



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PALERMO

**Dottorato di Ricerca in Medicina Molecolare**  
**Indirizzo "Alimentazione e Nutrizione Umana"**  
**XXV° ciclo**

---

**Dieta e prestazioni fisiche nei giocatori di calcio  
professionisti.**

**L'individualizzazione in base ai ruoli ed ai carichi di  
allenamento e l'incidenza sulle capacità organico-  
muscolari e sugli infortuni muscolari da traumi indiretti**

---

*S.S.D. M-EDF/02 Metodi e Didattiche delle Attività Sportive*

Dottorando

Dott. Marco Petrucci

Coordinatore

Prof.ssa Caterina Mammina

Tutor

Prof.ssa Marianna Bellafiore

## INDICE

<i>Ringraziamenti</i>	<i>Pag. 3</i>
<i>Introduzione</i>	<i>Pag. 5</i>
<i>1 Capitolo 1 - Il modello prestativo del gioco del calcio</i>	<i>Pag. 9</i>
<i>1.1 Il modello prestativo nei calciatori professionisti di elite</i>	<i>Pag. 9</i>
<i>1.2 Il modello prestativo negli Allievi Professionisti</i>	<i>Pag. 12</i>
<i>2 Capitolo 2 - Il carico ed il controllo dell'allenamento</i>	<i>Pag. 17</i>
<i>2.1 Caratteristiche del carico di allenamento</i>	<i>Pag. 17</i>
<i>2.2 Le unità d'allenamento</i>	<i>Pag. 18</i>
<i>2.3 Il controllo dell'allenamento</i>	<i>Pag. 19</i>
<i>2.4 Definizione e caratteristiche dei test</i>	<i>Pag. 21</i>
<i>3 Mezzi e metodi di valutazione del carico di allenamento</i>	<i>Pag. 23</i>
<i>3.1 I Questionari e diari</i>	<i>Pag. 24</i>
<i>3.2 La frequenza cardiaca</i>	<i>Pag. 25</i>
<i>3.3 La tecnologia GPS (Global Positioning System)</i>	<i>Pag. 28</i>
<i>3.4 La video match analysis</i>	<i>Pag. 31</i>
<i>3.5 Il lattato ematico</i>	<i>Pag. 33</i>
<i>3.6 Indici dello stress di allenamento: Rating of perceived exertion (RPE)</i>	<i>Pag. 34</i>
<i>3.7 La scala del recupero TQR (Total Quality of Recovery)</i>	<i>Pag. 37</i>
<i>3.8 Training impulse (TRIMP)</i>	<i>Pag. 38</i>
<i>3.9 Summated heart rate zone score</i>	<i>Pag. 39</i>
<i>3.10 Lucia's TRIMP</i>	<i>Pag. 40</i>
<i>4 Le capacità organico muscolari</i>	<i>Pag. 41</i>
<i>4.1 La strutturazione temporale nello sviluppo dell'individuo</i>	<i>Pag. 41</i>
<i>4.2 Periodizzazione dell'allenamento negli sport di squadra</i>	<i>Pag. 42</i>
<i>4.3 La resistenza</i>	<i>Pag. 43</i>
<i>4.4 La forza</i>	<i>Pag. 47</i>
<i>4.5 La rapidità e velocità</i>	<i>Pag. 52</i>
<i>5 Il fabbisogno calorico del soggetto sportivo</i>	<i>Pag. 59</i>

<b>5</b>	<b><i>Il fabbisogno calorico del soggetto sportivo</i></b>	<b><i>Pag. 59</i></b>
<b>5.1</b>	<b><i>L'alimentazione nello sportivo</i></b>	<b><i>Pag. 59</i></b>
<b>5.2</b>	<b><i>I macronutrienti: le proteine</i></b>	<b><i>Pag. 59</i></b>
<b>5.3</b>	<b><i>I carboidrati</i></b>	<b><i>Pag. 61</i></b>
<b>5.4</b>	<b><i>I lipidi</i></b>	<b><i>Pag. 63</i></b>
<b>5.5</b>	<b><i>I micronutrienti: le vitamine</i></b>	<b><i>Pag. 64</i></b>
<b>5.6</b>	<b><i>I sali minerali</i></b>	<b><i>Pag. 65</i></b>
<b>5.7</b>	<b><i>L'acqua</i></b>	<b><i>Pag. 65</i></b>
<b>5.8</b>	<b><i>La piramide alimentare</i></b>	<b><i>Pag. 66</i></b>
<b>5.9</b>	<b><i>La razione dietetica raccomandata (RDA) nello sportivo</i></b>	<b><i>Pag. 67</i></b>
<b>6</b>	<b><i>Studio Sperimentale</i></b>	<b><i>Pag. 70</i></b>
<b>6.1</b>	<b><i>Obiettivi del progetto di ricerca</i></b>	<b><i>Pag. 70</i></b>
<b>6.2</b>	<b><i>Materiali e Metodi</i></b>	<b><i>Pag. 72</i></b>
<b>6.3</b>	<b><i>Descrizione e modalità di esecuzione dei test motori</i></b>	
<b>7</b>	<b><i>Risultati</i></b>	<b><i>Pag. 86</i></b>
<b>7.1</b>	<b><i>Caratteristiche dei partecipanti</i></b>	<b><i>Pag. 86</i></b>
<b>7.2</b>	<b><i>Analisi della composizione corporea nella prima fase del progetto</i></b>	<b><i>Pag. 87</i></b>
<b>7.3</b>	<b><i>Analisi delle capacità organico-muscolari</i></b>	<b><i>Pag. 92</i></b>
<b>7.4</b>	<b><i>Analisi del diario alimentare</i></b>	<b><i>Pag. 95</i></b>
<b>7.5</b>	<b><i>Analisi del dispendio energetico delle sedute di allenamento</i></b>	<b><i>Pag. 99</i></b>
<b>7.6</b>	<b><i>Effetti della dieta controllata sulla prestazione sportiva</i></b>	<b><i>Pag. 101</i></b>
<b>8</b>	<b><i>Discussione e Conclusioni</i></b>	<b><i>Pag. 108</i></b>
<b>9</b>	<b><i>Bibliografia</i></b>	<b><i>Pag. 112</i></b>

## RINGRAZIAMENTI

Prima di esporre il Progetto di ricerca di seguito illustrato, vorrei soffermarmi sui doverosi ringraziamenti ma soprattutto meritati, da estendere ai soggetti testati, ovvero a tutti i giocatori, che pazientemente e quotidianamente hanno svolto, in maniera ottimale, il lavoro voluto.

Un particolare ringraziamento lo merita sicuramente un “Professionista Modello” Federico Balzaretti che in una delle tante estenuanti sedute di allenamento per lo sviluppo della Forza, con una battuta ha ispirato questo studio. Nella sua ricerca della perfezione mi disse: “Marco ma adesso che ho lavorato due ore in palestra con te come dovrei adattare la cena in base a quello che abbiamo fatto durante l’allenamento?”. Così dentro di me è nata la curiosità sull’aspetto della nutrizione personalizzata somministrata in base alla programmazione dell’allenamento e di conseguenza il titolo della presente tesi.

Un valido ricordo indubbiamente è da attribuire, intendendo tutte le classi dirigenziali, alla Società U.S. Città di Palermo, la quale, senza ombra di dubbio, si è concessa e messa a disposizione sposando in pieno quanto da me proposto, sintomo di professionalità e crescita sia intellettuale che sportiva.

Desidero innanzitutto ringraziare il mio Tutor Prof.ssa Marianna Bellafiore la quale, si è sempre resa disponibile a dare consigli, delucidazioni e spiegazioni di ogni tipo, risolvendo continuamente perplessità di ogni genere.

Inoltre, ringrazio sentitamente il Prof. Antonio Palma che mi ha dato la piena fiducia affidandomi l’attrezzatura della Scuola dello Sport del Coni Sicilia senza la quale questo studio non poteva continuare, i Dottori Antonio Bianco e Giuseppe Battaglia, che sono stati sempre disponibili ad appianare i miei dubbi durante la stesura di questo lavoro.

Cordialità e professionalità, un mix perfetto, per descrivere il Dott. Sergio Punzi ed il Dott. Leandro Carollo entrambi Amici e colleghi di lavoro che sono stati un cardine fisso su cui poter contare sempre, dalla misurazione delle pliche corporee alla stesura della dieta personalizzata, mi hanno dato suggerimenti e accorgimenti molto validi ed originali utilizzati in questo studio, ma certamente importati anche per quelli futuri.

Infine, ma non per questo meno importante, ringrazio con generosità ed affetto la mia stupenda famiglia, le cinque “M”: mia moglie Maria, Maria Luisa, Martina e Miriana,

che si è allargata nel periodo di questo Dottorato con la nascita della seconda e della terza figlia, grazie per l'Amore e per la Forza che date e che non è mancata durante questo percorso di studio e per le mie scelte sportive e non.

## INTRODUZIONE

È ben noto che un'alimentazione appropriata ed una regolare attività fisica durante l'adolescenza sono cruciali per promuovere una crescita salutare a breve e a lungo termine dei giovani (Patrick et al. 2004; Reinhardt et al. 2002; Story e Neumark-Sztainer 1999). Tuttavia, dall'analisi di numerosi studi scientifici, condotti su giovani giocatori di calcio di età compresa tra i 13-17 anni, è emerso che sia l'introito calorico che la qualità dei macronutrienti non era adeguato alla spesa energetica e alle razioni dietetiche raccomandate (Iglesias-Gutiérrez et al., 2008).

Numerosi ricercatori hanno proposto la necessità di una progettazione e realizzazione di programmi di educazione alimentare per la nutrizione dei giocatori di calcio, anche se sono disponibili poche informazioni circa le determinanti della scelta dei cibi e dei nutrienti.

In particolare, lo studio di Russell e Pennock (2011) ha evidenziato che il bilancio energetico di 10 giovani calciatori di un club professionistico inglese era negativo e il deficit giornaliero di energia era pari a circa 790 kcal. Un simile risultato è stato evidenziato anche negli studi di Eduardo Iglesias Gutierrez et al. del 2008 e del 2012, quest'ultimo con un campione di circa novanta giocatori professionisti.

Secondo Burke et al. (2006), i calciatori dovrebbero conseguire un apporto energetico che fornisca carboidrati sufficienti per reintegrare il dispendio energetico dei carichi di allenamento e per ottenere i cambiamenti desiderati nella massa magra e massa grassa. Anche se la cultura tradizionale del calcio si è concentrata sull'assunzione di carboidrati per la preparazione pre-gara, i giocatori dovrebbero adattare la loro assunzione di carboidrati ogni giorno per garantire il combustibile sufficiente per l'allenamento e il recupero tra gli allenamenti e le partite. Infatti, esistono prove tangibili che i programmi dietetici che ripristinano e anche super-compensano i livelli di glicogeno muscolare possano migliorare le performance degli atleti durante gli allenamenti e le partite. Questo può portare benefici anche per quei giocatori che effettuano esercitazioni ad alta intensità ed allenamenti anche di due volte al giorno. Oltre a conseguire un apporto totale di carboidrati commisurato alle necessità spese durante le sedute di lavoro, la dieta quotidiana, dovrebbe promuovere l'assunzione strategica di carboidrati e proteine prima e dopo le sessioni di allenamento chiave per ottimizzare gli adattamenti e favorirne il recupero (Louise M. Burke et al. 2006).

L'aumento della massa magra o la diminuzione della massa grassa che un preparatore atletico si pone negli obiettivi della programmazione della propria squadra di calcio, sono il prodotto delle sedute di allenamento e della dieta che i giocatori assumono. Dunque è fondamentale la consultazione con un esperto di nutrizione sportiva in grado di assistere i giocatori di calcio e di dosare l'energia ed i nutrienti per soddisfare tali obiettivi. I giocatori dovrebbero evitare una discrepanza accidentale o deliberata tra l'introito e il dispendio energetico, in modo tale che la disponibilità di energia (introito meno il costo dell'esercizio) non scenda al di sotto di valori determinati in quanto si possono verificare gravi disturbi nel sistema ormonale, metabolico ed immunitario (Louise M. Burke et al. 2006).

Anche lo studio di Anne B. Locks (2003) conferma che molti atleti partecipanti a sport di resistenza sono cronicamente carenti di energia. Questa carenza di energia danneggia le prestazioni, la crescita e la salute. Per perseguire i loro obiettivi, gli atleti dovrebbero essere in grado di gestire la quantità di grassi, proteine e carboidrati, ma purtroppo non è pratico per gli atleti monitorare direttamente queste quantità, e l'appetito non è un indicatore affidabile. Gli studi di Balsom et al. (1999) hanno dimostrato che una riduzione del glicogeno muscolare potrebbe svolgere un ruolo significativo nello sviluppo della fatica durante l'esercizio intermittente a lungo termine.

La misurazione del dispendio energetico (EE) delle sedute di allenamento si è evoluta negli ultimi decenni (Ainslie et al., 2003; Goran & Treuth, 2001). La stima del dispendio energetico è diventata molto meno invasiva e costosa anche grazie alla tecnologia che permette di monitorare vari parametri come la frequenza cardiaca (HR), la valutazione delle percentuali di gas nella respirazione a riposo e durante l'esercizio, accelerometri, gps, holter metabolici, etc.

Oggi vi sono nuove tecniche per stimare la spesa energetica, che tentano di ridurre al minimo i problemi di costo ed invasività. Tra i metodi per stimare il dispendio energetico con le ultime tecnologie è utile l'uso degli accelerometri ed il monitoraggio delle frequenze cardiache durante gli allenamenti e le partite negli sport di squadra (Ainslie et al., 2003).

Gli obiettivi del presente studio sono stati quelli di ottenere, elaborare e rendere note, sia alla comunità scientifica, che a quella degli sportivi, informazioni sulle varie metodologie di monitoraggio del dispendio energetico delle unità di allenamento del giuoco del calcio e delle abitudini alimentari dei giovani sportivi di club professionisti.

Inoltre, si è esaminata l'influenza della dieta individualizzata sulle capacità organico-muscolari e sulla prevenzione degli infortuni muscolari da trauma indiretto dei giocatori di calcio professionisti.

A talo scopo ho esaminato 24 giovani giocatori professionisti appartenenti alla categoria Allievi Nazionali e, complessivamente il progetto di ricerca ha avuto due fasi principali. La prima fase ha avuto come scopo quello di sperimentare sul campo i metodi per una misurazione efficace del dispendio energetico nel gioco del calcio. Ho iniziato nell'Agosto del 2013 somministrando in ritiro precampionato tutti i test per la valutazione della composizione corporea e per le capacità motorie dei giovani calciatori. Attraverso l'esecuzione di un test aerobico massimale, ho calcolato per ogni singolo giocatore la relazione tra la frequenza cardiaca (FC) e il consumo di ossigeno ( $VO_2$ ). In questo modo, monitorando la FC delle sedute di allenamento in telemetria, mi sono calcolato il dispendio energetico di ogni singola unità di allenamento. In seguito, ho anche utilizzato il sistema GPS (Global Positioning System) per il monitoraggio del carico di lavoro delle unità di allenamento. Dal confronto delle due metodologie ho constatato che la potenza metabolica e i GPS rappresentano seppur in modo indiretto il sistema più efficace per monitorare il dispendio energetico delle unità di allenamento di una disciplina intermittente come il calcio. I dati hanno evidenziato che nelle singole sedute di allenamento non vi è una differenza significativa del dispendio energetico in base ai ruoli, ma essa era presente solo nelle partite. Sempre nella prima fase ho somministrato il diario alimentare a tutti i giocatori per raccogliere i dati sull'introito calorico e sulla composizione della razione alimentare comparandoli con i LARN. Ho compreso dopo una prima lettura dei diari alimentari, che se non coinvolgevo le famiglie dei giovani giocatori, i dati raccolti non avrebbero rispecchiato la realtà in quanto i giocatori omettevano di inserire alcuni alimenti. Quindi ho organizzato una serie di riunioni con i giocatori e le loro famiglie per sensibilizzarli sull'importanza della dieta personalizzata ai fini della crescita di un atleta.

Dall'analisi dei risultati ho constatato che il mio studio è in linea con i lavori "allarmanti" presenti nella letteratura scientifica in cui si evince che la quantità di calorie assunte giornalmente è al di sotto di circa 800 kcal rispetto al fabbisogno e che questo valore è molto più allarmante se si considera che siamo in piena fase di sviluppo dei giovani calciatori.

Nel mese di Dicembre 2013 avevo ottenuto tutti i parametri per poter dare inizio alla seconda fase del progetto di ricerca. Ho diviso il campione in un gruppo di controllo che

continuava con le proprie abitudini alimentari e un gruppo dieta che seguiva una dieta personalizzata con lo stesso contenuto calorico e la stessa percentuali di macronutrienti. Ho sottoposto ad entrambi i gruppi per un periodo di 16 settimane lo stesso carico di allenamento ed prima e dopo la dieta ho somministrato dei test per valutare i parametri antropometrici, di composizione corporea e delle capacità organico muscolari ricercando anche l'incidenza degli infortuni da trauma indiretto.

Con il presente progetto di ricerca vorrei sensibilizzare i tecnici che operano nel mondo calcistico ad estendere il concetto tradizionale di allenamento anche a tutti quei fattori che influenzano la prestazione del giocatore e che contemporaneamente incrementano lo sviluppo della prestazione nel contesto della squadra, inserendo la Nutrizione tra questi concetti:

- ✓ Tecnica (capacità coordinative e capacità cinetiche)
- ✓ Condizione (forza, velocità, resistenza e flessibilità)
- ✓ Capacità psichiche
- ✓ Fattori di salute, costituzionali e di predisposizione
- ✓ Capacità tattico-cognitive
- ✓ Capacità sociali
- ✓ Nutrizione.

Infatti, numerosi studi hanno mostrato che una dieta equilibrata è essenziale per migliorare gli adattamenti a breve e lungo termine dovuti agli allenamenti in atleti professionisti, le loro performance ed i tempi di recupero.

Pertanto, con piena soddisfazione Vi invito a leggere i risultati ottenuti nel mio progetto di ricerca che evidenziano l'importanza che la nutrizione riveste nel miglioramento della performance, formazione e nella sana crescita degli Atleti.

## **Cap 1. - Il modello prestativo del gioco del calcio**

## **1.1 Il modello prestativo nei calciatori professionisti di elite**

Il gioco del calcio è uno sport di squadra con continui cambi di ritmo, grazie alle nuove tecnologie esistenti, si è in grado di definire con esattezza il modello prestativo di un calciatore.

L'importanza dell'allenamento differenziato per ruolo viene sottolineata da molti studi di Match Analysis che hanno valutato l'attività svolta dai calciatori durante una partita per individuare in maniera più dettagliata l'impegno fisico. Le differenze evidenziate, soprattutto riguardo alla posizione di gioco, suggerirebbero la ricerca di una programmazione più specifica dell'allenamento e una dieta alimentare mirata al ruolo e al dispendio energetico delle sedute di allenamento, della singola gara e della stagione agonistica.

Si è riscontrato che i giocatori di calcio durante una partita percorrono mediamente tra gli 8/13 km (Reilly, 2003). Questa distanza è percorsa con corsa di tipo intermittente. I cambi aciclici osservati nell'attività dei calciatori sono imprevedibili e includono cambi d'intensità, direzione e movimento (Drust et al., 1998). Inoltre nel profilo di questa disciplina ci sono azioni direttamente relazionate al coinvolgimento nelle situazioni di gioco e che includono aspetti tecnici come calciare, dribblare, colpire di testa oltre i duelli diretti con gli avversari (Bangsbo et al., 2006). La maggior parte delle attività in una partita sono eseguite a bassa intensità come camminare e correre lentamente interessando il sistema aerobico (Rienzi, 2000). Il rifornimento da parte del meccanismo anaerobico è inoltre necessario per supportare l'alta intensità richiesta dal gioco. Le attività di tipo sprint rappresentano il 12% della distanza totale coperta, di conseguenza l'attività ad alta intensità è un elemento fondamentale nella prestazione del calciatore, precisamente si esegue una corsa a media velocità per il 6,1% del tempo totale di gioco (Krustrup et al., 2006) ad alta velocità per il 2,5% e si sprinta per lo 0,5%, durante la gara si eseguono 1000 accelerazioni, mediamente 10 cambi di velocità al minuto. Nel match i calciatori di diverso ruolo ricoprono distanze qualitativamente e quantitativamente differenti. A tale proposito è necessario tenere in considerazione le diverse caratteristiche del giocatore, il ruolo che ricopre e i movimenti che compie durante tutta la partita; questi movimenti possono essere indicati come segue:

- Sosta
- cammino (4 km/h)
- jogging (8 km/h)
- corsa a bassa velocità (12 km/h)

- corsa a moderata velocità (16 km/h)
- corsa ad elevata velocità (21 km/h)
- Sprint (30 km/h)
- corsa all'indietro.

Come si evince dalla tabella n. 1, le accelerazioni tra i 16 e i 21 km/h sono differenti in base al ruolo. In particolare i valori riportati, elencati secondo i metri totali decrescenti, evidenziano che il centrocampista centrale è il ruolo più costante mentre la mezzapunta e il trequartista i più variabili. La prestazione fisica è differente in base al ruolo, cambiano tutti i parametri e in particolare i tempi di recupero medi.

Anche il portiere effettua quasi 5000 metri totali ed, una decina di volte, una corsa veloce.

METRI totali	Velocità 16 - 21 Km/h					
Media	Dev.St.	RUOLO	N.	Lunghezza scatti	Distanza 16/21	Tempo rec. 16/21
12.276	746	CENTROC.INT.	202	8,1	1.619	28
11.920	706	DIF. LAT.	177	9,1	1.579	31
11.783	596	CENTROC. CENTR.	166	8,2	1.338	34
11.728	985	MEZZA PUNTA	177	8,1	1.424	31
11.120	917	TREQUARTISTA	165	8,1	1.327	34
11.009	633	PUNTA	149	8,5	1.243	38
10.352	695	DIF. CENTR.	121	7,8	933	47
4.629	617	PORTIERE	9	7,0	59	844

Tabella 1 – Sintesi delle velocità tra 16 e 21 km/

METRI totali	Velocità >21 Km/h					
Media	Dev.St.	RUOLO	N >21	Lunghezza scatti	Distanza>21	T. REC. >21
12.276	746	CENTROC.INT.	78	11,0	853	74
11.920	706	DIF. LAT.	70	13,8	937	82
11.783	596	CENTROC. CENTR.	44	10,3	442	146
11.728	985	MEZZA PUNTA	74	12,5	909	78
11.120	917	TREQUARTISTA	68	11,3	745	87
11.009	633	PUNTA	65	12,1	762	93
10.352	695	DIF. CENTR.	44	11,8	504	136
4.629	617	PORTIERE	3	9,2	24	3.096

Tabella 2 – Sintesi delle velocità > 21 km/h

La Tabella n. 2 riporta il numero delle accelerazioni al di sopra dei 21 km/h nei differenti ruoli. I giocatori, che mediamente compiono il maggior numero di scatti, sono i centrocampisti interni e le mezzepunte. Quelli che ne compiono un numero inferiore sono il difensore centrale.

Il difensore laterale, la mezzapunta e la punta fanno mediamente scatti più lunghi. I tempi di recupero inferiori sono dei centrocampisti interni e delle mezzepunte.

I valori sopra riportati dipendono anche dal modulo di gioco che l'allenatore predispone.

Diverse ricerche scientifiche ci mostrano dei dati riguardanti la prestazione dei giocatori in gara. Gli studi in letteratura hanno indagato il carico fisiologico a cui è sottoposto il calciatore attraverso indici indiretti di alcuni parametri metabolici, come la temperatura corporea, il monitoraggio continuo della frequenza cardiaca e la misura diretta del consumo di ossigeno. Tali metodiche hanno consentito di stimare l'impegno metabolico del calciatore durante una partita, pari a circa il 70% del  $VO_{2max}$ . Esiste però una latenza tra la variazione dell'intensità dell'esercizio e la risposta metabolica di questi parametri che non permette di rilevare efficacemente le fasi di gioco ad alta intensità. Per valutare l'alta intensità alcuni autori hanno preso in considerazione la concentrazione del lattato

ematico (LA) come indice dell'impegno energetico anaerobico, osservando durante gli incontri, valori di lattacidemia compresi tra 2 e 10 mmol. Queste misure si riferiscono all'attività svolta nei minuti precedenti il prelievo capillare e forniscono anch'esse un'informazione parziale. Nonostante i limiti di queste metodiche nel monitorare istante per istante l'impegno metabolico del calciatore in gara, tali mezzi hanno portato a stimare con sufficiente affidabilità un dispendio energetico totale in gara tra 1000-1400 kcal (inserire riferimento bibliografico).

## 1.2 Il modello prestativo negli Allievi Professionisti

In bibliografia non si evidenziano lavori scientifici per la definizione di un corretto modello prestativo nei settori giovanili. Tuttavia la strumentazione GPS (Global Positioning System) che negli ultimi anni è diventata un ausilio importante per la valutazione del dispendio energetico negli sport di squadra, ha definito in modo altamente preciso il modello prestativo nel settore giovanile (inserire riferimento bibliografico).

Per quanto riguarda la categoria Allievi Nazionali, alcuni studi indicano che si raggiungono valori medi simili al modello prestativo dei calciatori di elite di serie A. Nello studio di seguito illustrato sono stati valutati i valori medi in un tempo di gara di 6 partite ufficiali di campionati (fig. 1). Questi dati sono stati confrontati con i valori medi presenti nella tabella sinottica di riferimento riferita ai calciatori di serie A per evidenziare eventuali differenze tra i valori. Anche negli Allievi sono presenti differenze prestative nei vari ruoli come riportati nella figura n. 2.

VALUTAZIONE GARA									
11,3	32,3	116	17,3	42%	10%	13%	142	22%	
VO2 med	Vo2 med	dist/min	CdD/min >30°	% Anaer.	a int	dec int	dist/min EQ	% Dist Equiv	
ALLIEVI NAZIONALI LEGA PRO									
Pot.Met (W/kg)	VO2 Medio	dist/min	CdD/min/> 20W	%Anaer	Acc Int	Dec Int	Dist.Eq	Dist.Eq	%
10,6	30	106	1,1	40%	10%	11%	130	23%	

Figura 1 – Sintesi valutazione gara Allievi Lega Pro

## DIFFERENZE RUOLI – MODELLO DI GIOCO

4-3-3	Pot. Met (W/kg)	VO2 Medio	dist/min	CdD/min/>20 W	%Anaer	Acc Int	Dec Int	Dist.Eq	% Dist.Eq
Att. Centrali	9,6	27,5	99	1,2	39%	9%	12%	122	23%
Att. Esterni	10,9	31	110	1,6	43%	10%	13%	138	24%
Mezzali	11	31,4	114	1,4	40%	10%	12%	139	23%
Mediano	9,7	28	105	1	36%	9%	10%	125	21%
Dif. Esterni	10,6	29,9	110	1,1	37%	10%	11%	132	22%
Dif. Centr.	9,5	27	99	0,8	37%	9%	10%	120	21%

Figura 2 – Valori GPS con distinzione per ruolo categoria Allievi

dev.st	1,3	3,3	16	1,8%	2,6%	0,5	3	2,1%	1,7%	4,5%	4%			peso
PARAMETRI	w med	Vo2 med	dist/min	a int	dec int	CdD/min n W>20	dist/min EQ	% Dist Equip	%vel>16	%anaer	% w>20 t>=3"	kcal	min reg	dist tot
MEDIA	11,5	32,8	118	10%	13%	1,7	142	22%	6,3%	41,7%	29%	1100		70
DC	11,6	33,2	119	11%	12%	2,7	151	27%	5,1%	42%	29%	522	45,0	5347
E	13,1	37,4	133	13%	15%	2,3	171	29%	8,8%	49%	35%	586	44,9	5964
CC	14,1	40,2	140	15%	17%	3,0	184	31%	6,2%	51%	26%	631	45,0	6285
MEZ	12,9	36,9	130	14%	16%	2,6	169	30%	7,5%	48%	35%	572	44,4	5761
A	12,5	35,6	125	12%	15%	2,6	162	30%	7,6%	47%	36%	557	44,9	5604

Tabella n. 3 – Valori GPS con distinzione per ruolo categoria Allievi

Nello specifico la tabella n. 3 evidenzia che il difensore centrale (DC) esegue una percentuale di accelerazioni intense (a int) dell'11% e raggiunge una velocità superiore ai 16 km/h (% vel >16) nel 5,1% dei casi. Quest'ultimo valore è sotto la media ed è il più basso se paragonato a quello degli altri giocatori. Probabilmente perché effettua delle accelerazioni intense ma per distanze che non gli consentono di raggiungere e

superare tutte le volte la soglia dei 16 km/h. Anche le decelerazioni sono poco inferiori alla media della squadra (12% contro il 13% di media).

Gli esterni (E) invece presentano il dato più alto rispetto agli altri ruoli nella percentuale di velocità percorsa sopra i 16 km/h. Anche questo dato è in linea con la letteratura e riflette il ruolo tattico. L'esterno sviluppa la propria performance più in lungo che in largo. Questo fa sì che abbia a disposizione più spazio per accelerare e raggiungere velocità elevate, ma meno "terreno" per effettuare cambi di direzione con potenza superiore ai 20 W. Quest'ultimo valore infatti è il più basso rispetto agli altri ruoli ( $CdD/min W>20 = 2,3$ ). Il raggiungimento di un valore di decelerazioni intense, sopra la media (dec int = 15%) è conseguenza del raggiungimento, in maggior misura rispetto agli altri ruoli, di velocità elevate, per cui l'esterno dovrà spendere più energia per decelerare e cambiare direzione.

Il centrocampista centrale (CC) è stato, nel nostro caso il giocatore che ha percorso più distanza totale con maggior qualità. Il centrocampista ha compiuto un tempo di partita a una potenza metabolica di 14,1 W/kg e si caratterizza anche per la più alta percentuale di accelerazioni intense e decelerazioni intense, 15% e 17% rispettivamente, del più alto numero di cambi di direzione intensi al minuto, ma presenta una percentuale di velocità superiore alla soglia dei 16 km/h di poco sotto la media. Probabilmente il fatto di giocare su porzioni di campo ristrette non permette al centrocampista centrale di superare, ogni volta che effettua un'accelerazione intensa, la velocità di soglia. L'unico parametro in rosso è la percentuale di lavoro svolto a un wattaggio superiore a 20 W/kg per più di 3 secondi. Tale valore si discosta di 3 punti percentuali dalla media della squadra (26% contro il 29% della media). Questo per il fatto che il CC, in partita, percorre brevi tratti, per pochi secondi (inferiori a 3 secondi) ad alta intensità.

La mezzala ha eseguito un lavoro ad una potenza inferiore rispetto al centrocampista centrale e all'esterno, ma maggiore rispetto al difensore centrale e all'attaccante. Questo valore è in linea con la letteratura. Anche qui la connotazione tattica permette alla mezzala di effettuare una grande percentuale di accelerazioni e decelerazioni intense, 14% e 16% rispettivamente, ma presenta una percentuale più alta di casi in cui raggiunge e supera i 16 km/h.

L'attaccante (A) ha fatto registrare una potenza metabolica media per i 45 minuti superiore soltanto al difensore centrale. Questo perché probabilmente esegue pause di recupero più lunghe che abbassano la media della potenza metabolica. Un dato curioso, ma logico, è quello delle accelerazioni intense. Presenta, infatti il 12% di accelerazioni

intense, valore più basso rispetto a quasi tutti gli altri ruoli (tranne che per il difensore centrale), ma ciò porta ad avere la seconda percentuale più alta di casi in cui la velocità ha raggiunto o superato i 16 km/h. Questo è spiegato dal fatto che ha a disposizione più profondità che larghezza e ciò permette di raggiungere velocità elevate.

Come abbiamo appena visto, eseguendo il download dei dati dai dispositivi GPS alla fine di ogni partita amichevole o seduta di allenamento, possiamo quantificare il lavoro svolto e nel caso apportare degli accorgimenti al fine di correggere, affinare e ristrutturare le esercitazioni, anche a secco, per renderle le più specifiche possibili.

Altri studi riferiti al modello prestativo degli allievi nazionali evidenziano che il modello di riferimento è quello dei giocatori di elite. Possiamo osservare nella tabella sottostante i dati ottenuti in 35' del primo tempo di una partita amichevole allievi nazionali.

## Cap 2. – Il carico e il controllo dell'allenamento

### 2.1 Caratteristiche del carico di allenamento

Il carico di allenamento può essere classicamente definito come: “la somma del lavoro richiesto dall'atleta, ovvero l'insieme delle sollecitazioni funzionali provocate da quest'ultimo in un determinato periodo di tempo”. Può essere suddiviso in carico esterno e carico interno (da non confondere con gli stimoli: più stimoli formano il carico totale dell'allenamento).

Il carico esterno è la quantificazione oggettiva dei mezzi utilizzati nell'allenamento (per es. km percorsi, velocità di percorrenza, pendenza, tipo di recupero).

Il carico interno è rappresentato dalla somma degli stress che subisce l'organismo sottoposto ad un carico esterno ed è strettamente soggettivo.

Per migliorare la prestazione, quindi sono necessari carichi individuali adeguati; inoltre il carico deve obbligatoriamente tenere conto dei seguenti parametri:

- 1) Intensità (la grandezza/forza dello stimolo se debole non è allenante; per esempio, ripetute ad un ritmo troppo basso o carichi troppo deboli);
- 2) Durata (lo stimolo deve avere una durata allenante: al di sotto non mi alleno; per esempio, pochi minuti di corsa alla soglia o pochi secondi nella contrazione eccentrica);
- 3) Densità (giusto rapporto fra fasi di impegno e di recupero; per esempio, pause troppo lunghe fra le ripetute);
- 4) Volume (un adeguato numero e un'adeguata durata degli stimoli allenanti);
- 5) Frequenza (un giusto numero di allenamenti settimanali).

Il carico di lavoro costituisce l'insieme delle sollecitazioni funzionali, di tipo fisico, tecnico, tattico e psicologico, a cui l'atleta viene sottoposto durante il processo di allenamento.

La formula che viene più frequentemente utilizzata dai metodologi dell'allenamento è:

Carico di allenamento = Quantità x Intensità

La quantità (o volume di allenamento) viene valutata attraverso le unità di misura specifiche dell'attività considerata (es. nel caso della corsa i metri o i Km, nel caso della forza il totale dei Kg sollevati o il numero delle serie ecc..). Diciamo che il parametro quantità nel caso dell'allenamento è il più “empirico”, è compito del preparatore o dell'allenatore stabilire la quantità massima di allenamento proponibile.

Per quanto riguarda l'intensità si utilizzano metodi di valutazione differenti, il più semplice, di tipo generale è la classificazione da parte dell'allenatore in cinque livelli

differenti:

- a) leggera
- b) media
- c) forte
- d) intensa
- e) massimale.

Il limite di questo metodo è determinato dalla “soggettività”, dalla maggiore o minore “sensibilità” del tecnico nel valutare correttamente il livello di intensità del lavoro proposto. Il secondo metodo di valutazione prevede una catalogazione di “intensità relativa”, ossia una classificazione dell’intensità in percentuale rispetto ad un parametro di riferimento ben conosciuto.

Nel caso dell’allenamento di resistenza, per esempio, i parametri che si possono utilizzare sono quattro:

- a) La frequenza cardiaca massima ( $F_{c_{max}}$ )
- b) La velocità aerobica massimale (VAM)
- c) La velocità di Soglia Anaerobica (Vobla)
- d) La velocità record sulla distanza.

Nel caso dell’allenamento di forza si utilizza il carico massimale (il carico con il quale si riesce ad effettuare una sola ripetizione).

Infine il terzo metodo è rappresentato dal controllo dell’allenamento mediante la scala dello sforzo percepito di Borg e l’analisi dei tracciati della Frequenza Cardiaca dell’allenamento svolto e dei dati provenienti dal sistema di rilevamento GPS (Global Positioning System).

## **2.2 Le unità di allenamento**

L’unità di allenamento (UA) rappresenta un’unità strutturale del processo di allenamento in cui possono essere utilizzati mezzi diversi, diretti ad ottenere gli obiettivi della preparazione tecnica, fisica, psichica, etc, creando così le premesse per uno sviluppo efficace dei processi di adattamento e di recupero dell’organismo degli atleti (Platonov, V.N. 2004).

L’unità di allenamento è composta da una *parte preparatoria di introduzione*, in cui si ricerca un aumento dell’attività dei principali sistemi dell’organismo e contribuisce ad una preparazione più rapida al futuro lavoro, *una parte principale* in cui si realizzano i compiti più importanti dell’unità di allenamento ed *una parte finale* in cui si riporta

l'organismo degli atleti alle condizioni iniziali e dove diminuisce gradualmente l'intensità.

Le unità di allenamento possono distinguersi in base ai mezzi ed ai metodi utilizzati in: unità di allenamento con finalizzazione selettiva e complessa.

*Le unità di allenamento con finalizzazione selettiva* servono allo sviluppo di alcune qualità e capacità come quelle organico muscolari o quelle finalizzate al perfezionamento tecnico e tattico.

*Le unità di allenamento con finalizzazione complessa* prevedono che siano sviluppate contemporaneamente qualità e capacità diverse, esse sono molto utilizzate nelle programmazioni degli sport di squadra. Quando si utilizzano queste tipologie di unità si deve determinare un ordine razionale di successione dei mezzi che servono allo sviluppo delle diverse qualità e saper scegliere un rapporto razionale tra i volumi di allenamento. Ad esempio il lavoro diretto all'apprendimento di nuove azioni motorie deve essere pianificato subito dopo il riscaldamento.

Il principale fattore che determina l'influenza di una unità di allenamento sull'organismo è l'entità del carico.

### **2.3 Il controllo dell'allenamento**

Nello sport moderno l'efficacia del processo di preparazione è determinata dall'utilizzazione dei mezzi e dei metodi del controllo complesso dell'allenamento, che permette di creare un feedback tra allenatore e atleta sulla cui base è possibile prendere le accortezze per dirigere e rendere più efficace il processo di allenamento.

Abitualmente nella pratica e nella teoria dello sport si distinguono il *controllo per tappe*, quello *corrente* e quello *operativo*.

*Il controllo per tappe* consente di valutare lo stato raggiunto dell'atleta in ogni tappa come conseguenza dell'allenamento di lunga durata. Questo tipo di controllo in genere si effettua alla fine di un macrociclo.

*Il controllo corrente* è diretto alla valutazione degli stati correnti, cioè quelli prodotti dai carichi di allenamento di una serie di unità di allenamento ad esempio alla fine di un micro ciclo.

*Il controllo operativo* presuppone la valutazione delle reazioni immediate dell'organismo ai carichi di allenamento nelle singole unità di allenamento o di gara.

I parametri che si utilizzano devono garantire una valutazione oggettiva dello stato dell'atleta e degli obiettivi delle sedute di lavoro.

Il controllo del livello di preparazione fisica si realizza allo scopo di valutare oggettivamente la forza, la velocità, la resistenza, la mobilità articolare e le capacità coordinative degli atleti.

La regolazione e il controllo dell'allenamento si svolge attraverso 5 fasi estremamente collegate. Il presupposto indispensabile per ogni processo di controllo e regolazione è l'analisi dei fattori che determinano la prestazione in uno sport.

Nella prima fase viene rilevato, direttamente o indirettamente, il livello attuale di prestazione. Nella seconda fase si stabiliscono gli obiettivi ai quali si mira nella pianificazione a breve, medio e lungo termine dell'allenamento. Nella terza fase, abbiamo la realizzazione dei parametri pianificati dell'allenamento e delle gare. La quarta fase comprende i controlli di allenamento e di gara attraverso le relative osservazioni, misurazioni o test. Infine nella quinta fase si valutano i risultati delle osservazioni, delle misurazioni e dei test. Tali valutazioni, servono a correggere immediatamente lo svolgimento dell'allenamento o della gara, oppure rappresentano indicazioni per modificare, o continuare a mantenere il regime di allenamento e di gara applicato.



Fig. 3 - Fasi del controllo e della regolazione nell'allenamento e nella gara (J. Weineck 2001).

Tra le procedure volte ad indagare l'aspetto funzionale si possono distinguere:

- Questionari, interviste;
- Osservazioni (da parte dell'allenatore/consulente; attraverso documentazione, griglie, videoregistrazioni/ riprese filmate, computer etc.);
- Test motori sportivi
- Metodi di psicologia dello sport
- Metodi medico-sportivi (cardiologici, fisiologici e biochimici);
- Metodi anatomo-funzionali
- Metodi biomeccanici.

Nell'applicazione dei test di valutazione funzionale, occorre fare attenzione sia ai criteri qualitativi, sia alla loro applicabilità.

### **2.3 Definizione e caratteristiche dei test**

Prima di analizzare i dati sui test valutativi, a cui sono stati sottoposti gli atleti, è doveroso definirli nelle linee generali e nelle caratteristiche essenziali.

I test sono esercizi che l'atleta deve compiere, secondo un protocollo d'indagine specifico per ciascuna qualità prestativa, per valutare un parametro funzionale (test diretti) o un suo indicatore (test indiretti).

Le caratteristiche essenziali di un test sono: validità, riproducibilità, attendibilità, specificità, tecnica e protocollo.

La *validità* è la certezza che il test effettuato indagherà effettivamente su una determinata proprietà fisiologica e non altre.

La *riproducibilità* rappresenta la precisione di una metodica di rilevamento di uno specifico parametro. La misura ripetuta di un parametro nello stesso individuo, nelle stesse condizioni di tempo, luogo, strumentazione, etc. deve dare lo stesso risultato o le differenze di rilevamento devono essere minime. Le condizioni che influenzano la riproducibilità di un test comprendono la variabilità insita nel processo d'osservazione/misurazione imputabile allo strumento di misurazione e/o all'operatore, e ad una variabilità biologica (variazioni circadiane, motivazionali, etc. dei parametri fisiologici).

L'*attendibilità* rappresenta la variabilità di un test non legata all'osservatore e/o allo strumento di misurazione, ma alla variabilità tra soggetti (interindividuale), o dello

stesso soggetto (intraindividuale). E' indispensabile, pertanto, che la misurazione di un determinato parametro sia effettuata dopo una corretta taratura dello strumento di misurazione.

L'*obiettività* rappresenta l'indipendenza della misura del dato da influenze o errori attribuibili al rilevatore. Per quanto valido ed attendibile sia un test, esso non è utile se si presta a diversità d'applicazione e d'interpretazione da parte dell'operatore. E' importante, pertanto, la standardizzazione della procedura d'applicazione e di lettura dei risultati del test, per limitare al massimo gli errori di possibili interpretazioni personali.

La *specificità* è soddisfatta quando si testano parametri organico-funzionali in condizioni più vicine possibili al reale coinvolgimento sportivo.

La *tecnica* è un aspetto fondamentale del test per mantenere costanti quante più variabili legate all'esecuzione del gesto e, conseguentemente, attribuire il risultato ai soli parametri indagati. E' importante, inoltre, favorire la familiarità dell'atleta con il test e le apparecchiature impiegate, per raggiungere il massimo dell'efficienza meccanica, riducendo per esempio la componente ansiosa che può influenzare le risposte fisiologiche. Altri fattori che possono influenzare un test sono di natura ambientale: la temperatura (ottimale, se 18-22° C), la presenza di vento, rumore, il tipo di suolo, etc.

Il *protocollo* di un test è la specifica procedura scelta per testare una determinata caratteristica funzionale dell'atleta. Nel protocollo sono indicati i tempi e le modalità esecutive da rispettare affinché un test sia valido, attendibile ed obiettivo.

Per quanto riguarda i criteri accessori, vengono ritenuti economici, quei test di valutazione che:

Possono essere eseguiti in poco tempo;

- Richiedono pochi materiali ed attrezzature;
- Sono facilmente somministrabili;
- Possono essere eseguiti come test di gruppo;
- Possono essere valutati rapidamente senza effettuare grandi calcoli.

Vengono definiti standard quei test per i quali esistono risultati, che possono essere utilizzati come parametri di riferimento per una classificazione dei risultati di test individuali. Valori esattamente determinati e specifici a seconda di età, sesso, livello di prestazione, gruppi di allenamento rendono più razionale il lavoro immediato di valutazione.

Oltre alle caratteristiche elencate, la valutazione funzionale dell'atleta deve assumere una capacità di analisi altamente specifica. Ciò è possibile solamente utilizzando

strumenti capaci di indagare l'atleta e i suoi parametri organico-funzionali in condizioni più vicine possibili al reale coinvolgimento sportivo.

Nei test di valutazione funzionale, trovano spazio, da un lato i test motori sportivi semplici, che possono essere eseguiti sul campo da ogni allenatore, senza che sia necessario utilizzare strumentazioni particolari, dall'altro, sono distinti dai test medico-sportivi, che possono essere realizzati con l'utilizzo di apparecchiature costose. È necessario, per questo secondo gruppo di test, il dispendio di una notevole quantità di tempo perché vengano realizzati e successivamente, analizzati i dati. Servendosi di una valutazione funzionale parallela all'allenamento, si dovrebbero ottenere indicazioni quanto più possibile precise e dettagliate sullo stato e lo sviluppo della capacità generale e speciale di prestazione di un atleta, e acquisire informazioni specifiche sulla programmazione ottimale dell'allenamento e in certi casi, è possibile, fare delle previsioni sulla prestazione. La cosa migliore sarebbe combinare tra loro i test da laboratorio e i test da campo. L'efficienza dei test da laboratorio sta nella loro standardizzazione e riproducibilità, lo svantaggio, però è che hanno uno scarso grado di specificità al contrario dei test da campo che permettono di rilevare meglio e con maggiore precisione i cambiamenti della capacità di prestazione durante l'allenamento. Lo svantaggio dei test da campo sta nella difficoltà di standardizzazione, riproducibilità e possibilità di esecuzione, ma risultano adatti ed efficaci ad esaminare ed eventualmente correggere l'intensità delle forme di allenamento aerobiche ed anaerobiche.

## **Cap 3. - Mezzi e metodi di valutazione del carico di allenamento**

### **3.1 I questionari e i diari**

L'abilità degli allenatori di prescrivere allenamenti per aumentare la prestazione atletica dei giocatori è stata da sempre attribuita alla loro esperienza pluriennale di allenamento. Un approccio più moderno è quello di utilizzare i metodi scientifici nello sviluppo di un programma di allenamento ottimale. Tuttavia, non ci sono abbastanza ricerche in questo campo, in particolare sulla quantificazione dei programmi di allenamento e i loro effetti fisiologici sull'adattamento e di conseguenza sulla performance. Per valutare l'impatto fisiologico del carico di allenamento nelle esercitazioni con la palla sono stati utilizzati molti mezzi e metodi, compresi questionari, diari, monitoraggio fisiologico e osservazione diretta.

Il ruolo della ricerca scientifica nel processo di allenamento è diventato più importante al fine di ottimizzare i programmi dell'allenamento.

Questa revisione quindi presenta i metodi attualmente in uso per quantificare il carico di allenamento e valuta le indagini presenti nella letteratura sulle relazioni tra carico di allenamento e risposte fisiologiche all'allenamento e alla performance.

I questionari e i diari si utilizzano per esaminare l'attività fisica durante la settimana, il mese o anche l'anno. Quindi i dati sono ottenuti dai ricordi degli atleti. L'uso di questionari per valutare l'abituale attività fisica e gli esercizi, specialmente su un vasto numero di persone è molto popolare in quanto si tratta di una metodica di facile attuazione, conveniente sia dal punto di vista economico che dal punto di vista del tempo speso. Il vantaggio, appunto, è che non ostacolano il normale svolgimento degli allenamenti. Tuttavia, la loro debolezza sta nel fatto che la risposta degli atleti è soggettiva. C'è un certo margine di errore nei dati auto riportati che possono incidere significativamente sull'analisi di questi dati e quindi sulla prescrizione dell'allenamento. Parallelamente all'uso dei questionari o dei diari di allenamento è stato raccomandato di utilizzare misurazioni fisiologiche per confermare i dati auto riferiti. Ci sono, problemi con i questionari che valutano il tipo, l'intensità, la frequenza e la durata degli esercizi e le condizioni ambientali nel quale l'esercizio si è svolto. La percezione dell'intensità può variare a seconda dell'esperienza o della tolleranza della persona, ad esempio, se richiesto di riferire l'intensità della luce nel modo più semplice,

moderata, forte, molto forte. Le condizioni ambientali nelle quali l'attività si svolge può avere effetti importanti sulla motivazione, o effetti fisici e psicologici sulla persona ma questi sono spesso trascurati. Quindi sebbene i questionari possono assistere il monitoraggio dei cambiamenti generali nell'attività di un gran numero di persone, i tentativi di quantificare la dose di esercizio a partire dai dati raccolti dai questionari e diari restano inadeguati.

### **3.2 Misurazione della frequenza cardiaca**

La frequenza cardiaca (heart rate, HR) è tra i parametri cardiocircolatori più semplici da rilevare. Per la sua misurazione basta semplicemente rilevare le pulsazioni del soggetto al polso o alla carotide. Per frequenza cardiaca si intende il numero di battiti cardiaci (o pulsazioni) che il cuore compie in un minuto. La frequenza cardiaca riflette la quantità di lavoro che il cuore deve effettuare per soddisfare le maggiori richieste dell'organismo impegnato in un'attività fisica. La frequenza cardiaca di riposo (resting heart rate, RHR) è mediamente compresa 60 e 80 battiti per minuto (bpm). In soggetti sedentari di mezza età, senza alcun condizionamento fisico, la RHR può superare i 100 bpm, mentre negli atleti professionisti, altamente allenati alla resistenza, sono state riportate RHR comprese tra 28 e 40 bpm.

Nel corso di un esercizio fisico, la frequenza cardiaca aumenta in maniera direttamente proporzionale con l'aumento dell'intensità di esercizio, fino a quando il soggetto non è prossimo all'esaurimento. In quel punto la frequenza cardiaca si stabilizza, indicando che è stato raggiunto il valore massimo. Tale valore rappresenta la massima frequenza cardiaca (maximum heart rate, HRmax), ovvero il valore più alto che può raggiungere un determinato soggetto durante un impegno comportante esaurimento. È un valore attendibile che cambia poco nel corso degli anni.

La massima frequenza cardiaca può essere determinata teoricamente in base all'età, in quanto essa mostra una diminuzione lieve ma costante di circa un battito per anno a cominciare dall'età di 10-15 anni.

$HR_{max} = 220 - \text{età del soggetto}$

Se si sottrae l'età di un soggetto da 220 si ottiene una buona approssimazione della sua massima frequenza cardiaca. È ovvio che si tratta solo di un'approssimazione, poiché a livello individuale, il valore effettivo può discordarsi di molto da questo valore medio.

Un calcolo più preciso, anche se un po' più complesso, è quello di Karvonen, il quale non applica semplicemente, come Cooper, la percentuale di lavoro desiderato alla

massima frequenza cardiaca, ma tiene conto del fatto che i singoli soggetti, hanno frequenza a riposo, diverse. Tenendo conto di questo, Karvonen afferma che è opportuno regolare la percentuale di carico di lavoro secondo la propria frequenza cardiaca di riposo. Per far ciò introduce il concetto di frequenza cardiaca di riserva (heart rate reserve, HRR) che è data da:

$$\text{HRR} = \text{HR}_{\text{max}} - \text{RHR}$$

Rispetto al valore della HRR andranno fatti i calcoli della percentuale di lavoro desiderato. Alla fine si dovrà sommare nuovamente la RHR per avere il valore della frequenza cardiaca target (HRT, heart rate target). Ricapitolando:

$$\text{HRT} = (\text{HR}_{\text{max}} - \text{RHR}) \cdot \% \text{ di lavoro desiderata} + \text{RHR}$$

La Frequenza cardiaca viene indicata come carico interno e rappresenta la risposta metabolica che il nostro organismo dà in relazione ad uno stimolo o carico esterno. La misurazione della frequenza cardiaca non è invasiva ed è utilizzabile in maniera comoda. Rilevarla appare fondamentale per tutti i lavori che puntano ad un allenamento aerobico e mirato, nonostante la sua rilevazione non sia priva di errori e limiti. La frequenza cardiaca fornisce indicazioni su come il giocatore sta lavorando e può servire per valutare se gli obiettivi della sessione siano stati raggiunti. Inoltre il monitoraggio della frequenza cardiaca può essere considerato uno stimolo da parte dell'atleta per lavorare più intensamente e con maggiore dedizione.

La frequenza cardiaca può essere misurata contando le pulsazioni rilevate da una grande arteria del polso o del collo. Manualmente è sufficiente contare i battiti per 6, 10, 15 o 30 secondi e moltiplicare il risultato rispettivamente per 10, 6, 4 o 2. Ovviamente più l'intervallo di rilevazione è lungo, migliore sarà l'accuratezza della misurazione.

Oltre al monitoraggio manuale la frequenza cardiaca viene monitorata attraverso diversi tipi di apparecchi.

Il cardiofrequenzimetro a clip è un apparecchiatura comoda che rileva il passaggio di sangue nei capillari del lobo dell'orecchio. Risente di fluttuazioni legate alla quantità di sangue che fluisce ai lobi e anche del movimento corporeo e non consente una rilevazione precisa. È un sistema poco costoso ma di scarsa affidabilità e non è quindi adatto alle esigenze una squadra di calcio.

Il cardiofrequenzimetro con misura tramite presa rivela la frequenza cardiaca dal palmo della mano. I risultati sembrano attendibile ed è facile fare accettare la rilevazione al soggetto. Questo tipo di cardiofrequenzimetri sono posizionati sulle maniglie di molti treadmill, costringendo i soggetti, al fine di rilevare da frequenza cardiaca, di modificare

la biomeccanica della corsa. Non è adatto per il calcio perché non può essere utilizzato sul campo.

I cardiofrequenzimetri a fascia permettono di monitorare la frequenza cardiaca in tempo reale e pertanto ottenere preziose informazioni circa l'impegno metabolico richiesto dalle varie attività fisiche. Tutti i cardiofrequenzimetri si basano sul calcolo del tempo che intercorre tra i picchi R-R e la velocità e la precisione di risposta variano in funzione del numero di picchi considerati. Questo apparecchio si compone di un sensore che rileva la frequenza cardiaca e che la trasmette a un'unità ricevente. Tale unità ricevente è fornita di un piccolo monitor e si applica al polso. La fascia, attraverso degli elettrodi rileva le modifiche delle condizioni del cuore. Condizione per la sua affidabilità è che la fascia sia perfettamente aderente al torace e che la pelle sia sufficientemente inumidita per permettere la trasmissione infine che nelle vicinanze le fonti di radiazioni elettromagnetiche siano adeguatamente schermate per evitare interferenze che potrebbero influenzare i risultati. I diversi modelli di cardiofrequenzimetri esistenti differiscono tra loro essenzialmente per ciò che riguarda il numero delle funzioni che sono in grado di svolgere, le quali negli apparecchi più completi sono le seguenti:

- Controllo in tempo reale della frequenza cardiaca, che appare espressa in battiti al minuto sul display dell'unità ricevente;
- Possibilità di stabilire un livello di frequenza cardiaca al raggiungimento del qual viene attivato un sistema acustico di suoneria;
- Memorizzare l'andamento della frequenza cardiaca durante l'effettuazione della prova.

Gli apparecchi più sofisticati permettono di scaricare i dati acquisiti sul computer e mediante un apposito programma, è possibile esprimere graficamente l'andamento della frequenza cardiaca in funzione del tempo.

Un inconveniente dei cardiofrequenzimetri a fascia è che per il corretto funzionamento è necessaria che vi sia una distanza sufficiente (tra i 2 e 3 metri) tra due cardiofrequenzimetri, per evitare la sommazione delle trasmissioni che invaliderebbe i risultati. Questo è un problema serio soprattutto negli sport di squadra e in particolare nel calcio dove spesso durante gli allenamenti i giocatori sono costretti a lavorare a distanze inferiori a quelle consigliate per un adeguato funzionamento dei cardiofrequenzimetri a fascia. Ultimamente per ovviare a tale problema, si sono introdotti dei cardiofrequenzimetri a fascia che trasmettono segnali codificati e vengono

decodificati unicamente da ricevitore “dedicato” e quindi permettono di fare lavorare più persone anche a distanze ravvicinate. Si tratta di strumenti innovativi che utilizzano la telemetria della frequenza cardiaca per il monitoraggio costante degli atleti. Questi apparecchi sono in grado di monitorare, in tempo reale, 32 giocatori contemporaneamente trasmettendo il segnale fino a 200 metri di distanza. I vantaggi di questa strumentazione sono innumerevoli: permette di monitorare la frequenza cardiaca di una o più persone durante l’allenamento, in totale libertà senza limitazioni nel movimento. Il sistema, visualizzando in tempo reale la frequenza cardiaca, permette un’analisi tempestiva e precisa della reazione alle sollecitazioni nelle varie fasi dell’attività fisica. In questo modo garantisce a ciascuno il raggiungimento dei propri obiettivi di allenamento.

Questi strumenti sono di indiscussa utilità per allenatori e preparatori atletici, ma l’elevato costo di queste apparecchiature rende tali apparecchiature inaccessibili da parte di quelle squadre dilettantistiche dai budget limitati.

### **3.3 La tecnologia GPS (Global Positioning System)**

In aggiunta alle misure fisiologiche dell’intensità di esercizio, il recente progresso tecnologico permette di raccogliere le caratteristiche che derivano dai movimenti dei calciatori attraverso l’utilizzo dei GPS. Il sistema di posizionamento globale (dall’inglese Global Positioning System, abbreviato GPS) è un sistema di tracciamento della posizione e di navigazione che attraverso una rete dedicata di satelliti artificiali in orbita, fornisce ad un terminale mobile, l’unità GPS, informazioni sulle coordinate geografiche rispetto a un orario. La localizzazione avviene attraverso segnali radio inviati da ciascun satellite ed elaborati dall’unità ricevitrice che analizza ed elabora i dati. Il sistema GPS è gestito dal governo degli Stati Uniti d’America ed è liberamente accessibile a chiunque sia dotato di un ricevitore. Per localizzare un oggetto in movimento, un ricevitore GPS deve ricevere un segnale da almeno 3 dei 27 satelliti che emettono in maniera continua segnali codificati. In queste condizioni un’unità di ricezione è in grado di calcolare e registrare informazioni che si riferiscono alla posizione, al tempo e alla velocità di spostamento del soggetto.

L’accuratezza di questa tecnica è aumentata al punto che si trovano medie degli errori per la distanza nell’ordine di pochi metri. La correttezza del dato può variare in base alle condizioni meteorologiche, alla disponibilità e alla posizione dei satelliti rispetto al

ricevitore, alla qualità e al tipo di ricevitore, agli effetti di radiopropagazione del segnale e degli effetti della relatività. La validità e l'affidabilità delle misure di questi dispositivi ricevitori GPS in commercio è stata recentemente descritta. In generale, l'errore per la distanza totale percorsa (metri/minuti ) è stata riportata di essere tra il 3% e il 5%. Inoltre la correlazione tra la velocità misurata attraverso fotocellule a cronometraggio elettronico e valore ottenuto dall'unità GPS è stata rilevata essere molto elevata.

Validità che è stata ricercata anche attraverso studi riguardanti il confronto delle velocità medie, delle distanze percorse e delle potenze metaboliche espresse su percorsi in linea, con cambi di direzione e navette, effettuati a diverse velocità di corsa, utilizzando il GPS a 10 Hz SpinItala e un Laser LDM-300c a 100 Hz LAVEG Sport. I laser a 100 Hz sono considerati il gold standard della misura della velocità per la distanza e in questo studio sono stati ridotti a 10 Hz per permettere il confronto diretto. Specificamente al nostro ambito, la tecnologia a rilievo satellitare della posizione è usata da vari preparatori fisici di calcio professionistico per quantificare le richieste di movimento dei giocatori durante gli allenamenti o le partite amichevoli. Non è consentito utilizzarli in gare ufficiali giacché non fanno parte dell'equipaggiamento dettato dal regolamento.

La tecnologia GPS si affianca alla Video Match Analysis (utilizzata maggiormente per le gare ufficiali), per valutare le sedute di allenamento settimanali.

L'informazione ottenuta da questi dispositivi è utilissima per allenatori e preparatori fisici al fine di tenere sotto controllo lo stato fisico della squadra e soprattutto l'utilità nel pianificare efficaci e specifici programmi di allenamento.

Il software che è stato utilizzato nel presente progetto di ricerca consiste in fogli di calcolo Excel composto da diverse pagine. A fine allenamento vengono scaricati i dati e caricati all'interno del software. Manualmente bisogna individuare all'interno del grafico, che mette a confronto velocità e potenze dell'intera seduta, le varie fasi dell'allenamento con le esercitazioni proposte compreso il dispendio energetico dell'intera unità di allenamento. A questo punto il software è in grado di calcolare l'impegno profuso in ogni fase da noi selezionata come vengono mostrate nella tavola Sinottica (tabella n. 4).

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R
1	dev.st		1,3	3,3		16	1,8%	2,6%	0,5	2	3	2,1%	1,7%	4,5%	4%			peso
2	media	11,5	32,8	118	10%	13%	1,7	17,3	142	22%	6,3%	41,7%	29%	1100				70
		w med	Vo2	F dist/	a int	dec	Cd	CdD/	dist/	%	%vel>	%an	%	kcal	min	dist		
		med	Cmin		int	D/m	min	min	Dist	16	aer	w>20	t>=3"		reg	tot		
		r			in	>30°	EQ	Equiv										
3																		
4	0	7100	8,9	25,4	93	8%	9%	1,9	12,3	116	25%	3,4%	39%	25%	1051	116,3	10954	
5	450	3152	11,6	33,2	119	11%	12%	2,7	16,8	151	27%	5,1%	42%	29%	522	45,0	5347	
6	3973	6676	10,4	29,8	108	9%	10%	2,1	14,4	136	26%	3,9%	40%	20%	470	45,1	4888	
7																		
8																		

Tabella 4 – Tavola Sinottica

Il foglio denominato “Sinottica” racchiude tutte le medie dei parametri che ci interessano per valutare che tipo di carico ha la seduta di allenamento e i valori medi dei giocatori. Nella parte superiore troviamo il modello di riferimento con i vari parametri e i valori medi di oltre 400 partite e più di 1000 calciatori del campionato professionistico di Serie A. I valori fanno riferimento alla media dei dati ricavati dai primi tempi.

- Nella casella C2 troviamo la potenza metabolica media espressa in partita che equivale a  $11,5 \pm 1,3$  W/kg.
- Nella casella D2 troviamo il valore di  $32,8 \pm 3,3$  ml/kg/min, corrispondente ai litri di consumo di ossigeno medi utilizzati in partita.
- Nella casella E2 potrebbe esser presente il valore medio della frequenza cardiaca se venisse utilizzato in parallelo un sistema di telemetria.
- Nella casella F2 è presente il valore di 118 m/min, cioè la distanza in metri percorsa ogni minuto per il periodo di tempo selezionato.
- Nella casella G2 è presente il valore  $10\% \pm 1,8\%$  che corrisponde alle percentuali di accelerazioni che vengono considerate intense. Il software filtra e seleziona le accelerazioni  $>3$  m/s<sup>2</sup>.
- Nella casella H2 è presente il valore  $13 \pm 2,6\%$  che corrisponde alle percentuali di decelerazioni che vengono considerate intense. il software filtra e seleziona le decelerazioni  $> -2$  m/s<sup>2</sup>.
- Nella casella I2 troviamo il valore  $1,7 \pm 0,5$ . Questo corrisponde al numero di cambi di direzione effettuati ogni minuto.
- Nella casella J2 troviamo il valore di  $17,3 \pm 2$  che equivale al numero di cambi di direzione che il soggetto effettua ogni minuto con angolo superiore a 30°.

- Nella casella K2 troviamo il valore  $142 \pm 3$ , che equivale alla distanza equivalente percorsa al minuto. Questo è un parametro importante perché equivale alla distanza che verrebbe compiuta a ritmo costante utilizzando la stessa energia. Come vediamo questa ha un valore più elevato rispetto alla distanza al minuto presente nella colonna F perché prende in considerazione anche l'energia spesa per eseguire le accelerazioni e le decelerazioni, che come sappiamo hanno un costo più elevato della corsa a ritmo costante.
- Nella casella L2 è presente il valore in percentuale  $22\% \pm 2,1$  della distanza equivalente. Questa corrisponde alla distanza che sarebbe stata percorsa a ritmo costante con la stessa spesa energetica. Questo valore risente fortemente del valore delle accelerazioni e decelerazioni.
- Nella casella M2 troviamo la percentuale di distanza percorsa a velocità superiore a 16 km/h che viene presa come riferimento per il passaggio all'alta intensità data la sua corrispondenza con i 20 W/kg. Il valore medio in partita è di  $6,3\% \pm 1,7$ .
- Nella casella N2 è presente il valore di  $41,7\% \pm 4,5$  dell'energia spesa in situazione di anaerobiosi. Questo valore è dato dall'energia che un atleta consuma in partita ad alta intensità, ovvero, per quelle attività che superano il valore di 20 W/kg che corrisponde alla soglia presa come riferimento per il passaggio all'alta intensità.
- Nella casella O2 è presente la percentuale di attività con potenza metabolica superiore a 20 W protratta per un tempo superiore ai 3 secondi. Il valore medio in partita per tale parametro è del  $29\% \pm 4\%$  rispetto al totale.
- Nella casella P2 il valore dell'energia spesa in kcal. Come abbiamo già visto il valore è in linea con i vari studi effettuati con le classiche strumentazioni ed equivale a 1100 kcal.
- Le ultime due colonne della tabella n. 4 presentano i minuti registrati e la distanza percorsa.

### **3.4 La video match analysis**

La video match analysis descrive le prestazioni tecnico, tattiche e fisiche, utilizzando diverse metodologie e mezzi specifici video per la codifica delle azioni compiute dagli atleti all'interno della gara. Le riprese video vengono rielaborate da un computer, nella quale è possibile analizzare la performance individuale o di gruppo.

Questa metodica è uno degli strumenti più efficaci, grazie ai quali è possibile misurare gli spostamenti sul campo dei giocatori e il tempo di percorrenza di tali spostamenti, per poi risalire alla velocità di corsa. Tale metodo è oggi utilizzato da molte squadre di alto livello in tutta Europa e ciò ha consentito notevoli progressi nella valutazione dell'impegno individuale, degli aspetti tattici e della successiva programmazione dell'allenamento. L'analisi del match è utilizzata dai tecnici, anche, per preparare la strategia della partita sulla base delle caratteristiche tecnico-tattiche della squadra avversaria. Le elaborazioni realizzate, anche nel post-gara permettono un'analisi più obiettiva e approfondita dell'evento appena trascorso in modo da evidenziare le prestazioni positive o negative individuali o di gruppo.

Gli studi di ricerca degli ultimi 10 anni intrapresi dai ricercatori scandinavi e italiani su calciatori di altissimo livello hanno integrato gli approcci utilizzati da Bangsbo e collaboratori nel decennio precedente. L'approccio originale prevedeva il posizionamento di videocamere ai lati del campo, sulla linea di metà campo ad una altezza di circa 15 metri e a circa 30-40 metri dalla linea laterale. Ogni videocamera era usata per filmare diversi giocatori. Dopo la partita, il video veniva mostrato su un monitor al fine di codificare le varie attività della partita. Si registrava la durata di ogni singola attività e per ogni attività era calcolata la velocità media e il tempo speso per effettuare ogni attività. Infine la distanza totale coperta si otteneva dalla somma delle distanze coperte durante ogni attività di locomozione di ogni individuo. Le più evidenti migliorie del progresso tecnologico hanno portato all'uso di telecamere con migliore qualità e metodi di codifica più avanzate come l'utilizzo di software per computer che permettevano di concentrarsi sull'analisi dei movimenti e delle azioni di un singolo giocatore. Le riprese video furono digitalizzate e sincronizzate manualmente usando in Noldus Observer 5.0 Video-Pro behavioural analysis system, il quale calcolava automaticamente il tempo speso nell'esecuzione di determinate azioni e movimenti. Fortunatamente la tecnologia è avanzata nella analisi di tempo e movimento durante le gare e ha permesso di integrare dispositivi tecnologici e modelli matematici al fine di tracciare in maniera automatica le attività svolte sul campo. Pochi sono i sistemi in grado di analizzare tutti i giocatori di una squadra per tutto il tempo della partita e registrare anche quando ognuno di essi è in possesso o meno della palla. I sistemi più recenti consentono di analizzare gli spostamenti sul terreno di entrambe le squadre (22 giocatori), dell'arbitro e della palla per tutti i 90 minuti, con un campionamento di 25 volte per secondo (25 Hz). Questi sistemi portano a raccogliere circa 4,5 milioni di dati

riguardanti il movimento dei giocatori e più di 2000 contatti con la palla per partita. Il sistema ProZone, per esempio, fornisce analisi dettagliate del lavoro svolto da ogni atleta e crea un'animazione bi-dimensionale che ricostruisce i movimenti del giocatore insieme a un grafico interattivo che rappresenta le azioni giocate da tutti i giocatori oltre a tutti i passaggi effettuati. I parametri che possono essere ricavati e analizzati sono le distanze coperte e le relative velocità di percorrenza, il possesso di palla, la distanza dai compagni di reparto e quella tra i diversi reparti.

### **3.5 Il lattato ematico**

Un ruolo particolarmente importante nel controllo dell'allenamento è svolto dal monitoraggio della lattato ematico. La misurazione della concentrazione del lattato ematico è diventata più semplice con lo sviluppo di misuratori portatili che richiedono la raccolta di un solo campione di sangue da una puntura effettuata sul polpastrello di un dito della mano o effettuata sul lobo dell'orecchio. Grazie all'utilizzo dei lattacidometri portatili da campo è possibile effettuare dei prelievi in tempo reale a seguito di esercitazioni svolte sul campo. Tale metodo è importante per la quantificazione del carico interno. Solitamente si fa riferimento alle 2 mmol/L per identificare la Soglia Aerobica e alle 4 mmol/L per identificare la Soglia Anaerobica, questo ci consente di verificare adeguatamente se l'intensità di esercizio somministrata sta raggiungendo gli obiettivi prefissati.

Recentemente il lattato ematico è diventato un parametro da misurare abitualmente in ogni lavoro di fisiologia muscolare e, per molti medici dello sport, allenatori, e preparatori atletici, un parametro indispensabile per monitorare l'allenamento e i corrispondenti effetti. Quest'uso sistematico è dovuto:

- Alla facilità nel raccogliere i campioni e nella migliorata precisione derivante dai metodi di microanalisi e/o degli apparecchi automatici di analisi del lattato;
- Alla presunta capacità predittiva e valutativa della capacità di prestazione attribuita alla valutazione delle variazioni della lattato ematico.

Il lattato ematico è stato usato per fornire sia una misura qualitativa che quantitativa della capacità dell'atleta. Mader et al (1976) ritengono che i valori del lattato ematico possono essere usati:

- Predisporre le intensità dell'allenamento;
- Valutare oggettivamente gli adattamenti all'allenamento;

- Determinare l'intensità ottimale di allenamento aerobico e anaerobico;
- Identificare giovani atleti con particolari capacità metaboliche.

Ciononostante rimane impraticabile la misura del lattato frequentemente, in ogni sessione di allenamento al fine di descrivere o quantificare l'intensità. Molta attenzione è stata posta per la determinazione della soglia del lattato, la quale è definita come l'intensità di esercizio a un livello di lattato ematico stabile. Il valore di lattato ematico di circa 4 mmol/L, chiamato valore alla soglia anaerobica, si è visto che equivale ad una intensità di esercizio favorevole ad indurre adattamenti fisiologici negli sport di endurance. Fattori esterni come temperatura dell'ambiente e disidratazione possono influenzare l'interpretazione della misurazione del lattato. La modalità di esercizio influisce significativamente, in quanto alterando la massa muscolare utilizzata durante l'esercizio si possono avere variazioni nella concentrazione del lattato. Anche la durata dell'esercizio, intensità e mole di variazione dell'intensità nell'esercizio possono influenzare la concentrazione di lattato come anche, la dieta e il contenuto di glicogeno muscolare. L'interpretazione dei dati riguardanti la concentrazione del lattato può essere ulteriormente influenzata dalle procedure di campionamento e misura, quali il tempo impiegato nel prelievo, le condizioni atmosferiche e le tecniche di prelievo del campione di sangue. I fattori sopra citati possono influenzare l'accumulo del lattato indipendentemente dall'intensità di esercizio e rendono la valutazione del lattato ematico meno efficace, limitando così la sua utilità nel monitoraggio e nella prescrizione dell'intensità di esercizio.

### **3.6 Indici dello stress di allenamento: *Rating of perceived exertion (RPE)***

Il metodo basato sulle RPE (Rating of Perceived Exertion) prevede che gli atleti al termine di ogni allenamento e di ogni partita di campionato giocata nel periodo in esame, devono cercare di stimare il loro grado di affaticamento derivante dallo sforzo appena eseguito, riportando inoltre i minuti della seduta allenante stessa, utilizzando un'apposita tabella di riferimento (vedi figura 6), nota come la Scala di Borg RPE CR 0-10 (Foster et al., 2001).

Gunnar Borg, ha creato due scale per valutare lo sforzo percepito (1985 – 1987). La prima è la RPE e si basa su 20 livelli (da 1 a 20), ma che di fatto parte dal livello 6. La seconda è la CR 10 (category ratio anchor at number 10) che si basa su 10 livelli (figura

n. 4). Nella RPE Borg mise in relazione i numeri crescenti (da 6 a 20) con le percentuali di frequenza cardiaca durante l'esercizio fisico.

<b>Rating</b>	<b>Description</b>
0	Rest
1	Very, Very Easy
2	Easy
3	Moderate
4	Somewhat Hard
5	Hard
6	
7	Very Hard
8	
9	
10	Maximal

Fig. 4 - La scala di Borg CR 10 RPE ( H.Alexiou e A.J. Coutts 2008)

Tale scala era nata all'inizio per valutare le condizioni fisiche dei pazienti cardiopatici ed identificare l'intensità del dolore da essi percepito a seguito dell'incidente cardiovascolare. Così si poteva intervenire adeguatamente a livello medico per trattare il paziente. In seguito Borg, inserì tale scala anche in ambito sportivo, per identificare l'intensità del carico proposto mediante lo sforzo percepito dal soggetto.

La familiarizzazione dei soggetti con la scala di Borg è molto semplice. Come si può notare dalla precedente figura, la medesima scala prevede un ordine crescente di numeri che vanno dallo 0 al 10, e, di fianco, è stimato il grado di affaticamento correlato, rendendo anche più facile la valutazione da apporre.

Per la corretta applicazione della scala di Borg occorrerà seguire le classiche raccomandazioni come per la corretta familiarizzazione e l'educazione all'uso della scala da effettuare sui giocatori prima del suo utilizzo. È importante che durante il prelievo dei dati sia rispettato il tempo di 15'-20' dalla fine della seduta di allenamento e della gara, in quanto bisogna ridurre al minimo l'influenza dell'ultimo sforzo effettuato dal giocatore. La cosa migliore è chiedere lo sforzo percepito nella seduta o nella gara all'atleta dopo circa 30', facendogli indicare il numero su un foglio, senza che gli altri possano vedere il valore indicato, per non influenzare negativamente la corretta interpretazione del dato.

Dalla valutazione dello sforzo percepito dall'atleta attraverso la scala di Borg possiamo ricavare:

- un valore in unità arbitrarie (UA) del carico di allenamento (Training Load). Tale valore sarà il risultato della moltiplicazione della durata dell'allenamento (in minuti) e il valore della fatica che ogni giocatore dichiara di aver percepito al termine di ogni seduta di allenamento o partita.

$$TL = \text{durata (minuti)} \cdot RPE \text{ (UA)}$$

- l'indice di monotonia (IM), un parametro che indica quanto è stato monotono un carico di allenamento al quale sono stati sottoposti i giocatori nell'arco di una settimana. Più il carico di allenamento è stato simile nell'arco di una settimana più l'allenamento risulta monotono. Tale valore si ottiene prendendo in considerazione il carico medio settimanale e la sua deviazione standard.

$$IM = \text{media carico settimanale} / \text{deviazione standard settimanale}$$

- la fatica acuta o strain (FA), un parametro che si ottiene moltiplicando il carico di allenamento (TL) per l'indice di monotonia. Tanto più il carico di allenamento analizzato è stato alto e monotono tanto più la fatica acuta è elevata.

$$FA = TL \cdot IM$$

Per quanto riguarda l'analisi dei dati dalla letteratura scientifica relativa all'ambito calcistico sappiamo che un buon effetto allenante nella singola seduta si ottiene per valori di session RPE compresi tra 300-600 UA. Una sessione di allenamento con session RPE inferiore hanno effetto allenante insufficiente o basso; stimoli con session RPE > 600 UA tendono ad essere elevati per una singola sessione di allenamento. La somma settimanale del carico di allenamento ideale è tra le 2000-3000 UA e generalmente se il carico di allenamento è > 2600 UA si considera alto, se invece risulta < 2600 UA si considera basso. Bisogna tenere conto però di eventuali variazioni soggettive dell'interpretazione dell'RPE (sovrastima o sottostima). In merito alla FA o Strain, vengono considerati alti valori di Strain >3600 UA e bassi valori di Strain < 2500. Anche in questo caso c'è una variabilità soggettiva dovuta all'interpretazione della scala dell' RPE. Per quanto riguarda il training load (TL) è utile guardare grafici riguardanti le ultime settimane di allenamento per visualizzare l'andamento nell'ultimo periodo e non solo nell'ultima settimana.

Può essere utile avere un' idea di ciò che è stato fatto avendo l'andamento del training load (TL) di tutte le settimane di lavoro svolte. Inoltre è possibile visualizzare attraverso dei grafici il carico di allenamento individuale, la monotonia e lo strain.

In media una partita a settimana rappresenta circa il 25% del carico totale settimanale; invece due partite a settimana rappresentano circa il 65% del carico totale settimanale.

Ciò ci fa capire l'importanza di dosare adeguatamente il carico di lavoro nel post gara, soprattutto per i giocatori che hanno giocato per tutti i 90 minuti. Infatti si può notare dalla scala di Borg e le relative session RPE come gli sforzi percepiti durante la gara sono importanti e richiedono un adeguato recupero da parte del giocatore, per effetto del fenomeno della fatica permanente che si instaura al termine delle prestazione e delle scorte di glicogeno non ancora ripristinate (48-72h). Il metodo della session RPE, rappresenta una valida misura del carico interno dell'atleta. La scala di Borg CR10 è un indicatore globale dell'intensità di esercizio inclusi i fattori fisiologici (consumo di ossigeno, frequenza cardiaca, ventilazione, beta endorfine, concentrazione di glucosio ematico e deplezione di glicogeno) e psicologici. Le ricerche hanno dimostrato che la combinazione della frequenza cardiaca e la concentrazione di lattato ematico predicono con molta precisione la RPE, quindi lo sforzo percepito dal soggetto, in sostanza c'è una correlazione diretta: all'aumentare della frequenza cardiaca e della lattato ematico aumento lo sforzo percepito.

La RPE è stato dimostrato essere un mezzo molto importante per valutare l'intensità di esercizio, sia quando c'è un'attivazione del meccanismo energetico aerobico che anaerobico, come accade negli allenamenti e nelle partite di calcio.

In conclusione l'RPE rappresenta un valido mezzo per l'allenatore e il preparatore fisico per quantificare il lavoro svolto, programmarlo adeguatamente, mediante lo sforzo percepito dai propri giocatori.

### **3.7 La scala del recupero TQR (Total Quality of Recovery)**

La TQR – Scale o Scala di Recupero (Kenttä 1996) si basa su 20 livelli da 6 a 20 e consente di identificare la percezione della qualità del recupero con la semplice domanda: “Vogliamo che tu ci dica come percepisci la qualità del tuo recupero”. Ad esempio se il giocatore indica il livello 15 sappiamo che ha avuto un recupero buono, quindi la sua condizione di partenza prima dell'allenamento è buona e può allenarsi regolarmente senza problemi. Di solito nei giocatori che hanno fatto tutta la partita, i recuperi post gara sono solitamente intorno al livello 11-13, tra scarso e ragionevole, questo ci deve subito far pensare che il giocatore non ha recuperato pienamente.

La familiarizzazione è semplice, basta che il soggetto indica il suo recupero, al mattino quando si sveglia così da consentire al tecnico di somministrargli adeguatamente l'allenamento. Tale metodo è di facile utilizzo e accessibile a tutti.

SCALA DI RECUPERO (TQR-scale)	
"Vogliamo che tu ci dica come percepisci la qualità del tuo recupero."	
TQR	Percezione della qualità del recupero
6	Assolutamente nessun recupero
7	Recupero estremamente scarso
8	
9	Recupero molto scarso
10	
11	Recupero scarso
12	
13	Recupero ragionevole
14	
15	Recupero buono
16	
17	Recupero molto buono
18	
19	Recupero estremamente buono
20	Recupero massimo

Fig. 5 - Scala TQR ( da Kentta, 1996)

### 3.8 Training impulse (TRIMP)

Banister et al. (1991) ha proposto un metodo di quantificazione della seduta di allenamento in dosi di sforzo fisico. Sugeriscono che la risposta della frequenza cardiaca di una persona all'esercizio all'interno dell'allenamento, chiamata collettivamente training impulse (impulso di allenamento, TRIMP), può essere una misura plausibile dello sforzo fisico, in quanto si basa sulla misura in cui l'esercizio provoca un aumento della frequenza cardiaca tra il livello di riposo e quelli massimali. Un TRIMP è calcolato usando la durata dell'allenamento, la massima frequenza cardiaca, la frequenza cardiaca a riposo e la media della frequenza cardiaca durante la seduta di allenamento.

$$\text{TRIMP} = \text{DURATA DELL'ALLENAMENTO (min)} \times \Delta\text{HR ratio} \times Y$$

Dove  $Y = 0,64$  per gli uomini,  $Y = 0,86$  per le donne,  $e = 2,712$ ,  $x = \Delta HR$  ratio.

$Y$  è un fattore di ponderazione che enfatizza gli esercizi di alta intensità ed è anche applicato all'equazione per evitare di dare un'importanza sproporzionata agli esercizi di lunga durata, esercizi di bassa intensità comparati con quelli intensi, delle attività di breve durata. Il fattore  $Y$  è basato sui profili di lattato di uomini e donne allenati relativamente all'aumento dell'intensità di esercizio. La possibilità di quantificare e ridurre l'allenamento per una singola figura/fattore, è possibile con questa equazione ed è affascinante in termini di una sua applicazione pratica. Tuttavia, l'uso di questo metodo di quantificazione è limitato dalla necessità di usare il monitoraggio della frequenza cardiaca in tutto l'allenamento. Busso et al. (1990) ha semplificato l'equazione TRIMP moltiplicando la media della frazione della massima potenza aerobica durante l'esercizio per tutta la durata dello stesso in modo da limitare lo stimolo di allenamento al carico esterno. L'equazione di Busso et al. (1990) è adatta per essere usata nella pesistica per sostituire la FC di riserva con % 1RM e la durata con il numero di sollevamenti. Tuttavia, tentativi alternativi di risolvere questa limitazione risultano dall'inclusione dell' RPE nella quantificazione dell'intensità di esercizio.

### **3.9 Summated heart rate zone score**

È una modificazione per il calcolo del training impulse che facilita la quantificazione nell'interval training. I minuti spesi in ognuna delle 5 zone di frequenza cardiaca (50-60%, 60-70%, 70-80%, 80-90% e 90-100%) sono calcolati e dopo vengono moltiplicati per una costante relativa ad ogni zona (50-60% = 1, 60-70% = 2, 70-80% = 3, 80-90% = 4 e 90-100% = 5). Il risultato infine viene sommato ed equivale al carico interno totale dell'allenamento. Borrensen e Lambert (2008) hanno cercato di identificare le caratteristiche che potevano spiegare la varianza non contabilizzata nella relazione tra metodi obiettivi (TRIMP e somma dei punteggi nelle zone della frequenza cardiaca) e soggettivi (session RPE) di quantificazione del carico di allenamento. Il risultato suggeriva che per atleti che spendono una grande percentuale del loro tempo di allenamento facendo esercizi ad alta intensità, le equazioni obiettive possono sovrastimare il carico di allenamento comparato con i metodi soggettivi. Alternativamente il metodo della session RPE può sottostimare il carico di allenamento comparato con i metodi obiettivi per questi atleti. Al contrario, in atleti che spendono

proporzionalmente più del loro tempo di allenamento facendo esercizi a bassa intensità, i metodi basati sulla frequenza cardiaca possono sottostimare il carico di allenamento quando comparati con il carico di allenamento calcolato usando il metodo della Session RPE o tale metodo può sovrastimare il carico di allenamento. La ponderazione in ogni zona aumenta in modo lineare e non riflette la risposta fisiologica nelle esercitazioni al di sopra della soglia anaerobica. L'equazione della somma delle zone della frequenza cardiaca può essere stata ricavata teoricamente e non attraverso la sperimentazione, sollevando la questione di legittimità di convalida del metodo RPE contro questi metodi basati sulla frequenza cardiaca.

### **3.10 Lucia's TRIMP**

Si tratta di un metodo modificato del Summated heart rate zone score in cui la durata spesa in ognuna delle 3 zone della frequenza cardiaca (zona 1: sotto soglia ventilatoria; zona 2: nella soglia ventilatoria e nel punto di compensazione respiratorio; zona 3: sopra il punto di compensazione respiratorio) è moltiplicata per un coefficiente ( $k$ ) relativo ad ogni zona ( $k = 1$  per la zona 1;  $k = 2$  per la zona 2;  $k = 3$  per la zona 3) e il prodotto dopo sommato. Questo metodo di quantificazione del carico di allenamento mostra la stessa limitazione del metodo della summated heart rate zone score, nella misura in cui la ponderazione in ogni zona aumenta in modo lineare e non riflette la risposta fisiologica nelle esercitazioni al di sopra della soglia anaerobica. La soglia anaerobica può variare tra gli individui con uguale potenza aerobica e quindi lo stress metabolico sperimentato dagli individui può essere diverso anche quando si ci esercita alla stessa percentuale di massima frequenza cardiaca. I metodi TRIMP, session RPE e Summated heart rate zone score, sono divenuti metodi popolari di quantificazione del carico di allenamento. L'accuratezza di questi metodi nella valutazione dello stress interno d'allenamento è importante se l'allenamento è stato prescritto basandosi su questi risultati al fine di produrre prestazioni più prevedibili. Tuttavia, non è solo la quantificazione del carico di allenamento, ma la conoscenza dei meccanismi fisiologici coinvolti nelle risposte all'esercizio e la capacità di misurare e quantificare gli adattamenti indotti dall'allenamento che permettono la prescrizione di allenamenti e prevedere la prestazione.

## Cap 4 – Le capacità organico muscolari

### 4.1 La strutturazione temporale nello sviluppo dell'individuo

La programmazione (o periodizzazione) rappresenta una delle più grandi sfide per chi lavora nello sport. In essa bisogna infatti far coesistere parecchi aspetti analitici: esigenze di miglioramento individuale e di squadra, sviluppo a lungo e a breve termine, fasi di carico e scarico, sviluppo contemporaneo di abilità fisiche e tecniche e, ovviamente, conseguimento della forma giusta al giusto momento agonistico.

Le capacità organico muscolari sono l'insieme delle caratteristiche metabolico/funzionali che consentono al calciatore di realizzare un qualsiasi gesto motorio (Calligaris 1986). Esse sono rappresentate dalla resistenza, velocità e forza e consentono di affrontare l'attività motoria utilizzando l'energia disponibile nell'organismo. Dipendono dalle condizioni dell'apparato muscolare e dagli apparati cardiocircolatorio, respiratorio e metabolico/energetico del soggetto e risentono della spinta puberale.

Nella strutturazione temporale del processo di allenamento giovanile si possono individuare 5 tappe nel processo di allenamento (Martin 1980):

1. tappa- età prescolare (fino a 7 anni) giochi creativi sviluppo psicomotorio;
2. tappa – età scolare (fino a 10 anni) spazio creativo molti elementi tecnici rapidità giochi di formazione sportiva e tecnica di base;
3. tappa – età scolare (fino a 13 anni) scelta dello sport, aumento dei compiti, formazione degli interessi duraturi, rapidità forza resistenza mobilità articolare;
4. tappa – fase puberale (fino a 15 anni) sviluppo completo delle qualità motorie, aumento del carico, stabilizzazione del bagaglio tecnico;
5. tappa – fase puberale (fino a 18 anni) allenabilità quasi illimitata.

Alle varie fasi dell'accrescimento corrispondono dei limitati periodi di tempo dello sviluppo durante i quali vi è una reazione più intensa, rispetto ad altre fasi, a determinati stimoli di sviluppo delle capacità motorie (FASI SENSIBILI). Dopo questi periodi si ha in genere una stagnazione che nel tempo si evolve in decremento (Tabella n. 5).

<b>ETÀ (anni)</b>	<b>FORZA</b>	<b>RAPIDITÀ</b>	<b>RESISTENZA ORGANICA</b>	<b>CAPACITÀ COORDINATIVE</b>	<b>MOBILITÀ ARTICOLARE</b>
<b>6-8 Pulcini</b>	Blando intervento. Sono sufficienti i giochi per elevarla	Intervento progressivo	Instabilità psicologica per impegni ripetitivi e prolungati	Età ottimale di intervento	Blando intervento
<b>9-11 Esordienti</b>	Intervento progressivo sul trofismo muscolare	Età ottimale di intervento	Intervento progressivo	Età ottimale di intervento	Età ottimale di intervento
<b>12-14 Giovanissimi</b>	Intervento progressivo sulla forza specialmente per compensare squilibri muscolari (carico naturale)	Tende a stabilizzarsi per poi decrescere	Progressivo e graduale intervento	Tendono a stabilizzarsi per poi decrescere	Età ottimale di intervento
<b>15-16 Categoria Allievi</b>	Progressivo e graduale intervento (forza generale e forza rapida) con carico naturale e pesi	Tende a decrescere	Età ottimale di intervento (anche resistenza specifica)	Tendono a decrescere (alcune)	Tende a stabilizzarsi per poi decrescere

Tabella 5 – Possibilità di intervento sulle capacità motorie nelle varie fasce di età

Il tipo di formazione fisica e il contenuto delle competizioni seguono un percorso di progressività e gradualità che si estende per tutto l'arco evolutivo tenendo sempre presente lo stadio di sviluppo fisico e psichico.

#### **4.2 Periodizzazione dell'allenamento negli sport di squadra**

La pratica dello sport mette sempre più in evidenza che i massimi risultati sportivi possono essere ottenuti solo se le loro basi sono create già nell'età infantile e nell'adolescenza. Questo presuppone che alla base del processo di allenamento sia posta una pianificazione a lungo termine, impostata come processo unitario ed articolata in stadi cronologicamente definiti. Ognuno di questi stadi deve prevedere obiettivi, metodi e contenuti adatti all'età cronologica dell'atleta, mantenendo sempre lo sguardo puntato in prospettiva verso la tappa di alta prestazione che costituirà il punto di arrivo dell'atleta stesso nella disciplina sportiva scelta.

- 1) tappa della preparazione iniziale (2,3 anni: 12- 13 - 14) salute e sviluppo armonico dell'organismo e della capacità motoria di base, grande motivazione ludico agonistica, predisposizione ad eccellere, sopportazione dei primi carichi di lavoro (abitudine mentale), valorizzazione del grado di talento. Funicella, forza a carico naturale, insegnamento delle tecniche di policoncorrenza, destrezza, coordinazione, flessibilità, equilibrio, propriocettività, giochi, circuiti.
- 2) tappa della prima specializzazione (2 anni: 15 - 16) sviluppo delle qualità motorie, insegnamento delle tecniche di pesistica. Policoncorrenza, tecnica di alzate olimpiche e squat, primi esercizi per le braccia, primi carichi leggeri, esercitazioni con richiesta tecnica in condizioni di affaticamento, flessibilità e mobilità articolare, esercizi posturali, equilibrio, coordinazione, propriocettività.
- 3) tappa della seconda specializzazione (2 anni: 17 - 18) miglioramento delle tecniche di pesistica, sviluppo della muscolatura specifica. Sviluppo gradienti di forza, soprattutto generale, squat con carichi controllati, panca e altri esercizi per il tronco, policoncorrenza, rapidità, resistenza specifica, esercizi posturali e di prevenzione.
- 4) età di alta prestazione (8 - 12 anni: 19 in poi) maestria sportiva, alti carichi di lavoro individualizzati, sistema a obiettivi parziali, freschezza mentale e senso del vincitore, completa acquisizione del grado di maturità massima.

### **4.3 La resistenza**

Nel gioco del calcio la resistenza può essere definita come la capacità di eseguire una determinata prestazione (dal punto di vista atletico, tattico, tecnico) senza evidenziare cali di rendimento, nonostante si sia già compiuta una grande quantità di lavoro. Lo sviluppo di questa capacità è legata all'efficienza dell'apparato cardiocircolatorio e respiratorio, nonché dalla capacità da parte dell'organismo di utilizzare ossigeno nei processi energetici. Nel gioco del calcio non è importante soltanto possedere una buona muscolatura degli arti inferiori che consente per esempio di scattare e saltare, ma è importante avere un organismo che permette di ripetere innumerevoli volte questi gesti (e altri ancora) nel corso dei 90 minuti della partita (Weineck J., 2003). Un parametro fisiologico fondamentale per la valutazione delle caratteristiche aerobiche di un individuo è il consumo di ossigeno, ossia la capacità del nostro corpo di produrre ATP utilizzando l'ossigeno, ed un altro parametro è il Massimo Consumo di Ossigeno che

rappresenta la quantità massima di utilizzazione dell'ossigeno nell'arco di un minuto. La velocità di corsa che può essere mantenuta per alcune decine di minuti senza che nel sangue aumenti e si accumulino (stato stazionario) la concentrazione di lattato è chiamata soglia anaerobica. La soglia anaerobica è un indice importante per la valutazione delle caratteristiche aerobiche di un atleta.

I vantaggi di avere un buon livello di resistenza sono:

- aumento della capacità di prestazione fisica: il giocatore con una buona resistenza ben sviluppata è in grado di intervenire più a lungo nel gioco, può ripartire o smarcarsi più spesso riesce a mantenere un ritmo di gioco alto per tutta la durata della partita;
- ottimizzazione della capacità di recupero: il giocatore con la resistenza ben allenata elimina meglio le tossine provocate dal lavoro muscolare, recupera più velocemente il debito di ossigeno e il debito lattacido durante la partita tra uno scatto e l'altro, e recupera prima dopo una gara e dopo un allenamento;
- diminuzione degli infortuni: le statistiche dimostrano che i giocatori con una buona resistenza subiscono meno infortuni perché riescono ad affrontare lucidamente azioni pericolose mantengono le capacità coordinative persistentemente elevate anche a fine partita. Karlsson/Eriksson 1984 hanno dimostrato che i giocatori con minori depositi di glicogeno si infortunano più spesso;
- l'incremento della capacità psichica: il giocatore allenato dispone di una migliore resistenza allo stress e di una stabilità psichica elevata;
- la diminuzione di azioni tattiche sbagliate che sono condizionate dall'affaticamento. Anche il numero dei goal aumenta notevolmente verso la fine della partita quando la capacità di resistenza comincia a calare;
- la diminuzione di errori tecnici: la quota di errori tecnici come la perdita della palla durante uno stop, la mancanza di precisione di un passaggio, ecc;
- una velocità di azione e reazione alta e costante: a causa della migliore capacità di recupero e in relazione con essa, per la bassa congestione di sostanze che provocano l'affaticamento, il Sistema Nervoso Centrale viene meno pregiudicato nel suo rendimento (Weineck J., 2003).

Per il calciatore è molto importante anche lo sviluppo della resistenza anaerobica specifica. Una resistenza specifica per il calcio ben sviluppata causa:

- un condizionamento specifico della muscolatura di prestazione tipica del calcio. Con essa si assicura un ottimo e sicuro funzionamento energetico dei modelli motori tipici del calcio (cambiamento di direzione, scatti, tiri in porta, dribbling, ecc);
- Una buona tollerabilità alle corse intermittenti e frequenti, scatti esplosivi e salti, dribbling ad alta velocità, forti tiri in porta e colpi di testa, ecc);
- La capacità di sopportare senza difficoltà per tutta la partita i cambiamenti di velocità e di sostenere complessivamente un alto ritmo di gioco.

Esistono in bibliografia numerose definizioni delle capacità aerobiche, e ritengo che la classificazione fatta dal Prof. Arcelli definisce in modo chiaro e semplice questo complesso argomento. Il meccanismo aerobico lo possiamo distinguere in due componenti:

- le componenti aerobiche centrali, quelle in virtù delle quali l'ossigeno viene portato fino ai muscoli ("apporto di ossigeno"). Dalle vie respiratorie al trasporto in periferia nei capillari dei muscoli impegnati. Il fattore determinante che migliora l'apporto di ossigeno ai muscoli e che determina che in alcuni soggetti è elevato ed in altri è ridotto è la gittata cardiaca ossia la quantità di sangue che viene pompata per ogni minuto (gittata pulsatoria x frequenza cardiaca), e la gittata pulsatoria cioè la quantità di sangue che viene espulsa dal cuore per ogni battito cardiaco.

- Le componenti aerobiche periferiche, quelle in virtù delle quali può venire utilizzata da parte dei muscoli una percentuale più o meno elevata dell'ossigeno che arriva ai muscoli stessi ("utilizzo dell'ossigeno"). Quindi può essere definita come la capacità dei muscoli che intervengono nel gesto specifico di utilizzare una grande quantità di ossigeno per ogni secondo. Da quando l'ossigeno lascia l'emoglobina attraversa la parete dei capillari entra nella fibra muscolare e tramite la mioglobina viene trasportato fino ai mitocondri. I fattori determinanti per il miglior utilizzo dell'ossigeno che arriva ai muscoli interessati nello sforzo sono sia la mioglobina (veicolo-navetta) ma soprattutto l'attività degli enzimi che si trovano all'interno dei mitocondri e che determinano la combustione delle molecole derivate dagli zuccheri ai grassi ed in piccola percentuale dalle proteine.

Nei giovani la resistenza deve essere allenata. Certamente le proposte di lavoro devono essere diverse a seconda dell'età; in linea di massima quanto più un ragazzo è giovane tanto più un lavoro di resistenza deve essere presentato sotto forma di gioco. Nei giovani il consumo di ossigeno espresso per chilogrammo di peso corporeo tocca i

valori massimi attorno ai 10 – 13 anni (Astrand e Rodahl, 1970). Non esistono problemi di tipo fisiologico che sconsigliano di sottoporre ai ragazzi lavori che facciano intervenire il meccanismo aerobico, ne esistono semmai di tipo psicologico. Dice Picolini “ il saper correre in modo diverso, e sempre adeguato, con o senza pallone, dovrebbe diventare automatico, dando così modo ai giovanissimi calciatori di automatizzare un gesto tanto fondamentale quanto diverso nelle varie fasi della partita”. Dalla fascia allievi (15 – 16 anni) in poi le componenti aerobiche possono essere allenare in maniera più specifica, infatti a questa età la soglia anaerobica si eleva rapidamente, e molti ragazzi che precedentemente mal sopportavano questo tipo di sforzo si adattano più velocemente. Soprattutto succede che tali miglioramenti sembrano essere stabili, nel senso che molti di questi giocatori apparterranno per tutta la vita alla categoria dei corridori se ovviamente continuano ad allenarsi correttamente. L’allenamento della resistenza nei giovani provoca adattamenti simili a quelli degli adulti, che migliora non soltanto l’efficienza dell’apparato respiratorio e cardiocircolatorio ma anche i parametri fisiologici come la soglia anaerobica. Studi sul cuore dei giovani che sono stati sottoposti ad allenamenti anche pesanti di resistenza hanno evidenziato uno sviluppo armonico delle fibre muscolari cardiache e della dimensione del cuore dei giovani allenati. Non ci dobbiamo aspettare dall’applicazione di un allenamento di resistenza eventuali danni ma piuttosto adattamenti positivi. E’ interessante notare che il massimo consumo di ossigeno uniformato per chilogrammo di peso corporeo tra l’età infantile e l’età adulta si colloca tra 45 e 55 ml/min (Daniel et al, 1978) e nonostante questo dato, e cioè che il  $VO_{2max}$  rimani quasi invariato, si nota un notevole miglioramento delle capacità di prestazione di resistenza. Con l’aumento dell’età si verifica dunque una economizzazione del lavoro che a parità di sforzo riduce il dispendio energetico e di conseguenza migliora la capacità di resistenza. Studi di Beel (1978) hanno dimostrato che anche il ruolo ricoperto nelle categorie giovanili determina adattamenti differenti di  $VO_{2max}$  in relazione alla prestazione effettuata in campo. Per garantire a tutti i giovani un buon sviluppo delle capacità di prestazione di resistenza, è necessario farli giocare in tutte le posizioni per evitare una specializzazione precoce. Come specificato sopra dai 13 ai 17 anni durante la pubertà l’organismo subisce cambiamenti fondamentali e di conseguenza la capacità di adattamento è più alta durante questo periodo. Infatti, è nel periodo dello sviluppo longitudinale che lo sviluppo della resistenza raggiunge la maggiore capacità di allenamento. Se in questo periodo rimane incompleto lo sfruttamento delle capacità di adattamento alla resistenza

difficilmente in futuro si potranno raggiungere livelli elevati di resistenza. Pertanto l'impostazione dell'allenamento in questo periodo decide la capacità di prestazione futura.

Nella fase puberale si registra un miglioramento anche delle capacità anaerobiche ma questi carichi di lavoro dovrebbero essere applicati in modo limitato e in forma differenziata.

La resistenza di base non è sufficiente per poter giocare a calcio con successo e per lungo tempo, occorre esercitare anche in modo parallelo la resistenza specifica al calcio.

#### **4.4 La forza**

La forza è l'essenza della motricità, non vi è infatti possibilità di movimento se non intervengono le forze muscolari per provocarlo e controllarlo. Generalmente è definita come la capacità di un soggetto di superare una resistenza esterna, oppure di opporsi ad essa sulla base di processi metabolici e di attivazione nervosa.

I fattori fisiologici che influenzano la forza muscolare: sezione trasversale del muscolo, Frequenza di impulsi trasmessi dai moto-neuroni ai muscoli, Livello di sincronizzazione delle unità motorie, tipologia delle fibre muscolari.

L'allenamento della forza nei giovani è ancora legato a pregiudizi diffusi e privi di fondamento: si pensa che forza e coordinazione siano in contraddizione, ma ciò è vero se si lavora in maniera unilaterale. Il miglioramento della coordinazione gioca un ruolo fondamentale nello sviluppo della forza, in quanto l'esecuzione dei movimenti diviene più economica. Inoltre lo sviluppo della forza non interferisce sui normali processi di accrescimento se stimolato in modo adeguato, anzi favorisce l'accrescimento osseo. In soggetti di 8/11 anni è possibile migliorare la forza, in modo significativo, intervenendo solo su alcuni fattori che caratterizzano la capacità di forza, cioè quelli nervosi, ed in particolare il reclutamento delle fibre, la sincronizzazione e la coordinazione inter e intramuscolare, attraverso la gestualità tecnica.

Da 12 a 14 anni si possono utilizzare esercitazioni a carico naturale, per migliorare la forza resistente e la forza veloce.

Con soggetti tra i 14 e i 17 anni si dovranno privilegiare lavori basati sull'incremento della forza veloce a carico naturale o con piccoli sovraccarichi. Saranno da evitare lavori con carichi aggiuntivi elevati.

Per poter applicare un allenamento della forza che si adegui all'età è necessario tenere conto della legge di Mark-Jansen: la sensibilità dei tessuti è direttamente proporzionale alla velocità di crescita. Di conseguenza il bambino o il giovane di trova più a rischio alle lesioni da sovraccarico rispetto gli adulti, soprattutto nella fase di crescita puberale. Comunque è bene precisare che le sollecitazioni provocate dall'allenamento costituiscono uno stimolo adeguato per lo sviluppo di tutte le strutture muscolo-scheletriche interessate, a patto che i carichi vengono applicati rispettando le condizioni particolari della crescita ed utilizzando tutto l'apparato motorio in modo complesso e non unilaterale.

Nella prima fase puberale (11-12 anni) l'accentuata crescita in lunghezza crea una disarmonia temporanea delle proporzioni corporee che a secondo l'individuo può essere più o meno marcata. In questa fase i rapporti del braccio della forza diventano più sfavorevoli rispetto alla forza muscolare. Inoltre le lamine epifisarie devono subire ancora una serie di cambiamenti morfologici, causati dagli ormoni sessuali, per cui a questa età i giovani sono ancora sensibili a sollecitazioni sbagliate e troppo uniformi, e questo vale soprattutto per la colonna vertebrale. I bambini con crescita ritardata vanno sottoposti con cautela alle sollecitazioni di forza.

Nella fase puberale l'aumento dell'ormone sessuale testosterone aumenta notevolmente la disponibilità del giovane calciatore all'allenamento della forza. Quindi da un lato bisogna sfruttare il momento favorevole della pubertà per lo sviluppo della forza ma dall'altro lato bisogna programmare e pianificare un allenamento della forza che non superi la portata del sistema muscolo scheletrico passivo (ossa, legamenti, articolazioni, etc).

Nell'adolescenza, dopo i 14 anni, dove avviene la crescita verticale il tasso di testosterone incrementa ancora, e questa fase rappresenta l'età della massima disponibilità dell'allenamento per lo sviluppo della forza.

La programmazione e pianificazione di un piano di allenamento per lo sviluppo della forza in età infantile e giovanile deve tenere presente i seguenti principi:

- Nell'età giovanile ed infantile le ossa sono più elastiche per la loro composizione, ed inoltre le ossa sono meno resistenti alle sollecitazioni di trazione e di pressione per cui è ridotta la resistenza di tutto il sistema muscoloscheletrico.
- Il tessuto dei legamenti e dei tendini non è sufficientemente resistente alle trazioni.
- Il tessuto cartilagineo e le lamine epifisarie sono ancora molto compromessi dalle forze di trazione e di taglio.
- tempi di recupero sufficienti dopo un allenamento di potenziamento;
- evitare esercizi con manubri o bilancieri nei quali i pesi devono essere alzati sopra la testa perché la tecnica del gesto difficilmente può essere eseguita correttamente a questa età e si possono causare un elevato carico nella colonna vertebrale che potrebbe danneggiare la fase pre e post puberale;
- evitare le sollecitazioni unilaterali;
- evitare sollecitazioni statiche prolungate per il carico che esse provocano nelle articolazioni sollecitate e per il ridotto afflusso di sangue che provocano privilegiando gli esercizi dinamici di potenziamento;
- sviluppare i parametri della forza non a livello massimale, tenendo presente che il calciatore non è un body builder ma un atleta complesso che necessita di capacità tecnico tattiche e di coordinazione, nella quale la forza può essere solamente un mezzo ausiliario o integrativo.

Il calciatore ha bisogno della forza per vari motivi:

1. Allo scopo di incrementare le proprie capacità di prestazione calcistica: soprattutto la forza di salto, la forza nel calciare, la forza nel lanciare (le rimesse laterali), e la forza di accelerazione. In molte analisi del tiro in porta è stato accertato che le capacità di tiro dipendono non soltanto dall'efficacia della tecnica del tiro ma anche dalla forza dei muscoli interessati al gesto tecnico (Hoshizachi 1984, Linbeck 1983). Ma la forza è anche molto importante per ottimizzare i tackle ed i contrasti fortuiti di gioco.
2. Rappresenta un allenamento integrativo per raggiungere lo scopo di rafforzare le parti muscolari che non vengono sollecitati abbastanza in un allenamento convenzionale o durante il gioco per rafforzare i muscoli che tendono ad indebolirsi (come i muscoli addominali, o glutei).
3. Come allenamento di compensazione per sviluppare i muscoli antagonisti, infatti la sollecitazione unilaterale dei muscoli che lavorano durante la prestazione comporta un aumento di forza di alcuni distretti muscolari ed uno squilibrio tra

questi e la muscolatura antagonista e posturale le quali vengono utilizzate meno.

4. Come profilassi degli infortuni: una muscolatura sufficientemente sviluppata è la protezione più efficace del sistema muscolo-scheletrico. Anche il lavoro basato per evitare lo squilibrio dei muscoli agonisti ed antagonisti riduce gli infortuni.
5. Come allenamento adattato a compensare adattamenti posturali errati.

Nell'allenamento infantile, gli stimoli che vengono suscitati esercitazioni durante il gioco sono sufficienti per migliorare le qualità di forza istantanea. Allo scopo di aumentare il livello generale di forza sarà sufficiente ricorrere a semplici esercizi per rafforzare la muscolatura del tronco che nel gioco si esercita poco o per prevenire squilibri muscolari tipici del calcio. In generale è necessario stabilire quali muscoli rimangono sottosviluppati rispetto altri per sottoporli ad un allenamento specifico di potenziamento.

Certi muscoli tendono ad indurirsi o accorciarsi, altri invece ad indebolirsi perché poco sollecitati nel gesto tecnico. I muscoli con tendenza all'indebolimento spesso sono il m. retto e obliquo dell'addome, mm. grande e piccolo del gluteo, m. grande dorsale, la parte inferiore ed intermedia del trapezio. I muscoli con tendenza all'accorciamento che devono essere allungati efficacemente sono: il muscolo tricipite surale, i tre muscoli flessori dell'anca (ileo-psoas, m. retto femorale, m. tensore della fascia lata, i muscoli ischiocrurali (bicipite femorale, semitendinoso e semimembranoso).

L'allenamento della forza e della velocità nel calcio è dominato soprattutto da movimenti ed esercizi specifici che aumentano considerevolmente la forza dei muscoli estensori dell'arto inferiore come il quadricipite femorale. Invece gli antagonisti come i flessori della gamba cioè i muscoli ischiocrurali che spesso sono colpiti da infortuni non vengono egualmente sviluppati, venendo a mancare il fondamentale rapporto equilibrato tra i muscoli flessori e quelli estensori.

Nella regione del bacino il calciatore allena soprattutto i muscoli flessori dell'anca (essi concorrono in modo decisivo al tiro in porta), trascurando i muscoli glutei e quelli addominali che nelle esecuzioni di salto e di sprint non vengono sollecitati particolarmente.

Analisi effettuate dopo un allenamento di potenziamento confermano la diminuzione dell'ampiezza del movimento, in particolare (Solveborn, 1989) ha dimostrato che

l'attuazione di un unico allenamento provoca un accorciamento che oscilla tra il 5% - 13% e che persiste almeno per 48 ore.

Considerando che nel calcio giovanile si ci allena 4 volte la settimana, il problema dell'accorciamento muscolare che provoca squilibri muscolari può diventare pressante. A lungo andare tali squilibri possono essere causa di disturbi patologici anche nell'ambito dei sistemi articolari interessati. Infatti in nessuna altra disciplina sportiva i disturbi nella regione inguinale sono così diffusi come nel calcio con un'incidenza del doppio (circa il 12 %) rispetto le altre discipline (5 %) (Solveborn, 1989).

Lo scopo dell'allenamento della forza nell'età giovanile deve essere una formazione generica ed armoniosa delle capacità atletiche. L'allenamento deve essere adattato all'età ed impostato in modo piacevole. A causa della stretta connessione tra la forza e le capacità tecniche motorie, per raggiungere le massime prestazioni sportive negli anni futuri, è indispensabile iniziare in tempo l'allenamento della forza muscolare.

Nell'età infantile l'allenamento di forza viene applicato esclusivamente sotto forma di gioco e con esercizi di carattere giocoso e resta sempre legato all'esercitazione delle capacità coordinative. Un allenamento integrato e compensativo sarà applicato soltanto con lo specifico compito di eludere gli squilibri posturali.

Nell'età giovanile le esercitazioni di forza massimale devono essere evitate. La forza può essere allenata con esercitazione a carico naturale, e l'uso di bilancieri è sconsigliato. Siccome l'allenamento della forza di salto, di tiro e di scatto è sempre eseguito, anche inconsapevolmente nelle categorie giovanili, è necessario pianificare un potenziamento della muscolatura posturale ed uno stretching appropriato. Oltre al potenziamento specifico della muscolatura posturale è necessario applicare sin dall'inizio un allenamento integrativo specifico per rafforzare i gruppi muscolari trascurati ed allungare la muscolatura di prestazione che spesso tende ad accorciarsi per evitare forme di squilibri muscolari. Il lavoro deve aumentare quantitativamente e non in intensità perché sollecitazioni relativamente basse sono già appropriate per innescare dei miglioramenti notevoli della capacità di prestazione. Gli stimoli allenanti devono essere molto vari, ai fini della formazione completa. Nell'allenamento giovanile occorre prestare attenzione al fatto che i tempi di recupero siano sufficienti (Weineck J., 2003).

## 4.5 La Rapidità e Velocità

La rapidità è la capacità di effettuare azioni motorie in un tempo minimo. La velocità è una particolare espressione della rapidità, nella quale il fattore tempo è intimamente collegato al fattore spazio.

Sia la rapidità che la velocità sono strettamente dipendenti dalla funzionalità delle vie nervose efferenti e dalla quantità di fibre bianche (veloci) presenti nei muscoli.

Nel periodo giovanile, tra gli 8 e i 12 anni, si ha la fase più sensibile per migliorare la reazione e la rapidità di movimento.

La velocità del calciatore rappresenta una qualità complessa che è composta da vari elementi psicofisici. Una definizione molto esauriente delle varie componenti veloci che il gioco del calcio comprende è stata data da Benedek/Palesai (1980), le componenti della velocità nel gioco del calcio sono:

- *la velocità percettiva*: la capacità di percepire stimoli in brevissimo tempo in una determinata situazione di gioco. Il buon giocatore si distingue per la velocità percettiva e per la qualità della sua percezione. L'elevata pressione psicofisica che si registra durante una partita aumenta la concentrazione degli ormoni dello stress che causano ripetuti errori a livello percettivo ad es. sbagliate valutazioni di traiettorie della palla e ripetuti errori tecnico-tattici.
- *la velocità di anticipazione*: la capacità di intuire in brevissimo tempo lo sviluppo del gioco e soprattutto il comportamento dell'avversario, come prevedere la traiettoria del pallone e la disposizione della difesa. Queste azioni anticipatrici hanno modo di essere perché il calciatore ha immagazzinato nella propria memoria una situazione simile che viene riconosciuta tramite specifici stimoli percettivi e così si può prevedere anticipatamente l'esito dell'azione. Questo sottolinea l'importanza di dover sottoporre i giovani giocatori al più ampio bagaglio di esperienze motorie possibili in modo da fare sviluppare con il passare del tempo l'esperienza motoria e di conseguenza la capacità di anticipazione. I processi d'anticipazione sono molto importanti sia per la precisione del gioco (chi anticipa l'azione ha più tempo per scegliere la giusta soluzione) che per la velocità di decisione, la velocità di reazione e la velocità motoria.
- *la velocità di decisione*: dopo aver elaborato uno stimolo è importante la capacità di scegliere e decidere in brevissimo tempo tra una delle potenziali

soluzioni di gioco. Anche per questa capacità è fondamentale al fine di decidere l'azione efficace l'esperienza motoria. Per sviluppare questa capacità è sufficiente eseguire sedute di allenamento che lasciano abbastanza libertà e possibilità di scelta al giocatore. A chi viene detto sempre cosa fare riesce facile immagazzinare una rapidità di decisione ma le sue azioni risulterebbero sempre facili da intuire perché non si sviluppa la creatività della decisione. In media i giocatori adulti riescono ad avere una capacità di decisione di circa 1,945 s rispetto una media juniores di 2,0777 s e dei giovani di 2,283 s, e se si considera che una differenza di tempo di 0,03 s corrisponde a circa 30 cm si intuisce l'importanza dello sviluppo della velocità di decisione e d'intervento per il calciatore che può guadagnare notevolmente spazio ed arrivare prima sulla palla. Sono interessanti degli studi fatti da Schubert/Zehl (1984) i quali con l'aiuto di una telecamera legata al movimento degli occhi, hanno verificato che il giocatore veloce ha una necessità di due movimenti degli occhi e di 1,550 secondi per analizzare e risolvere una semplice situazione di goal, mentre uno stesso giocatore che decide lentamente risolve la stessa situazione dopo 8 movimenti oculari e entro 3,750 s.

- *la velocità di reazione*: la capacità di reagire velocemente di fronte a delle situazioni di gioco imprevedibili. Quando il tempo di reazione di un giocatore è minore di 0,02 s rispetto un avversario esso corrisponde a circa 30 cm guadagnati e nel calcio sono proprio i centimetri a decidere la vittoria o la sconfitta. La comparsa di un maggior numero di infortuni nella fase finale della partita è dovuta al peggioramento della fase di reazione che ad esempio fa arrivare un giocatore in ritardo in uno scontro fisico.
- *la velocità motoria ciclica ed aciclica*: la capacità di eseguire movimenti ciclici ed aciclici con e senza pallone ad alta velocità. La velocità motoria aciclica comprende azioni isolate su uno spazio limitato, la velocità ciclica comprende azioni ripetute nello spazio tipo uno scatto rettilineo.
- *La velocità motoria ciclica* si può dividere in velocità di scatto caratterizzata soprattutto per la capacità d'accelerazione che corrispondono a tratti brevi che vanno dai 0 ai massimo 25 metri; in resistenza allo scatto cioè la capacità di effettuare per tutta la durata della gara scatti massimali ;in resistenza alla velocità tipica dell'atletica leggera che corrisponde alla capacità di mantenere una alta velocità più a lungo possibile con elevate concentrazioni di lattato a

livello ematico, ma raramente nelle partite di calcio sia a livello giovanile che a livello professionistico i giocatori sono chiamati a percorrere tratti superiori a 25 metri quindi quest'ultima capacità è poco importante nel calcio.

- *la velocità d'azione*: la capacità di eseguire delle azioni specifiche al gioco con il pallone in situazioni di emergenza e sotto la pressione dell'avversario. Essa corrisponde alla capacità di eseguire ad alta velocità azioni tecniche con la palla tipo dribbling, passaggi e tiri in porta anche con la pressione dell'avversario.
- *la velocità d'intervento*: la capacità di agire in minor tempo possibile e con la massima efficienza, facendo valere tutte le qualità cognitive, tecnico-tattiche e fisiche. Si riferisce alla velocità specifica al gioco del calcio, cioè non soltanto eseguire movimenti alla massima velocità ma anche con la massima precisione esecutiva intesa come la capacità di scegliere l'azione tecnica appropriata di fronte al compito di gioco con tempi perfetti. Essa si migliora con esercitazioni che vanno da un modello semplice ad uno più complesso che si prevedono che si verificano in partita. Quindi esercitazioni complesse con caratteristiche simili al gioco tipo 1:1 , 1:2 , 2:2 esercitando così la capacità di pensare, la percezione, l'anticipazione, la memoria, l'attenzione, la concentrazione ed altre qualità tutte importanti per il gioco del calcio.

Soltanto se tutte le componenti sono state formate in modo ottimale si è raggiunta una formazione complessa e completa della velocità come mostra la figura n. 6, ed egli mostrerà tutte le qualità necessarie per diventare un calciatore d'eccezione (Weineck J., 2003).

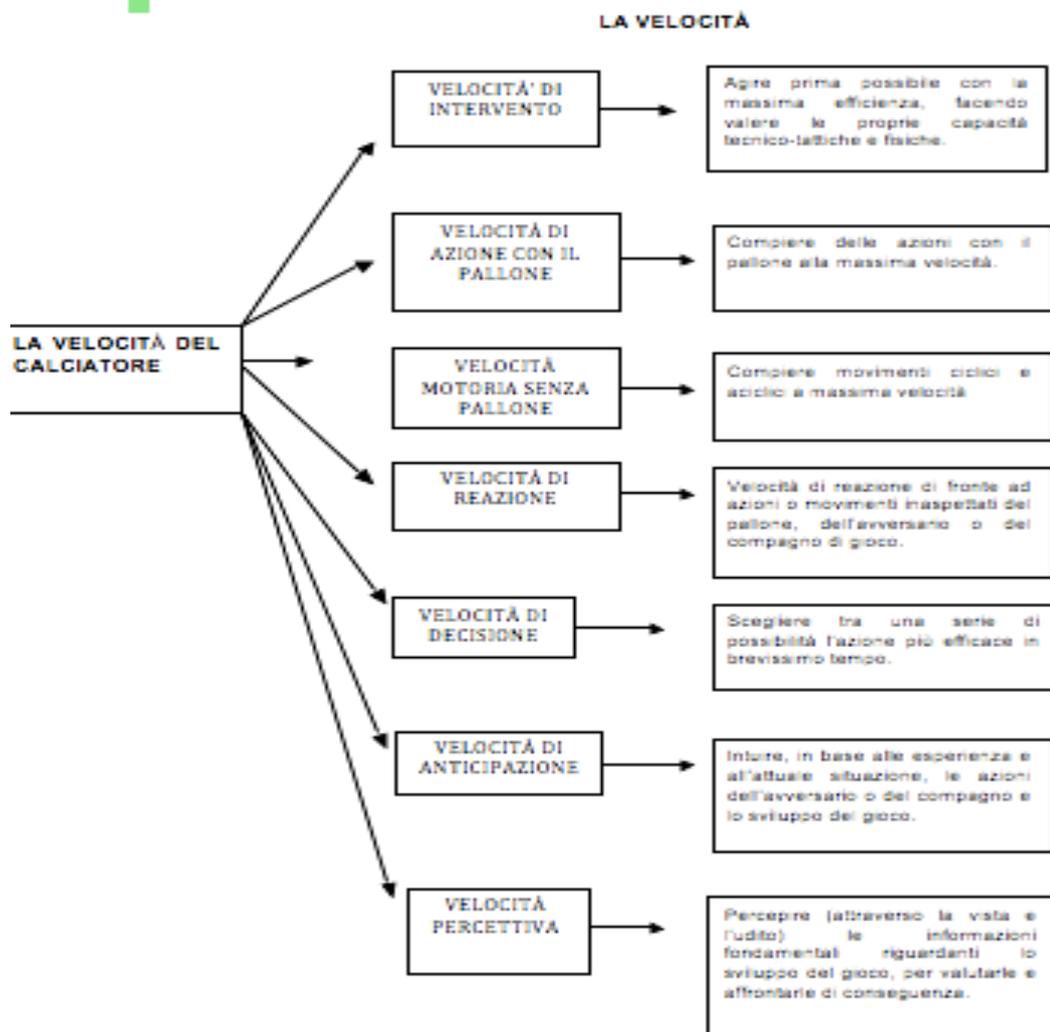


Figura n. 6 – Le varie componenti della velocità nel calcio

L'allenamento della velocità dovrebbe svolgersi su quattro livelli:

1. esercitazione generica della coordinazione con esercitazioni di corsa come le classiche andature
2. miglioramento della capacità di forza esplosiva della reattività in allenamenti con riferimento alla pratica calcistica
3. allenamento della velocità in forme d'allenamento specifiche al calcio con il pallone
4. allenamento di potenziamento.

Al contrario dello sprinter dell'atletica leggera il calciatore non applica la sua velocità in un contesto invariato e stereotipato, ma il movimento del calciatore è soprattutto caratterizzato da spostamenti su spazi stretti, da scatti improvvisi dopo finte, da azioni con la palla durante lo scatto. Lo stimolo che migliora la velocità d'accelerazione deve

essere massimale perché gli stimoli submassimale possono semmai essere efficaci per la resistenza alla velocità. Quindi occorre fare molta attenzione alle fasi di recupero che siano sufficienti. Se si percorrono distanze minori a 30 metri, e si consigliano tali distanze, le pause da 1 a 3 minuti sono sufficienti a garantire un recupero completo (Weineck J., 1990).

Solitamente utilizzo distanze di 15 m- 20 m e tra una ripetuta e l'altra impongo un recupero di 1 minuto tra le serie di almeno 3 minuti intercalando anche esercizi tecnici a bassa intensità tra le serie.

Ritengo che le componenti della velocità nel gioco del calcio sono così varie e numerose che ogni allenamento calcistico dovrebbe contenere componenti che esercitano la velocità, basti pensare agli esercizi di preatletismo, ai tiri in porta dopo lo scatto e ad altre esercitazioni.

Semmai dovrebbe essere fatta una appropriata programmazione dei microcicli e macrocicli per sviluppare in modo ottimale tutte le capacità che influenzano la velocità del calciatore.

Occorre rispettare queste regole perché l'allenamento della velocità sia il più efficace possibile:

- L'allenamento della velocità deve essere iniziato presto in età scolare perché in questo periodo il SNC e la struttura fibrosa dei muscoli si manipola con relativa velocità.
- Gli elementi di velocità e di forza devono essere presenti in ogni unità di allenamento
- A causa dell'elevato pericolo e rischi infortuni l'allenamento deve essere preceduto da un adeguato riscaldamento.
- L'allenamento della velocità si esegue all'inizio della seduta e in stato di riposo.
- Ha effetti soltanto se viene eseguito alla massima velocità.
- Rapporto intensità recupero equilibrato affinché i depositi della CP siano ristabiliti (1-1,5 s se gli sforzi sono di 3-5s).
- Per lo stato di affaticamento muscolare la velocità non si esegue il giorno dopo le partite.
- Non eseguire mai un allenamento stereotipato ma si deve effettuare vari metodi nelle esercitazioni di veloci.
- Eseguire delle esercitazioni adeguate alle competenze che richiede il gioco del calcio ed adeguate al modello prestativo.

- Nell'allenamento della velocità si deve tener conto di tutte i fattori che determinano le qualità veloci: la coordinazione la forza la flessibilità e la resistenza come base di una buona capacità di recupero allenando queste capacità parallelamente.
- L'allenamento della velocità si deve occupare del miglioramento delle esercitazioni di scatto nel complesso delle componenti tecnico tattiche che il gioco del calcio comprende e delle componenti cognitive.
- Il grado di difficoltà degli esercizi deve aumentare progressivamente. Si inizia da esercitazioni semplici ad esercitazioni complesse di carattere competitivo e cioè con la presenza pressante dell'avversario che richiede al giocatore una decisione autonoma differente da quelle stereotipate.

Per l'importanza che richiede la velocità nel gioco del calcio essa va integrata comunque in ogni allenamento o sotto forma di gioco, o in esercizi di coordinazione o di reattività o in esercizi specifici di potenziamento. Nel calciatore dopo o contemporaneamente al lavoro di potenziamento muscolare inizia le esercitazioni della coordinazione intermuscolare e dopo può inserire le esercitazioni di velocità specifica al calcio. Quindi la velocità del calciatore secondo me va allenata in sintonia con i fattori che la limitano cioè la forza e la coordinazione (Weineck J., 2003).



## Cap 5 - Il fabbisogno calorico del soggetto sportivo

### 5.1 L'alimentazione nello sportivo

È stato dimostrato che l'alimentazione condiziona notevolmente il livello di prestazione sportiva, lo sviluppo dei processi di recupero ed adattamento stimolati dai carichi d'allenamento e di gara (*Mc Ardle et al., 2001*). I soggetti che svolgono regolarmente un'attività fisica da moderata ad intensa hanno bisogno di aumentare l'entrata giornaliera di energia per compensare la maggior spesa energetica, altrimenti vi può essere il rischio di un bilancio energetico negativo a causa dell'eccessivo allenamento. Per un aumento della richiesta di energia dovuto all'allenamento e alla gara, i ricercatori raccomandano un'entrata di energia non inferiore a 50 Kcal/Kg al giorno per gli atleti uomini che si allenano per più di 90 minuti al giorno, e da 45 a 50 Kcal/Kg al giorno per le donne sottoposte allo stesso allenamento (*Mc Ardle et al., 2001*). La ricerca sulla nutrizione nell'esercizio fisico ha dimostrato che è comunque possibile ottenere il fabbisogno calorico totale attraverso l'uso di una dieta ben bilanciata, seguendo quindi le linee guide generali e semplicemente aumentando la quantità totale di cibo consumato in modo da sostenere la richiesta di energia extra dovuta all'allenamento.

La nutrizione costituisce il fondamento per la prestazione fisica fornendo il carburante per il lavoro biologico e per l'estrazione e l'utilizzo del potenziale energetico contenuto negli alimenti. I principi nutritivi vengono classificati in: macronutrienti e micronutrienti. I macronutrienti sono sostanze necessarie per la produzione di energia e per fornire materiale plastico per la crescita e la rigenerazione del corpo e sono rappresentati da proteine, carboidrati e lipidi. I micronutrienti sono sostanze nutritive che devono essere necessariamente assunte anche in piccole quantità dall'organismo, in quanto sono indispensabili ai fini del metabolismo e si suddividono in vitamine e sali minerali (*Mc Ardle et al., 2001*).

### 5.2 I macronutrienti: le proteine

Le proteine sono formate da molecole semplici chiamate amminoacidi che, grazie al legame peptidico, possono legarsi tra loro costituendo delle “catene” che possono assumere forme e combinazioni chimiche diverse. Le funzioni biochimiche e le proprietà di ogni proteina sono condizionate dalla sequenza amminoacidica. Dei 20

differenti amminoacidi necessari al nostro corpo, ognuno presenta una carica positiva (gruppo amminico) e una carica negativa (gruppo carbossilico). Il gruppo amminico è formato da un atomo di azoto e da due di idrogeno (NH<sub>2</sub>), mentre il gruppo carbossilico contiene un atomo di carbonio, due di ossigeno ed uno di idrogeno (COOH). La porzione rimanente della molecola amminoacidica può assumere forme diverse dipendendo dalle catene laterali presenti. La struttura specifica della catena laterale impone le caratteristiche dell'amminoacido.

Detto questo, si intuisce che il potenziale di combinazione dei 20 amminoacidi produce una serie di combinazioni infinite. Gli amminoacidi a loro volta vengono suddivisi in essenziali o non essenziali.

- Gli amminoacidi essenziali: sono quelli che non possono essere sintetizzati dal nostro organismo e che devono quindi essere introdotti attraverso gli alimenti.

Essi sono 8: Fenilalanina (Phe), Isoleucina (Ile), Leucina (Leu), Lisina (Lys), Metionina (Met), Treonina (Thr), Triptofano (Trp), Valina (Val).

Nei bambini si considerano amminoacidi essenziali anche l'Istidina e l'Arginina.

- Gli amminoacidi non essenziali: sono quelli che possono essere sintetizzati dal nostro organismo in quantità adeguate.

Essi sono: Acido aspartico (Asp), Acido glutammico (Glu), Alanina (Ala), Arginina (Arg), Asparagina (Asn), Glicina (Gly), Glutammina (Gln), Istidina (His), Prolina (Pro), e Serina (Ser).

Infine gli amminoacidi Tirosina (Tyr) e Cisteina (Cys) vengono definiti semi-essenziali perchè possono essere sintetizzati dall'organismo a partire dalla fenilalanina e dalla metionina, quando queste ultime vengano fornite in modo adeguato con la dieta. Le funzioni biologiche delle proteine nell'organismo sono:

- Funzione regolatrice: controllano molti processi dell'organismo, sotto forma di enzimi e ormoni;
- Funzione plastica e costruttrice: ci permettono di crescere e di mantenere le strutture del nostro corpo;
- Funzione di trasporto ematico: alcune di esse trasportano i nutrienti ed altre sostanze nel sangue (per esempio le lipoproteine trasportano i grassi e l'emoglobina l'ossigeno);
- Funzione di difesa immunitaria: gli anticorpi sono delle proteine preposte alla difesa del nostro organismo;

- Funzione energetica: una piccola percentuale di proteine viene giornalmente utilizzata a scopo energetico, questa quota tende ad aumentare con l'esercizio fisico;
- Funzione di difesa dagli agenti esterni: la cheratina è la proteina che costituisce unghie, peli e capelli, che proteggono le zone più delicate dagli urti o dal freddo.

### 5.3 I carboidrati

Chiamati anche glucidi, glicidi o zuccheri sono costituiti da atomi di carbonio, idrogeno ed ossigeno.

Come mostrato in figura n. 7 essi vengono divisi in quattro gruppi a seconda del numero di zuccheri semplici che fanno parte della molecola:

- Monosaccaridi: rappresentano l'unità base dei carboidrati, vengono chiamati "zuccheri semplici"; esistono in natura più di 200 monosaccaridi ma quelli più importanti dal punto di vista nutrizionale sono il glucosio, il fruttosio e il galattosio;
- Disaccaridi: si formano dall'unione di due molecole di monosaccaridi e anch'essi rientrano nella categoria degli "zuccheri semplici"; i tre disaccaridi più significativi dal punto di vista nutrizionale sono il saccarosio, il lattosio ed il maltosio;

<i>Monosaccaridi</i>					
<i>Triosi</i>		<i>Tetrosi</i>		<i>Polisaccaridi</i>	
<b>Pentosi</b> (C <sub>5</sub> H <sub>10</sub> O <sub>5</sub> )	<b>Esosi</b> (C <sub>6</sub> H <sub>12</sub> O <sub>6</sub> )	<b>Disaccaridi</b> C <sub>12</sub> H <sub>22</sub> O <sub>11</sub>	<b>Pentosani</b> (C <sub>5</sub> H <sub>8</sub> O <sub>4</sub> )n2	<b>Esosani</b> (C <sub>6</sub> H <sub>10</sub> O <sub>5</sub> )n2	<b>Polisaccaridi</b> <b>Misti</b>
Arabinosio	Fruttosio	Lattosio	Arabano	Cellulosa	Agar
Ribosio	Galattosio	Maltosio	Xilano	Glicogeno	Pectina
Xilosio	Glucosio	Saccarosio		Inulina	Chitina
Deossiribosio	Mannosio	Trealosio		Mannano	Emicellulosa
				Amido (Amilosio e Amilopectina)	Carregenina Gomma vegetale

Figura 7 – Struttura dei carboidrati

- Oligosaccaridi: sono formati dall'unione di pochi monosaccaridi (da 3 a 9).
- Esempio di oligosaccaridi sono i frutto-oligosaccaridi (FOS), lo stachiosio, il verbascosio, e il raffiniosio;
- Polisaccaridi: si formano dall'unione, tramite legami glicosidici, di numerosi monosaccaridi (da 10 a migliaia) e per questo motivo vengono chiamati anche

“zuccheri complessi”. I polisaccaridi più importanti dal punto di vista nutrizionale sono l'amido, le fibre e il glicogeno (*Mc Ardle et al., 2001*).

Le funzioni biologiche dei carboidrati nell'organismo sono:

- Sorgente energetica: infatti l'energia viene principalmente prodotta dalla scissione del glucosio ematico e del glicogeno immagazzinato nel fegato e nel muscolo che permette l'esecuzione del lavoro muscolare e il mantenimento delle altre funzioni vitali (*Costill et al. 1988; Felig & Wahren, 1971*).
- Attivatori del metabolismo lipidico: i prodotti del metabolismo glucidico permettono la corretta ossidazione degli acidi grassi; infatti le famose frasi “i grassi bruciano alla fiamma dei carboidrati” oppure “i grassi bruciano nel fuoco degli zuccheri” spiegano appunto questo processo di ossidazione corretto, in caso contrario invece vi sarà un'incompleta scissione dei lipidi e un accumulo di sottoprodotti chiamati corpi chetonici che possono causare acidosi metabolica (diminuizione del pH) o chetosi (*Koeslag, 1982*).
- Risparmiatori delle proteine: normalmente soltanto una piccola percentuale di proteine viene utilizzata a scopo energetico dato che si preferiscono altre vie di produzione di ATP, mentre in caso di deplezione delle riserve di glicogeno viene attivata la gluconeogenesi (ovvero la sintesi di glucosio) a partire dalle proteine (amminoacidi) che causa una riduzione della percentuale di massa magra e sovraccarico di lavoro per i nostri reni che devono provvedere ad eliminare i prodotti azotati di derivazione dal catabolismo proteico;
- Attivatori del metabolismo lipidico: i prodotti del metabolismo glucidico permettono la corretta ossidazione degli acidi grassi; infatti le famose frasi “i grassi bruciano alla fiamma dei carboidrati” oppure “i grassi bruciano nel fuoco degli zuccheri” spiegano appunto questo processo di ossidazione corretto, in caso contrario invece vi sarà un'incompleta scissione dei lipidi e un accumulo di sottoprodotti chiamati corpi chetonici che possono causare acidosi metabolica (diminuizione del ph) o chetosi (*Koeslag, 1982*).
- Carburante del sistema nervoso centrale e globuli rossi: infatti per le loro attività viene utilizzato il glucosio ematico.

## 5.4 I macronutrienti: i lipidi

Detti anche grassi, sono formati come i carboidrati da carbonio, idrogeno ed ossigeno, ma con un rapporto maggiore tra idrogeno ed ossigeno. I lipidi vengono identificati sulla base delle loro proprietà comuni di solubilità: sono insolubili in acqua (definiti per questo idrofobi), mentre sono solubili in solventi organici quali ad esempio l'etere, il cloroformio ed il benzene.

I lipidi si classificano in tre gruppi principali:

- Lipidi semplici: costituiti principalmente dai trigliceridi (e anche dalle cere e i terpeni) detti anche triacilgliceroli ovvero i grassi più abbondanti nel nostro organismo; sono composti da una molecola di glicerolo e tre molecole di acidi grassi. Gli acidi grassi sono i lipidi più semplici e comuni, e differiscono per la lunghezza della catena carboniosa e/o il tipo di legame tra gli atomi di carbonio, legami che possono essere tutti singoli, e allora si parla di acidi grassi saturi, oppure doppi, e in questo caso si parla di acidi grassi insaturi (monoinsaturi se c'è un solo doppio legame, polinsaturi se la catena ne contiene due o più). Alcuni acidi grassi insaturi sono considerati particolarmente importanti per il metabolismo umano, per cui sono detti “acidi grassi essenziali” e si classificano in: omega-3 di cui fa parte ad esempio l'acido linolenico (ALA) e omega-6 di cui fa parte l'acido linoleico (LA). Gli acidi grassi essenziali sono componenti delle membrane cellulari, sono regolatori della pressione sanguigna, delle risposte infiammatorie e dell'omeostasi della lipidemia.
- Lipidi composti: sono costituiti da carbonio, idrogeno, ossigeno e fosforo o azoto e sono frutto di esterificazione degli acidi grassi con alcoli di vario tipo. Comprendono i fosfolipidi, i glicolipidi e le lipoproteine.
- Lipidi derivati: derivano dalla trasformazione di lipidi semplici o composti. Il più importante è il colesterolo che partecipa a molte funzioni complesse nel nostro organismo tra le quali la formazione della membrana plasmatica, sintesi della vitamina D, precursore degli ormoni della ghiandola surrenale e degli ormoni sessuali estrogeni, androgeni e progesterone; il colesterolo inoltre fornisce una componente della bile.

Le funzioni biologiche dei lipidi nell'organismo sono:

- Funzione energetica e di riserva: il grasso è il carburante ideale delle cellule poiché ogni molecola è in grado di sviluppare grandi quantità di energia per

unità di peso, viene trasportata ed immagazzinata facilmente e provvede a fornire una fonte di energia disponibile in qualsiasi momento. E' opportuno sottolineare l'importanza energetica dei lipidi dato che in un soggetto a riposo, in buono stato di nutrizione, essi forniscono fino al 90% dell'energia di cui l'organismo ha bisogno.

- Protezione da traumi e isolamento: per gli organi vitali quali cuore, fegato, reni, milza, cervello e midollo spinale; inoltre il grasso immagazzinato al di sotto della superficie cutanea (grasso sottocutaneo) fornisce un adeguato isolamento e ci permette di tollerare temperature esterne molto basse (*Mc Ardle et al., 1984*).
- Trasporto delle vitamine liposolubili: A, D, E e K.

### **5.5 I micronutrienti: le vitamine**

Il fabbisogno delle vitamine è quantitativamente basso dell'ordine dei milligrammi o microgrammi; le vitamine conosciute sono 13 classificate in idrosolubili e liposolubili. Sono sostanze organiche che non forniscono energia né contribuiscono allo sviluppo della massa corporea. Con l'eccezione della vitamina D, il nostro organismo non è in grado di sintetizzare le vitamine che devono quindi essere introdotte con la dieta.

- Le vitamine liposolubili sono la A, la D, la E e la K; sono solubili nei grassi e possono accumularsi nei tessuti, per questo motivo non è necessario che vengano ingerite giornalmente. In rari casi si può andare incontro a fenomeni di carenza se vi è una scarsa assunzione per lunghi periodi oppure ad un ipervitaminosi se l'assunzione è eccessiva, in entrambi i casi si possono generare danni all'organismo.
- Le vitamine idrosolubili sono quelle del gruppo B (B1, B2, B6, B12, Niacina, Acido pantotenico, Acido folico, Biotina) e la vitamina C (detta anche acido ascorbico). Sono solubili nei fluidi corporei senza essere immagazzinate in misura apprezzabile; per questo motivo fenomeni di carenza sono molto comuni, mentre i casi di assunzione eccessiva sono molto rari dato che possono essere eliminate attraverso le urine (*Mc Ardle, 2001*).

Le vitamine regolano molte reazioni metaboliche dell'organismo infatti aiutano a ricavare l'energia dagli alimenti assunti (Balluz et al., 2000), controllano i processi di sintesi dei tessuti e aiutano a proteggere l'integrità della membrana cellulare.

## **5.6 I micronutrienti: i sali minerali**

I sali minerali sono elementi che si trovano in natura sotto forma di composti inorganici dato che sono privi di atomi di carbonio.

I minerali svolgono varie funzioni nell'organismo: provvedono alla struttura e alla formazione di ossa e denti, aiutano a mantenere il normale ritmo cardiaco, regolano la contrazione muscolare, la conduzione nervosa e il bilancio acido-base nel corpo, regolano inoltre il metabolismo delle cellule diventando parte di enzimi e ormoni che modulano l'attività cellulare e intervengono nella sintesi dei macronutrienti biologici.

Il nostro organismo non è in grado di sintetizzare i minerali, è necessario quindi introdurli dall'esterno con gli alimenti o con integratori idrosalini.

I sali minerali possono essere divisi in due categorie secondo la loro concentrazione: I macroelementi e i microelementi.

- I macroelementi rappresentano gli elementi presenti nell'organismo umano in quantità relativamente elevate, il cui fabbisogno giornaliero è superiore a 100 mg. Fanno parte di questa categoria il sodio, il potassio, il calcio, il fosforo, il cloro, il magnesio e lo zolfo.
- I microelementi (detti anche oligoelementi) rappresentano gli elementi presenti nel nostro organismo in piccole quantità e il cui fabbisogno giornaliero è minore di 100 mg come ferro, zinco, iodio, rame, manganese, cromo, selenio, fluoro, cobalto etc.

## **5.7 L'acqua**

L'acqua rappresenta il principale costituente dell'organismo. Nel soggetto adulto l'acqua corporea totale (ACT) è compresa tra il 45 e il 75% del peso corporeo e varia in relazione all'età, al sesso ed alla composizione del corpo.

Nel nostro organismo l'acqua totale è distribuita in due compartimenti fondamentali, separati dalla membrana cellulare: liquido intracellulare (LIC) per circa il 62%, e liquido extracellulare (LEC) per circa il 38% che comprende liquido interstiziale, plasma sanguigno, linfa e liquidi secreti da ghiandole ed organi.

Il bilancio idrico rappresenta la quantità di acqua presente nel corpo che è la risultante del rapporto tra acqua ingerita e acqua persa. L'acqua presente nell'organismo ha due diverse provenienze:

- acqua esogena: rappresenta la quota maggiore di acqua dell'organismo e deriva dall'introduzione di bevande e cibi;
- acqua endogena: rappresenta la quota minore di acqua dell'organismo e si forma al suo interno come prodotto catabolico delle reazioni ossidoriduttive (nei confronti di carboidrati, lipidi e proteine).

Eliminiamo acqua, invece, con le urine, con le feci, con il sudore e con la respirazione.

Il fabbisogno di acqua varia molto da individuo a individuo, ciò dipende dalla composizione della dieta, dal clima e dall'attività fisica. Un individuo adulto sedentario in condizioni normali necessita di circa 2,5 litri di acqua al giorno che provengono dall'assunzione di bevande (1,2 lt), dal cibo (1,0 lt) e dall'acqua di provenienza metabolica (0,3 lt); una persona attiva invece, in condizioni di elevata temperatura ambientale, può aumentare questa richiesta a 5-10 litri giornalieri.

L'equilibrio idrico è mantenuto attraverso una complessa regolazione nella quale sono coinvolti sia il sistema nervoso centrale, mediante il centro della sete situato nell'ipotalamo, sia ormoni come la vasopressina (o ormone antidiuretico ADH), il fattore natriuretico atriale e il sistema renina-angiotensina. Se l'equilibrio si altera, si può andare incontro ad alcune patologie, per esempio a disidratazione o, nel caso contrario, a intossicazione d'acqua (*Di Prampero & Veicsteinas, 2002*).

L'acqua svolge principalmente 4 funzioni:

- Plastica: è il costituente essenziale di tutte le cellule dell'organismo;
- Veicolante: partecipa al trasporto delle sostanze assunte e dei cataboliti da espellere;
- Secretiva: è costituente fondamentale di ogni secreto cellulare (saliva, bile, etc);
- Omeostatica: regola gli equilibri idrico-minerale e termico.

## **5.8 La piramide alimentare**

I principi chiave di una buona alimentazione includono varietà e moderazione. La piramide alimentare fornisce chiare indicazioni per un'alimentazione corretta e salutare. Con il termine “piramide alimentare” si intende un grafico che pone alla base gli alimenti di consumo quotidiano, mentre al vertice quelli che dovrebbero essere mangiati solo occasionalmente. La piramide alimentare, ideata dal dipartimento statunitense dell'Agricoltura (USDA) esprime l'RDA ovvero la razione dietetica raccomandata (Recommended Dietary Allowance) e le linee guida dell'alimentazione, dividendo per

categorie, i cibi che forniscono un contributo di nutrienti simile, essa inoltre indica le quantità consigliate per ogni categoria di cibo (Mc Ardle, 2001).

Possiamo sintetizzare la piramide alimentare in questo modo:

- È necessario assumere cereali integrali e grassi vegetali ad ogni pasto;
- Frutta e verdura devono essere consumate nell'ordine di due e tre porzioni al giorno;
- Una dieta sana prevede l'integrazione quotidiana di piccole porzioni di legumi e frutta secca, da una a tre volte al giorno;
- Il pesce, il pollame e le uova, alternativamente, possono essere consumati per tre volte a settimana, così come i formaggi, ricchi di calcio;
- Carni rosse, burro, cereali raffinati, patate e dolci vanno consumati con moderazione.

Una dieta equilibrata prevede inoltre che, il fabbisogno calorico totale giornaliero derivi da:

- 55-60% carboidrati;
- 10-15% proteine;
- 25-30% grassi.

### **5.9 La razione dietetica raccomandata (RDA) nello sportivo**

L'RDA giornaliera per l'assunzione proteica raccomandata per uomini e donne adulti è 0,83 grammi per chilogrammo di peso corporeo (Pellet, 1990). L'RDA decresce con l'età mentre è aumentata nei neonati, negli adolescenti e nelle donne in gravidanza e/o allattamento. Considerando gli sportivi inoltre, è in corso un grande dibattito nel mondo scientifico sull'effettiva necessità di una maggiore richiesta proteica negli atleti adolescenti, in quelli impegnati in faticosi programmi di sviluppo muscolare e in quelli sottoposti a continui microtraumi muscolari (Carraro et al., 1990; Meridith et al., 1989; Tarnopolsky et al., 1988). Una inadeguata assunzione proteica infatti può provocare perdita di massa corporea, specialmente a carico dei muscoli, con conseguente calo della prestazione. Si raccomanda dunque, che gli atleti sottoposti ad allenamento intenso, particolarmente se di tipo aerobico, consumino tra 1,2 e 1,8 grammi di proteine per chilogrammo di peso corporeo al giorno. In Italia L'RDA giornaliera per l'assunzione glucidica raccomandata si aggira intorno al 55% dell'apporto calorico totale. Soggetti fisicamente attivi dovrebbero introdurre con la dieta circa il 60% di calorie di provenienza glicidica (da 400 a 600 grammi al giorno) preferibilmente sotto

forma di zuccheri complessi non raffinati (Coggan & Coyle, 1991). In soggetti che si sottopongono a regolare esercizio fisico intenso tale apporto può arrivare fino al 70%. Gli atleti che si allenano intensamente devono consumare quotidianamente 10 grammi di carboidrati per chilogrammo di peso corporeo. Nel caso contrario una dieta povera di carboidrati provoca una rapida deplezione delle riserve di glicogeno a livello muscolare ed epatico influenzando profondamente la perfetta capacità di svolgere sia esercizi di elevata intensità a impegno anaerobico sia attività di lunga durata a impegno aerobico. Inoltre le riserve di glicogeno nei muscoli e di glucosio nel sangue risultano essere la maggiore fonte di energia in condizioni di ridotto apporto di ossigeno ai muscoli scheletrici in attività (glicolisi anaerobica). Bisogna ricordare inoltre che un graduale esaurimento della riserva corporea di carboidrati dovuto ad allenamenti rigorosi e continui, può contribuire allo sviluppo della sindrome da sovrallenamento, meglio conosciuta come overtraining, che causa tra le tante cose anche il peggioramento della prestazione a medio e a lungo termine (Lehmann et al., 1993).



Fig 8 – Piramide alimentare e dosi raccomandate

Per tutti questi motivi è importante quindi ricordare che le riserve di glicogeno non devono mai esaurirsi, poiché la deplezione del glicogeno è uno dei fattori limitanti la

prestazione sportiva dato che contribuisce all'instaurarsi del fenomeno della fatica muscolare sia negli sport di breve-media durata che in quelli prolungati nel tempo. Le indicazioni nell'assunzione lipidica rivolte agli atleti seguono le raccomandazioni valide per il resto della popolazione. Si consiglia di non superare l'apporto calorico proveniente dai lipidi del 30% del fabbisogno calorico totale giornaliero, poiché se vengono assunti in grandi quantità e costantemente, possono essere causa di malattie cronico-degenerative, portando a serie complicanze cardiovascolari. Inoltre è importante ricordare che gli acidi grassi insaturi dovrebbero rappresentare almeno il 70% (meglio l'80%) del totale dei grassi assunti, equamente distribuiti tra monoinsaturi e polinsaturi. Se l'alimentazione è varia e diversificata garantisce automaticamente la quantità necessaria di vitamine e minerali. Tuttavia, elevati carichi di allenamento e di gara, soprattutto quelli collegati ad un grande lavoro di tipo aerobico o misto esigono una loro integrazione. E' opportuno sottolineare che una quantità sufficiente di minerali è una delle più importanti garanzie del recupero completo delle funzioni plastica, regolatrice ed energetica dell'organismo dopo carichi d'allenamento e di gara. I minerali sono importanti non soltanto per recuperare l'equilibrio idrosalino, gli elettroliti cellulari e la capacità di conduzione nervosa, ma anche per il sistema ematico, l'attività enzimatica, l'assimilazione delle vitamine e le difese immunitarie (Mc Ardle et al., 2001). Le vitamine partecipano ripetutamente ai processi metabolici e quindi il loro fabbisogno non differisce tra atleti e soggetti sedentari.

## Cap. 6 - Studio sperimentale

### 6.1 Obiettivi e disegno sperimentale

Lo studio si pone come principali obiettivi quello di ottenere, elaborare e rendere note sia alla comunità scientifica che a quella degli sportivi, informazioni sulle varie metodologie di monitoraggio del dispendio energetico delle unità di allenamento negli sport di squadra, in particolare del giuoco del calcio, e sulle abitudini alimentari dei giovani sportivi di club professionisti.

Inoltre, nello studio si è esaminata l'influenza della dieta alimentare individualizzata sulle capacità organico-muscolari e sulla prevenzione degli infortuni muscolari da trauma indiretto dei giocatori di calcio professionisti.

La figura n. 9 mostra lo schema riassuntivo del Disegno sperimentale.

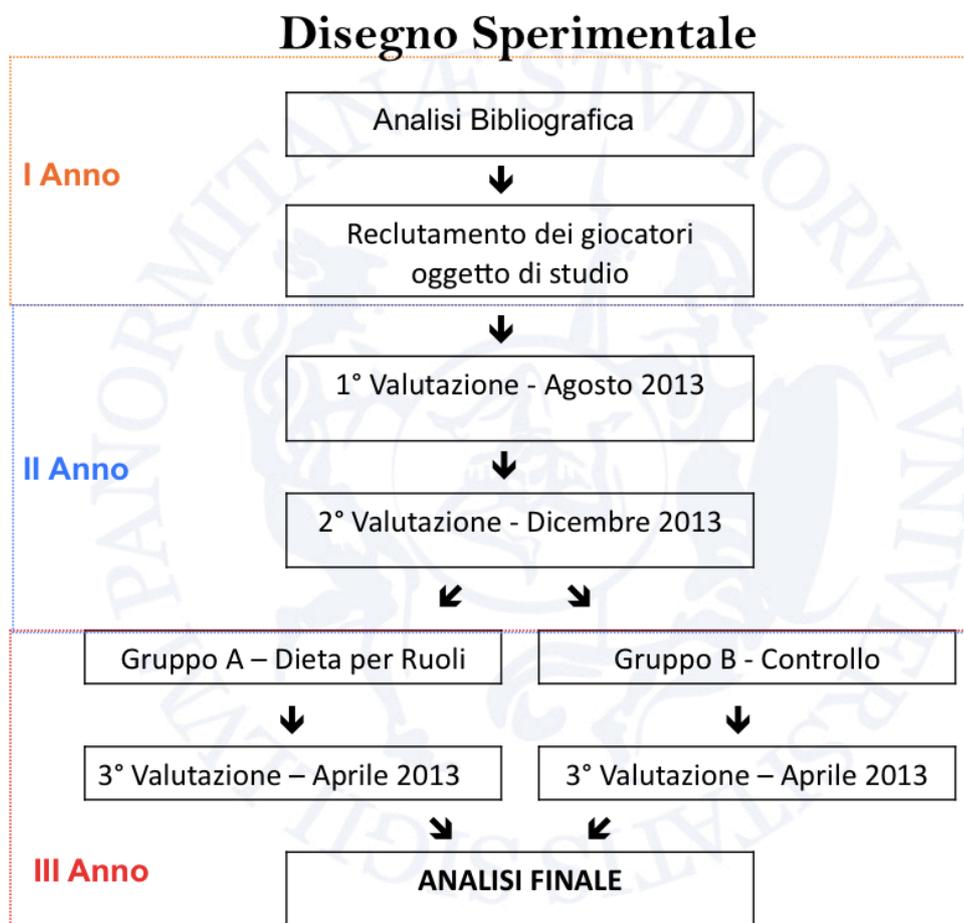


Fig 9 – Disegno sperimentale

Il Disegno sperimentale è stato strutturato in due fasi principali.

La prima fase del progetto di ricerca, che ha avuto inizio nel mese di Agosto 2013, ha avuto come obiettivi:

- 1) La raccolta dei dati relativi alla composizione corporea dei giocatori e l'analisi degli stessi in base al ruolo;
- 2) La somministrazione dei test motori per la valutazione delle capacità organico muscolari;
- 3) La compilazione del diario alimentare e l'organizzazione delle riunioni per coinvolgere le famiglie dei giovani calciatori;
- 4) L'analisi dei dati sull'introito calorico e sulla composizione dei macronutrienti e comparazione con i LARN;
- 5) La misurazione della frequenza cardiaca in allenamento e in partita in telemetria per la valutazione del dispendio energetico dell'allenamento;
- 6) La valutazione della potenza metabolica con il sistema GPS (Global Positioning System) degli allenamenti e delle partite;
- 7) La misurazione del dispendio energetico con l'analisi dei dati raccolti della frequenza cardiaca e del GPS.

Grazie ai risultati ottenuti nella prima fase dello studio, che si è conclusa a fine Dicembre 2013, abbiamo potuto constatare che il dispendio energetico durante le sedute di allenamento non era significativamente differente nei vari ruoli. Infatti, le unità di allenamento con finalizzazione complessa sono state opportunamente pianificate dallo staff tecnico per distribuire in modo simile nei vari ruoli lo stesso carico di allenamento. Con i parametri ottenuti abbiamo così potuto realizzare una dieta personalizzata in base al dispendio energetico delle unità di allenamento e abbiamo pianificato un macrociclo di allenamento di 16 settimane.

Infine è iniziata la seconda fase dello studio, che ha avuto inizio a Gennaio 2014 e si è conclusa a Maggio 2014, in cui il campione è stato diviso in modo casuale in due Gruppi: un Gruppo di Controllo che continuava un regime dietetico libero e un Gruppo Dieta che seguiva una regime dietetico personalizzato in base al dispendio energetico delle unità di allenamento. Il contenuto calorico e la composizione dei macro e micronutrienti era uguale per tutti i componenti del gruppo dieta. I due gruppi hanno svolto lo stesso carico di allenamento per un periodo di 16 settimane, con una durata di  $120 \pm 20$  minuti e con una cadenza settimanale di 4 allenamenti dal Martedì al Venerdì ed una partita ufficiale di Campionato la Domenica. Entrambi i gruppi sono stati sottoposti prima e dopo il periodo di allenamento ai test per la valutazione dei parametri

antropometrici, della composizione corporea e delle capacità organico muscolari. Sono stati anche registrati il numero di infortuni da trauma indiretto.

Nello specifico la seconda ed ultima fase dello studio ha avuto come obiettivi:

- 1) La divisione del campione in Gruppo di Controllo (allenamento senza dieta, n=11) Gruppo Dieta (stesso allenamento del gruppo controllo + dieta, n=11);
- 3) La formulazione e l'introduzione della dieta personalizzata;
- 4) L'esecuzione dei test motori prima e dopo l'allenamento nel gruppo controllo e nel gruppo dieta;
- 5) La raccolta e l'analisi dei dati antropometrici, della composizione corporea, della forza esplosiva degli arti inferiori, della velocità e del  $VO_{2max}$  nei calciatori di entrambi i gruppi prima e dopo il trattamento;
- 6) La somministrazione dello stesso carico di allenamento in entrambi i gruppi.
- 7) Il monitoraggio del carico di lavoro delle unità di allenamento attraverso i cardiofrequenzimetri e il sistema GPS;
- 8) La registrazione del numero di infortuni muscolari da trauma indiretto in entrambi i gruppi;
- 7) L'analisi statistica dei risultati ottenuti.

## **6.2 Materiali e Metodi**

### **A) Valutazione della composizione corporea**

Strumentazione: bilancia Amstrad, stadiometro, plicometro Harpenden, bioimpedenziometro InBody320.

Per la valutazione della composizione corporea abbiamo utilizzato due metodologie:

- la plicometria attraverso due rilevazioni consecutive delle pliche: tricipitale, sottoscapolare e addominale, calcolando le percentuali di massa magra e di massa grassa con l'equazione di di Katch e McArdle:

$$BD = 1,09665 - 0,00103 (X1) - 0,00056 (X2) - 0,00054 (X3)$$

$$R = 0,86; SE = 0,0072 \text{ g/ml}$$

$$BD = \text{densità corporea (g/ml)}$$

$$X1 = \text{plica tricipitale (mm)}$$

$$X2 = \text{plica sottoscapolare (mm)}$$

$$X3 = \text{plica addominale (mm)}$$

- la bioimpedenziometria con il bioimpedenziometro “InBody320” che valuta la composizione corporea attraverso il passaggio di corrente con tre diversi canali di frequenza e permette non solo di ottenere la percentuale di massa grassa e magra totale ma anche la quantità di acqua intracellulare ed extracellulare e la quantità di massa muscolare nel tronco, nell’arto superiore e inferiore destro e sinistro. Con questa strumentazione abbiamo anche valutato il metabolismo basale dei partecipanti allo studio.

## **B) Valutazione delle capacità organico muscolari**

I parametri bio-funzionali valutati sono stati:

- la fenotipizzazione (% FT) indiretta delle fibre muscolari del *vasto laterale* di entrambi gli arti inferiori
- La forza esplosiva e l’out-put di potenza meccanica (W) degli arti inferiori con e senza ausilio degli arti superiori
- La velocità massima nei 20 metri
- La potenza anaerobica lattacida
- La frequenza cardiaca a riposo, durante l’esercizio e sotto sforzo massimo misurata durante l’esecuzione di il test incrementale ad esaurimento di Leger
- la potenza metabolica e il dispendio energetico delle sedute di allenamento e della partita attraverso il GPS (Global Positioning System): QSTARZ 10Hz, BT-Q1000eX. I chip sono della Mediatek (mtk II-MTK3339)
- Il VO<sub>2</sub> a riposo e massimale tramite il test di Leger
- La percezione dello sforzo degli allenamenti e della partita e dei test organico-muscolari tramite la scala di Borg.

### **6.3 Descrizione e modalità di esecuzione dei test motori**

#### **Valutazione della Forza**

Strumentazione: Ergojump Bosco System Fiber Counter con software Psion. L’ergojump Bosco System è una piattaforma di forza a conduttanza (piezoelettrica) capace di misurare durante un singolo salto verticale a piè pari (elevazione del centro di massa corporea):

- a) il tempo di volo durante il singolo salto verticale;
- b) l’altezza (cm) raggiunta dal centro di massa corporea all’apice del salto;

c) la potenza erogata (W).

Il circuito elettronico di misura, interno alla pedana, aperto dal momento in cui l'atleta si posiziona su di essa, viene chiuso nel momento in cui lo stesso vi ricade, calcolando così il tempo di volo. La pedana misura mediante una formula l'elevazione del salto:

$$\text{elevazione} = \text{tempo di volo}^2 \times 1,226$$

cioè l'altezza di volo raggiunta dall'atleta che esegue il test. L'altezza del salto è funzione dell'accelerazione del corpo verso l'alto durante il movimento di estensione delle ginocchia, accelerazione dovuta alla quantità di forza che l'atleta riesce ad esprimere con i propri muscoli estensori degli arti inferiori.

### **Counter movement jump (CMJ) e Counter movement jump con arti superiori liberi (CMJB)**

Questo test viene utilizzato per rilevare la capacità di forza esplosiva dei muscoli estensori degli arti inferiori. Il soggetto si pone sopra la pedana ed assume una posizione di partenza tenendo i piedi pari con i talloni a contatto con il suolo, in stazione eretta. Al via il soggetto effettua il salto verticale con la massima intensità, facendolo precedere da un rapido piegamento delle ginocchia (contromovimento) fino a raggiungere l'angolo di chiusura delle ginocchia a 90°, tenendo il tronco verticale con il suolo ed i talloni a contatto con il suolo. Il test si può effettuare sia con le mani ai fianchi (CMJ) sia con le mani e braccia libere di muoversi (CMJB).

### **Test di velocità**

Strumentazione: un nastro di misurazione o rullina metrica, un cronometro e un sistema di fotocellule e una superficie piana e libera di almeno 40 metri.

Lo scopo di questo test è quello di determinare l'accelerazione, è anche un indicatore affidabile di velocità, agilità e rapidità.

Il test prevede l'esecuzione di uno sprint massimo di oltre 20 metri, con il tempo registrato. Partire da una posizione stazionaria, con un piede di fronte all'altro. Il piede anteriore deve essere su o dietro la linea di partenza. Nella posizione di partenza non sono ammessi nessun movimento a dondolo.

### **Test di Leger**

Strumentazione: cd con messaggio sonoro, fonoriproduttore, rullina metrica, cronometro, sistema di cardiofrequenzimetri polar system 2.

Il test di Leger o anche Yo-Yo test è stato indicato quale valido test per stimare la prestazione di gioco in calciatori senza distinzione di genere, livello competitivo e età. Data la sua validità il test di Leger può essere considerato quale “*criterio-performance*” nel calcio. Il test di Leger comporta una attivazione massima del sistema aerobico, attraverso lo svolgimento di un esercizio intermittente incrementale e ad esaurimento.



Fig 10 – Progressione delle velocità nel test di Leger

Il test consiste nell’effettuare il maggior numero di corse a navetta tra due linee poste ad una distanza di 20 m, ad un ritmo progressivo imposto da un dettato sonoro (beep acustici) diffuso da un fonoriproduttore (es. lettore cd).

Nel corso del test una voce registrata indicherà il livello di percorrenza, il soggetto dovrà arrivare con un piede sulla linea in tempo con il segnale sonoro (beep) scandito dal dettato sonoro (vedi figura n. 10). Nel caso in cui il soggetto non sia in grado di arrivare in tempo con il segnale sonoro per due volte anche non successive sulla linea di competenza, verrà escluso dalla prova. Ogni ritardo verrà segnalato quale ammonizione e due di queste determinano la fine della prova.

Lo scopo del test è quello di percorrere il maggior numero di livelli possibili. Durante la prova si registrerà l’andamento della frequenza cardiaca a riposo negli step ed alla fine del test ed il massimo consumo di ossigeno (VO<sub>2</sub>max) corrispondente all’ultimo step massimale raggiunto (figura n.11).



Level 1	1 2 3 4 5 6 7
Level 2	1 2 3 4 5 6 7 8
Level 3	1 2 3 4 5 6 7 8
Level 4	1 2 3 4 5 6 7 8 9
Level 5	1 2 3 4 5 6 7 8 9
Level 6	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
Level 7	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
Level 8	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11
Level 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11
Level 10	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11
Level 11	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12
Level 12	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12
Level 13	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13
Level 14	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13
Level 15	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13
Level 16	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14
Level 17	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14
Level 18	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15
Level 19	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15
Level 20	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16
Level 21	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16



Level	Shuttle	VO2 Max	Level	Shuttle	VO2 Max
4	2	26.8	5	2	30.2
4	4	27.6	5	4	31.0
4	6	28.3	5	6	31.8
4	9	29.5	5	9	32.9
Level	Shuttle	VO2 Max	Level	Shuttle	VO2 Max
6	2	33.6	7	2	37.1
6	4	34.3	7	4	37.8
6	6	35.0	7	6	38.5
6	8	35.7	7	8	39.2
6	10	36.4	7	10	39.9
Level	Shuttle	VO2 Max	Level	Shuttle	VO2 Max
8	2	40.5	9	2	43.9
8	4	41.1	9	4	44.5
8	6	41.8	9	6	45.2
8	8	42.4	9	8	45.8
8	11	43.3	9	11	46.8
Level	Shuttle	VO2 Max	Level	Shuttle	VO2 Max
10	2	47.4	11	2	50.8
10	4	48.0	11	4	51.4
10	6	48.7	11	6	51.9
10	8	49.3	11	8	52.5
10	11	50.2	11	10	53.1
			11	12	53.7
Level	Shuttle	VO2 Max	Level	Shuttle	VO2 Max
12	2	54.3	13	2	57.6
12	4	54.8	13	4	58.2
12	6	55.4	13	6	58.7
12	8	56.0	13	8	59.3
12	10	56.5	13	10	59.8
12	12	57.1	13	13	60.6
Level	Shuttle	VO2 Max	Level	Shuttle	VO2 Max
14	2	61.1	15	2	64.6
14	4	61.7	15	4	65.1
14	6	62.2	15	6	65.6
14	8	62.7	15	8	66.2
14	10	63.2	15	10	66.7
14	13	64.0	15	13	67.5
Level	Shuttle	VO2 Max	Level	Shuttle	VO2 Max
16	2	68.0	17	2	71.4
16	4	68.5	17	4	71.9
16	6	69.0	17	6	72.4
16	8	69.5	17	8	72.9
16	10	69.9	17	10	73.4
16	12	70.5	17	12	73.9
16	14	70.9	17	14	74.4
Level	Shuttle	VO2 Max	Level	Shuttle	VO2 Max
18	2	74.8	19	2	78.3
18	4	75.3	19	4	78.8
18	6	75.8	19	6	79.2
18	8	76.2	19	8	79.7
18	10	76.7	19	10	80.2
18	12	77.2	19	12	80.6
18	15	77.9	19	15	81.3

Fig 11 – Livelli incrementali del test di Léger



I cardiofrequenzimetri a fasce venivano fissati attraverso delle apposite fasce elastiche in prossimità del torace dei giocatori prima dell'allenamento, e attraverso la trasmissione dei segnali unicamente da ricevitore "dedicato" hanno permesso di fare lavorare più persone anche a distanze ravvicinate. Si tratta di strumenti innovativi che utilizzano la telemetria della frequenza cardiaca per il monitoraggio costante degli atleti. Questi apparecchi ci hanno permesso di monitorare, in tempo reale, tutti e 24 giocatori contemporaneamente trasmettendo il segnale fino a 200 metri di distanza. I vantaggi di questa strumentazione sono innumerevoli: permette di monitorare la frequenza cardiaca di una o più persone durante l'allenamento, in totale libertà senza limitazioni nel movimento. Il sistema, visualizzando in tempo reale la frequenza cardiaca, permette un'analisi tempestiva e precisa della reazione alle sollecitazioni nelle varie fasi dell'attività fisica.

Anche se il programma fornito dalla Polar indicava direttamente il dispendio energetico della seduta di allenamento il gruppo di ricerca ha ricalcolato il dispendio energetico attraverso la formulazione della curva frequenza cardiaca - consumo di ossigeno calcolata dai dati forniti dal test di Leger. Infatti, presupposto che la frequenza cardiaca registrata nell'ultimo livello ottenuto del test ad esaurimento di Leger corrisponde significativamente con la frequenza cardiaca massima del soggetto testato e che lo step raggiunto nel test di Leger corrisponde significativamente al consumo di ossigeno uniformato per chilogrammo di peso corporeo, avendo grazie alla telemetria i valori della frequenza cardiaca di ogni step del test di Leger, ci è stato possibile creare la curva frequenza cardiaca/consumo di ossigeno in modo indiretto ma affidabile e specifico per il gioco del calcio (fig. n. 11).

Il secondo metodo utilizzato per la valutazione del dispendio energetico delle sedute di allenamento e delle partite è stato effettuato attraverso il sistema GPS (Global Positioning System). Sono stati utilizzati i GPS QSTARZ 10Hz, BT-Q1000eX con chip della Mediatek (mtk II-MTK3339). I dati sono stati analizzati attraverso il Software: Lagalaccolli 9.069. I Gps sono stati fissati attraverso una minicasacca elastica con strip nel dorso di tutti i giocatori partecipanti allo studio (vedi figura n. 13) prima delle sedute di allenamento. Alla fine della seduta tutti i dati dell'allenamento sono stati trattati per la valutazione del dispendio energetico dell'intera seduta.



Fig 13 – GPS (Global Positioning System) QSTARZ 10Hz

Specificamente al nostro ambito, la tecnologia a rilievo satellitare della posizione è usata da vari preparatori fisici di calcio professionistico per quantificare le richieste di movimento dei giocatori durante gli allenamenti o le partite amichevoli. Non ci è stato consentito utilizzarli in gare ufficiali perché non fanno parte dell'equipaggiamento dettato dal regolamento, ma li abbiamo fatto indossare durante le amichevoli.

L'accuratezza di questa tecnica è aumentata al punto che si trovano medie degli errori per la distanza nell'ordine di pochi metri.

Il software che è stato utilizzato consiste in fogli di calcolo Excel composto da diverse pagine. Durante la prima fase dello studio alla fine delle sedute di allenamento abbiamo scaricato i dati dai ricevitori per caricarli all'interno del software. Manualmente bisogna individuare all'interno del grafico, che mette a confronto velocità e potenze dell'intera seduta, le varie fasi dell'allenamento e il dispendio energetico dell'intera unità di allenamento. A questo punto il software è in grado di calcolare l'impegno profuso in ogni fase da noi selezionata come vengono mostrate nella tavola Sinottica (tabella n. 6).

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R
1	dev.st		1,3	3,3		16	1,8%	2,6%	0,5	2	3	2,1%	1,7%	4,5%	4%			peso
2	media	11,5	32,8	118	10%	13%	1,7	17,3	142	22%	6,3%	41,7%	29%	1100				70
		w med	Vo2	F dist/	a int	dec	Cd	CdD/	dist/	%	%vel>	%an	%	kcal	min	dist		
		med	C min		int	D/m	min	min	Dist	16	aer	w>20	t>=3"		reg	tot		
3			r			in	>30°	EQ	Equip									
4	0	7100	8,9	25,4	93	8%	9%	1,9	12,3	116	25%	3,4%	39%	25%	1051	116,3	10954	
5	450	3152	11,6	33,2	119	11%	12%	2,7	16,8	151	27%	5,1%	42%	29%	522	45,0	5347	
6	3973	6676	10,4	29,8	108	9%	10%	2,1	14,4	136	26%	3,9%	40%	20%	470	45,1	4888	
7																		
8																		

Tabella n. 6 – Tavola Sinottica

## E) Programmazione dell'allenamento settimanale

La tabella n. 7 riporta l'organizzazione settimanale delle unità di allenamento. Entrambi i gruppi sono stati sottoposti allo stesso carico di allenamento per un periodo di 16 settimane. Gli allenamenti si effettuavano dalle ore 15 alle ore 17 dal Martedì al Venerdì, la Domenica alle ore 11 si svolgeva la partita di Campionato. Il Lunedì ed il Sabato per entrambi i gruppi erano due giornate di riposo. I giocatori che durante la partita venivano schierati svolgevano dopo la partita un allenamento atletico come il Mercoledì per raggiungere un dispendio energetico di 1000 kcal.

Tabella 7 – Organizzazione settimanale delle unità di allenamento

Giorno	Lunedì	Martedì	Mercoledì	Giovedì	Venerdì	Sabato	Domenica
Intensità	Recupero	Medio-alta	Alta	Media	Medio-bassa	Recupero	Alta
Allenamento	Recupero	Forza	Potenza Aerobica	Amichevole	Velocità	Recupero	Match
Durata (min)		120	120	60	90		100
Dispendio (kcal)		800	1000	750	650		1000

Le unità di allenamento che sono state pianificate, hanno una finalizzazione complessa perchè prevedono che siano sviluppate contemporaneamente qualità e capacità diverse. La struttura pianificata in tutte le unità è quella classica:

- *una prima parte di attivazione generale*: di circa 20 minuti che comprende corsa lenta, esercizi di mobilità articolare degli arti superiori, del tronco e degli arti inferiori;  
esercizi di allungamento muscolare complessivamente circa 3 minuti;  
4 allunghi al 70% circa di 60 metri con recupero di circa 30 secondi;  
andature preatletiche di skip alto, corsa calciata dietro, skip alternato con c.c.dietro ripetute per 3 volte con una distanza di circa 10 metri e con un recupero di circa 45 secondi.
- *Una fase centrale di preparazione tecnico tattica (P.T.T.)* di circa 40 minuti con: esercitazioni specifiche con la palla suddivise in base al giorno della settimana in bassa, media e alta intensità. Come descritto nella tabella n. 7, il Martedì ed

Mercoledì si svolgevano esercitazioni tecnico tattiche ad alta intensità perché distanti dalla partita di Campionato, il Giovedì tutti i giocatori svolgevano 40 minuti di amichevole, il Venerdì le esercitazioni tecnico tattiche avevano una intensità più bassa in quanto siamo in prossimità del match.

- *Una fase centrale con lavoro atletico* di circa 30 minuti “a secco” in cui:
  - il Martedì sono state proposte esercitazioni per lo sviluppo della Forza con circuiti di potenziamento muscolare a stazioni da ripetere per 4 serie. Il circuito di potenziamento è composto da: 6 ripetute di squat super lento (8 secondi), 8 balzi a mezzo squat in avanzamento, 20 piegamenti per le braccia, elevazioni del bacino da terra in monopodalico per i glutei e flessori, 30 ripetute crunch per gli obliqui.

Il Mercoledì, i giocatori hanno svolto per l'intero periodo un circuito di resistenza allo scatto come mostrato in figura n. 14 con recupero incompleto formato da 5 stazioni di 20 metri in cui i giocatori devono effettuare degli sprint massimali, intercalate da recupero in corsa lenta di circa 25'' tra una stazione e l'altra. Dopo le 5 stazioni si aveva una pausa di recupero di circa 1' in corsa lenta e si ripeteva l'intero circuito per tre volte. In totale la squadra doveva svolgere 3 serie da tre ripetizioni del circuito totale quindi 45 scatti massimali con recupero tra le serie di 3 minuti.

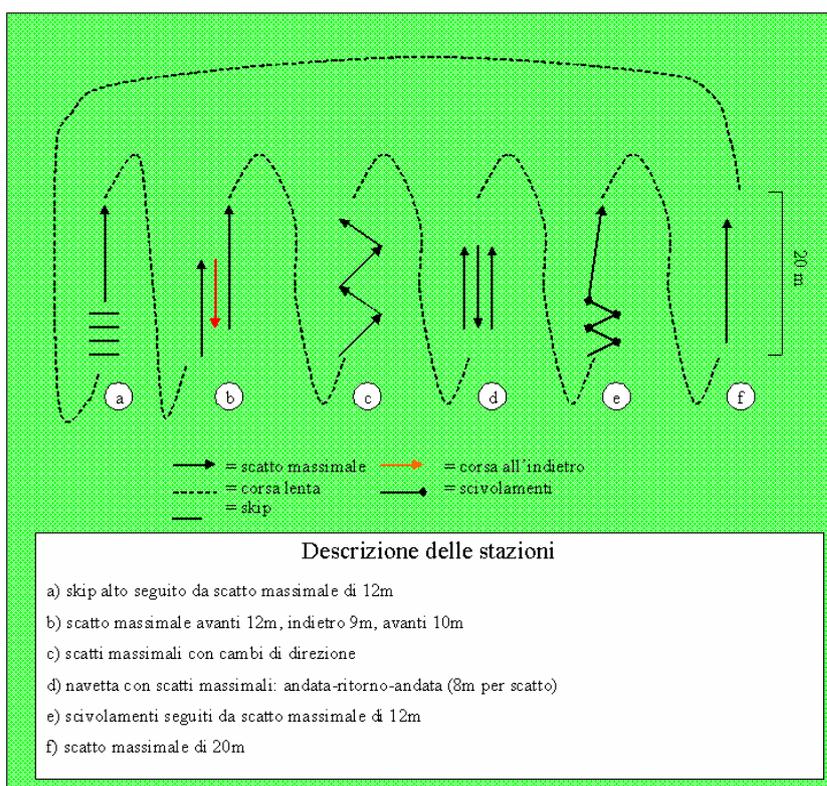


Fig 14 – Circuito di resistenza specifica del Mercoledì

Ripetendo il circuito tre volte la durata totale della serie corrisponde a circa 4'50''. L'andamento della frequenza cardiaca in telemetria si rileva tra l'85 % e 98% della FC massima.

Il Venerdì la capacità organico muscolare sviluppata “a secco” nella fase centrale è rappresentata dalla velocità. Il gruppo svolgeva dopo la fase iniziale 4 serie da 4 accelerazioni massimali di circa 20 metri con movimenti specifici , recupero tra le ripetute circa 50 secondi e tra le serie circa 1 minuto e 30 secondi.

- Una fase finale che si concludeva sempre con una partita a tutto campo di circa 25 minuti.

### **F) Raccolta degli infortuni muscolari da trauma indiretto**

Nel periodo di trattamento di 16 settimane abbiamo monitorato con la collaborazione dello staff medico del settore giovanile del U.S. Città di Palermo Resp. Categoria Allievi Professionisti, Dott. Sergio Punzi, un database per la registrazione degli infortuni muscolari dei giocatori. Il database consiste in un foglio excel dove viene riportato il cognome, il giorno, la tipologia di infortunio se da trauma diretto o indiretto, la sede dell'infortunio, la diagnosi medica, le eventuali annotazioni dovute agli accertamenti medici, la gravità dell'infortunio ed i giorni di convalescenza.

Gli infortuni sono stati suddivisi in base alla gravità in tre livelli: scarso, medio e grave. Nello specifico nel nostro studio abbiamo preso in considerazione per l'analisi statistica solo gli infortuni da trauma indiretto di gravità lieve, media e grave. In particolare, le distrazioni muscolari con interruzione della continuità delle fibre muscolari di primo secondo e terzo grado.

### **G) Valutazione dell'introito calorico e della composizione della razione alimentare**

L'introito calorico è stato analizzato attraverso il software “Food intake” della Dietosystem inserendo i dati raccolti con il diario alimentare.

Lo schema dietetico settimanale prevede solitamente un apporto calorico giornaliero più o meno costante, ma ciò non può essere applicato ad un atleta. Diverse sono le variabili come l'alternanza di periodi di preparazione, periodi di riposo o l'alimentazione da seguire prima, durante e dopo una gara. Ancor di più uno schema settimanale deve essere differenziato in un giocatore di calcio poiché la sua “settimana tipo” prevede giornalmente carichi di lavoro e di conseguenza un consumo calorico differente. L'elaborazione di questo schema dietetico settimanale ha posto subito in risalto una

particolare esigenza, differenziare l'apporto calorico giornaliero in funzione dell'allenamento del giocatore di calcio.

In base alla programmazione del carico di allenamento abbiamo stabilito con la collaborazione di un esperto del settore, il Dott. Carollo, il seguente schema settimanale come mostrato nella tabella n. 8:

- il lunedì che corrisponde al giorno di riposo verrà fornito il fabbisogno calorico standard;
- il martedì che è previsto un lavoro di potenziamento e preparazione tecnico/tattico (P.T.T.) a media intensità, 800 kcal in più al fabbisogno calorico standard;
- il mercoledì in cui è previsto un lavoro di P.T.T. a media/alta intensità più allenamento di potenza aerobica, 1000 kcal in più al fabbisogno calorico standard.
- il giovedì che è prevista una seduta con amichevole da 40 minuti, 750 kcal in più al fabbisogno calorico standard;
- il venerdì in cui è previsto un allenamento di velocità più preparazione tecnico tattica a bassa intensità, 650 kcal in più al fabbisogno calorico standard;
- il sabato in cui è prevista una sessione di riposo in preparazione alla gara, 400 kcal in più al fabbisogno calorico standard.
- la domenica in cui prevista la gara ed il recupero post-gara, 1000 kcal in più al fabbisogno calorico standard.

	Lunedì	Martedì	Mercoledì	Giovedì	Venerdì	Sabato	Domenica
<b>Kcal</b>		<b>800</b>	<b>1000</b>	<b>750</b>	<b>650</b>	<b>400</b>	<b>1000</b>
<b>Carboidrati (%)</b>	<b>55%</b>	<b>60%</b>	<b>60%</b>	<b>55%</b>	<b>60%</b>	<b>65%</b>	<b>70%</b>
<b>Carb. complessi (%)</b>	<b>60%</b>	<b>60%</b>	<b>50%</b>	<b>40%</b>	<b>60%</b>	<b>60%</b>	<b>40%</b>
<b>Carb. semplici (%)</b>	<b>40%</b>	<b>40%</b>	<b>50%</b>	<b>60%</b>	<b>40%</b>	<b>40%</b>	<b>60%</b>
<b>Proteine (%)</b>	<b>25%</b>	<b>25%</b>	<b>20%</b>	<b>25%</b>	<b>20%</b>	<b>20%</b>	<b>15%</b>
<b>Lipidi (%)</b>	<b>20%</b>	<b>15%</b>	<b>20%</b>	<b>20%</b>	<b>20%</b>	<b>15%</b>	<b>15%</b>
<b>Carboidrati (g)</b>	<b>417</b>	<b>455</b>	<b>455</b>	<b>417</b>	<b>455</b>	<b>493</b>	<b>531</b>
<b>Proteine (g)</b>	<b>190</b>	<b>190</b>	<b>152</b>	<b>190</b>	<b>152</b>	<b>114</b>	<b>114</b>
<b>Lipidi (g)</b>	<b>51</b>	<b>67</b>	<b>51</b>	<b>67</b>	<b>67</b>	<b>67</b>	<b>51</b>

Tabella 8 – Strutturazione della dieta in base al dispendio energetico delle unità di allenamento

Come si nota in tabella sono stati suddivisi i carboidrati totali in semplici e composti. La Domenica abbiamo somministrato un introito complessivo di carboidrati del 70% rispetto all'introito totale. In particolare, la percentuale di carboidrati semplici è pari al 60% per favorire il recupero delle scorte glucidiche utilizzate durante lo stress della partita mentre la percentuale dei carboidrati complessi si è ridotta al 40%. Il Lunedì abbiamo somministrato un introito calorico totale di carboidrati pari ai livelli raccomandati (LARN) pari al 55%, con una percentuale di carboidrati complessi del 60% e semplici del 40%. Il Martedì abbiamo mantenuto lo stesso rapporto raccomandato tra carboidrati complessi e semplici ma abbiamo aumentato la quota totale introdotta al 60%. Il Mercoledì che rappresenta il giorno di maggior dispendio energetico per l'allenamento di potenza aerobica abbiamo modificato il rapporto tra carboidrati semplici e complessi, aumentando del 10% i carboidrati semplici. Dal Giovedì in poi che rappresentano i giorni più prossimi alla partita di campionato la quota totale di carboidrati introdotti con la dieta aumenta progressivamente per

ripristinare in modo ottimale le scorte glucidiche e preparare al meglio i giocatori allo stress psico-fisico della partita ufficiale. In particolare, dal Giovedì dove abbiamo somministrato il 55% di carboidrati in totale passiamo al 60 % del Venerdì al 65% del Sabato fino al 70 % della Domenica.

Le proteine fornite sono quelle necessarie al recupero del lavoro muscolare svolto. Esse vengono aumentate nei giorni in cui è previsto un lavoro muscolare più intenso come ad esempio il martedì dove è prevista la forza, il lunedì dopo la partita per favorire il ripristino delle microlesioni delle fibre muscolari causate dallo stress eccessivo della gara, e dopo l'allenamento del mercoledì in quanto dai dati forniti dal sistema GPS il circuito di allenamento proposto dallo staff tecnico fa registrare livelli di potenza metabolica più alti rispetto le altre unità di allenamento con conseguente stress muscolare. Infatti, come pubblicato in letteratura l'aumento dell'introito proteico nel post allenamento favorisce i processi riparatori delle fibre muscolari stressate dal lavoro fisico e la supercompensazione muscolare. Tendenzialmente l'introito di proteine della dieta alimentare proposta si riduce durante gli altri giorni settimanali e viene riportato a valori normali per evitare affaticamento renale.

Anche i lipidi che rappresentano un substrato energetico fondamentale soprattutto per le attività di endurance, e che devono garantire una base per le attività ormonali e una certa energia di deposito, subiscono delle variazioni nello schema proposto. Infatti il mercoledì che rappresenta il picco del volume dell'allenamento è previsto un aumento dell'introito lipidico dal 15 % al 20%. Complessivamente la razione lipidica inserita nella dieta è maggiore durante i primi giorni della settimana e si riduce nei giorni vicini alla gara. Questo è stato fatto in modo da accumulare energia da utilizzare la domenica facendo scorta dagli inizi della settimana. In conclusione, con lo schema settimanale elaborato siamo riusciti ad ottenere la migliore suddivisione dei principi nutritivi in funzione della settimana tipica del giocatore di calcio differenziandola per in base alla programmazione dell'allenamento.

### **G) Analisi statistica**

Il test di normalità di Shapiro-Wilk ha indicato che i dati ottenuti si distribuiscono secondo la curva di Gauss. La differenza statistica tra i gruppi ed all'interno dello stesso gruppo è stata calcolata con il T test. La correlazione tra le variabili è stata misurata con il Pearson test. Il valore della significatività (p) è stato fissato con  $p < 0.05$ .

## Cap 7 - Risultati

### 7.1 Caratteristiche dei partecipanti

Allo studio hanno volontariamente partecipato 24 atleti maschi, giocatori di una squadra di calcio professionista che svolge il campionato della Federazione Italiana Giuoco Calcio nella categoria Allievi Nazionali.

Il gruppo pratica calcio da circa  $6,13 \pm 2,4$  anni, presenta un'età media di  $15,8 \pm 1$  anni, un peso corporeo di  $69,38 \pm 6,37$  (kg), l'altezza media di  $174,63 \pm 5,96$  cm e un indice di massa corporea di  $22,73 \pm 1,53$  ( $\text{kg}/\text{m}^2$ ) come mostrato nella tabella n.9.

<b>Anthropometric Parameters</b>	<b>Participants (n=24)</b>
<b>Age (years)</b>	<b><math>15.8 \pm 1</math></b>
<b>Weight (kg)</b>	<b><math>69.38 \pm 6.37</math></b>
<b>Height (cm)</b>	<b><math>174.63 \pm 5.96</math></b>
<b>Body mass index (<math>\text{kg}/\text{m}^2</math>)</b>	<b><math>22,73 \pm 1.53</math></b>
<b>Years of practice in soccer game</b>	<b><math>6.13 \pm 2.40</math></b>
<b>Preferred lower limb</b>	<b>20dx and 4sx</b>

Tabella 9 – Caratteristiche antropometriche

I dati sono stati presi prima del periodo di preparazione estiva nel mese di Agosto 2013 in cui i giocatori hanno svolto per tre settimane consecutive allenamenti giornalieri. Nel periodo agonistico (da Settembre a Dicembre) tutto il gruppo svolge 4 allenamenti la settimana rispettivamente dal Martedì al Venerdì e la Domenica è impegnato con la partita ufficiale di Campionato.

La durata degli allenamenti è di circa 120 minuti, ma il volume delle unità di allenamento si differenzia a seconda del programma settimanale di allenamento. La partita ufficiale è composta da due tempi di 40 minuti con una pausa di 15 minuti tra il primo ed il secondo tempo. La tabella n.4 evidenzia i giocatori divisi per ruolo (4 gruppi in base al ruolo rivestito nella squadra). In particolare, i gruppi sono: attaccanti (n= 6),

centrocampisti (n= 7), difensori (n= 8) e portieri (n= 3). Le caratteristiche antropometriche dei suddetti gruppi sono illustrate nella tabella n. 10. Nonostante alcuni lavori presenti nella letteratura riportino una ulteriore suddivisione tra centrocampisti interni e centrocampisti esterni e tra difensori centrale e laterali, abbiamo deciso di non suddividere ulteriormente il campione visto il numero piccolo dei partecipanti.

<b>Roles</b>	<b>Age (years)</b>	<b>Weight (kg)</b>	<b>Height (cm)</b>	<b>Body mass index (kg/m<sup>2</sup>)</b>
<b>Attaccanti (n = 6)</b>	<b>16.8 ± 0.53</b>	<b>69 ± 6.69</b>	<b>172.83 ± 8.57</b>	<b>23.06 ± 0.78</b>
<b>Centrocampisti (n = 7)</b>	<b>15.9 ± 0.9</b>	<b>67.43 ± 4.43</b>	<b>174.57 ± 5.59</b>	<b>22.14 ± 1.41</b>
<b>Difensori (n = 8)</b>	<b>15.56 ± 0.59</b>	<b>69.88 ± 7.10</b>	<b>175.5 ± 5.73</b>	<b>22.66 ± 1.67</b>
<b>Portieri (n = 3)</b>	<b>14.81 ± 0.61</b>	<b>73.33 ± 9.02</b>	<b>176 ± 1</b>	<b>23.65 ± 2.65</b>

Tabella 10 – Analisi dei ruoli

## **7.2 Analisi della composizione corporea nella prima fase del progetto**

Le pliche prese in considerazione per misurare la percentuale di tessuto adiposo sottocutaneo sono state tre ed in particolare quella tricipitale, sottoscapolare e addominale. Con questo tipo di analisi abbiamo ottenuto non soltanto la quantità di massa grassa totale utilizzando l'equazione di Katch e McArdle ma anche la localizzazione dell'accumulo della stessa in specifiche regioni corporee. I risultati sono rilevanti considerando che i soggetti testati sono soggetti allenati e dall'analisi dell'indice di massa corporea o della bioimpedziometria l'eccesso di grasso in particolari regioni del corpo potrebbe non essere rilevato.

Dalla figura N. 15, emerge che i giocatori presentano uno spessore della plica addominale significativamente più grande rispetto a quello tricipitale e sottoscapolare ( $P < 0.05$ ), mentre non ci sono differenze significative tra la plica sottoscapolare e quella tricipitale.

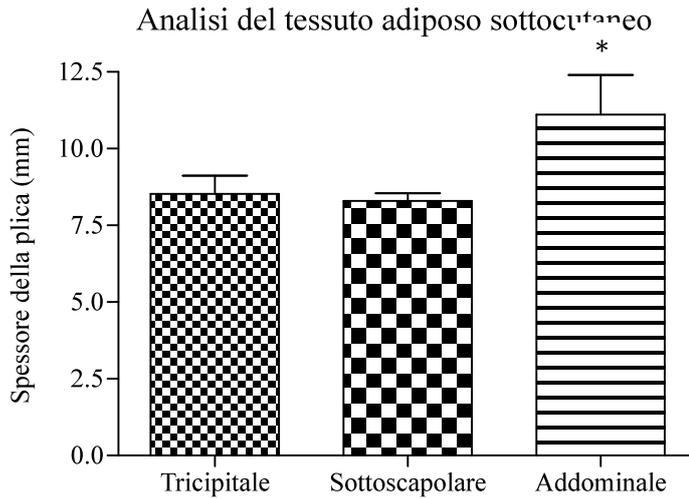


Fig. 15 – Analisi dello spessore delle pliche. \* $P < 0.05$  Plica addominale vs plica tricipitale e sottoscapolare

Dal confronto dello spessore della plica tricipitale nei differenti ruoli (fig. n. 16) si evidenzia una differenza significativa tra la plica tricipitale dei difensori e quella dei portieri ( $P < 0.05$ ). Il gruppo dei difensori presenta uno spessore della plica tricipitale minore, mentre il gruppo dei portieri evidenzia una plica tricipitale maggiore rispetto gli altri ruoli.

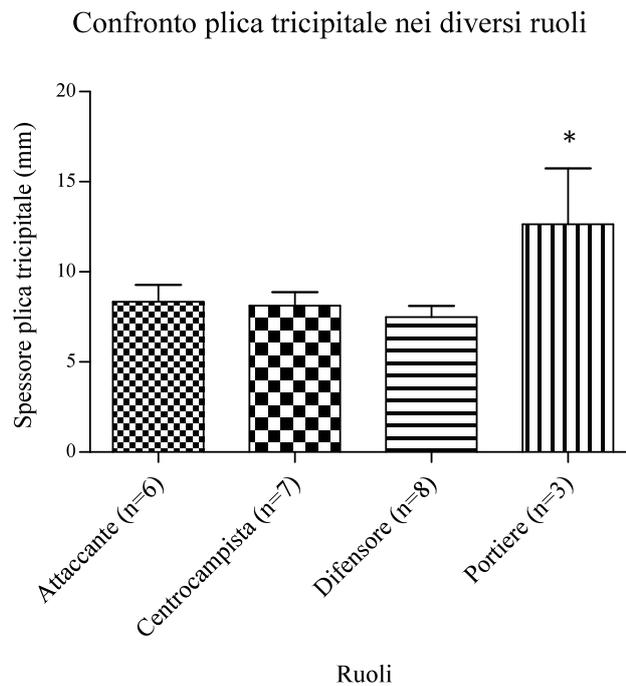


Fig. 16 - Confronto plica tricipitale nei diversi ruoli. \* $P < 0.05$  Portieri vs difensori

Il confronto dello spessore della plica addominale nei differenti ruoli (fig. 17) evidenzia un aumento significativo nei portieri rispetto ai centrocampisti e ai difensori ( $P < 0.05$ ).

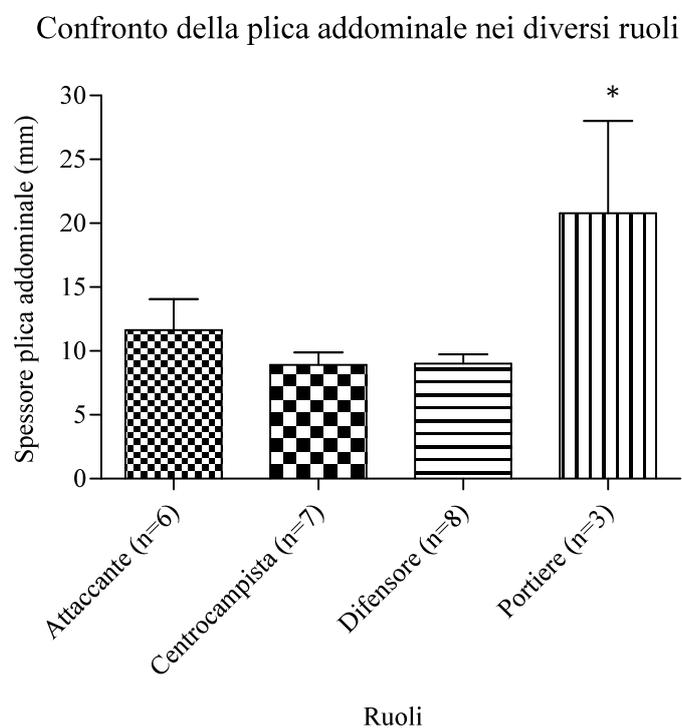


Fig. 17 - Confronto plica addominale nei diversi ruoli. \* $P < 0.05$  Portieri vs difensori e centrocampisti

Come mostra la figura 18, non emergono differenze statisticamente significative nello spessore della plica sottoscapolare tra i differenti ruoli.

### Confronto della plica sottoscapolare nei diversi ruoli

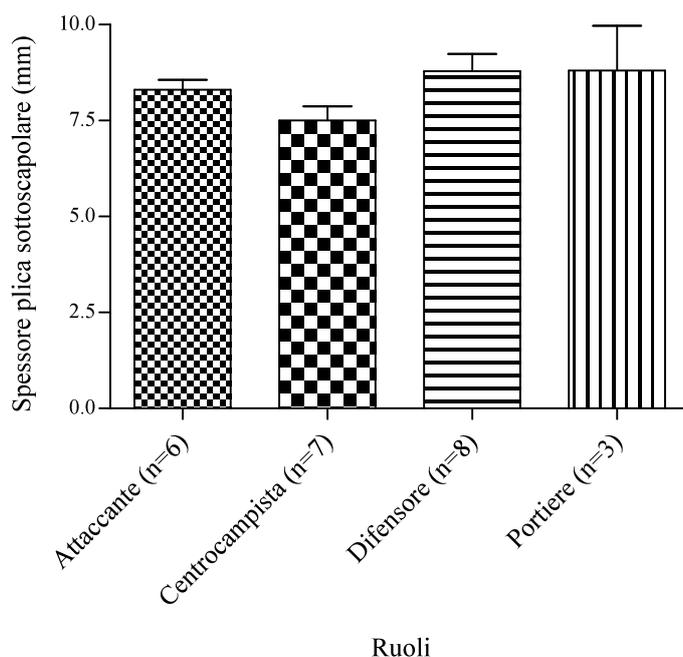


Fig. 18 - Confronto plica sottoscapolare nei diversi ruoli

La percentuale di massa grassa ottenuta dalla misura delle suddette pliche corporee è pari a  $9,53 \pm 2,85$  %. Dalla figura n. 19, emerge il confronto tra la percentuale di massa grassa nei diversi ruoli calcolata dalle pliche attraverso la formula di Katch e McArdle. In particolare, i portieri presentano una massa grassa maggiore ed il confronto statistico è significativo tra portieri vs centrocampista, portiere vs attaccante e portiere vs difensori ( $P < 0.05$ ).

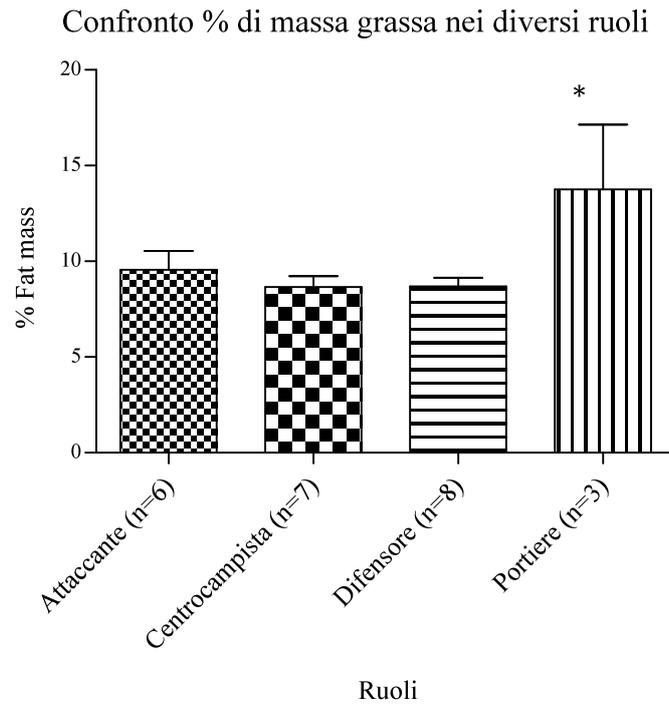


Fig. 19 - Confronto % di massa grassa nei diversi ruoli. \* $P < 0.05$  Portieri vs attaccanti, difensori e centrocampisti

### 7.3 Analisi delle capacità organico-muscolari nella prima fase del progetto

Il tempo impiegato nel test di velocità (20 m) dai giocatori è di  $3.26 \pm 0.11$  secondi. La fig. 20 confronta il tempo nel test di velocità dei 20 m nei rispettivi ruoli. Dall'analisi statistica non si evidenziano differenze significative.

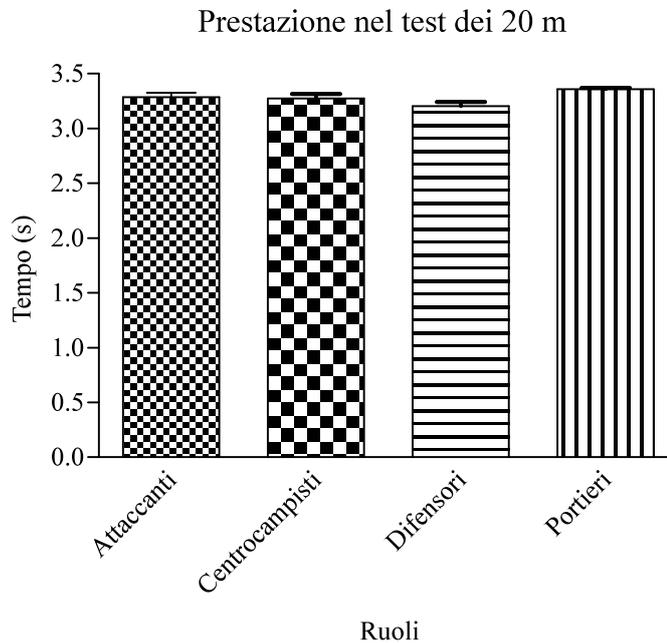


Fig. 20 – Confronto della prestazione dei 20 m nei diversi ruoli

La misura media registrata nel salto sulla pedana ergo jump del test di forza esplosiva senza utilizzo delle braccia è di  $37.34 \pm 4.46$ . Dalla comparazione dei valori ottenuti nel test Counter Movement Jump (Fig. 21) si evidenzia una differenza significativa tra i dati ottenuti dai portieri vs difensori e tra i portieri vs i centrocampisti ( $P < 0.05$ ). Il gruppo dei portieri registra valori inferiori rispetto agli altri ruoli mentre il gruppo dei difensori evidenzia i valori più alti.

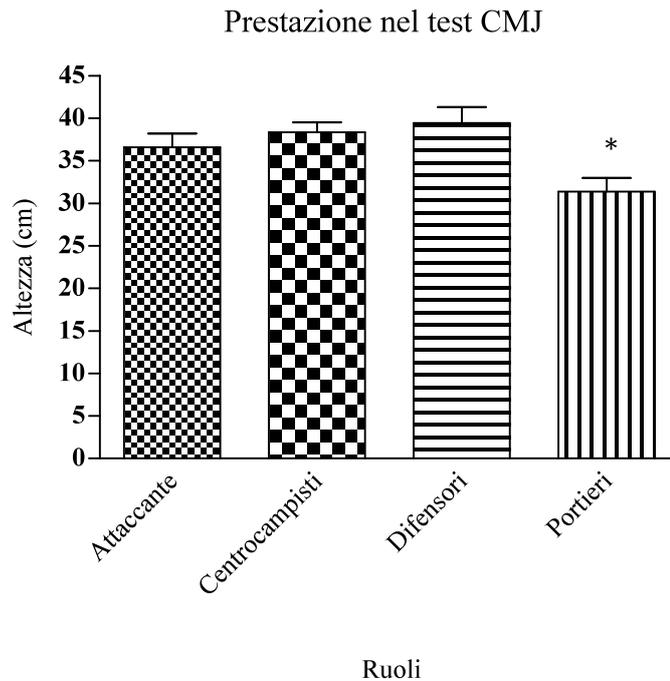


Fig. 21 – Confronto della prestazione del CMJ nei diversi ruoli. \* $P < 0.05$  Portieri vs difensori e centrocampisti.

Il valore dell'altezza del salto nel test Counter Movement Jump con l'uso delle braccia è  $44.58 \pm 4.75$ . La Fig. n. 22, evidenzia il confronto nei diversi ruoli dei valori ottenuti in cui si evince una differenza significativa tra il gruppo dei portieri vs difensori ( $P < 0.05$ ). Come nel test senza uso degli arti superiori anche nel seguente test il gruppo dei portieri evidenzia i valori minori e il gruppo dei difensori i valori più alti.

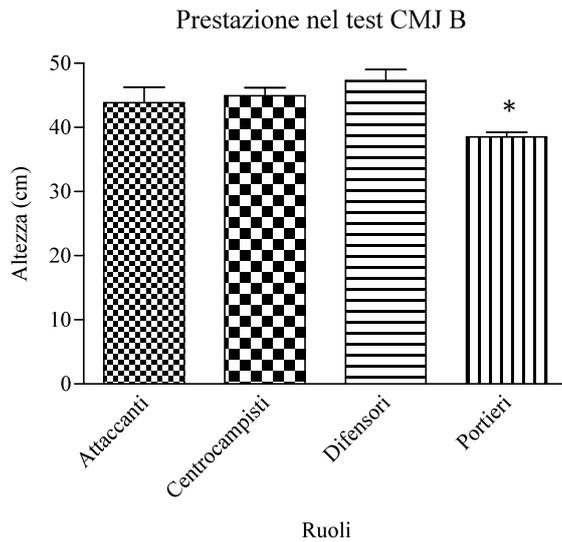


Fig. 22 – Confronto della prestazione del CMJ B nei diversi ruoli. \* $P < 0.05$  Portieri vs difensori.

Lo step massimo raggiunto dal gruppo nel test di resistenza ad esaurimento di Leger con il bip sonoro è  $12.7 \pm 1.02$ . La comparazione nei diversi ruoli non evidenzia differenze significative (Fig. n. 23). Sono stati confrontati solo il gruppo difensori, centrocampisti e attaccanti in quanto i portieri non sono riusciti a svolgere per motivi fisici il test incrementale. I centrocampisti registrano uno step maggiore e quindi livelli di consumo d'ossigeno più alti rispetto gli altri ruoli.

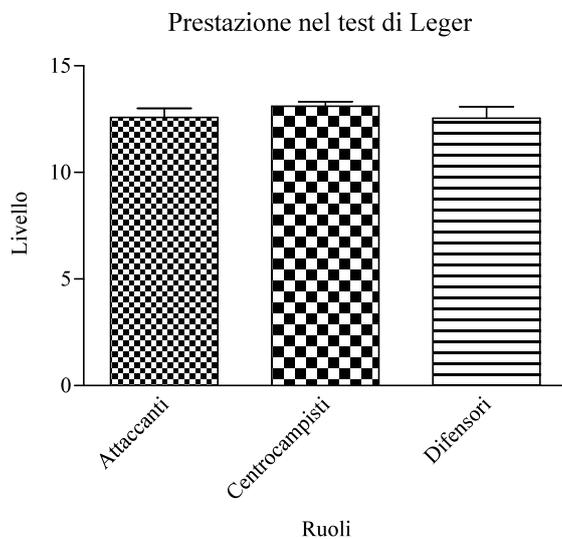


Fig. 23 – Confronto della prestazione del test di Leger nei diversi ruoli.

#### 7.4 Analisi del diario alimentare

Il metabolismo basale dei giocatori ottenuto dall'analisi bioimpedenziometrica è di  $1754.59 \pm 130.33$  Kcal/die. Il loro fabbisogno calorico giornaliero è stato calcolato dal software "Food intake" prendendo come riferimento i LARN e la loro età, peso, altezza ed intensità dell'attività fisica (che è stata considerata come pesante). L'introito calorico è stato valutato misurando le calorie assunte con la dieta descritta nel diario alimentare. Dalla tabella n. 9, notiamo che la quantità di calorie assunte giornalmente è al di sotto di circa 800 kcal rispetto al fabbisogno e che questo valore è molto variabile come dimostrato dalla deviazione standard. Questo potrebbe essere dovuto alle differenti abitudini alimentari dei giocatori.

Per quanto riguarda la composizione dei nutrienti assunti con la dieta, come mostra la tabella n. 5, l'assunzione di proteine e di colesterolo è superiore rispettivamente di circa 6 g e 107 mg rispetto ai livelli LARN; mentre l'introito di glucidi, lipidi e fibre alimentari è nettamente inferiore.

	<b>LARN</b>	<b>INTROITO</b>	<b>DIFFERENZA</b>
<b>Introito calorico totale (Kcal/die)</b>	3117,72 ± 608,25	2307,41 ± 554,73	-810,31 ± 53,52
<b>Assunzione proteine (g/die)</b>	100,27 ± 7,71	106,26 ± 27,75	5,98 ± 20,04
<b>Assunzione glucidi (g/die)</b>	506,04 ± 114,25	335,34 ± 82,41	-170,69 ± 3184
<b>Assunzione lipidi (g/die)</b>	91,05 ± 18,20	68,82 ± 23,56	-22,23 ± 5,36
<b>Indice di qualità lipidica</b>	29,69 ± 9,40	34,73 ± 12,31	5,03 ± 2,91
<b>Assunzione colesterolo (mg/die)</b>	180	287,20 ± 139,44	107,20 ± 139,44
<b>Assunzione fibre alimentari (g/die)</b>	30	15,60 ± 6,06	-14,40 ± 6,06

Tabella n. 9 – Analisi del diario alimentare e comparazione con i LARN

La fig. 24 evidenzia l'introito calorico giornaliero nei diversi ruoli. In essa si evidenzia che il gruppo dei portieri ha un introito significativamente inferiore rispetto agli attaccanti, difensori ed ai centrocampisti ( $P < 0.05$ ). Tutti i ruoli presentano un introito calorico più basso rispetto ai livelli LARN e nel gruppo dei portieri le differenze sono maggiori.

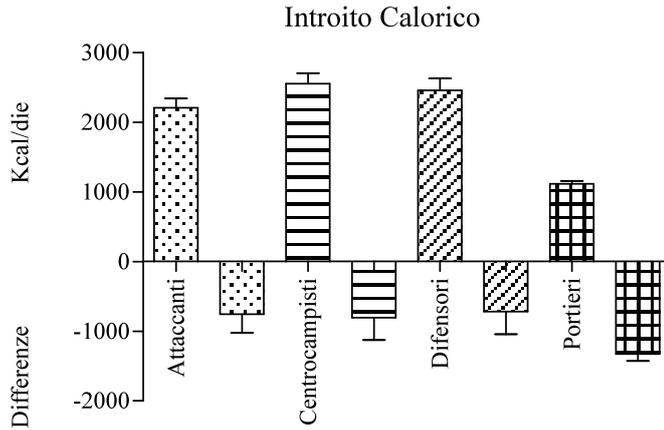


Fig. 24 – Confronto dell'introito calorico e differenze con i LARN nei diversi ruoli. \* $P < 0.05$  Portieri vs difensori, centrocampisti e attaccanti.

La fig. 25 evidenzia l'assunzione giornaliera di proteine nei diversi ruoli. Non vi sono differenze significative tra i gruppi. Il gruppo dei centrocampisti assume una razione giornaliera di proteine maggiore rispetto gli altri gruppi e ai livelli LARN, mentre il gruppo dei portieri evidenzia i livelli di assunzione proteica minori. I livelli di assunzione proteica dei centrocampisti e dei difensori presentano minime differenze rispetto ai LARN.

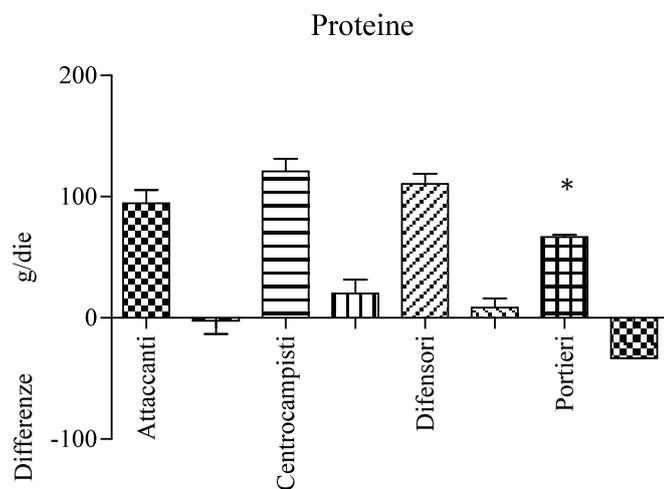


Fig. 25 – Confronto dell'assunzione giornaliera di proteine e differenze con i LARN nei diversi ruoli.

Tutti i gruppi presentano un introito giornaliero di glucidi inferiore rispetto ai LARN. Come evidenziato nella fig. n. 26, i centrocampisti assumono più glucidi e i difensori rappresentano il gruppo che assume meno glucidi rispetto agli altri ruoli. L'analisi statistica evidenzia una differenza significativa tra i portieri vs attaccanti, difensori e centrocampisti ( $P < 0.05$ ).

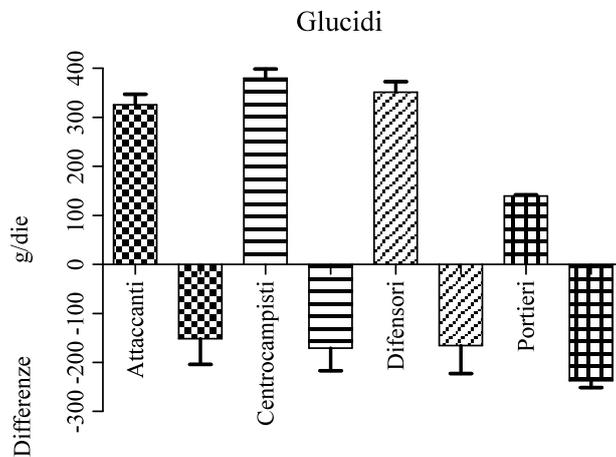


Fig. 26 – Confronto dell'assunzione giornaliera di glucidi e differenze con i LARN nei diversi ruoli. \* $P < 0.05$  Portieri vs difensori, centrocampisti e attaccanti.

La fig. 27 evidenzia l'assunzione giornaliera di lipidi. In essa si evince che tutti i gruppi assumono giornalmente meno lipidi rispetto ai LARN. Non vi sono differenze significative tra i gruppi. Il gruppo dei portieri assume meno lipidi rispetto agli altri ruoli.

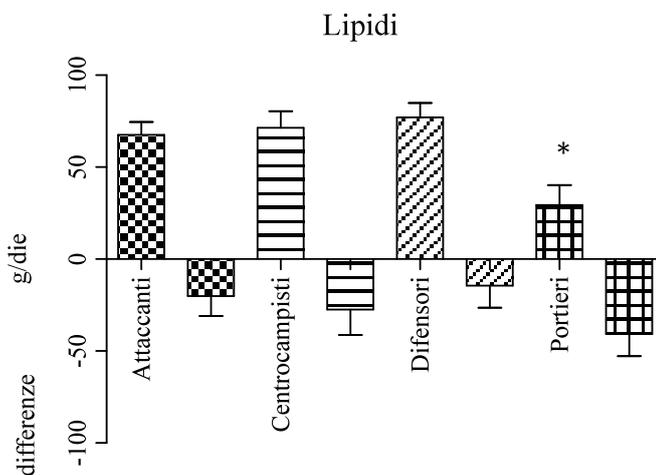


Fig. 27 – Confronto dell'assunzione giornaliera di lipidi e differenze con i LARN nei diversi ruoli.

La fig. 28 evidenzia l'assunzione giornaliera di colesterolo nei diversi ruoli. Nello specifico, i centrocampisti assumono maggiori quantità di colesterolo giornaliero rispetto gli altri giocatori con diverso ruolo e ai LARN. I portieri rappresentano l'unico gruppo in cui l'assunzione di colesterolo è inferiore rispetto ai LARN. L'analisi statistica evidenzia una differenza significativa tra il gruppo dei centrocampisti vs portieri, difensori e attaccanti.

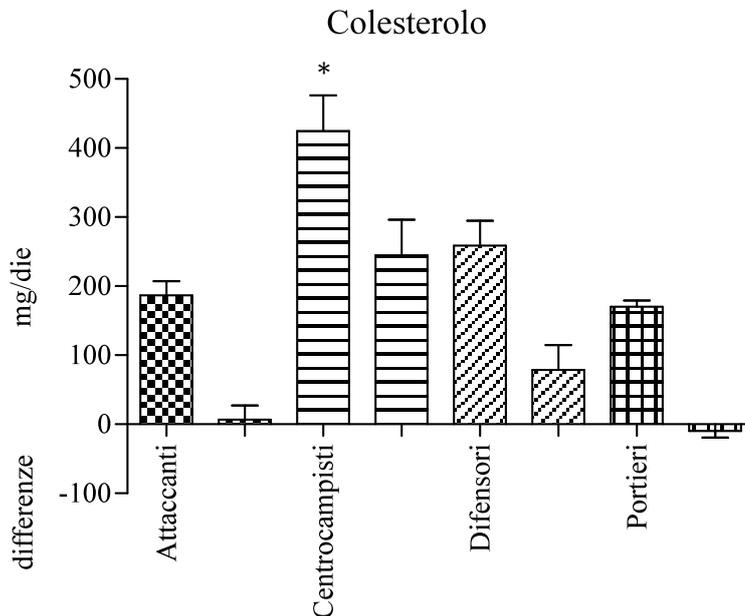


Fig. 28 – Confronto dell'assunzione giornaliera di colesterolo e differenze con i LARN nei diversi ruoli.  
\* $P < 0.05$  Centrocampisti vs attaccanti, difensori e portieri.

La fig. 29 evidenzia l'assunzione giornaliera di fibra alimentare nei diversi ruoli. L'assunzione di fibre alimentari è maggiore nei portieri rispetto gli altri ruoli; tuttavia questa differenza non è significativa. Non vi sono differenze significative tra gli altri gruppi. I centrocampisti assumono una quantità più bassa di fibre rispetto ai livello LARN e agli altri ruoli.

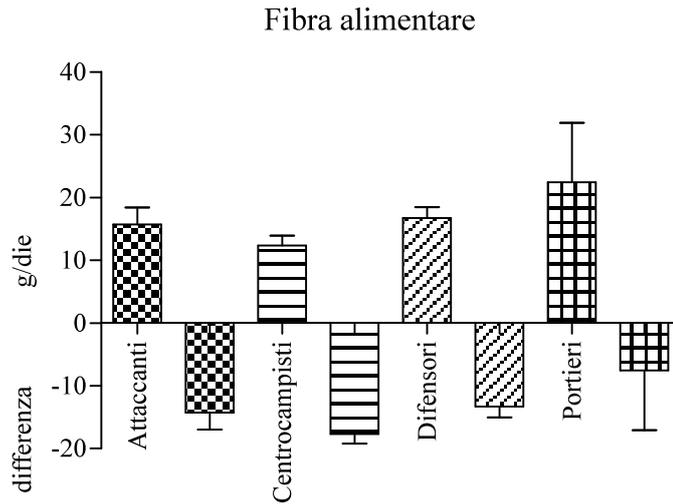
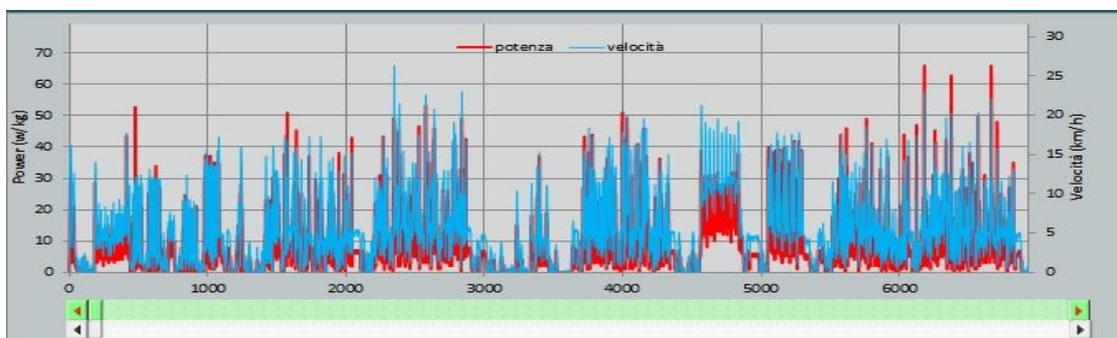


Fig. 29 – Confronto dell'assunzione giornaliera di fibra alimentare e differenze con i LARN nei diversi ruoli.

### 7.5 Analisi del dispendio energetico delle sedute di allenamento

La tabella n. 10 riporta i valori del carico di allenamento della seduta del Mercoledì.

Dopo l'analisi e la comparazione dei dati ottenuti dal sistema polar team system 2 e quello dei GPS abbiamo preso in considerazione il valore del software GPS in quanto riteniamo che il programma fornito in dotazione dalla polar team system 2 sottostima il dispendio energetico.



Players	Distanza (m)	durata (min)	Accelerazioni	Decelerazioni	Potenza metabolica (W)	Spesa energetica (Kcal)
Difensore	9837	112	57	82	8.6	1085
Difensore	9190	112	65	104	7.9	1015
Attaccante	9299	112	71	71	8.2	1035
Attaccante	9014	112	67	85	7.8	1002
Centrocampista	9716	112	37	53	8.3	1033
Centrocampista	8855	112	34	19	7.1	1008

Tabella 10 – Analisi del carico di allenamento del Mercoledì.

La spesa energetica delle sedute di allenamento rilevata con la strumentazione GPS non evidenzia differenze significative nelle singole unità di allenamento nei diversi ruoli.

Il Mercoledì rappresenta dopo la partita il giorno della settimana con un dispendio energetico maggiore ( $1029.66 \pm 30.17$  kcal).

Come mostrato dalla tabella n. 11, il Venerdì rappresenta il giorno con carico di allenamento minore ( $653 \pm 24$  kcal). Il Giovedì i giocatori svolgevano un tempo di 40 minuti di amichevole con un dispendio energetico calcolato di  $745.8 \pm 46.1$  kcal. Il martedì la squadra ha svolto la seduta di allenamento per lo sviluppo della forza e la preparazione tecnico-tattica a media intensità registrando un dispendio energetico di  $806.12 \pm 25.4$  kcal.

Giorno	Lunedì	Martedì	Mercoledì	Giovedì	Venerdì	Sabato	Domenica
Durata (min)		120	120	60	90		100
Dispendio (kcal)		$806.1 \pm 25.4$	$1029.6 \pm 30.1$	$745.8 \pm 46.1$	$653 \pm 24$		1000
Allenamento	Recupero	Forza	P. Aerobica	Amichevole	Velocità	Recupero	Match

Tabella 11 – Dispendio energetico delle unità di allenamento settimanali

Non ci è stato consentito di utilizzare i GPS la Domenica durante le gare ufficiali in quanto questa strumentazione non fa parte dell'equipaggiamento dettato dal regolamento. Tuttavia in base ai dati trovati in letteratura abbiamo stabilito un dispendio energetico medio di 1000 kcal.

## **7.6 Effetti della dieta controllata sulla prestazione sportiva**

Nella seconda fase dello studio il gruppo di 24 giocatori è stato diviso in maniera casuale in due sottogruppi. Considerando il numero esiguo dei portieri ed i loro valori nei test motori, che sono molto differenti rispetto agli altri ruoli, abbiamo deciso di non inserirli nella seconda fase dello studio. I giocatori sono stati divisi in: Gruppo Controllo che ha seguito un regime dietetico libero formato da N. 11 calciatori e Gruppo Dieta che ha seguito un regime dietetico controllato formato da N. 11 partecipanti.

La composizione dei due gruppi è stata casuale ma controllata in quanto ogni gruppo aveva lo stesso numero di giocatori per ruolo. In particolare, ogni gruppo era formato da N. 4 Difensori N. 3 Centrocampisti e N. 3 Attaccanti.

I calciatori di entrambi i gruppi sono gli stessi che hanno partecipato alla prima fase del progetto.

Sia il gruppo controllo che il gruppo dieta ha svolto lo stesso carico di allenamento per un periodo di 16 settimane ed è stato sottoposto prima e dopo l'allenamento ai test per la valutazione delle caratteristiche antropometriche, della composizione corporea e delle capacità organico muscolari come mostrato nella tabella n. 12.

Il peso corporeo di entrambi i gruppi è aumentato dopo il periodo del trattamento di circa 4 kg, l'altezza di circa 2 cm. Quest'ultimo dato riflette la piena fase di sviluppo ed accrescimento dei calciatori testati. L'indice di massa corporea (BMI) è aumentato da BMI=  $22,51 \pm 0,95$  a  $23,42 \pm 1,04$  ( $\text{kg}/\text{m}^2$ ) nel gruppo di controllo, mentre nel gruppo dieta da BMI=  $22,13 \pm 1,62$  a  $22,88 \pm 2,02$  ( $\text{kg}/\text{m}^2$ ), il confronto di questi dati non è significativo. Anche la percentuale di massa grassa (% FM) calcolata con l'equazione di Katch e McArdle attraverso le pliche corporee è aumentata nel gruppo controllo da %FM=  $8,03 \pm 1,32$  a  $8,19 \pm 1,25$  mentre nel gruppo dieta da %FM=  $8,57 \pm 1,55$  a  $8,83 \pm 1,82$  ed il confronto tra questi dati non è significativo.

La tabella n. 12 riporta i valori della plica tricipitale, sottoscapolare e addominale. L'analisi statistica di questi parametri non ha evidenziato differenze significative tra prima e dopo il trattamento.

<b>Anthropometric Parameters</b>		Gruppo Controllo (N = 11)	Gruppo Dieta (N = 11)
Pre-treatment	<b>Weight (kg)</b>	71,2 ± 6,07	66,7 ± 5,59
Post-treatment	<b>Weight (kg)</b>	75,2 ± 6,73	70,45 ± 6,82
Pre-treatment	<b>Height (cm)</b>	177,7 ± 5,96	173,72 ± 7,52
Post-treatment	<b>Height (cm)</b>	179 ± 5,27	175,54 ± 7,84
Pre-treatment	<b>Body mass index (kg/m<sup>2</sup>)</b>	22,51 ± 0,95	22,13 ± 1,62
Post-treatment	<b>Body mass index (kg/m<sup>2</sup>)</b>	23,42 ± 1,04	22,88 ± 2,02
Pre-treatment	<b>% FM</b>	8,03 ± 1,32	8,57 ± 1,55
Post-treatment	<b>% FM</b>	8,19 ± 1,25	8,83 ± 1,82
Pre-treatment	<b>Plica tricipitale (cm)</b>	6,62 ± 1,76	7,53 ± 1,57
Post-treatment	<b>Plica tricipitale (cm)</b>	6,72 ± 1,72	7,66 ± 1,58
Pre-treatment	<b>Plica sottoscapolare (cm)</b>	7,75 ± 0,81	7,81 ± 1,20
Post-treatment	<b>Plica sottoscapolare (cm)</b>	8,04 ± 0,95	7,99 ± 1,29
Pre-treatment	<b>Plica addominale (cm)</b>	8,84 ± 2,49	9,40 ± 3,67
Post-treatment	<b>Plica addominale (cm)</b>	9,04 ± 2,17	10,08 ± 4,71

*Tabella 12 – Parametri antropometrici e di composizione corporea nel pretrattamento e nel post trattamento del gruppo controllo e del gruppo dieta.*

La figura 30 mostra i valori del peso corporeo nel pretrattamento e nel post trattamento del gruppo controllo e del gruppo dieta. Nello specifico il gruppo controllo aumenta il peso dopo il periodo di allenamento da  $P= 71,2 \pm 6,07$  kg a  $75,2 \pm 6,73$  kg mentre il gruppo dieta nel pretrattamento ha mostrato un aumento da  $P= 66,7 \pm 5,59$  kg a  $70,45 \pm 6,82$  kg nel post trattamento. Il confronto tra questi dati non è significativo.

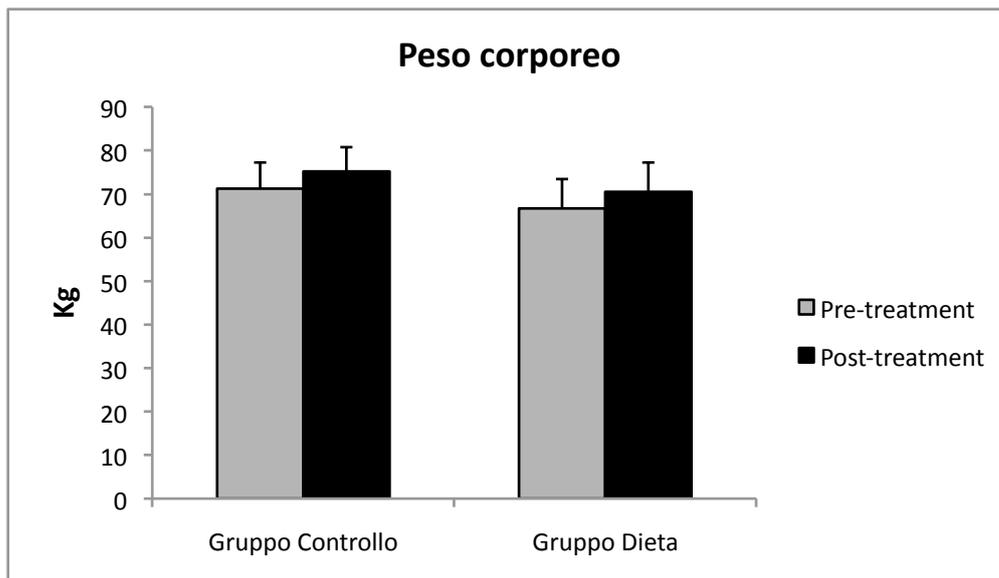


Fig. 30 – Confronto del Peso corporeo nel pretrattamento e nel post trattamento del gruppo controllo e del gruppo dieta.

La figura 31 mostra il confronto della percentuale di massa grassa (% FM), calcolato attraverso le pliche corporee rilevate, prima e dopo il trattamento. Il gruppo controllo prima dell'allenamento ha un valore di % FM =  $8,03 \pm 1,32$  e dopo il macrociclo di allenamento di %FM=  $8,19 \pm 1,25$ , mentre il gruppo dieta prima del trattamento ha fatto registrare una % FM =  $8,57 \pm 1,55$  nel post trattamento di % FM =  $8,83 \pm 1,82$ . Il confronto non è significativo.

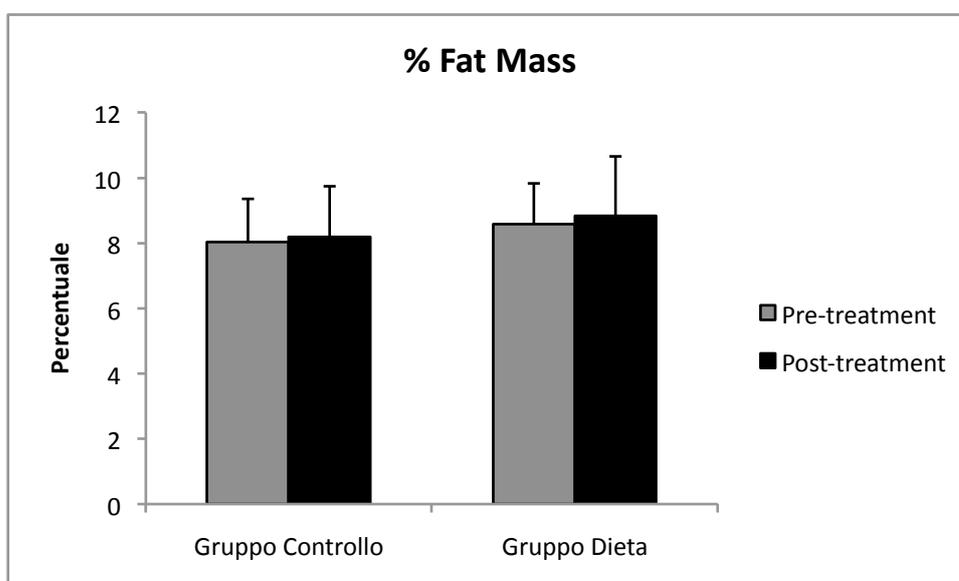


Fig. 31 – Confronto della percentuale di massa grassa (% FM) nel pretrattamento e nel post trattamento del gruppo controllo e del gruppo dieta.

La tabella n. 13 riporta i valori dei test motori del gruppo controllo e del gruppo dieta nel pre- e post- trattamento. La velocità è migliorata in entrambi i gruppi ma dal confronto dei risultati ottenuti si evidenzia che nel gruppo che ha seguito il regime dietetico personalizzato è migliorata maggiormente rispetto al gruppo controllo in modo statisticamente significativo ( $P < 0.05$ ).

La forza esplosiva degli arti inferiori non ha evidenziato in entrambi i gruppi variazioni significative. Per quanto riguarda il  $VO_{2max}$ , non si sono evidenziate differenze nel gruppo controllo tra prima e dopo il trattamento (step=  $13,7 \pm 1,01$  nel pretrattamento,  $13,7 \pm 1,04$  nel post trattamento); mentre nel gruppo Dieta si è registrato un incremento significativo passando da un livello di step=  $13,9 \pm 1,07$  nel pretrattamento a quello di step=  $14,6 \pm 0,95$  nel post-trattamento.

<b>Test capacità organico muscolari</b>		Gruppo Controllo	Gruppo Dieta
Pre-treatment	20 m (sec)	$3,15 \pm 0,10$	$3,18 \pm 0,12$
Post-treatment	20 m (sec)	$3,09 \pm 0,11$	$3,10 \pm 0,11$
Pre-treatment	CMJ (cm)	$38,67 \pm 5,39$	$39,51 \pm 3,76$
Post-treatment	CMJ (cm)	$38,62 \pm 4,05$	$40,41 \pm 3,51$
Pre-treatment	CMJB (cm)	$44,61 \pm 4,90$	$47,62 \pm 4,02$
Post-treatment	CMJB (cm)	$45,47 \pm 5,17$	$47,86 \pm 4,04$
Pre-treatment	Leger (step)	$13,7 \pm 1,01$	$13,9 \pm 1,07$
Post-treatment	Leger (step)	$13,7 \pm 1,44$	$14,6 \pm 0,95$

*Tabella 13 – Valori dei test di velocità, forza e resistenza nel pretrattamento e nel post trattamento del gruppo controllo e del gruppo dieta.*

La figura 32 mostra il confronto del tempo registrato dal sistema delle fotocellule nel test di velocità sui 20 metri (t20m) prima e dopo il trattamento di 16 settimane.

Il gruppo controllo ha mostrato un incremento nella prestazione di velocità t20m=  $3,15 \pm 0,10$  secondi nel pretrattamento rispetto al post trattamento t20m=  $3,09 \pm 0,11$  secondi. Il gruppo dieta ha fatto registrare un incremento maggiore passando del tempo impiegato nel test di velocità passando da t20m=  $3,18 \pm 0,12$  secondi nel pretrattamento a t20m=  $3,10 \pm 0,11$  secondi dopo il trattamento. Il tempo nei 20 m è migliorato in modo significativo nel gruppo che ha seguito un regime dietetico personalizzato.

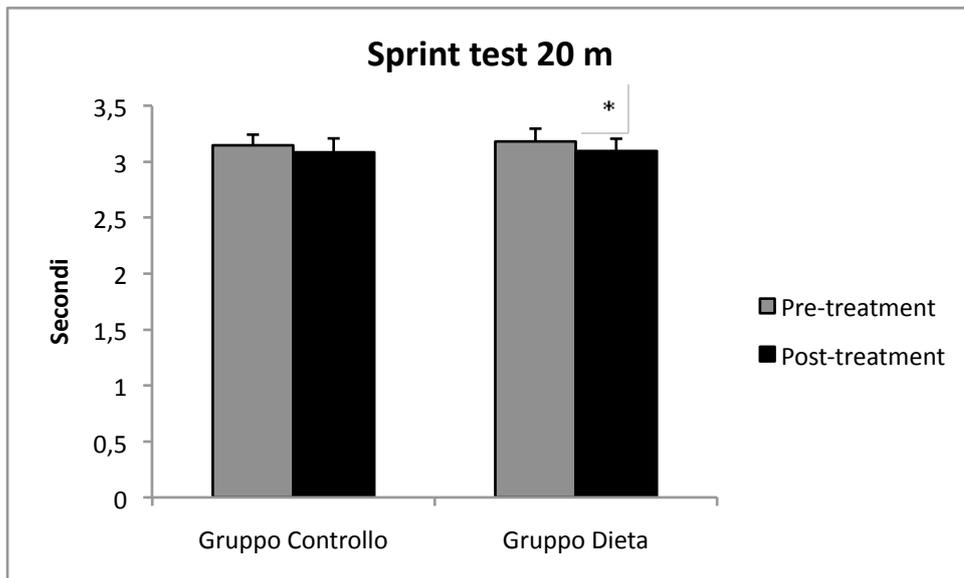


Fig. 32 – Confronto del test di velocità sui 20 m nel pretrattamento e nel post trattamento del gruppo controllo e del gruppo dieta.

I valori registrati nei test per la valutazione della forza senza e con l'ausilio degli arti superiori nel gruppo controllo nel pretrattamento è di CMJ=  $38,67 \pm 5,39$ , CMJB=  $44,61 \pm 4,90$  nel post trattamento CMJ= $38,62 \pm 4,05$ , CMJB=  $45,47 \pm 5,17$ , mentre nel gruppo dieta nel pretrattamento è di CMJ=  $39,51 \pm 3,76$  cm, CMJB=  $47,62 \pm 4,02$  cm nel post trattamento CMJ=  $40,41 \pm 3,51$  cm, CMJB=  $47,86 \pm 4,04$  cm. Il confronto dei valori registrati non è significativo (fig. 33).

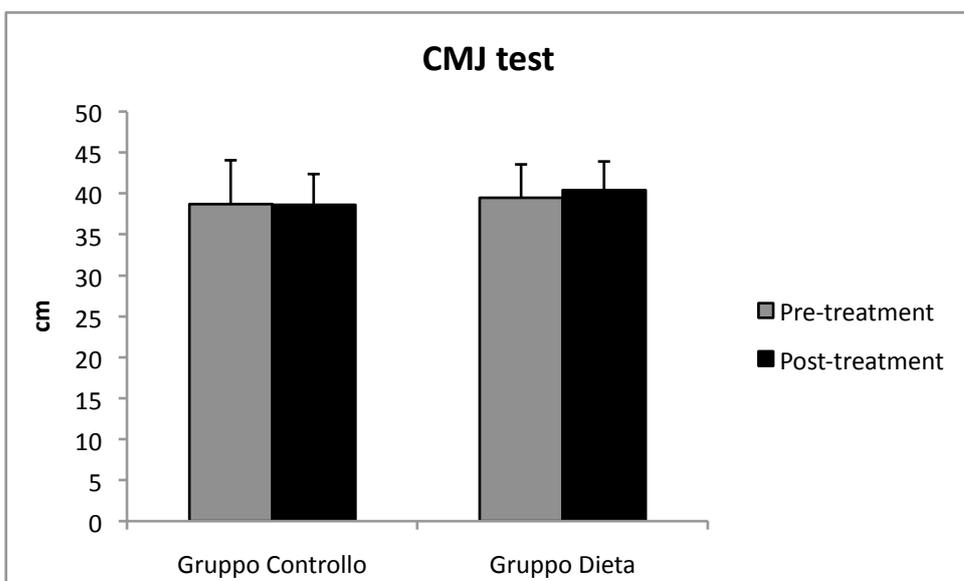


Fig. 33 – Confronto del test di forza Counter Movement Jump nel pretrattamento e nel post trattamento del gruppo controllo e del gruppo dieta.

La fig. 34 evidenzia il livello raggiunto nel test incrementale ad esaurimento di Leger effettuato per la valutazione del massimo consumo di ossigeno (VO<sub>2</sub>max) nel gruppo di controllo prima del trattamento è pari a step= 13,7 ± 1,01 mentre dopo il periodo di allenamento lo step raggiunto è di step= 13,7 ± 1,44. Il gruppo che ha seguito la dieta personalizzata ha fatto registrare nel pretrattamento un massimo livello raggiunto di step= 13,9 ± 1,07 dopo il trattamento di step= 14,6 ± 0,95. Dal confronto dei valori ottenuti nel test di Leger è emerso che il miglioramento registrato nel gruppo che ha seguito il regime dietetico personalizzato è significativo.

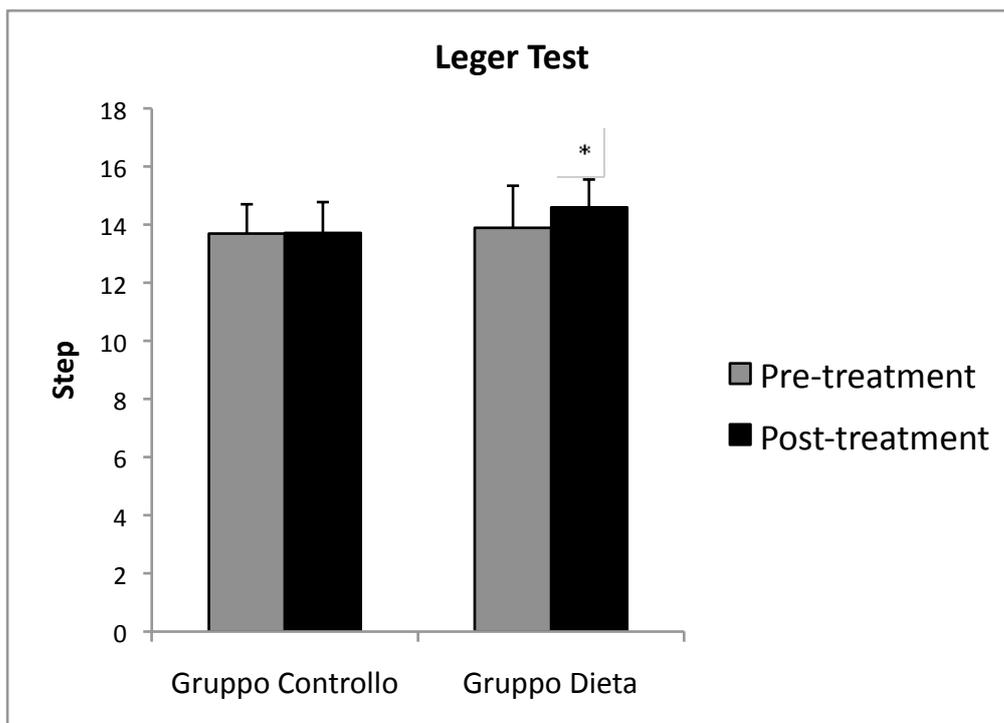


Fig. 34 – Confronto del test di Leger nel pretrattamento e nel post trattamento del gruppo controllo e del gruppo dieta.

La tabella n. 14 evidenzia l'analisi degli infortuni da trauma indiretto di gravità bassa, media e grave durante il periodo di trattamento di 16 settimane. Si sono registrati in totale due lesioni muscolari: una lesione di I grado nel bicipite femorale di un attaccante facente parte del gruppo dieta ed una lesione di I grado sul quadricipite femorale nel vasto intermedio di un centrocampista proveniente dal gruppo controllo. Entrambi i giocatori sono rientrati con la squadra dopo un periodo di tre settimane di fisioterapia e non hanno avuto recidive muscolari. Il confronto non è significativo.

<b>Data</b>	<b>Gruppo</b>	<b>Ruolo</b>	<b>Infortunio trauma Indiretto</b>	<b>Gravità Bassa</b>	<b>Media</b>	<b>Alta</b>
12-feb	Dieta	Attaccante	Lesione I grado bicipite femorale		X	
10-apr	Controllo	Centroc.	Lesione I grado vasto intermedio		X	

*Tabella 14 – Report traumi muscolari indiretti.*

## Cap. 8 - Discussione e Conclusioni

L'obiettivo del presente studio è stato quello di esaminare gli effetti di un regime dietetico personalizzato in base al dispendio energetico delle unità di allenamento nei vari ruoli sulla prestazione di velocità, salto e resistenza nei giovani giocatori di calcio professionisti. A differenza dello studio di Eduardo Iglesias Gutierrez et al. (2012), in cui si osserva una divisione del campione di riferimento in sette diversi ruoli (portieri, difensori centrali, terzini, centrocampisti, ali e attaccanti), nel presente studio, considerato il numero esiguo di giocatori, abbiamo preferito suddividere la squadra di calcio in quattro ruoli diversi rispettivamente: portieri, difensori, centrocampisti e attaccanti.

In linea con gli studi scientifici, l'introito calorico giornaliero dei giovani calciatori, ottenuto dall'analisi del diario alimentare, evidenzia che la quantità di calorie assunte giornalmente è al di sotto di circa 800 kcal rispetto al loro fabbisogno (Iglesias-Gutierrez et al., 2008, Anne B. Locks 2003).

Anche l'assunzione giornaliera di glucidi in tutti i ruoli è ben al di sotto delle dosi raccomandate. Il dato è ancora più allarmante se si considera l'età dello sviluppo ed è stato riscontrato anche in altri studi (Louise Burke et al. 2006, Iglesias Gutierrez et al. 2008, Russell e Pennock 2011). Dal confronto dei diversi ruoli si evince che i centrocampisti assumono una quantità significativamente maggiore di glucidi in accordo con la letteratura scientifica (Russell e Pennock 2011, e di Iglesias Gutierrez et al. 2008 e 2012), da attribuire alle caratteristiche insite del ruolo. Tuttavia, nonostante l'introito maggiore dei centrocampisti di glucidi, proteine e di lipidi, essi risultano il gruppo con un body mass index e una percentuale di massa grassa significativamente minore rispetto gli altri ruoli. Al contrario, il gruppo dei portieri rappresenta il ruolo con un introito calorico, glucidico, lipidico e proteico significativamente inferiore ma evidenziano un valore di body mass index ed una percentuale di massa grassa significativamente maggiore rispetto gli altri ruoli.

In linea con lo studio di Russell e Pennock (2011), i quattro gruppi del nostro campione di riferimento, presentano un introito di fibre alimentari giornaliero più basso rispetto ai valori raccomandati nei LARN.

Come evidenziato dallo studio di Louise Burke et al. (2006), i giocatori dovrebbero evitare una discrepanza accidentale tra l'introito calorico e il dispendio energetico e in

questo contesto è di fondamentale importanza adattare la dieta al differente impegno fisico e dispendio energetico richiesto dai diversi ruoli.

I valori registrati nel test ad esaurimento per la valutazione del massimo consumo d'ossigeno (VO<sub>2</sub> max) dei giocatori, evidenziano che i centrocampisti rappresentano il gruppo con una maggiore resistenza organica, i dati sono in linea con la letteratura scientifica (Krustrup et al. 2003). Infatti, il ruolo del centrocampista compie una distanza totale in gara maggiore e delle accelerazioni con recupero minore. L'altezza del salto raggiunto nel test di forza esplosiva degli arti inferiori, con e senza l'ausilio degli arti superiori, evidenzia che il gruppo dei portieri presenta dei valori inferiori rispetto gli altri ruoli. Il dato è discordante rispetto la letteratura scientifica (Rebelo et al. 2012), ma si deve considerare che i portieri rappresentano il gruppo meno numeroso (3), sono i più giovani del campione e presentano una percentuale di massa grassa maggiore rispetto gli altri ruoli.

Dall'analisi del dispendio energetico delle unità di allenamento a finalizzazione complessa non è emerso nel campione testato una differenza significativa nei diversi ruoli. Questo può essere dovuto al fatto che le sedute di allenamento pianificate nei settori giovanili sono caratterizzate da esercitazioni che coinvolgono contemporaneamente tutta la squadra e che impegnano in momenti diversi prima un ruolo e poi l'altro e viceversa, ma complessivamente la somma totale del dispendio energetico delle varie fasi dell'allenamento si equivale nei differenti ruoli. Il ruolo che è completamente differente come mezzi di allenamento proposti e come dispendio energetico è rappresentato dal portiere. Per quest'ultima motivazione e per il numero esiguo dei portieri, abbiamo preferito, nella seconda fase del progetto, non inserirli nell'analisi statistica dei parametri ricercati.

Considerando altresì che l'introito calorico ed il dispendio energetico durante le sedute di allenamento non erano significativamente differenti nei vari ruoli, il gruppo totale di giocatori è stato diviso in due sottogruppi: Gruppo Controllo (n =11), che ha seguito un regime dietetico libero, e Gruppo Dieta (n=11) che ha seguito un regime dietetico personalizzato in base al dispendio energetico degli allenamenti. Entrambi i gruppi sono stati sottoposti allo stesso carico di allenamento per un periodo di 16 settimane ed il gruppo dieta ha seguito il regime dietetico controllato per l'intero periodo.

I risultati dei test motori hanno evidenziato che il gruppo che ha seguito un regime dietetico personalizzato in base al dispendio energetico delle sedute di allenamento ha

fatto registrare maggiori miglioramenti rispetto a quelli del Gruppo Controllo. Quindi, abbiamo dimostrato che la dieta influenza positivamente lo sviluppo delle capacità organico muscolari nei giovani calciatori. In particolare, incrementi statisticamente significativi sono stati riportati nel test di velocità e nel test di resistenza rispetto al gruppo controllo.

Questi miglioramenti nei giocatori che seguivano una dieta personalizzata potrebbero essere dovuti alla disponibilità adeguata dei substrati energetici introdotti che determinano un ripristino completo delle scorte di glicogeno muscolare e il recupero dei danni muscolari indotti dall'allenamento.

Infatti, come mostrato dagli studi di Balsom et al. (1999) una riduzione del glicogeno muscolare potrebbe svolgere un ruolo significativo nello sviluppo della fatica durante l'esercizio intermittente a lungo termine. In questi studi, la performance è stata significativamente più bassa dopo una dieta povera di carboidrati con conseguente livelli muscolari di glicogeno iniziali minori.

Oltre a conseguire un apporto totale di carboidrati commisurato alle necessità spese durante le sedute di lavoro, la dieta quotidiana dovrebbe promuovere l'assunzione strategica di carboidrati, proteine e lipidi prima e dopo le sessioni di allenamento chiave per ottimizzare gli adattamenti e favorirne il recupero (Louise M. Burke et al. 2006).

I valori registrati nei test di forza degli arti inferiori non hanno evidenziato in entrambi i gruppi dei miglioramenti significativi a dimostrazione che la forza è strettamente legata alle capacità genetiche, e senza un allenamento altamente specifico, difficilmente subisce miglioramenti tangibili.

L'analisi degli infortuni da trauma indiretto durante il periodo di trattamento di 16 settimane non ha evidenziato differenze significative tra i due gruppi testati. Questo può significare che i carichi di allenamento sono stati opportunamente pianificati. I dati preliminari del presente studio evidenziano che è opportuno che i giocatori seguano un regime alimentare controllato e in questo contesto adattino la dieta al differente impegno fisico e al dispendio energetico richiesto nelle diverse sedute di allenamento.

Per perseguire i loro obiettivi, gli atleti dovrebbero essere in grado di gestire la quantità di grassi, proteine e carboidrati, ma purtroppo non è pratico per gli atleti monitorare direttamente queste quantità, e l'appetito non è un indicatore affidabile (Anne B. Locks 2003).

E' opportuno considerare anche la fase cruciale di sviluppo del campione testato e che la carenza di energia non solo non crea quel miglioramento atteso dalla

programmazione dell'allenamento, ma danneggia le prestazioni, la crescita e la salute. Infatti, è stato dimostrato che anomalie nel sistema riproduttivo in atleti di sesso femminile sono causati dalla bassa disponibilità di energia e anche nei giovani maschi se la differenza tra l'introito calorico e il dispendio energetico supera dei livelli standard e si protrae nel tempo si possono verificare gravi disturbi nel sistema ormonale, metabolico ed immunitario (Louise M. Burke et al. 2006).

Dall'esperienza che ho maturato nel mio progetto di ricerca ritengo che senza il coinvolgimento delle famiglie difficilmente si possano convincere i giovani calciatori a seguire un regime alimentare appropriato. Pertanto, ritengo che sia necessario coinvolgere e sensibilizzare le famiglie.

In conclusione, anche se esistono prove tangibili nella letteratura scientifica che dimostrano che i programmi dietetici che ripristinano e anche super-compensano i livelli di glicogeno muscolare possano migliorare le performance degli atleti durante gli allenamenti e le partite (Burke et al. 2006), purtroppo ancora oggi, i tecnici e gli addetti, seguono solo la via dell'aumento estenuante dei carichi di allenamento creando spesso solo danni al sistema muscolo scheletrico non considerando le controindicazioni delle stesse a lungo termine.

Ritengo di fondamentale importanza, soprattutto nei settori sportivi giovanili, la figura di un esperto della nutrizione in grado di assistere sotto il profilo dietetico gli sportivi e che coinvolga e sensibilizzi le famiglie degli stessi.

Spero che il mio lavoro possa far nascere nei tecnici che operano nel mondo calcistico e nello sport in generale, e che soprattutto operano con i giovani, la curiosità e la consapevolezza nell'estendere il proprio concetto tradizionale di allenamento, e le proprie teorie dell'adattamento agli stress fisici, anche a tutti quei fattori che influenzano la prestazione degli sportivi ed in particolare dei giovani calciatori, come è la "*Nutrizione*".

## **Bibliografia**

- Arcelli E., Borino U.,  
L'allenamento atletico giocando con il pallone. Edizione Correre, Milano, 2004.
- Arcelli E. & Ferretti F.,  
Calcio, preparazione atletica. Edizione Correre Milano, 1993.
- Arent SM, Pellegrino JK, Williams CA, Difabio DA, Greenwood JC.  
Nutritional supplementation, performance, and oxidative stress in college soccer players  
J Strength Cond Res. 2010;24(4):1117-24.
- Balsom PD, Gaitanos GC, Söderlund K, Ekblom B.  
High-intensity exercise and muscle glycogen availability in humans.  
Acta Physiol Scand. 1999 Apr;165(4):337-45
- Balsom PD, Wood K, Olsson P, Ekblom B.  
Carbohydrate intake and multiple sprint sports: with special reference to football  
(soccer).  
Int J Sports Med. 1999 Jan;20(1):48-52
- Burke LM.  
Sports nutrition and Australian football.  
Int J Sport Nutr Exerc Metab. 2008;18(1):96-8.
- Burke LM, Loucks AB, Broad N.  
Energy and carbohydrate for training and recovery.  
J Sports Sci. 2006;24(7):675-85. Review.
- Burke LM, Hawley JA, Wong SH, Jeukendrup AE.  
Carbohydrates for training and competition.  
J Sports Sci. 2011;29:17-27.
- Chamari K, Hachana Y, Kaouech F, Jeddi R, Moussa-Chamari I, Wisløff U.  
Endurance training and testing with the ball in young elite soccer players.  
Br J Sports Med. 2005;39(1):24-8.
- Christensen PM, Krstrup P, Gunnarsson TP, Kiilerich K, Nybo L, Bangsbo J.  
VO2 kinetics and performance in soccer players after intense training and inactivity.  
Med Sci Sports Exerc. 2011;43(9):1716-24.

Di Prampero P.E, Fusi S., Sepulcri L., Morin J.B., Belli A., Antonutto G.–  
Sprint running: a new energetic approach  
J.Exp, Biol. 2005

Helgerud J., Hoidal K., Wang E.,

Iglesias-Gutiérrez E, García A, García-Zapico P, Pérez-Landaluce J, Patterson AM,  
García-Rovés PM.

Is there a relationship between the playing position of soccer players and their food and  
macronutrient intake?

Appl Physiol Nutr Metab. 2012;37(2):225-32

Iglesias-Gutiérrez E, García-Rovés PM, García A, Patterson AM.

Food preferences do not influence adolescent high-level athletes' dietary intake.

Appetite. 2008;50(2-3):536-43

Iglesias-Gutiérrez E, García-Rovés PM, Rodríguez C, Braga S, García-Zapico P,  
Patterson AM.

Food habits and nutritional status assessment of adolescent soccer players. A necessary  
and accurate approach.

Can J Appl Physiol. 2005;30(1):18-32.

Krustrup P, Mohr M, Amstrup T, Rysgaard T, Johansen J, Steensberg A, Pedersen PK,  
Bangsbo J.

The yo-yo intermittent recovery test: physiological response, reliability, and validity.  
Med Sci Sports Exerc. 2003;35(4):697-705.

Loucks AB.

Energy balance and body composition in sports and exercise.

J Sports Sci. 2004;22(1):1-14. Review.

Maughan RJ, Burke LM.

Practical nutritional recommendations for the athlete.

Nestle Nutr Inst Workshop 2011;69:131-49.

Maughan RJ, Shirreffs SM.

Nutrition for soccer players.

Curr Sports Med Rep. 2007;6(5):279-80.

Maughan RJ, Shirreffs SM.

Nutrition and hydration concerns of the female football player.

Br J Sports Med. 2007;4(1):1:60-3. Review.

Maughan RJ, Watson P, Evans GH, Broad N, Shirreffs SM.

Water balance and salt losses in competitive football.

Int J Sport Nutr Exerc Metab. 2007;17(6):583-94.

Maughan RJ.

Energy and macronutrient intakes of professional football (soccer) players.

Br J Sports Med. 1997;31(1):45-7.

Ono M, Kennedy E, Reeves S, Cronin L.

Nutrition and culture in professional football. A mixed method approach.

Appetite. 2012;58(1):98-104.

Platonov V.N.,

L'organizzazione dell'allenamento e dell'attività di gara. Edizione Calzetti e Mariucci, 2004.

Platonov V.N.,

Fondamenti dell'allenamento e dell'attività di gara. Edizione Calzetti e Mariucci, 2004.

Rebelo A, Brito J, Maia J, Coelho-E-Silva MJ, Figueiredo AJ, Bangsbo J, Malina RM, Seabra A.

Anthropometric Characteristics, Physical Fitness and Technical Performance of Under-19 Soccer Players by Competitive Level and Field Position.

Int J Sports Med. 2012

Russell M, Pennock A.

Dietary analysis of young professional soccer players for 1 week during the competitive season.

J Strength Cond Res. 2011;25(7):1816-23.

Rico-Sanz J.

Body composition and nutritional assessments in soccer.

Int J Sport Nutr. 1999;8(2):113-23.

Rico-Sanz J, Frontera WR, Molè PA, Rivera MA, Rivera-Brown A, Meredith CN.  
Dietary and Performance assessment of elite soccer players during a period of intense training.

Int J Sport Nutr. 1998;8:230-2

Schokman CP, Rutishauser IH, Wallace RJ.

Pre-and postgame macronutrient intake of a group of elite Australian football players.

Int J Sport Nutr. 1999;9(1):60-9.

Svensson M, Drust B.

Testing soccer players.

J Sports Sci. 2005;23(6):601-18.

Weineck J. La preparazione fisica ottimale del calciatore. Calzetti Mariucci Ed., 2003.

Weineck J. Manual d'entraînement. Vigot Ed., Paris, 1997.