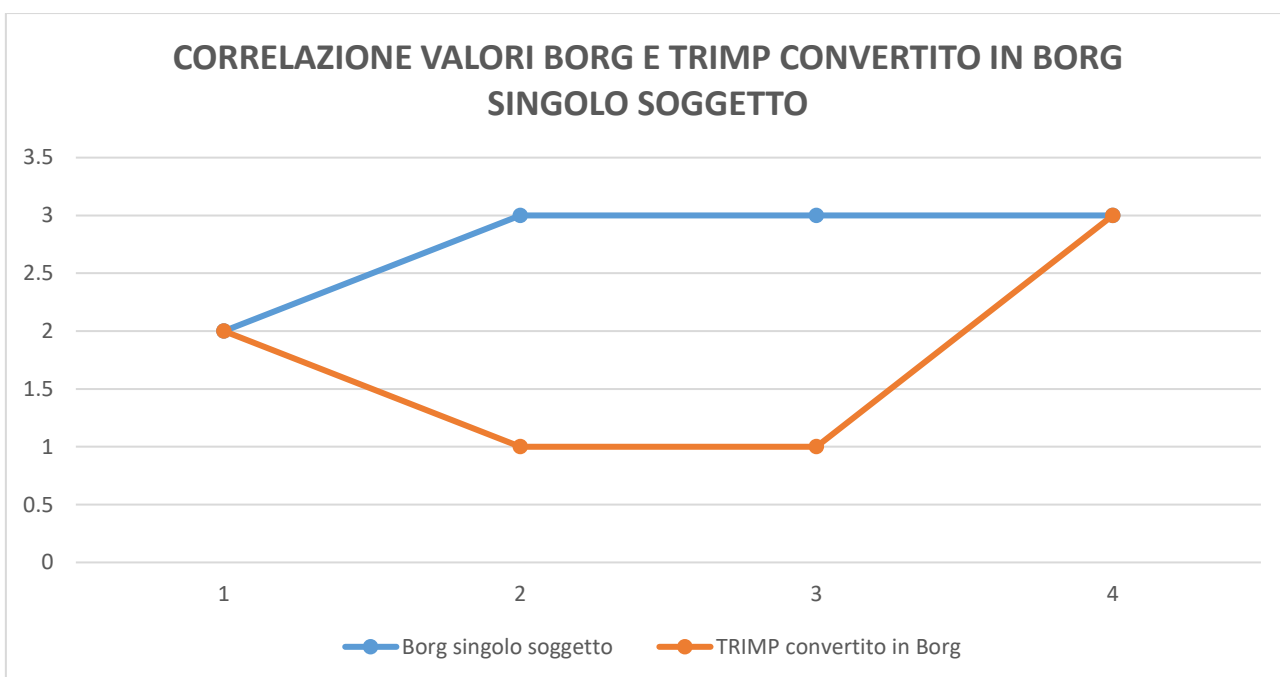


Grafico 14: riassunto correlazione valori Borg e TRIMP convertito in Borg singolo soggetto. Si nota che in due occasioni (seduta 1 e 4) i valori coincidono, mentre nelle altre occasioni (seduta 2 e 3) i valori non coincidono determinando una discordanza tra Borg e TRIMP. Sull'asse delle ascisse sono rappresentate le 4 sedute di allenamento, mentre sull'asse delle ordinate sono rappresentati i valori della scala CR-10 di Borg. Si può dire che per tale giocatore, nelle 4 sedute di allenamento testate, la correlazione della fatica post allenamento nei due metodi (Borg e TRIMP) sia positiva, quindi ininfluente tra i due approcci, per il 50% dei casi.

La tabella successiva elenca i valori dei risultati di Borg, TRIMP e TRIMP convertito in Borg del singolo soggetto, esplicitati nei grafici soprastanti:

SEDUTA	BORG	TRIMP	TRIMP CONVERTITO IN BORG
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>28.5</i>	<i>2</i>
<i>2</i>	<i>3</i>	<i>20.55</i>	<i>1</i>
<i>3</i>	<i>3</i>	<i>16.8</i>	<i>1</i>
<i>4</i>	<i>3</i>	<i>65.28</i>	<i>3</i>

Tabella 12. Elenco valori risultati Borg, TRIMP e TRIMP convertito

11. ANALISI DATI E CONCLUSIONI

11.1 Raccolta dati

La raccolta dei dati relativa alle frequenze cardiache nei 10 atleti testati durante le sedute di allenamento, non ha riscontrato particolari problemi dal punto di vista procedurale. Come già affermato, infatti, nei quattro allenamenti presi in considerazione i soggetti hanno partecipato attivamente al conteggio delle pulsazioni e nessuno di essi si è mai trovato in difficoltà in alcuna fase della procedura. Nel corso delle sedute, occasionalmente, alcuni atleti non hanno potuto partecipare all'allenamento, a causa di infortuni o assenze, ma ciò non ha comportato sostanziali problemi nell'analisi dei risultati. I 36 dati a disposizione, seppur pochi per avere una valenza scientifica, sono bastati per determinare una correlazione positiva nella comparazione dei due metodi per la quantificazione della fatica post allenamento.

Analizzando a fondo i risultati singoli di ogni atleta, si è notata una tendenza di alcuni soggetti nel determinare lo stesso valore nel questionario CR-10, in ogni seduta di allenamento, nonostante le evidenti differenze di carico delle sedute stesse. Determinati soggetti hanno spesso espresso lo stesso valore di Borg, forse a causa di una sovra o sottovalutazione della propria fatica; la scala di Borg ha il pregio (o il difetto) di essere un metodo valutativo della fatica soggettivo, ciò significa che la valutazione della propria stanchezza al termine dell'allenamento può essere "sporcata" da uno sfianamento o da uno stress prodotto dall'insieme della giornata stessa. Facendo un esempio pratico, un soggetto che applica un valore di "7" alla propria stanchezza al questionario CR-10 post allenamento, può valutare questa sua spossatezza sulla base di una somma delle energie spese durante la giornata. In questo lavoro di tesi sperimentale non sono stati utilizzati giocatori professionisti, che fanno del calcio il loro unico scopo, al quale dedicano tutta la giornata, ma tuttavia atleti che considerano questo sport come una parte supplementare della loro vita. Gli atleti analizzati sono tutti studenti o lavoratori, quindi nell'analisi e spiegazione dei dati va tenuto conto di questo parametro, che potrebbe portare, in alcuni casi, ad una alterazione dei risultati del questionario. Va detto che è più comune una sopravvalutazione della propria fatica rispetto ad una sottovalutazione, questo perché, oltre ai motivi sopra citati, spesso un giocatore ha una percezione alterata verso un esercizio fisico pesante, rispetto ai reali risultati provenienti dai calcoli del metodo TRIMP o da altri approcci matematici ed oggettivi per determinare il carico; questo perché molto spesso la percezione di stanchezza si basa più su fattori mentali che su fattori fisici.

È importante sottolineare che l' "educazione" alla scala di Borg e alla valutazione del carico interno per ogni atleta, si ottiene con il tempo. Per alcuni giocatori questo lavoro di tesi sperimentale è stato il primo approccio ad un protocollo di lavoro di questo genere; mentre atleti già edotti nell'uso di questo metodo hanno sviluppato un'esperienza tale da poter considerare, nel questionario CR-10, soltanto il carico determinato dalla seduta, eliminando tutti quegli stimoli derivanti dalla stanchezza di una giornata di lavoro o di studio.

Studiando nel dettaglio principalmente i dati del questionario CR-10 di Borg si è riscontrato un dato singolare; infatti nella maggior parte dei casi, un risultato dal "2" al "4" della suddetta scala ha portato un riscontro positivo nella correlazione con il metodo TRIMP, nel caso contrario quando un atleta definiva nel questionario un valore da "0.5" a "1" e dal "4" in su nella maggior parte dei casi non c'era positività con il metodo TRIMP. Questo fatto può trovare una parziale risposta nell'organizzazione fisica della seduta del martedì. Probabilmente, sulla base di molti fattori determinati dai principi della preparazione atletica di una squadra di calcio, unita al tipo di competizione (dilettantistica e non professionistica) della società di appartenenza, si è deciso di stilare allenamenti che non stancassero eccessivamente i giocatori, tenendo conto anche del loro stato di forma fisica e mentale con il quale si presentano al campo per l'allenamento al termine della giornata di lavoro o di studio.

Ovviamente, se si tiene a mente questo dato, si può constatare che chiunque abbia segnato un valore sotto al "2" e sopra al "4" nel questionario Borg abbia sopravvalutato o sottovalutato la propria reale fatica, poiché, spesso, non c'è corrispondenza con i propri valori della frequenza cardiaca nel metodo TRIMP. Questa sopravvalutazione della fatica può essere causata anche da una bassa propensione all'atleta verso esercizi stancanti che porta ad aumentare il suo grado di sopportazione mentale dell'esercizio e quindi conseguentemente il valore del questionario CR-10. A parità di carico esterno ci possono essere percezioni marcatamente differenti (carico interno), perché esso dipende dalle caratteristiche individuali o dal grado di fitness dei giocatori

Un altro motivo è sicuramente dato dall'età: comparando gli anni dei giocatori, si nota una tendenza a valori bassi nei più giovani e a valori più alti nei giocatori più "anziani" presi in considerazione per questo lavoro. Dal punto di vista dei ruoli dei giocatori in campo, invece, non sono state trovate correlazioni tra posizioni più o meno stancanti, ovvero dove l'atleta percorre più chilometri a partita (sulla base di analisi di lavori scientifici specifici in letteratura) e valori più o meno alti della scala di Borg e TRIMP; questo perché probabilmente le differenze marcate delle distanze percorse da ogni giocatore si basano su valutazioni effettuate su atleti professionisti, che in generale percorrono più

metri rispetto a giocatori dilettanti, dove invece avviene un appiattimento dei risultati dovuti ai minori carichi e capacità fisico/atletiche richieste.

Parlando invece dei risultati matematici dei 36 soggetti nella formula di TRIMP (che per motivi di spazio non sono stati inseriti nella stesura della tesi) possiamo dire che i valori si aggirano attorno ai 5.43 e ai 88.90. Questo conferma, quindi, la medio/bassa stanchezza prodotta dall'allenamento stesso sulla base della tabella comparativa del metodo TRIMP, testimoniata anche dai valori sotto la media nel questionario CR-10.

11.2 Borg e TRIMP totali

L'obiettivo principale di questo lavoro di tesi sperimentale è quello di determinare una eventuale correlazione tra il metodo Borg con il questionario CR-10 e il metodo TRIMP di Banister che si avvale di una formula matematica. Dopo aver svolti tutti i calcoli con le frequenze cardiache recuperate durante le sedute e aver correlato i dati nell'apposita tabella comparativa, possiamo stabilire che la finalità principale di questo progetto, sul quale è nata l'idea di effettuare questa tesi sperimentale, sia stata raggiunta. Tenendo in considerazione, come già affermato, il numero ridotto dei soggetti testati e delle procedure adoperate, dall'analisi incrociata dei 36 dati a disposizione si ha il 61.11% di correlazioni positive tra i due metodi. Questo dato ha una valenza molto importante perché definisce la bontà dell'idea di partenza del lavoro e anche l'adeguatezza di tutte le procedure, sul campo e nello svolgimento di calcoli, pensate per lo svolgimento di questo progetto. Ovviamente non si tratta di una correlazione positiva schiacciante, poiché per il 38.89% dei casi non si ha avuto una correlazione positiva tra i due approcci, questo può essere sicuramente causato dalla soggettività della valutazione della fatica post allenamento dell'atleta.

Occorre, infatti, ricordare che la scala di Borg può essere influenzata da vari fattori come la motivazione singola dell'atleta, l'interesse dell'allenamento, l'intensità stessa e l'ambiente di allenamento. Questa scala ha la sua valenza solo se somministrata nel modo giusto e con le giuste precauzioni. Questa scala, come le altre, correla un numero ad una frase verbale che sintetizza lo stato di stanchezza (ad.es molto pesante); è molto importante stabilire, quindi, che il soggetto ha a che fare con un numero sul questionario e non con una sensazione.

È importante, quindi, che gli atleti familiarizzino anche con i termini di descrizione della fatica inseriti nel questionario CR-10 ben prima della sua somministrazione, poiché un determinato aggettivo collegato al numero da 1 a 10 può avere un significato diverso da giocatore a giocatore.

Quest'ultimo, stimando la propria stanchezza più alta o più bassa rispetto al reale valore, determina una mancata correlazione con il dato derivato dal metodo TRIMP, che si basa sulla frequenza cardiaca, quindi un dato oggettivo. Un altro motivo di una mancata correlazione è sicuramente l'utilizzo di procedure manuali per il conteggio delle pulsazioni. Avendo avuto, infatti, a disposizione apparecchiature elettroniche si sarebbe limitato questo margine di errore la percentuale di correlazione positiva sarebbe stata maggiore.

La media globale dei valori dei dati di Borg (2.76) e dei valori di TRIMP (42.88) determina un grado generale di stanchezza post allenamento tra il "leggero" e "moderato" della scala di Borg, trovando corrispondenza nel grado di intensità medio bassa delle sedute di allenamento. La media totale dei valori di TRIMP convertiti in Borg con l'apposita tabella (2.18) significa che gli atleti, in media, hanno sopravvalutato il proprio grado di stanchezza fisica al termine delle sedute.

11.3 Borg e TRIMP nel corso delle sedute

L'andamento delle medie dei risultati dei questionari Borg e del metodo TRIMP portano a valutare come sia la seduta 1 che la seduta 4 siano state più probanti per gli atleti testati; mentre le sedute 2 e 3 hanno avuto valori, in media, leggermente minori. Questi dati possono trovare confronto negli esercizi principali effettuati nella parte centrale delle sedute: nella seduta 1 e nella seduta 4 sono stati effettuati lavori di navette e di partitelle nello stretto in inferiorità numerica, dove l'intensità di lavoro è maggiore e le frequenze cardiache tendono ad aumentare sensibilmente. Al contrario nella seduta 2 e 3 sono stati effettuati esercizi leggermente meno intensi, come nel caso del lavoro di forza, che impiega un maggior impegno muscolare che cardiocircolatorio e ventilatorio, e nel "temple run" definito come un lavoro di recupero a causa del maggior tempo di recupero e della minore intensità richiesta

Anche valutando le medie dei valori di TRIMP convertiti in Borg possiamo vedere come le sedute 1 e 4 abbiano avuto una intensità maggiore rispetto alle altre due.

Considerando, invece, le medie di Borg con le medie di TRIMP convertito in Borg possiamo vedere come nelle prime tre sedute di allenamento ci sia una tendenza simile: infatti i soggetti hanno sopravvalutato la loro fatica post allenamento nel questionario CR-10. Nell'ultimo allenamento, invece, la differenza tra la media dei valori di Borg e la media dei valori TRIMP convertiti

è quasi impercettibile (3.05-3.00); questo può significare che in un tipo di allenamento dove il gruppo viene diviso in due parti, che si alternano nell'effettuazione di due esercizi (in questo caso 3vs2 in inferiorità e lavoro di forza esplosiva), la percezione della fatica sia simile a quella realmente registrata durante l'allenamento sulla base delle frequenze cardiache.

Inoltre, si può ragionare sul fatto di come un esercizio in inferiorità numerica con la palla in un tempo dilatato di 5/10 minuti porti ad un'attivazione del metabolismo anaerobico di resistenza alla velocità per rispettare le richieste energetiche dell'esercizio. Questo tipo di esercizio permette di aumentare la propria capacità di muoversi velocemente e di erogare rapidamente potenza, e che quindi sia più stancante rispetto agli esercizi proposti nelle prime tre sedute, dove era richiesta l'attivazione del solo metabolismo aerobico oppure anaerobico per minore tempo di esercizio; spiegando quindi il maggiore livello della media dei risultati di Borg e TRIMP.

11.4 Carico di allenamento, indice di monotonia e fatica acuta

Analizzando i valori del carico di allenamento, indice di monotonia e fatica acuta notiamo subito come gli indici di monotonia dei vari allenamenti siano molto simili tra loro nelle prime tre sedute e più alto nell'ultima, questo a significare, come già affermato, la maggior richiesta di intensità della seduta 4 (1.75 UA). Possiamo affermare che per le prime tre sedute il carico interno di allenamento per i soggetti sia stato monotono. La fatica acuta risulta, come pronosticabile, più alta nella seduta 4 (427.76 UA).

Trovano correlazione i valori di carico di allenamento e di indice di monotonia sulla base degli stimoli allenanti delle sedute: nella seduta 3, dove si è effettuato l'esercizio meno stancante delle quattro sedute ("Temple run") si sono riscontrati i risultati più bassi sia di carico di allenamento (220.5 UA) che di fatica acuta (308.75 UA). I valori del carico di allenamento stanno ampiamente sotto i 1000 UA nelle 4 sedute in tutti gli atleti, scongiurando quindi il rischio di infortuni.

Il carico di allenamento è più alto nel quarto allenamento (244.4, risultato preventivato per i risultati di Borg e TRIMP acquisiti) e nel secondo allenamento (258.75), probabilmente a causa del minor numero di atleti testati rispetto le altre sedute e alla sopravvalutazione della fatica nell'esercizio della forza esplosiva e delle navette, sempre visto dagli atleti come un mezzo allenante poco sopportabile a livello mentale, poiché infatti il valore del carico di allenamento è collegato al risultato del questionario CR-10 di Borg. Un'altra causa può derivare dal fatto che l'esercizio principale della seduta 2 (forza +

navette) è più lungo a livello di tempo degli altri esercizi delle sedute, come le navette sui 30m o la partitella 3vs2 nello stretto.

Il carico di allenamento maggiore non risulta nella seduta 4 a causa probabilmente della minor durata di tempo totale effettivo dell'allenamento rispetto alle altre (80 minuti anziché 90), poiché infatti maggiore è la durata di allenamento e maggiore è il valore del carico di un singolo giocatore. I valori della fatica acuta non subiscono grosse variazioni nelle 4 sedute, tenendo basso il rischio di eventuali infortuni, che, infatti, non si sono verificati nel periodo delle 4 sedute analizzate.

È importante analizzare che a parità di carico esterno (ovvero i mezzi allenanti) possono esserci percezioni marcatamente differenti di carico interno, perché, come già affermato, esso dipende dalle caratteristiche individuali o dal grado di stato di forma del singolo giocatore.

Bisogna stabilire, comunque, che il riscato numero di atleti testati, sempre in quantità diversa in ogni seduta, a causa di assenze per infortunio o di altro tipo, portano a considerare questi risultati senza nessuna valenza scientifica.

11.5 Borg e TRIMP singolo soggetto

Contestualizzando i risultati dei valori di Borg e TRIMP di un singolo atleta, presente a tutte e quattro le sedute di allenamento, si è riscontrato che nella seduta 1 il livello di stanchezza del questionario CR-10 di Borg sia stato più basso di un punto (2) rispetto alle altre tre sedute, dove il livello è stato identico (3).

A supporto di quanto riscontrato nelle precedenti valutazioni, il risultato di TRIMP avvantaggia l'ipotesi per cui l'allenamento 4 sia stato maggiormente stancante (65.28) rispetto agli altri tre, più o meno sullo stesso livello. Inoltre, anche i valori di TRIMP convertiti determinano la stessa tendenza. Comparando invece, sempre nello stesso giocatore, i valori di Borg e quelli di TRIMP convertiti si vede come in due occasioni (seduta 1 e seduta 4) ci sia stata una correlazione positiva tra i due metodi, mentre nella seduta 2 e 3 è avvenuta una sopravvalutazione di due punti (da 1 a 3) nel questionario CR-10 rispetto alla reale fatica. Questo fatto può essere causato da una valutazione soggettiva sovrastimata dei carichi allenanti nelle sedute 2 e 3, sulla base di una diversa sopportazione fisica di determinati esercizi, ad esempio con o senza palla (come può essere una navetta o una partitella 3vs2) o su una diversa stanchezza mentale nelle giornate di tali allenamenti.

11.6 Conclusioni

Dopo aver contestualizzato tutti i risultati ricavati da questo lavoro di tesi sperimentale, possiamo concludere di aver raggiunto l'obiettivo del lavoro, grazie agli esiti positivi delle correlazioni tra i risultati del metodo Borg e del metodo TRIMP. Nonostante alcune restrizioni di partenza nell'organizzazione del protocollo sperimentale, di cui si è già ampiamente parlato, il raggiungimento del 61.11% di corrispondenza tra i due approcci per valutare la fatica post allenamento, determina la bontà dell'ipotesi di partenza su cui il lavoro nasce e dello svolgimento di esso sul campo con gli atleti e in un secondo momento con lo svolgimento di calcoli e formule per l'illustrazione del risultato. A corredo di queste correlazioni positive, abbiamo ricavato anche degli interessanti spunti riguardanti le intensità di allenamento, i risultati di singoli soggetti e le tendenze delle varie sedute sulla base dell'introduzione di parametri come carico di allenamento e fatica acuta, strettamente legati al metodo CR-10 di Borg.

12. STUDI FUTURI

Sulla base dell'esperienza derivata sia dalla raccolta dei dati delle frequenze cardiache sul campo e sia con i calcoli successivi per svolgere i due metodi, possono essere elencati alcuni punti da migliorare o perfezionare per aumentare la qualità del lavoro e la sua evidenza scientifica. Poter considerare il metodo CR-10 di Borg adatto a valutare il carico interno durante una seduta di allenamento permetterebbe di risparmiare tempo e risorse data la facilità del suo utilizzo.

Uno dei punti migliorabili è il numero degli atleti del gruppo di lavoro. Studi futuri infatti, con un numero maggiore di giocatori testabili, possono comportare vantaggi nel momento dell'analisi dei risultati, per stabilire una migliore evidenza scientifica del risultato, positivo o negativo che sia, grazie ad una ampiezza maggiore del gruppo di lavoro.

Aver, inoltre, utilizzato un metodo "manuale" per raccogliere le frequenze cardiache sul campo ha sicuramente aumentato il margine di errore di ogni singolo giocatore nel contare i propri battiti; avere a disposizione dei cardiofrequenzimetri (possibilmente uno per ogni atleta testato) può aumentare la precisione della misura, grazie ad una raccolta istantanea dei battiti cardiaci e ad una facilitazione nel calcolo della frequenza media di ogni calciatore nella seduta.

La raccolta dati di questo lavoro è stata effettuata sempre nella stessa seduta della settimana (martedì), che si equivaleva per il tipo di lavoro e le capacità allenabili dei giocatori. Poter raccogliere le misurazioni anche in altre sedute della settimana, con richieste energetiche e tecnico/tattiche diverse, permetterebbe di comparare anche le singole sedute del micro-ciclo per evidenziare eventuali differenze di intensità tra i vari allenamenti, per consentire al preparatore atletico di aumentare o diminuire il carico nella preparazione di un mesociclo o di una singola seduta.

In questo lavoro di tesi, si è voluto, volontariamente, prendere in considerazione soltanto due approcci teorici della valutazione della fatica post allenamento; in studi futuri si potrebbero usare e confrontare tra loro anche molti altri metodi (matematici o soggettivi) per cercare di trovare l'approccio più adatto per valutare la condizione fisica dei giocatori e preparare le sedute, anche in base alle proprie disponibilità e al proprio contesto. Avere a disposizione un tempo maggiore per la raccolta dati faciliterebbe il confronto tra due o più metodi per valutare differenze applicative e vantaggi nell'uso, oltre che avere molti più dati a disposizione per analizzare e confrontare gli approcci. In ogni caso,

secondariamente, si potrebbero confrontare tra loro anche giocatori dello stesso ruolo o della stessa annata per evidenziare eventuali differenze di risultati, con l'obiettivo di migliorare la prestazione e prevenire fenomeni di affaticamento o sotto/sovra allenamento.

Un altro tipo di valutazione che può essere effettuata è, sicuramente, quella di definire i risultati delle frequenze cardiache delle sedute con quelle della partita, per valutare se i carichi allenanti sono davvero propedeutici al giocatore per una buona prestazione fisica durante l'incontro. Avere dei valori di Borg bassi durante gli allenamenti ed eventualmente troppi alti al termine della partita domenicale, suggerirebbe al preparatore atletico di alzare le intensità negli esercizi nelle sedute per "preparare" adeguatamente i calciatori alla fatica della partita. Inoltre, avere frequenze cardiache alte (sia in partita che in allenamento) per periodi di tempo maggiori rispetto a quelli canonici del modello prestativo, possono indicare uno scarso livello fisico/atletico del giocatore da migliorare assolutamente nell'allenamento settimanale, per garantire una minore fatica interna nello svolgimento dell'incontro. Essere costantemente in affanno durante una partita o una seduta di allenamento porta ad una riduzione della performance, a causa di una minore lucidità fisica e mentale nella presa di decisioni nel tempo e spazio corretto e ad una carenza fisico-muscolare per effettuare i movimenti che questo sport richiede.

13. SOFTWARE UTILIZZATI

Per la realizzazione della stesura di questo lavoro di tesi sperimentale sono stati utilizzati anche software esterni. Per l'illustrazione dei campi da gioco del capitolo relativo alla presentazione della seduta di allenamento "tipo" è stato impiegato il programma interno al sito www.academysoccercoach.co.uk, che tra le sue funzioni permette di poter creare campi di allenamento in miniatura con simboli in scala di giocatori, porte, palloni e altri strumenti necessari alla preparazione della seduta. Per l'illustrazione dei risultati, nel capitolo relativo alla presentazione di essi, è stato utilizzato il programma di Excel, compreso nel pacchetto Microsoft office.

14. RINGRAZIAMENTI

Si ringraziano, per la buona riuscita organizzativa e coordinativa delle procedure di raccolta dati delle frequenze cardiache sul campo (parte imprescindibile del lavoro di tesi), tutti i giocatori testati per la loro gentile applicazione in tutte le attività di conteggio delle pulsazioni e compilazione del questionario Borg. Si ringraziano, inoltre, anche tutti gli altri giocatori della rosa, tutti gli allenatori, dirigenti e preparatori presenti sul campo per l'aiuto e il sostegno durante le sedute di analisi.

Si ringrazia la società Baia Alassio Calcio per la disponibilità concessa nell'applicazione del metodo sperimentale durante gli allenamenti e per la concessione dell'utilizzo del logo del proprio stemma nella stesura di questo lavoro.

15. BIBLIOGRAFIA

- T.Bompa (2017). Periodizzazione dell'allenamento sportivo. Edizioni Calzetti-Mariucci, Perugia.
- J.Bangsbo (2006). Preparazione fisico atletica del calciatore. Allenamento aerobico e anaerobico nel calcio. Edizioni Calzetti-Mariucci, Perugia.
- T. Scott, C. Black, J.Quinn, A. Coutts (2013). Validity and reliability of the session-RPE method for quantifying training in Australian football: a comparison of the CR10 and CR100 scales. *J Strength Cond Res.* 2013 Jan;27(1):270-6.
- T.Dalen, H.Loras (2019). Monitoring Training and Match Physical Load in Junior Soccer Players: Starters versus Substitutes. Faculty of Education and Arts, Department of Physical Education and Sport Science, Nord University
- C.Foster, J.Marroyo, J.de Koning (2017). Monitoring Training Loads: The Past, the Present, and the Future. *Int J Sports Physiol Perform* 2017 Apr;12(Suppl 2):S22-S28.
- E.Rampinini, A.J.Coutts, C.Castagna, F.M. Impellizzeri (2017). Variation in Top Level Soccer Match Performance. *Int J Sports Med* 2007.
- M.Mohr, P.Rustrup, J.Bangsboo (2003). Match Performance of High-Standard Soccer Players With Special Reference to Development of Fatigue. *J Sports SCI.* 2003.
- F.Impellizzeri, E.Rampinini, A.Coutts, A.Sassi (2004). Use of RPE-based Training Load in Soccer. *Med Sci Sports Exerc* 2004 Jun;36(6):1042-7.
- F.Ferretti, E.Arcelli, G.N. Bisciotti, E.Castellini et. al (2017). L'allenamento fisico nel calcio. Concetti e principi metodologici, quarta edizione. Edizioni Correre, Milano.
- G.Ambrosi, D.Cantino, P.Castano, S.Correr et al. (2006). Anatomia dell'uomo. Seconda edizione. Edi-Ermes, Milano.
- R.Malaves, J. Guerrero, J.Cervera. Relacion entre la frecuencia cardiaca de deflexion y la frecuencia cardiaca de un partido de futbol. Facultat de Ciencies de l'Activitat fisica i l'Esport. Universitat de Valencia.
- D.U.Silverthorn (2017). Fisiologia umana. Un approccio integrato. Edizioni Pearson

- F.Ferretti, C.Castagna (2011). Slide Corso preparatore atletico Professionista FIGC. Controllo del carico interno nel calcio.
- Franco M. Impellizzeri et al: La percezione dello sforzo: Le scale di BORG®. SdS/Scuola dello Sport Anno XXVIII n.82
- Borg E, (2006). A comparison between three rating scales for perceived exertion and two different work tests. Scandinavian Journal Medicine Science Sports. 16, 57-69
- University of Florida. Video Tapering and Training Load: TRIMP.
<https://www.coursera.org/lecture/science-of-training-young-athletes-part-2/training-impulse-trimp-tB8bN>
- F.Ferretti, F.Perondi, A.Bernasconi (2018). L'allenamento fisico nei dilettanti. Una metodologia per tutti. Edizioni Correre.
- S.Italo, G. Coriano (2015). Small sided games. Evidenze scientifiche-esercitazioni pratiche. Edizioni Correre.