

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI GENOVA

Dipartimento di Medicina Sperimentale

Classe 68: Corso di Laurea Magistrale in Scienze e Tecniche dello
Sport



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI
DI GENOVA

TESI DI LAUREA

Principi e sviluppi metodologici del carico di lavoro in un
calciatore

CANDIDATO:

Francesco Romeo

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Francesco Romeo', written in a cursive style.

RELATORE:

Patrizio Bruzzo

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Patrizio Bruzzo', written in a cursive style.

Anno Accademico 2021-2022

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI GENOVA

Dipartimento di Medicina Sperimentale

Classe 68: Corso di Laurea Magistrale in Scienze e Tecniche dello
Sport

TESI DI LAUREA

Principi e sviluppi metodologici del carico di lavoro in un
calciatore

CANDIDATO:

Francesco Romeo



RELATORE:

Patrizio Bruzzo



ABSTRACT

Titolo : Principi e sviluppi metodologici del carico di lavoro in un calciatore

Titolo in inglese : Principles and methodologicals developments of the training load in a football player

In questo elaborato tratterò il tema del carico di lavoro in un calciatore, i suoi principi e sviluppi metodologici. Inizierò parlando del concetto di carico di lavoro in linee generali, proseguirò con alcuni cenni di anatomia e fisiologia applicati al nostro sport (quindi i piani e gli assi del movimento, i muscoli e le loro funzioni, supercompensazione e sistemi energetici) per arrivare ad introdurre il concetto di carico di lavoro nel calcio. In secondo luogo analizzerò il concetto di carico esterno in ambito calcistico, soffermandomi sui sistemi di misurazione utilizzati per rilevarlo (GPS, LPS, VID) e proseguirò esaminando il concetto di carico interno nel calcio approfondendo il monitoraggio dello stesso e la gestione di frequenza cardiaca e scala RPE. Dopodichè strutturerò una singola seduta di allenamento e un microciclo settimanale di lavoro, ricercando mezzi e metodi di allenamento e la loro relazione con il carico di lavoro. Infine studierò le differenze del carico di lavoro nel calcio giovanile e nel calcio femminile.



INDICE

-	PREMESSA	
-	INTRODUZIONE	1
-	CAPITOLO I: Basi anatomiche, fisiologiche e biomeccaniche che intervengono nel calciatore	3
-	CAPITOLO II : Il carico di lavoro nel calcio	17
	2.1) Il carico esterno	19
	2.2) Il carico interno	27
-	CAPITOLO III : Mezzi e metodi di allenamento	33
	3.1) La scelta dei mezzi di allenamento e il "modello fisiologico"	34
	3.2) L'allenamento delle capacità condizionali nel calcio e i test di valutazione funzionale	37
	3.3) La programmazione dell'allenamento : dalla teoria alla pratica	73
-	CAPITOLO IV : L'allenamento del calciatore in età evolutiva e il calcio femminile	80
	4.1) Le capacità motorie	86
	4.2) Il calcio femminile	99
-	CONCLUSIONI	107
-	BIBLIOGRAFIA	108



PREMESSA

Prima di iniziare vorrei fare una premessa relativa alle motivazioni che mi hanno spinto a scegliere questo argomento per la mia tesi.

La condizione fondamentale per chi svolge questo mestiere è una forte e profonda passione per il calcio in tutte le sue componenti, da quelle tecnico-coordinative a quelle tattico-cognitive, da quelle fisico-motorie a quelle psicologico-relazionali. È evidente che anche le competenze giocano un ruolo di primaria importanza per chi lavora in questo ambito, sia quelle acquisite teoricamente mediante riunioni formative e corsi abilitanti alla professione con relativo conseguimento delle varie licenze, sia quelle apprese con l'esperienza data dal lavoro sul campo.

L'idea di svolgere un elaborato sul carico esterno e interno in un calciatore ha iniziato a prendere forma nel momento in cui sono venuto a conoscenza del fatto che avrei svolto il ruolo di preparatore atletico di settore giovanile (per le categorie "Under 14 Regionali" e "Under 15 Regionali") presso l'USD Alpignano Calcio nella stagione sportiva 2022/2023. Per questa ragione ho deciso di incrementare le mie competenze in materia attingendo da varie fonti (libri e articoli scientifici) al fine di fornire dati più completi e precisi.

Fino ad oggi ho svolto questa mansione (di pari passo a quella di allenatore) solo con bambini e ragazzi appartenenti all'attività di base, iniziando il mio percorso di 5 anni dapprima nella categoria "Under 8" e l'anno seguente, e per i successivi 4 anni, seguendo la categoria "Under 9" nel Torino F.C., per proseguire un biennio al Cit Turin LDE con la categoria "Under 13" e infine alla CBS Centro Tecnico AC Milan il primo anno lavorando con la categoria "Under 9" e il secondo con la categoria "Under 11". Inoltre, in questi ultimi 2 anni, ho avuto l'opportunità grazie alla facoltà di Scienze e Tecniche dello Sport dell'Università degli Studi di Genova di effettuare uno stage come allenatore e preparatore atletico nella categoria "Under 19" della UC Sampdoria Women e nelle categorie "Under 11" e "Under 15 Nazionali" della US Alessandria Calcio. Quest'anno, approdando all'USD Alpignano Calcio, mi è stata affidata la conduzione tecnica e fisico-motoria della categoria "Under 11" e, come già affermato in precedenza, quella fisico-motoria di due categorie del settore giovanile. Per me sarà una grande opportunità per mettere in pratica le conoscenze apprese durante il percorso universitario di 5 anni e fare esperienza in questo fantastico ambito chiamato preparazione atletica.

INTRODUZIONE

Ogni tipo di attività fisica apporta sempre dei cambiamenti sull'organismo e, attraverso la ripetizione sistematica e continuativa, determina effetti di natura fisiologica (con conseguenti risposte funzionali) che favoriscono un miglioramento della prestazione.

Nel corso degli anni sono state fornite dagli autori diverse definizioni di allenamento, ne vediamo alcune.

C. Vittori afferma che: "L'allenamento è un processo pedagogico educativo continuo che si concretizza nell'organizzazione dell'esercizio fisico ripetuto in qualità, quantità e intensità tali da produrre carichi progressivamente crescenti che stimolano i processi fisiologici di supercompensazione dell'organismo e favoriscono l'aumento delle capacità fisiche, psichiche, tecniche e tattiche dell'atleta al fine di esaltarne e consolidarne il rendimento in gara".¹

È evidente che si tratti di un concetto generale che deve necessariamente essere adattato di volta in volta a qualità fisiche, grado di allenamento ed età dell'atleta, poiché attualmente vanno considerati anche altri aspetti come quelli psicologici individuali e sociali che risultano determinanti ai fini di ottenere la massima performance.

Un'altra definizione interessante di allenamento è quella data da Verjoshansky, il quale ritiene che: "L'allenamento è l'insieme delle tecniche che consentono a un individuo la realizzazione massima del suo potenziale genetico attraverso l'apprendimento di una corretta gestualità e la razionale ripetizione di esercitazioni mirate a modificare l'equilibrio organico individuale per il ripristino di un livello di efficienza superiore".²

Questa percezione dell'allenamento è molto interessante in quanto lo identifica come un processo tramite il quale è possibile far scaturire il massimo, o comunque la percentuale maggiore, del potenziale genetico di un atleta. Infatti ogni individuo ha caratteristiche fisiologiche ben definite che vengono determinate dal bagaglio genetico trasmessogli dai genitori, per questa ragione, nel corso degli anni, è stato affermato che: "Se un atleta non ha un potenziale da campione non lo diventerà nemmeno con il miglior allenamento" e "Per vincere le olimpiadi bisogna saper scegliere i propri genitori".

In definitiva, da un punto di vista più pratico, possiamo definire l'allenamento nel calcio come: "Un processo d'azione complesso il cui scopo è quello di raggiungere, attraverso la pianificazione di carichi di lavoro fisici, tecnico-tattici, psichici, un risultato o una prestazione anche di alto livello."³ Infatti, ad ogni livello, l'allenamento sportivo apporta sempre dei cambiamenti e degli adattamenti all'organismo che conducono ad un miglioramento delle prestazioni fisiche.

Importante è anche soffermarsi sul concetto di capacità di prestazione sportiva, che rappresenta il grado di formazione di una determinata prestazione motoria sportiva ed è determinata da una molteplicità di fattori specifici. I fattori in questione possiamo riassumerli in 4 macrogruppi:

- **Fisico-atletico**, il quale raggruppa le quattro capacità condizionali (Forza, Resistenza, Velocità/Rapidità e Mobilità articolare/Flessibilità).
- **Tecnico-coordinativo**, ossia tutto ciò che riguarda le capacità tecniche, coordinative e le abilità motorie.

¹ Ferretti F. (2017), *L'allenamento fisico nel calcio. Concetti e principi metodologici.*, IV edizione, Recco (Genova), Edizioni Correre.

² Ferretti F. (2017), *L'allenamento fisico nel calcio. Concetti e principi metodologici.*, IV edizione, Recco (Genova), Edizioni Correre.

³ Ferretti F. (2017), *L'allenamento fisico nel calcio. Concetti e principi metodologici.*, IV edizione, Recco (Genova), Edizioni Correre.

- **Tattico-strategico**, cioè la pianificazione delle procedure da adottare nello scenario reale di gioco per ottenere gli obiettivi prefissati e la successiva applicazione pratica di questi indirizzi per ottenere dei vantaggi durante la competizione.
- **Psicologico-cognitivo-emotivo**, che comprende le capacità psichiche e cognitive, quelle sociali e i fattori di predisposizione.

Dunque, se si considera la varietà di questi fattori che la compongono, si può concludere che la capacità di prestazione sportiva può essere allenata solo globalmente poiché lo sviluppo armonico degli stessi permette di raggiungere la massima prestazione individuale.

Ma torniamo all'allenamento. Il controllo dell'allenamento contiene alcuni elementi come la valutazione funzionale (o diagnostica della prestazione), il controllo della prestazione e la pianificazione dell'allenamento. Carl Grosser definisce il controllo dell'allenamento come: "La sintonizzazione finalizzata (a breve e a lungo termine) di tutte le misure di pianificazione, di esecuzione (realizzazione) dell'allenamento, dei suoi controlli e delle gare e della loro valutazione, in vista del cambiamento dello stato di prestazione sportiva (ovvero dello stato di allenamento), con l'obiettivo di raggiungere prestazioni e successi sportivi migliori."⁴ Di conseguenza il controllo dell'allenamento include il cambiamento finalizzato del dato reale fino a raggiungere il dato programmato.

Il parametro decisivo di controllo/direzione dell'allenamento è il carico che, se ben dosato, rappresenta lo stimolo adeguato all'incremento della prestazione. Bisogna però fare attenzione a non far superare all'atleta i limiti della capacità individuale di adattamento, in quanto si produce uno stato non voluto di superallenamento che comporta una riduzione considerevole della capacità di prestazione. Per evitare che ciò accada, proporzionalmente alle maggiori richieste di carico, aumentano anche i tempi di recupero degli atleti per favorire il loro ristabilimento. Tuttavia, né gli indicatori di natura medico-sportiva (come la frequenza cardiaca a riposo e la sua variabilità, il tasso di urea e di acido urico, la concentrazione di creatinichinasi e di ammoniacca, il tasso di testosterone e di cortisolo) né gli inventari della psicologia dello sport (come, ad esempio, il profilo dello stato dell'umore) sono in grado da soli di offrire la possibilità di una diagnostica affidabile della capacità di carico di un atleta. Le uniche enunciazioni valide sulla capacità individuale di carico o di adattamento sono basate sulle necessità specifiche di una disciplina. Ovviamente, nella preparazione immediatamente precedente la gara, risultano di fondamentale importanza:

- il massimo controllo possibile della prassi dell'allenamento.
- una routine di valutazioni funzionali che si susseguano a breve distanza le une dalle altre.

L'argomento delle valutazioni funzionali/diagnostiche della prestazione con annessi test lo affronteremo più avanti, nel prossimo capitolo ci concentreremo invece sui fattori anatomici, fisiologici e biomeccanici che intervengono durante l'allenamento.

⁴ Weineck J. (2009), *L'allenamento ottimale.*, II edizione italiana, Foligno (Perugia), Calzetti & Mariucci Editori.

CAPITOLO I : BASI ANATOMICHE, FISILOGICHE E BIOMECCANICHE CHE INTERVENGONO NEL CALCIATORE

“Il corpo umano è una macchina tanto perfetta quanto complessa”.⁵

Infatti, è composta da più di 600 muscoli collegati all'apparato scheletrico tramite tendini e legamenti, comandati da un organo sofisticatissimo come il cervello umano mediante il sistema nervoso. La macchina-uomo trova la sua massima esaltazione nel gesto sportivo, dove la ricerca della performance porta la prestazione al limite massimo delle possibilità fisiologiche dell'organismo umano. Il corpo umano è dunque un grande sistema di relazioni e connessioni, che esprime l'intera struttura fisica di un essere umano, composto da diversi tipi di cellule che insieme formano tessuti, che a loro volta sono organizzati in sistemi di organi o apparati. Quindi si tratta di un sistema in cui tutti i vari sottosistemi o apparati sono in interazione reciproca tra loro per produrre la vita, per questa ragione dal punto di vista fisico è spesso visto come un sistema complesso.

Il corpo umano è progettato per muoversi nello spazio e nel tempo, di conseguenza qualsiasi gesto motorio, semplice o complesso, viene svolto in rapporto allo spazio ed al tempo. Ma come si muove il corpo in relazione con lo spazio ed il tempo?

Attraverso gli assi anatomici, ossia linee immaginarie che attraversano il corpo. Queste linee vengono utilizzate per tracciare l'asse sul quale si svolgono i movimenti di rotazione, un po' come succede per i cardini di una porta. Gli assi anatomici sono 3 (**Figura 1**):

- **Asse longitudinale**: detto anche asse verticale, è perpendicolare alla base di appoggio quando il corpo è in posizione eretta.
- **Asse trasversale**: detto anche asse orizzontale, è diretto da spalla a spalla ed è perpendicolare all'asse longitudinale.
- **Asse sagittale**: detto anche asse antero-posteriore (dal latino sagitta : “freccia”), è diretto dalla superficie posteriore alla superficie anteriore del corpo ed è perpendicolare agli altri 2.

⁵ Ferretti F. (2017), *L'allenamento fisico nel calcio. Concetti e principi metodologici.*, IV edizione, Recco (Genova), Edizioni Correre.

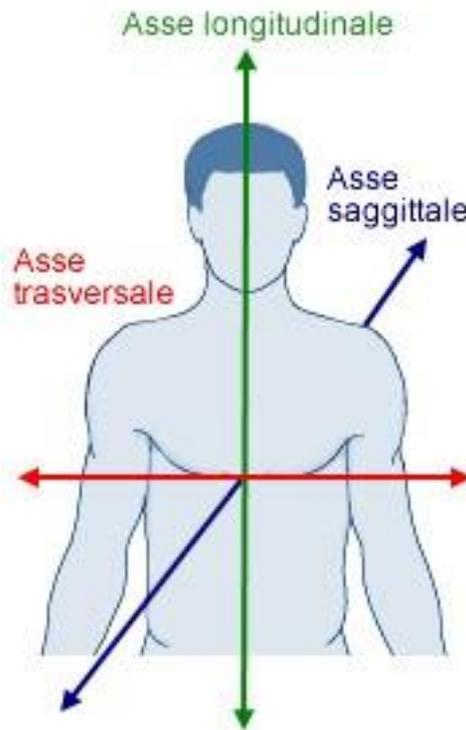


Figura 1. Gli assi anatomici.

Dall'intersezione di questi assi nascono i piani anatomici (detti anche piani del movimento), i quali fanno riferimento alla posizione anatomica. Anche i piani anatomici sono 3 (**Figura 2**):

- **Piano mediano e/o piano sagittale**: il piano mediano è un piano verticale immaginario che passa attraverso il centro del corpo (attraverso gli assi longitudinale e sagittale) dividendolo in due metà (di destra e di sinistra) uguali o antimeri. Il piano sagittale è un piano verticale immaginario parallelo al piano mediano che non passa necessariamente per il centro. Spesso questi 2 piani vengono considerati come un unico piano chiamato sagittale mediano.
- **Piano frontale o coronale**: il piano frontale o coronale è un piano verticale parallelo alla fronte e perpendicolare al piano mediano (passa per gli assi trasversale e longitudinale) e divide il corpo in parte anteriore e posteriore.
- **Piano orizzontale o trasversale**: il piano orizzontale o trasversale è un piano che divide il corpo in 2 metà superiore e inferiore. In posizione eretta è orizzontale. È situato perpendicolarmente al piano mediano e al piano frontale e passa per gli assi trasversale e sagittale.

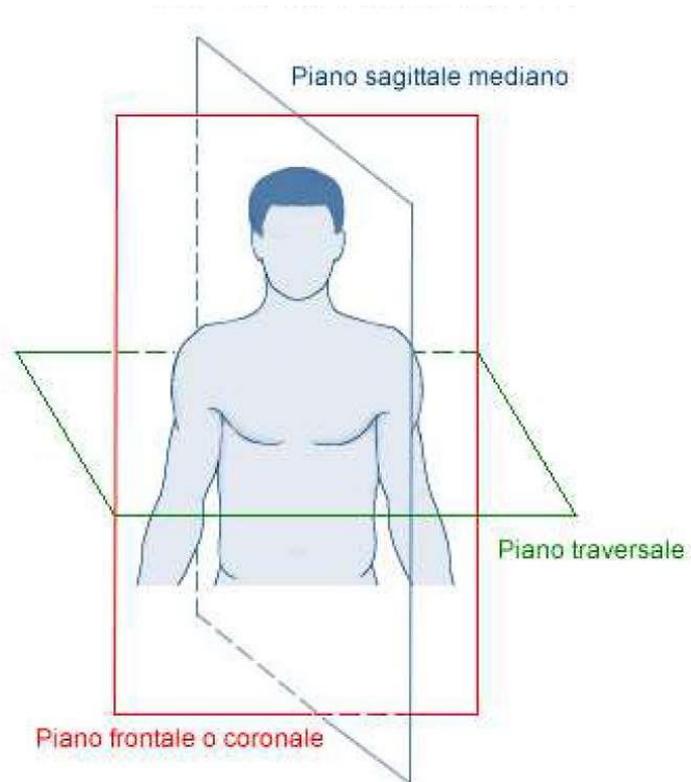


Figura 2. I piani anatomici.

In particolare, possiamo affermare che sul piano sagittale si svolgono movimenti di flessione ed estensione, sul piano frontale quelli di abduzione ed adduzione, mentre i movimenti di circonduzione si svolgono su entrambi i piani precedenti.

Detto questo, adesso analizzeremo i tre diversi tipi di muscolatura che possiede il corpo umano:

- **La muscolatura cardiaca.** Il muscolo cardiaco costituisce la maggior parte della struttura cardiaca e presenta alcune caratteristiche comuni con il muscolo scheletrico, poiché anch'esso si presenta con un aspetto striato, nonostante la sua struttura differisca dal punto di vista funzionale. A livello funzionale invece presenta un'analogia con la muscolatura liscia, ossia quella di non essere soggetto al controllo volontario, in quanto possiede un proprio sistema di controllo di tipo nervoso ed endocrino. Infatti, possiede alcune particolarità essenziali come "l'autogenerare" il proprio impulso elettrico, caratteristica che gli permette di contrarsi ritmicamente senza l'ausilio del sistema nervoso.
- **La muscolatura liscia.** Denominata anche muscolatura involontaria, dal momento che la sua contrazione non dipende dal controllo cosciente, si trova sostanzialmente nelle pareti dei vasi sanguigni dove, contraendosi e dilatandosi, regola il flusso ematico, e nelle pareti degli organi interni, dei quali regola la contrazione e il rilasciamento. Questo tipo di muscolatura interviene inoltre nel trasporto digestivo, nell'emissione delle feci e delle urine e durante il parto.
- **La muscolatura scheletrica.** Chiamata anche muscolatura volontaria perché, al contrario di quella liscia, la sua contrazione dipende dal controllo cosciente, ha il compito di produrre lo spostamento dell'apparato scheletrico generando il movimento. Di questi tre tipi di muscolatura appena citati sarà proprio sulla struttura del muscolo scheletrico che concentreremo la nostra attenzione.

Il muscolo scheletrico è qualcosa di molto complesso (**Figura 3**). La membrana di tessuto connettivale che ricopre completamente il muscolo è denominata epimisio, sotto il quale sono visibili dei piccoli "pacchetti" di fibre muscolari chiamati fasci, ricoperti a loro volta da un'altra membrana connettivale,

il perimisio. All'interno di quest'ultimo incontriamo la fibra muscolare, rivestita da una sua membrana connettivale, l'endomisio, e da un tessuto membranoso di tipo elastico denominato sarcolemma. Ad ogni estremità della fibra il sarcolemma si unisce con il tendine, che a sua volta s'inscrive sul segmento osseo.

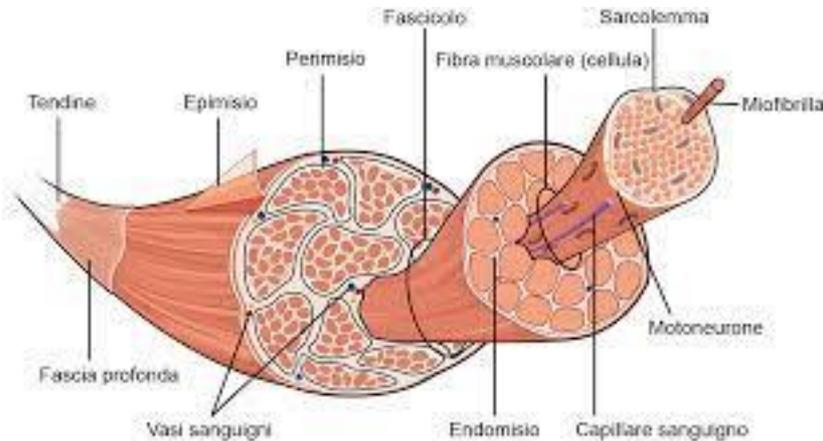


Figura 3. Il muscolo scheletrico.

La maggior parte dei muscoli scheletrici nasce e termina a livello tendineo e le fibre muscolari sono disposte in parallelo od obliquamente rispetto all'asse di contrazione. Ciascuna fibra muscolare è una struttura unica, multinucleata, di forma cilindrica e allungata, può avere un diametro compreso tra i 10 e gli 80 μm e una lunghezza compresa tra 1 e 350 mm. Il numero delle fibre muscolari varia in maniera considerevole in rapporto alla funzione e alla dimensione del muscolo di appartenenza. All'interno del sarcolemma la fibra muscolare contiene diverse strutture, le più importanti delle quali sono le miofibrille. Le miofibrille sono lunghi e sottili filamenti che attraversano la fibra da un'estremità all'altra, mentre la sostanza gelatinosa che occupa lo spazio tra le miofibrille è chiamata sarcoplasma. Quest'ultimo rappresenta il costituente fondamentale della cellula muscolare e contiene, disciolti in soluzione: proteine (su tutte la mioglobina, di struttura simile all'emoglobina e che, di conseguenza, possiede una notevole affinità con l'ossigeno), minerali, glicogeno (presente in grande quantità), lipidi e differenti organuli necessari alla vita cellulare.

Sempre all'interno della cellula muscolare troviamo il reticolo sarcoplasmatico, costituito da una rete di canali membranari disposti parallelamente e intorno alle miofibrille. Il reticolo sarcoplasmatico è il luogo di deposito degli ioni calcio, essenziali durante il meccanismo di contrazione muscolare.

Da un punto di vista meccanico, possiamo notare come alcuni particolari tipi di fibre siano capaci di sostenere contrazioni prolungate, evidenziando quindi un'ottima resistenza nei confronti dell'insorgenza del fenomeno della fatica, ma come, nello stesso tempo, non siano capaci di contrazioni rapide e forti. Questo particolare gruppo di fibre, dal punto di vista energetico, fa essenzialmente ricorso al meccanismo ossidativo. Pertanto, queste fibre vengono denominate "fibre di tipo I" (**Figura 4**), dette anche "a contrazione lenta" (Slow-Twitch o ST) e sono rosse, ossidative e votate alla resistenza (quindi poco ipertrofizzabili).

Al contrario, esiste un'opposta tipologia di fibre muscolari, capaci di contrazioni rapide e forti, che però presentano una scarsa resistenza. Questa seconda categoria di fibre, dal punto di vista energetico, si rivolge prevalentemente al meccanismo glicolitico. Di conseguenza queste fibre vengono chiamate "fibre di tipo II" (**Figura 4**), dette anche "a contrazione rapida" (Fast-Twitch o FT) e sono bianche, glicolitiche e orientate alla potenza e all'alta intensità (dunque molto ipertrofizzabili). Le fibre di tipo II si suddividono, a loro volta, in tre sottogruppi:

- IIA (di tipo glicolitico-ossidative)
- IIB (di tipo glicolitico)
- IIC (di tipo intermedio, quindi orientabili)

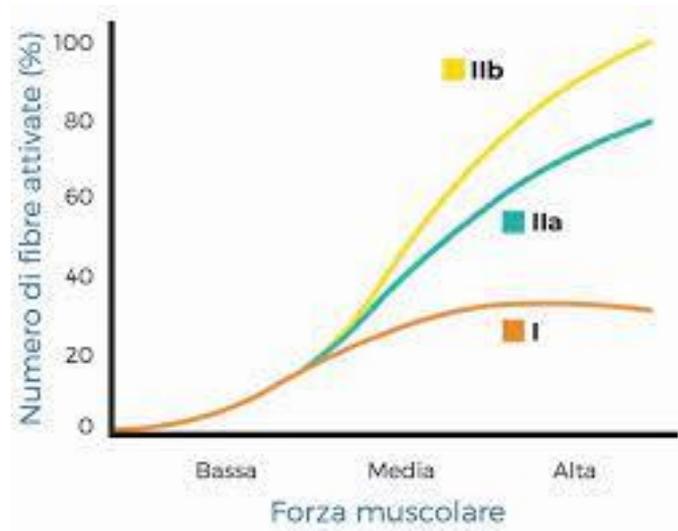


Figura 4. Tipologie di fibre muscolari.

Le modalità di contrazione del muscolo scheletrico sono essenzialmente tre (**Figura 5**):

- **Contrazione isometrica.** Si verifica nel momento in cui la contrazione stessa si esercita nei confronti di una resistenza esterna che superi le capacità di forza massimale del soggetto. Di conseguenza risulta impossibile spostare il carico sul quale si applica la forza.
- **Contrazione concentrica.** Durante una contrazione di questo tipo l'entità submassimale del carico permette l'avvicinamento dei capi articolari e il conseguente spostamento del carico stesso.
- **Contrazione eccentrica.** Durante una contrazione di questo tipo il muscolo non può che tentare di rallentare la discesa gravitazionale del carico, comportandosi come un vero e proprio "freno meccanico".

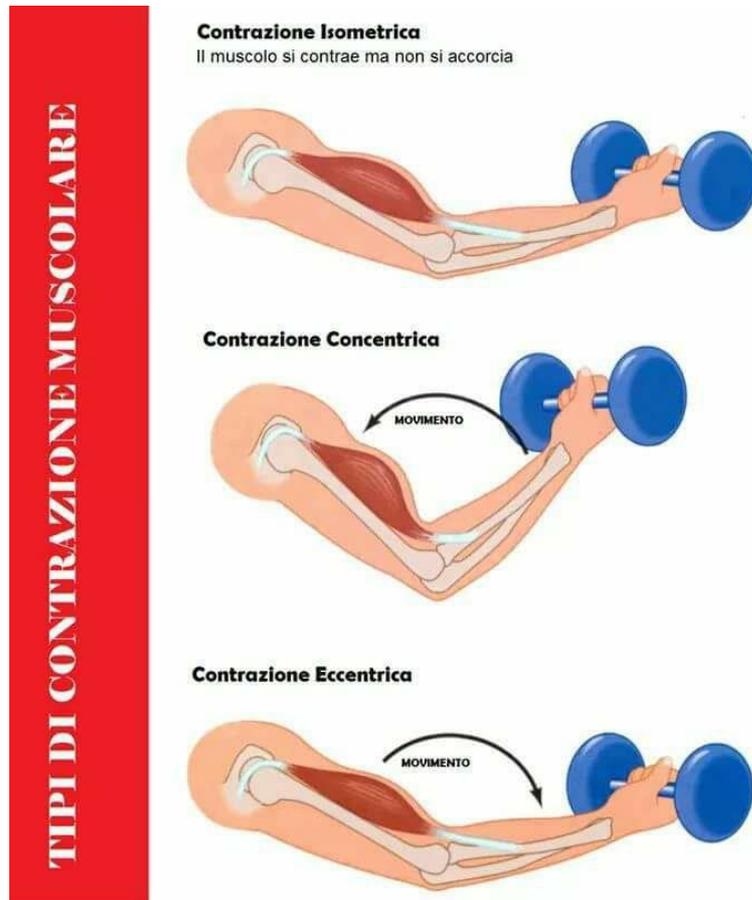


Figura 5. Tipi di contrazione muscolare.

Dopo aver esaminato il muscolo scheletrico in generale, le tipologie di fibre muscolari e i tipi di contrazione, analizzeremo in breve i muscoli principali che intervengono nelle varie regioni del corpo umano. Nella parte anteriore abbiamo essenzialmente quattro regioni di nostro interesse:

- **Braccio anteriore**, il cui muscolo principale è il **bicipite brachiale**
- **Regione toracica**, il cui muscolo principale è il **grande pettorale**
- **Regione addominale**, il cui muscolo principale è il **retto dell'addome**
- **Coscia anteriore**, il cui muscolo principale è il **quadricipite femorale**

Ma andiamo con ordine. Il **bicipite brachiale** si occupa della flessione dell'avambraccio sul braccio (e della prono-supinazione dell'avambraccio) e si può potenziare attraverso il curl bicipiti (**Figura 6**) eseguito con bilanciere, manubri, elastici, palla medica, sandbag o altri sovraccarichi (casse d'acqua ad esempio).

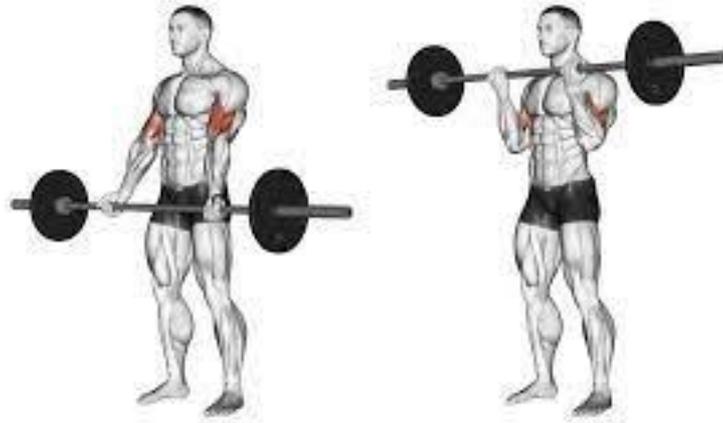


Figura 6. Curl bicipiti con bilanciere.

Il **grande pettorale** invece adduce, intraruota ed antepone (porta avanti) l'omero e si può potenziare tramite bench press (**Figura 7**) eseguita in diversi modi (bilanciere, manubri, elastici, palla medica, sandbag o altri sovraccarichi), spinte in avanti con palla medica, elastici, sandbag o altri sovraccarichi, piegamenti sulle braccia a corpo libero o con giubbotto zavorrato.

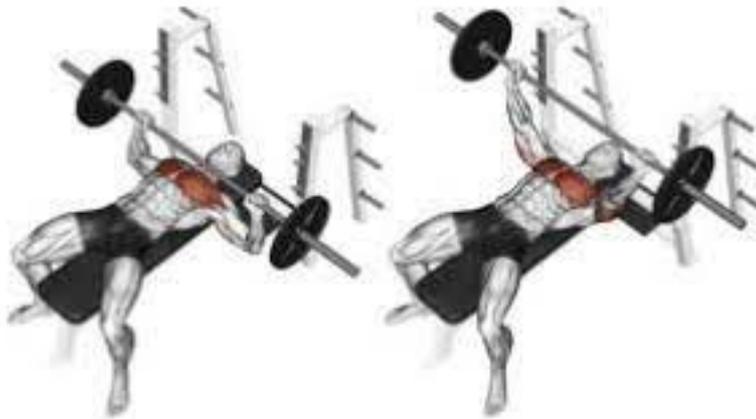


Figura 7. Bench press con bilanciere.

Il **retto dell'addome** flette il torace sulla pelvi e viceversa (abbassa le coste agendo, quindi, da muscolo espiratorio). Si potenzia tramite crunches (**Figura 8**) (a corpo libero, con elastici e con palla medica) e sit up (a corpo libero o con giubbotto zavorrato).

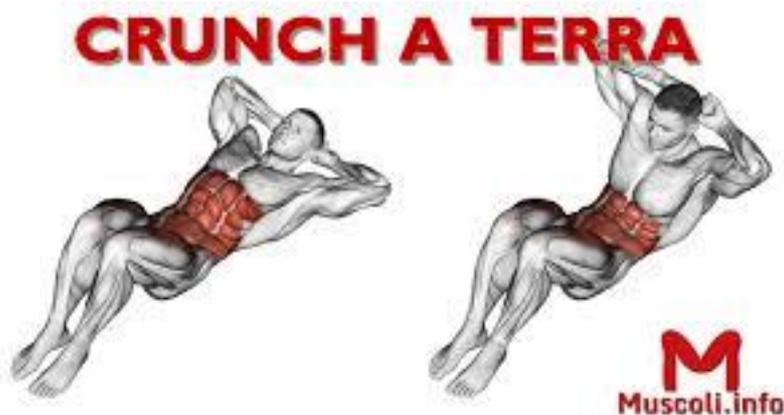


Figura 8. Crunches a corpo libero.

Il **quadricipite femorale** con la sua azione estende la gamba sulla coscia. In particolare, il capo denominato retto femorale flette la coscia sul bacino. Alcuni esercizi per il potenziamento sono lo squat (**Figura 9**) eseguito con bilanciere, manubri, elastici, palla medica, con altri sovraccarichi e a corpo libero, e gli affondi eseguiti a corpo libero, con elastici, giubbotto zavorrato, bilanciere e manubri.



Figura 9. Squat con bilanciere.

Nella parte anteriore del corpo abbiamo principalmente 6 regioni di nostro interesse :

- **Braccio posteriore**, il cui muscolo principale è il **tricipite brachiale**
- **Regione dorsale**, il cui muscolo principale è il **gran dorsale**
- **Regione lombare**, il cui muscolo principale è il **quadrato dei lombi**
- **Regione glutea**, il cui muscolo principale è il **grande gluteo**
- **Coscia posteriore**, il cui muscolo principale è il **bicipite femorale**
- **Polpaccio**, il cui muscolo principale è il **tricipite della sura**

Partiamo dall'inizio. il **tricipite brachiale** estende l'avambraccio mentre il capo lungo adduce la spalla. Per il potenziamento di questo muscolo utilizziamo la french press (**Figura 10**) (mediante bilanciere, manubri, elastici, palla medica, sandbag o altri sovraccarichi).



Figura 10. French press con bilanciere.

Il **gran dorsale** adduce, intraruota e retropone (porta dietro) l'omero. Gli esercizi per il potenziamento sono diversi, tra questi troviamo il rematore (**Figura 11**) (eseguito con bilanciere, manubri, elastici, palla medica, sandbag o altri sovraccarichi), le trazioni alla lat machine e le trazioni alla sbarra (a corpo libero

o con giubbotto zavorrato).



Figura 11. Rematore con bilanciere.

Il **quadrato dei lombi** ha la funzione di fissare la dodicesima costa e aiutare l'espiazione. Se la pelvi è rilassata può piegare il tronco sul suo lato, mentre se agisce insieme al suo controlaterale può estendere il tronco. Per potenziare questo muscolo possiamo eseguire l'hyperextension (**Figura 12**) a corpo libero, con elastici e con palla medica.

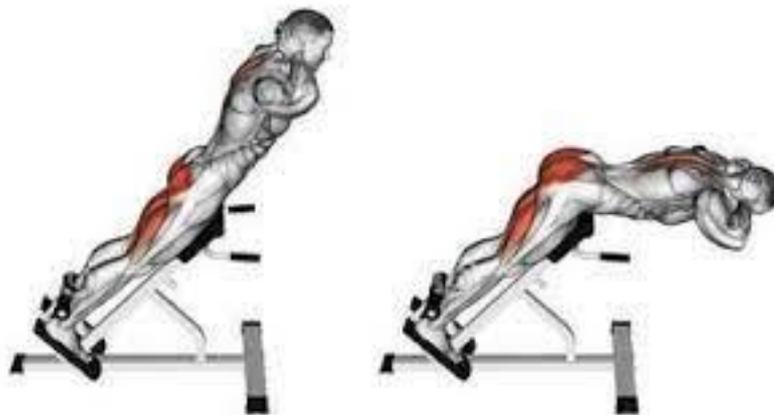


Figura 12. Hyperextension su panca.

Il **grande gluteo** estende e ruota lateralmente la coscia (estensore dell'anca), se prende punto fisso sul femore, estende il bacino. Per il potenziamento utilizziamo l'hip thrust (**Figura 13**) con bilanciere, elastici, palla medica sandbag o altri sovraccarichi e il donkey kick (slanci posteriori) a corpo libero o con giubbotto zavorrato. Può essere sollecitato anche con l'utilizzo di balzi orizzontali in avanzamento.



Figura 13. Hip thrust con bilanciere.

Il **bicipite femorale** (che insieme al semitendinoso e alla semimembranosa forma gli hamstring o ischio-crurali) si occupa della flessione della gamba sulla coscia. Il capo lungo, con la sua azione bi-articolare, è in grado di estendere la coscia, flettere la gamba e, a ginocchio flessa, di ruotare esternamente la gamba e la coscia. Un esercizio molto utile per il potenziamento di questo muscolo è lo stacco da terra (**Figura 14**), che può essere eseguito a corpo libero, con bilanciere, manubri, elastici, palla medica, sandbag o altri sovraccarichi.

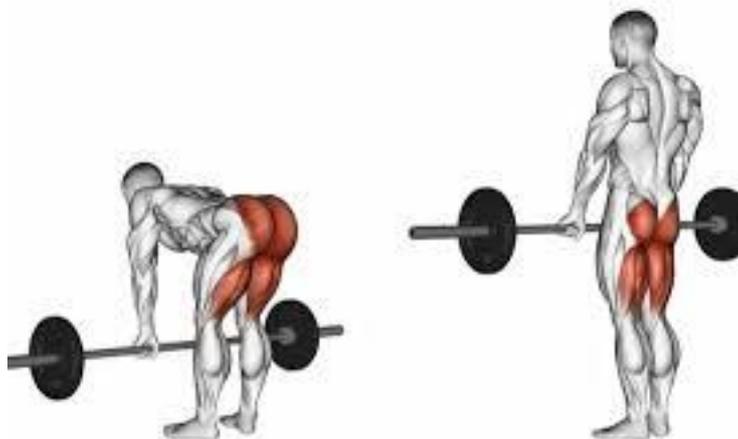


Figura 14. Stacco da terra con bilanciere.

Il **tricipite della sura** ha il compito, nel suo insieme, di flettere ventralmente il piede. Tuttavia, mentre il soleo assume solo questo ruolo, il gastrocnemio (composto da gemello mediale e laterale) ha anche la funzione di flessore della gamba sulla coscia. Per il potenziamento è molto utilizzato il calf in piedi (**Figura 15**), il quale può essere eseguito in diversi modi (con bilanciere, manubri, elastici, palla medica, a corpo libero, con sandbag o altri sovraccarichi).

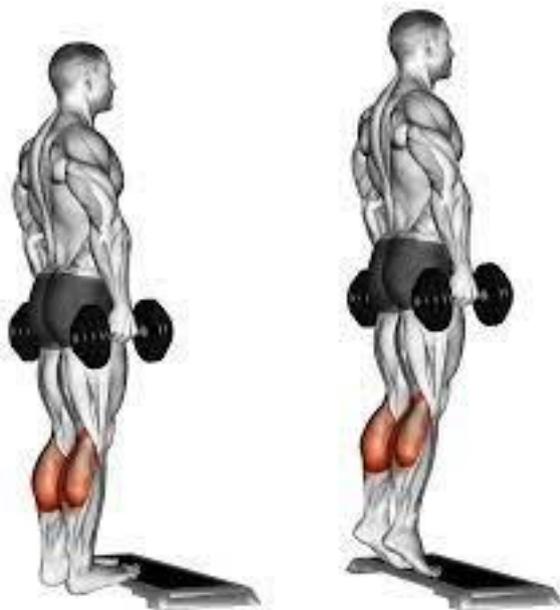


Figura 15. Calf in piedi con manubri.

Dunque, dopo aver analizzato anche i muscoli principali che intervengono nelle varie regioni del corpo umano, ci riallacciamo all'introduzione e andiamo ad esaminare il principio di adattamento dell'organismo alle diverse situazioni ambientali e alle diverse circostanze legate all'attività fisica. Se mancasse lo spirito di adattamento da parte dell'organismo umano, quindi se non fosse in grado di rispondere in maniera positiva a tutte le necessità alle quali va incontro, avanzerebbe verso morte certa. La situazione di equilibrio che l'organismo umano è chiamato a mantenere al suo interno e nei confronti della realtà circostante viene definita **omeostasi**.

Dunque: "l'omeostasi è l'insieme dei processi che l'organismo mette in atto per riportare alla norma alcuni valori. È un sistema elastico che mantiene l'equilibrio entro i limiti che lo caratterizzano come stazionario."⁶

Ma cosa succede nell'organismo umano quando quest'equilibrio viene in qualche modo modificato?

"L'allenamento rappresenta uno stimolo (stress) che interferisce con l'equilibrio fisiologico in cui si trova il nostro organismo; di fronte all'azione di un agente stressante che, nel caso dell'attività sportiva è lo stimolo allenante, l'organismo umano mette in moto tutta una serie di difese o azioni compensative volte a ristabilire l'equilibrio alterato dalla situazione che si è venuta a creare. Se lo stress (stimolo allenante) è di breve durata e/o lieve entità, le modificazioni sono minime, se non inesistenti; se invece l'azione al quale è sottoposto l'organismo si ripete per durata e intensità, gli effetti sull'organismo possono essere anche evidenti. Utilizzando questa sua capacità di adattamento, l'organismo umano, per ricercare una nuova situazione di omeostasi (equilibrio), può andare incontro a modificazioni morfo-funzionali anche consistenti, raggiungendo quegli assestamenti di carattere respiratorio, circolatorio, muscolare, scheletrico, enzimatico, endocrinologico e psicologico, tipici dell'allenamento."⁷

L'allenamento, quindi, crea delle modificazioni a vari livelli, e queste risposte agli stress sono definite aggiustamenti e adattamenti.

⁶ Ferretti F. (2017), *L'allenamento fisico nel calcio. Concetti e principi metodologici.*, IV edizione, Recco (Genova), Edizioni Correre.

⁷ Ferretti F. (2017), *L'allenamento fisico nel calcio. Concetti e principi metodologici.*, IV edizione, Recco (Genova), Edizioni Correre.

“Per **aggiustamento** si intende una risposta acuta, rapida e temporanea ma non stabile nel tempo (per esempio, se inizio a correre aumenta la mia frequenza cardiaca, ma se mi fermo la frequenza torna nella norma).”⁸

“L’**adattamento**, invece, è una risposta cronica, che avviene più lentamente e che risulta, nel tempo, più resistente (per esempio, se mi alleno con continuità sulla resistenza la mia frequenza cardiaca a riposo risulterà più bassa). L’adattamento è il processo attraverso il quale l’organismo reagisce alle richieste di sforzo fisico superiori alla media con modificazioni funzionali e morfologiche che hanno come conseguenza un’accresciuta capacità di lavoro e di sopportazione del carico. Questo processo biologico si manifesta attraverso modificazioni morfologiche, cardiache, respiratorie, metaboliche e strutturali.”⁹

L’andamento dell’adattamento è stabilito da caratteristiche genetiche e prende il nome di allenabilità. Ma allenamento e allenabilità non sono la stessa cosa? Assolutamente no.

“L’**allenabilità** è la capacità dell’individuo di adattarsi ai vari carichi di lavoro, ovvero all’allenamento proposto. Questa capacità dipende da diversi fattori come la genetica, l’età e, per quanto riguarda lo sviluppo delle capacità coordinative, le fasi sensibili durante le quali sono più favorevoli alcuni apprendimenti motori.”¹⁰

Da qui deriva l’emblematica frase: “Ciò che non apprende il bambino, difficilmente verrà appreso dal ragazzo”.

I cambiamenti nell’organismo possono essere:

- **Anatomici**: spesso molto evidenti come, ad esempio, l’aumento di volume dei muscoli (ipertrofia) se si svolge un tipo di allenamento specifico per la forza, oppure l’aumento di dimensioni del cuore (ipertrofia cardiaca) per il lavoro di resistenza o la diminuzione della massa grassa in chi riprende ad allenarsi dopo un periodo di sospensione dall’attività, per esempio dopo un infortunio.
- **Ultrastrutturali**: rilevabili al microscopio elettronico come, per esempio, l’aumento del numero di mitocondri, oppure la trasformazione delle fibre muscolari da un tipo all’altro.
- **Biochimici**: legati ai cambiamenti di tipo enzimatico come, ad esempio, quelli legati al meccanismo lattacido.
- **Esclusivamente funzionali**: non prevedono nessuna delle modificazioni sopra elencate. Quello che cambia è la funzione, per esempio, pensiamo all’aumentata capacità di reclutare fibre muscolari in un soggetto che inizia a fare un lavoro di forza.

“L’obiettivo dell’allenamento è quello di mettere in crisi (stressare) l’organismo dell’atleta. Durante un allenamento, infatti, le capacità fisiche diminuiscono tanto più velocemente quanto minore è il grado di allenamento del soggetto. Una volta terminata l’attività, invece, il nostro organismo si attiva per far ritornare alla norma tutti i parametri fisici che si sono modificati; anzi, come autodifesa, si organizza per migliorare il grado di sopportazione dello stress dovuto ad eventuali stimoli successivi. Questa reazione allo stress e il successivo tentativo dell’organismo di ritrovare l’equilibrio viene definita **supercompensazione**.”¹¹ Si tratta dunque di una risposta fisiologica all’alterata omeostasi da parte di

⁸ Ferretti F. (2017), *L’allenamento fisico nel calcio. Concetti e principi metodologici.*, IV edizione, Recco (Genova), Edizioni Correre.

⁹ Ferretti F. (2017), *L’allenamento fisico nel calcio. Concetti e principi metodologici.*, IV edizione, Recco (Genova), Edizioni Correre.

¹⁰ Ferretti F. (2017), *L’allenamento fisico nel calcio. Concetti e principi metodologici.*, IV edizione, Recco (Genova), Edizioni Correre.

¹¹ Ferretti F. (2017), *L’allenamento fisico nel calcio. Concetti e principi metodologici.*, IV edizione, Recco (Genova), Edizioni Correre.

uno o più stimoli allenanti o stress, per cui l'organismo, per non essere stressato nuovamente da un carico di pari entità, attiva un processo di supercompensazione per migliorare il livello prestativo di partenza. Di conseguenza il metabolismo e le varie strutture anatomiche sollecitate "superano", per breve tempo, lo stato iniziale migliorando le loro capacità prestative (**Figura 16**).

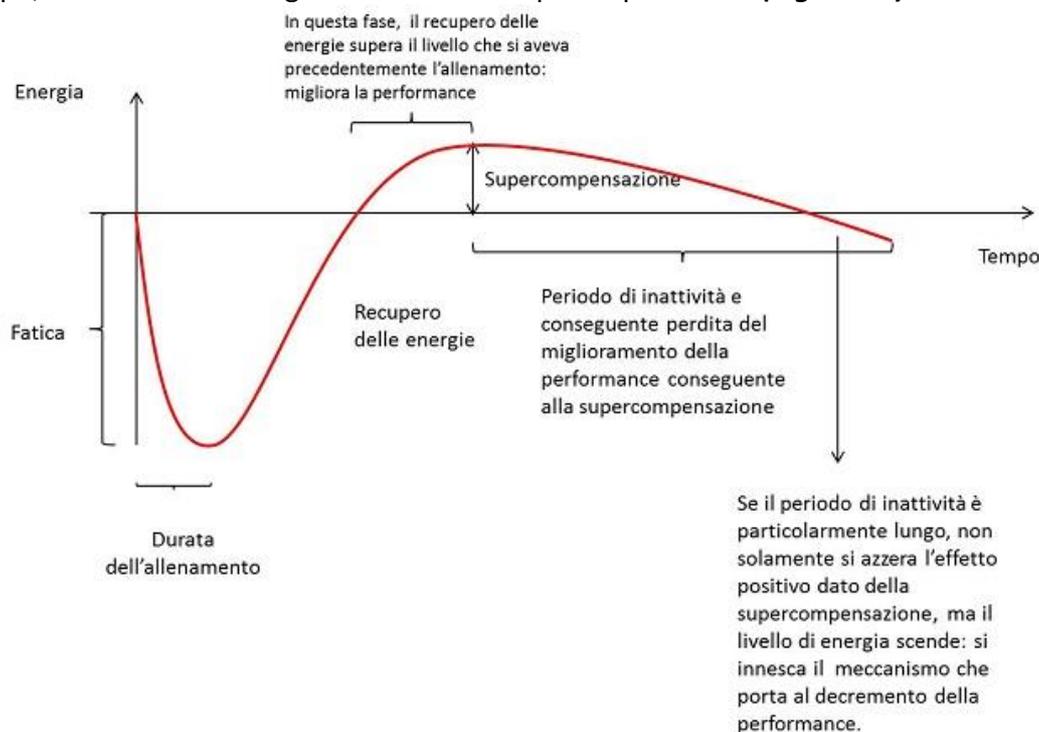


Figura 16. Schema della supercompensazione.

Con l'allenamento si tende, dunque, a instaurare il ciclo di adattamento-risposta ai carichi e allo stress attraverso adeguati stimoli (esercizi). Questi ultimi, di conseguenza, dovranno risultare qualitativamente e quantitativamente equilibrati, così da scatenare quei processi biologici di adattamento sempre più positivi ed elevati nel tempo. Per questa ragione, è fondamentale prestare particolare attenzione ai giusti periodi di recupero tra le varie sedute di allenamento poiché è proprio in questa fase che l'organismo ripristina le riserve energetiche e le possibilità funzionali "compromesse" dall'allenamento.

Quindi, per poter migliorare le capacità dell'atleta, è indispensabile predisporre l'allenamento successivo quando la supercompensazione è massima, dunque al culmine del periodo di esaltazione. Invece, se si prevedono allenamenti troppo distanti tra loro, gli effetti della supercompensazione tenderanno a ridursi tanto da risultare insignificanti nel tempo e, di conseguenza, non si trarrà nessun vantaggio dall'allenamento stesso. Al contrario, se gli allenamenti sono troppo vicini tra loro (soprattutto quando si tratta della stessa qualità fisica), tanto da non consentire un recupero completo, a lungo andare si avrà un decadimento delle capacità fisiche e quindi anche delle prestazioni sportive. Questa situazione, tipica dei periodi di grande carico come la preparazione precampionato, prende il nome di **supercompensazione negativa** o sindrome da sovrallenamento (overtraining syndrome) (**Figura 17**).

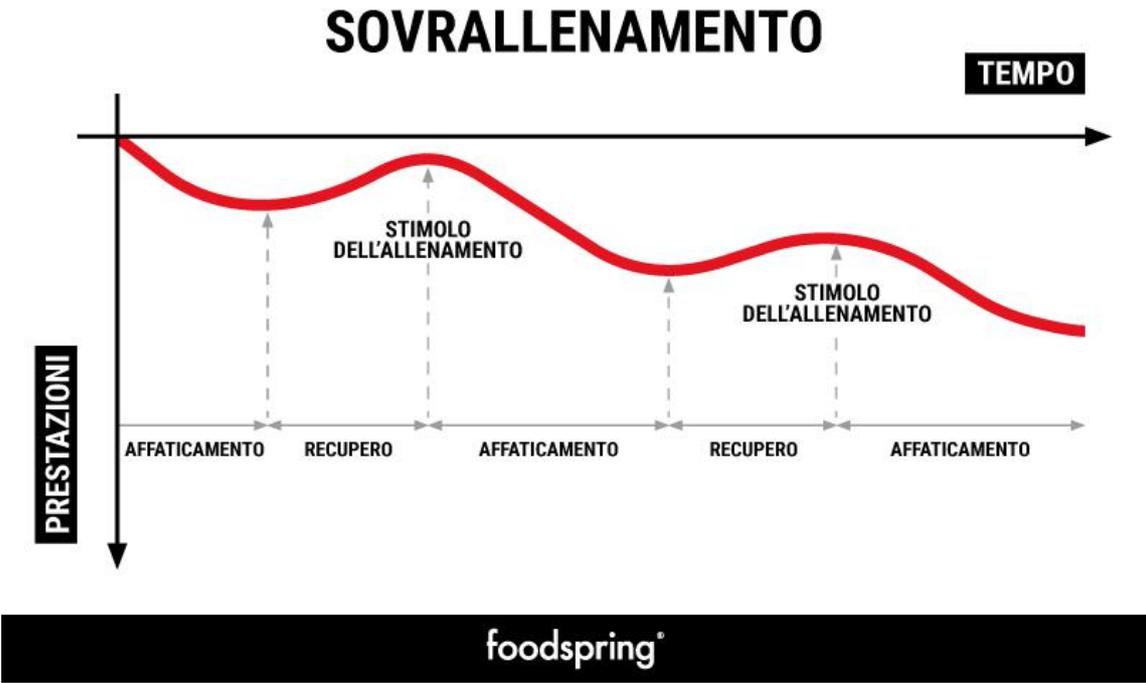


Figura 17. Schema della sindrome da sovrallenamento.

CAPITOLO II : IL CARICO DI LAVORO NEL CALCIO

Oltre a programmare con precisione la distanza temporale fra le varie fasi di lavoro (ossia gli allenamenti), è importante anche dosare adeguatamente il carico di allenamento.

“Il **carico di allenamento** può essere classicamente definito come la somma del lavoro richiesto all’atleta, ovvero l’insieme delle sollecitazioni funzionali provocate da quest’ultimo in un determinato periodo di tempo”¹².

Si suddivide in:

- **Carico esterno:** corrisponde alla quantificazione oggettiva dei mezzi utilizzati nell’allenamento (ad esempio chilometri percorsi, i chilogrammi sollevati, velocità di percorrenza, pendenza, tempo di recupero, ripetizioni di un determinato esercizio, numero di tiri in porta) È l’aspetto che ci permette di descrivere, valutare, controllare e modificare il carico attraverso le nozioni di quantità e intensità.
- **Carico interno:** è rappresentato dalla somma degli stress che subisce l’organismo sottoposto ad un carico esterno, di conseguenza risulta strettamente soggettivo. Prende in considerazione l’ampiezza delle reazioni interne dell’organismo del soggetto in funzione della tipologia di sforzo richiesto. Un esempio classico del carico interno è la variazione di Frequenza Cardiaca rispetto ad una stimolazione esterna.

Sono, quindi, necessari carichi individuali adeguati ad ottenere un miglioramento della prestazione. Inoltre, il carico deve tenere conto obbligatoriamente di cinque parametri:

- **Intensità:** rappresenta la grandezza-forza dello stimolo, se debole non è allenante. Un esempio sono le ripetute ad un ritmo troppo basso o carichi troppo deboli.
- **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.
- **Densità:** corrisponde al giusto rapporto tra fasi di impegno e di recupero. Un esempio sono le pause troppo lunghe fra le ripetute.
- **Volume:** si riferisce ad un adeguato numero e un’adeguata durata degli stimoli allenanti.
- **Frequenza:** equivale ad un giusto numero di allenamenti settimanali.

Per concludere, dunque, “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”¹³. La formula più utilizzata per quantificare matematicamente il carico di allenamento è:

$$\text{CARICO DI ALLENAMENTO} = \text{QUANTITÀ} \times \text{INTENSITÀ}$$

Il sistema più diffuso ed economico per stabilire se l’intensità del carico proposto corrisponde a quella voluta è la **scala di Borg**. Questo metodo, usufruibile da qualsiasi preparatore atletico in qualsiasi categoria e a qualsiasi livello, se applicato nel modo corretto, consente di valutare in modo soggettivo la percezione dello sforzo e, quindi, l’intensità del carico.

¹² Ferretti F. (2017), *L’allenamento fisico nel calcio. Concetti e principi metodologici.*, IV edizione, Recco (Genova), Edizioni Correre.

¹³ Ferretti F. (2017), *L’allenamento fisico nel calcio. Concetti e principi metodologici.*, IV edizione, Recco (Genova), Edizioni Correre.

“La scala di Borg consente di valutare la percezione soggettiva dello sforzo in relazione a un carico esterno proposto”¹⁴. Esistono due tipi di scala di Borg:

- **La RPE (ratings of perceived exertion)**, basata su 20 livelli (da 1 a 20), ma che di fatto parte dal livello 6 (nessuno sforzo) e arriva fino al livello 20 (massimo sforzo) (**Figura 18**).
- **La CR10 (category ratio anchored at number 10)** che si basa su 10 livelli.

La più utilizzata, che sarà quella che noi adesso analizzeremo in maniera molto sintetica, è la RPE. Borg mise, dunque, in relazione i numeri crescenti (da 6 a 20) con la frequenza cardiaca durante lo sforzo. Il livello 16 è molto importante perché corrisponde all'85% della frequenza cardiaca massima (FC max), ossia la stessa percentuale a cui, solitamente, corrisponde la soglia anaerobica. Il limite principale di questo sistema è che, se il calciatore non è il più oggettivo possibile e sopravvaluta o sottovaluta la “fatica” percepita (cosa che l'atleta non sempre è in grado di fare con precisione), il responso non sarà così preciso da consentirci di valutare se l'intensità del carico proposto coincide con quella desiderata.

Scala di Borg		% FC max	%VO2 max
6	Fatica nulla (seduto)	20%	30%
7	Estremamente leggero (movimento facile)	30%	
8	//	40%	
9	Molto leggero (camminata rilassata)	50%	
10	//	55%	30 – 49%
11	Leggero (riscaldamento blando)	60%	
12	//	65%	50 – 75%
13	Un po' pesante (intensità più impegnativa)	70%	
14	//	75%	75 – 84 %
15	Pesante (intensità impegnativa)	80%	
16	//	85%	
17	Molto pesante (intensità molto impegnativa)	90%	≥85%
18	//	95%	
19	Estremamente pesante (intensità molto alta, difficile da mantenere)	100%	
20	Massimo sforzo (intensità impossibile da mantenere)	ESAURIMENTO	

Figura 18. Scala di Borg RPE.

In realtà, in seguito allo studio pubblicato dalla rivista scientifica “International Journal of Sports Physiology and Performance” condotto da Arney B E et al. (2018), si evince come le due scale sopra citate, pur producendo numeri assoluti diversi, forniscano stime essenzialmente interscambiabili dell'intensità di allenamento percepita. In questo studio, in particolare, sono stati selezionati atleti di livello amatoriale, allenati in maniera sistematica ed appartenenti a diverse discipline sportive, ai quali

¹⁴ Ferretti F. (2017), *L'allenamento fisico nel calcio. Concetti e principi metodologici*, IV edizione, Recco (Genova), Edizioni Correre.

è stato comandato di eseguire 6 sessioni di interval training della durata di 30', ordinate in modo casuale, ad intensità basate sul picco di potenza (PPO) e progettate per essere facili (50% PPO), moderate (75% PPO) o difficili (85% PPO). Le valutazioni di sRPE sono state ottenute 30' dopo l'esercizio utilizzando il Borg RPE e il Borg CR10 e confrontate per le condizioni di esercizio corrispondenti. È stato ottenuto che la percentuale media di riserva della frequenza cardiaca è risultata ben correlata con la sRPE da entrambe le scale di Borg (CR10 con $r=.76$ e RPE con $r=.69$). Inoltre le valutazioni di sRPE di Borg CR10 e Borg RPE sono risultate fortemente correlate ($r=.90$) a parità di tempo.

Questi dati ci confermano quindi che entrambe le scale sono valide ed utilizzabili per monitorare lo sforzo percepito dall'atleta e che la differenza minima è trascurabile.

Un carico d'allenamento, dunque, va organizzato. I sei principi che regolano un carico di lavoro sono:

- **“Principio della progressività del carico:** allo scopo di migliorare la performance sportiva è necessario che il progredire del processo di allenamento sia indissolubilmente legato all'aumento del carico di allenamento proposto. Normalmente il carico di allenamento dovrebbe essere aumentato in modo graduale e progressivo.
- **Principio della continuità del carico:** solamente attraverso la continuità del processo di allenamento si può aspirare al miglioramento della capacità prestativa, sino al raggiungimento dei massimi limiti prestativi dell'atleta. Se questa continuità viene interrotta per qualsivoglia ragione, come un evento traumatico oppure a causa di impegni lavorativi o scolastici (ciò che spesso accade nelle società dilettantistiche), si assiste inevitabilmente a uno scadimento delle capacità acquisite.
- **Principio della periodizzazione del carico:** il carico di allenamento non può rimanere costante nel tempo. Occorrerà quindi prevedere un'organica alternanza tra periodi di carico e periodi di scarico, dettati sia dalle esigenze di calendario sia dalle condizioni atletiche del singolo giocatore e/o della squadra.
- **Principio della variazione del carico:** occorre sempre partire dal presupposto che, nel corso di un programma di allenamento, se si sollecitano i diversi tipi di meccanismi di ripristino energetico (anaerobico lattacido, anaerobico lattacido, aerobico), ognuno di essi si adatterà positivamente al carico di lavoro proposto (ossia, per usare un termine tecnico, supercompenserà) in tempi diversi. Attraverso il principio della variazione del carico è appunto possibile sollecitare funzionalmente un meccanismo energetico nel periodo durante il quale un altro meccanismo si trova in fase di supercompensazione.
- **Principio della successione razionale dei carichi:** è un principio che si applica all'interno della seduta di allenamento e che prevede il rispetto di una gerarchizzazione nella proposta dei carichi di lavoro, coerente con l'obiettivo della seduta stessa.
- **Principio dell'efficacia del carico:** per poter ottenere una risposta funzionale positiva, il carico di allenamento proposto deve necessariamente raggiungere una certa quantità e intensità. È altresì vero il contrario, ossia che, per evitare di incorrere nel fenomeno del sovrallenamento, il carico proposto non deve superare i limiti fisiologici soggettivi di assuefazione al carico stesso.”¹⁵

¹⁵ Ferretti F. (2017), *L'allenamento fisico nel calcio. Concetti e principi metodologici*, IV edizione, Recco (Genova), Edizioni Correre.

2.1 : IL CARICO ESTERNO

Come già accennato ad inizio capitolo, il carico esterno corrisponde alla quantificazione oggettiva dei mezzi utilizzati nell'allenamento ed è quell'aspetto che ci permette di descrivere, valutare, controllare e modificare il carico attraverso le nozioni di quantità e intensità.

Prima del 2007, anno in cui furono creati ed elaborati i primi sistemi GPS ad 1Hz, si è sempre fatto riferimento a "misurazioni" da campo semplici senza mai ricorrere all'uso della tecnologia. Di conseguenza l'allenamento non poteva essere misurato "tecnologicamente". La Match Analysis (**Figura 19**), fino ad allora, si occupava quasi esclusivamente di aspetti tecnico-tattici e, in volume minore, di misurare la distanza percorsa dai giocatori.

Uno dei primi personaggi ad analizzare in maniera sistematica il gioco del calcio è stato Walter Winterbottom, commissario tecnico della nazionale inglese e direttore della scuola allenatori dal 1946 al 1962. Egli possedeva una solida formazione teorico-sportiva in quanto insegnante di educazione fisica. Winterbottom studiò i calciatori professionisti durante alcune partite, tracciando i loro movimenti su una pianta in scala ridotta del campo di gioco. Attraverso questo sistema egli stimò che un calciatore copriva, in media, una distanza di 3.361 km a partita. Questo ci fa comprendere meglio come, da sempre, si sia tentato di controllare il carico esterno malgrado i mezzi a disposizione, a causa del mancato sviluppo tecnologico, non permettessero di approfondire le fasi di accelerazione, decelerazione, la distanza percorsa ad alta intensità, la potenza metabolica e altri parametri che tutt'ora sono indagati nella letteratura scientifica e nell'allenamento sportivo. Tuttavia, la storia recente ci permette di avere a disposizione una tecnologia molto evoluta e sempre in via di miglioramento con sistemi di Match Analysis, definita Performance Analysis (**Figura 20**) quando si occupa di preparazione atletica (quindi di misurazione di parametri fisici) e sistemi per quantificare e valutare il carico esterno attraverso strumentazioni comunemente utilizzate negli sport di squadra e, dunque, nel calcio sempre più dettagliati e precisi.

Queste strumentazioni si avvalgono:

- **Della tecnologia video a più telecamere semiautomatiche (VID)**
- **Del sistema di posizionamento locale basato su radar (LPS)**
- **Del sistema di posizionamento globale (GPS)**

Alcuni autori, in merito a queste strumentazioni, hanno effettuato uno studio per valutare l'accuratezza della loro misurazione.

"Lo studio è stato svolto su giovani calciatori Under 19 (appartenenti a una società che milita nel massimo campionato tedesco), che hanno eseguito esercitazioni specifiche frequentemente utilizzate nel calcio quali: sprint con frenata, sprint con cambio di direzione e/o di senso, esercitazioni di SSG. Dallo studio è emerso che la validità dei dati di tracciamento spazio-temporale differiva in maniera significativa ($p \leq 0.001$) tra tutte le strumentazioni utilizzate. In particolare, LPS ha mostrato una maggiore validità per misurare la posizione di un atleta (23 ± 7 cm) rispetto a VID (56 ± 16 cm) e al GPS (96 ± 49 cm). Considerando gli errori di misure di velocità istantanee, il GPS ($0,28 \pm 0,07$ m/s⁻¹) e LPS ($0,25 \pm 0,06$ m/s⁻¹) hanno ottenuto valori di errore significativamente più bassi rispetto al VID ($0,41 \pm 0,08$ m/s⁻¹). Per i valori di accelerazione istantanea sono emerse le seguenti differenze di accuratezza (GPS: $0,67 \pm 0,21$ m/s⁻², LPS: $0,68 \pm 0,14$ m/s⁻², VID: $0,91 \pm 0,19$ m/s⁻²). Durante gli SSG, le deviazioni più basse dalle misure di riferimento sono state trovate nella categoria di distanza totale, con errori che vanno dal 2,2% (GPS) al 2,7% (VID) e al 4,0% (LPS). Tutte le tecnologie avevano in comune che la grandezza dell'errore incrementava all'aumentare della velocità dell'oggetto di tracciamento. Soprattutto negli indicatori di performance che potrebbero avere un forte impatto sulla valutazione e la selezione delle esercitazioni pratiche, quali la distanza percorsa ad alta velocità, gli Autori hanno notato minor

accuratezza nella rilevazione con tecnologia video e radar rispetto a quella con GPS. In conclusione, gli Autori riportano che i risultati emersi nello studio hanno rivelato differenze significative tra i sistemi nella validità della rilevazione dei dati di tracciamento, il che implica che qualsiasi confronto dei risultati che sceglie di avvalersi di tecnologie di tracciamento differenti, dovrebbe essere condotto con molta cautela (Linke et al., 2018).¹⁶

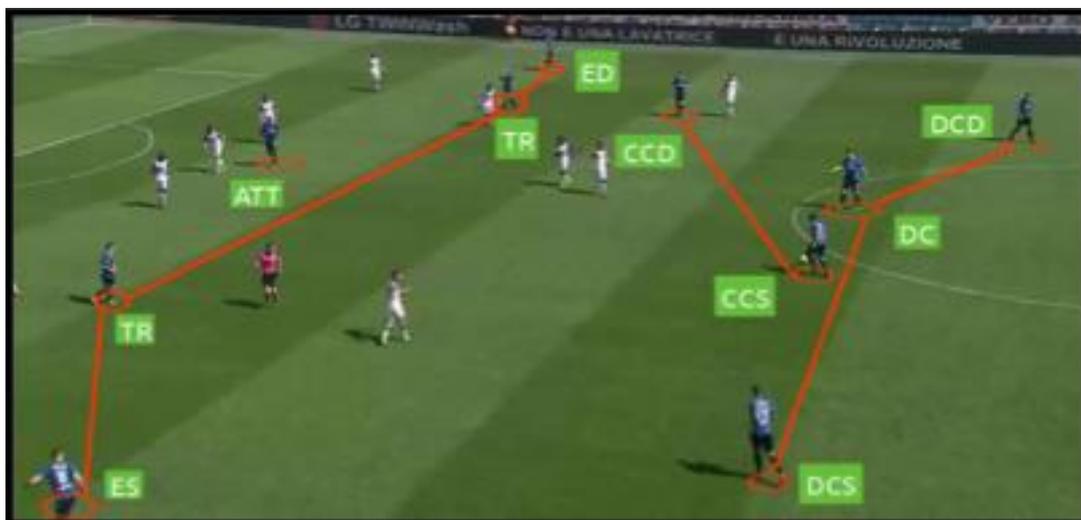


Figura 19. Esempio di Match Analysis.



Figura 20. Esempio di Performance Analysis.

Prima di analizzare queste strumentazioni vorrei soffermarmi sulla definizione di SSG.

“Gli Small-Sided Games (SSG) sono esercitazioni tecniche presentate sotto forma di partite opportunamente modificate dagli allenatori e/o preparatori atletici in base al contesto di allenamento specifico dello sport praticato. Queste variazioni vengono effettuate per semplificare e preservare le caratteristiche specifiche degli sport di squadra. Gli SSG derivano, originariamente, dalle partite che si svolgevano per strada, dove i bambini, spontaneamente, adattavano la tipologia delle partite, riducendo le dimensioni del campo, il numero dei giocatori impegnati e cambiando, di solito, anche le regole di gioco. Al giorno d’oggi, c’è un riconoscimento globale dei molteplici benefici che possono

¹⁶ Sannicandro I., Cofano G. (2019), *Small-Sided Games 2. Programmazione – Metodologia – Esercitazioni.*, Recco (Genova), Edizioni Correre.

produrre gli SSG in quanto queste esercitazioni, eseguite sotto forma di partite limitando gli spazi di gioco, il numero dei calciatori e le regole di gioco, sono diventate molto diffuse nei programmi di allenamento, perché permettono di ottenere contemporaneamente miglioramenti della condizione fisica e degli aspetti tecnico-tattici per calciatori adulti e giovani di qualunque livello di esperienza e abilità, ottimizzando i tempi di allenamento. Gli SSG, inoltre, si adattano per soddisfare le specifiche esigenze dello sport di squadra praticato, migliorare la variabilità dei contesti di apprendimento e garantire un ottimale livello di imprevedibilità per perseguire uno sviluppo del processo decisionale di tipo creativo. Per di più, gli SSG, rispondendo al principio di specificità, sono strettamente correlati alle alte motivazioni e al livello di impegno dei giocatori. Proprio per la rapida diffusione e per il crescente utilizzo di tale tipologia di esercitazione in ambito calcistico, nell'ultimo decennio la ricerca scientifica nei riguardi degli SSG è aumentata sensibilmente. La letteratura suggerisce che, rispetto alle tradizionali partite 11vs11, l'utilizzo degli SSG, permette di ottenere valori simili o addirittura superiori in relazione alla frequenza cardiaca (FC), alla concentrazione di lattato ematico (LA), nonché alla distanza percorsa. Dunque, per questi motivi, gli SSG sono molto funzionali per prepararsi alle partite 11vs11, sia per i risvolti fisiologici che tecnico-tattici. La letteratura, altresì, mette in risalto che la frequenza cardiaca, la concentrazione di lattato ematico e la percezione dello sforzo (RPE) sono influenzati dalle diverse varianti che possono essere introdotte nell'organizzazione e presentazione dei diversi formati e tipologie di SSG. Nell'ambito delle possibilità di intervento sulla struttura degli SSG da parte dell'allenatore e del preparatore atletico, alcuni elementi possono essere opportunamente modificati per ridurre o incrementare il carico assegnato; basti pensare che le dimensioni del campo da gioco, l'utilizzo o meno dei portieri, l'introduzione di regole differenti e caratterizzanti la singola esercitazione, così come il numero di calciatori partecipanti, la parità o disparità di questi ultimi, la modalità esecutiva o la sollecitazione da parte dello staff tecnico durante lo svolgimento costituiscono solo alcune delle possibilità a disposizione di chi programma. Per comprendere quali possono rappresentare le variabili che condizionano il carico assegnato ai singoli calciatori e come tali effetti si verificano sul campo, si deve far riferimento agli elementi appena esposti. Le diverse dimensioni del campo, per esempio, sono la prima variabile che permette di condizionare e modificare le risposte fisiologiche, in primis la frequenza cardiaca. Durante la seduta di allenamento, l'utilizzo di un campo di piccole, medie o grandi dimensioni, infatti, costituisce la variabile più facilmente modificabile. Per quanto riguarda l'utilizzo di un diverso numero di calciatori utilizzati, dalla letteratura scientifica emerge che i formati con ridotto numero di calciatori risultano, soprattutto per l'analisi delle risposte cardiache, più intensi rispetto agli SSG con un numero maggiore di calciatori impegnati. Invece, in merito all'analisi dell'intensità prodotta dall'utilizzo di regole diverse (ad es. numero di tocchi), della presenza del portiere e dell'incoraggiamento dello staff tecnico, la letteratura suggerisce alcuni orientamenti molto chiari.¹⁷ Infatti, senza portieri, con un numero di tocchi limitati e l'incoraggiamento dell'allenatore è stato dimostrato che l'intensità cresce notevolmente. Al contrario, con l'utilizzo dei portieri, un numero di tocchi illimitati e senza incoraggiamento da parte dello staff l'intensità decresce.

Detto questo, torniamo alle strumentazioni per il monitoraggio del carico esterno.

La tecnologia video a più telecamere semiautomatiche (Video Image Detection o VID) è una tecnologia che consente il rilevamento di oggetti o persone attraverso l'analisi di immagini video. Si tratta di una nuova metodologia di rilevamento nata dalla convergenza dei progressi della tecnologia informatica, dei dispositivi di imaging video, delle reti digitali e del software specializzato. L'idea alla base della tecnologia VID è quella di imitare l'osservazione umana di oggetti o spazi e persone attraverso l'intelligenza artificiale, creando un dispositivo che svolga la stessa funzione dell'occhio e del cervello umano. I sistemi VID sono in grado di rilevare la presenza di oggetti e persone a distanze elevate,

¹⁷ Sannicandro I., Cofano G. (2017), *Small-Sided Games. Evidenze scientifiche – Esercitazioni pratiche.*, Recco (Genova), Edizioni Correre.

coprendo aree più ampie e con tempi di rilevamento più rapidi. A differenza dei sistemi di rilevamento tradizionali, il VID utilizza solo le immagini video nel processo di identificazione applicando algoritmi che agiscono come motori decisionali, imitando il processo del cervello umano. I sistemi VID sono sempre costituiti da tre funzioni distinte : acquisizioni di immagini video (dalle telecamere), elaborazione (da parte di un software VID specializzato) e notifica all'utente. Dalla pubblicazione scientifica citata in precedenza possiamo notare come per misurare la posizione di un atleta il VID ha un'affidabilità maggiore del GPS ma minore dell'LPS, mentre sulla distanza totale ha una percentuale di errore minore dell'LPS ma leggermente maggiore rispetto al GPS. Non è molto affidabile invece, in confronto agli altri due sistemi, nella misurazione della velocità istantanea e dell'accelerazione istantanea.

Il sistema di posizionamento locale basato su radar (Local Positioning System o LPS) è una tecnologia utilizzata per ottenere informazioni sulla posizione o sulla localizzazione di oggetti o persone in relazione ad un campo o ad un'area totale. È simile ad un GPS ma funziona solo a livello locale e fornisce solo la posizione di oggetti o persone in una determinata zona. La differenza rispetto al GPS è che, invece di utilizzare satelliti, l'LPS funziona utilizzando tre o più radiofari di segnalazione a corto raggio, ciascuno con una posizione esatta nota per posizionare oggetti o persone attraverso tecnologie di segnalazione diretta in linea di vista. Il sistema di posizionamento locale basato su radar non fornisce una copertura globale ed è solitamente utilizzato per scopi altamente specifici che richiedono una precisione estrema, la quale non può essere fornita dalle posizioni approssimative fornite dal GPS. L'LPS viene spesso utilizzato anche per estendere la portata del GPS e fornire informazioni di posizionamento in aree in cui i segnali GPS non possono penetrare o per migliorare la precisione del servizio di localizzazione del GPS. Infatti, come dimostrato dalla letteratura scientifica nell'articolo analizzato in precedenza, per misurare la posizione di un atleta l'LPS ha mostrato una validità maggiore rispetto a GPS e VID. Addirittura, anche nella misurazione della velocità istantanea, l'LPS ha evidenziato valori di errore significativamente minori rispetto al VID e leggermente minori anche rispetto al GPS.

Il sistema di posizionamento globale (Global Positioning System o 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 ad un orario. La localizzazione avviene attraverso segnali radio inviati da ciascun satellite ed elaborati dal ricevitore che analizza e rielabora 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 tre dei ventisette satelliti. Questi emettono in maniera continua segnali codificati e, in queste condizioni, un'unità di ricezione è in grado di calcolare e registrare informazioni che si riferiscono a posizione, tempo e velocità di spostamento del soggetto. L'accuratezza di questa strumentazione è aumentata considerevolmente tanto da registrare medie di errori per la distanza nell'ordine di pochi metri.

La posizione si ottiene definendo un sistema di coordinate ed è un'approssimazione di quella reale. Non è statica, quindi se si muove il GPS cambiano gli errori nel tempo. Con solo 4 satelliti in vista non si hanno buone prestazioni mentre con più di 4 satelliti (3D mode) la precisione aumenta notevolmente. Di conseguenza la geometria dei satelliti influenza la precisione. In tutto ciò l'indicatore utilizzato è il Position Dilution of Precision (PDOP), il quale permette di valutare il grado di precisione della misura. Dopodiché, all'interno del ricevitore un algoritmo sceglie quali sono i migliori satelliti tra quelli disponibili. 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 dei GPS in commercio è molto alta, ad esempio, secondo uno studio scientifico condotto da Schulze E et al. (2021) e pubblicato dal "Journal of Sports Science and Medicine", l'errore per la distanza totale percorsa di un GPS a basso costo di nuova concezione oscilla tra il 3% e il 5%.

La prima volta che la tecnologia GPS è stata utilizzata in ambito sportivo risale al 1997 e da allora è sempre più impiegata nell'ambito degli sport di squadra outdoor, di conseguenza anche nel calcio. Il GPS si affianca bene alla Performance Analysis per valutare, sul piano fisico-atletico, le sedute di allenamento settimanali e le gare ufficiali.

Tuttavia, ci sono alcune limitazioni associate con questa tecnologia, tra cui la ridotta affidabilità con la diminuzione del numero di satelliti disponibili e l'incapacità di campionamento dei dati al chiuso.

Inoltre, sono da tenere bene in considerazione due fattori importanti: il costo, poiché alcune marche di questi dispositivi hanno costi molto elevati (si parte da una base di 150-200€ per i dispositivi più economici con software incluso fino ad arrivare anche a 2000€ a dispositivo per i sistemi live più complessi) e la necessità di possedere personale qualificato nella raccolta dei dati con tale metodica.

Ad ogni modo, nonostante tali limitazioni, l'informazione ottenuta da questi dispositivi è utilissima per allenatori e preparatori poiché, in questo modo, si può tenere sotto controllo lo stato fisico della squadra e pianificare efficaci e specifici programmi di allenamento.

Ovviamente tra i GPS incorporati nei cellulari e quelli utilizzati nel calcio ci sono alcune sostanziali differenze. Quella principale consiste nel fatto che, con il cellulare, potremmo calcolare solo distanza percorsa, velocità media e velocità massima. Per quanto riguarda accelerazione e potenza metabolica è necessario utilizzare un GPS specifico per il calcio. Pertanto, essendo questi ultimi due componenti fondamentali della performance, non avrebbe molto senso monitorare i calciatori con il GPS del cellulare.

Nel mondo del calcio, nel corso degli anni, diverse aziende hanno sviluppato il loro device GPS, migliorando progressivamente la qualità delle antenne utilizzate, del microchip, del software e degli algoritmi di calcolo. Se ci si appropria per la prima volta alla scelta di un GPS, bisogna considerare alcuni fattori : casa produttrice e sviluppo, costo del dispositivo, software di analisi, frequenza di campionamento, sistema di validazione.

Le aziende che sviluppano GPS, come detto in precedenza, sono numerose e tutte in competizione tra loro per sviluppare il miglior device e affermarsi sul mercato. In funzione dei livelli, ogni azienda fornisce un GPS (versione basic o low cost) e un GPS più costoso, con un software di analisi più completo e, in alcuni casi, con la versione di monitoraggio real time.

Dunque, il dispositivo non deve essere valutato solamente per il gusto estetico (colore, dimensione e peso ad esempio), ma deve essere selezionato per la sua facilità di utilizzo, la sua velocità di scarico dei dati e sull'affidabilità e riproducibilità del dato.

In commercio sono disponibili molti dispositivi veloci e intuitivi, alcuni sono molto più utili per un cliente che vuole divertirsi e condividere le proprie prestazioni a livello amatoriale, altri (quelli che interessano agli addetti ai lavori) sono strumenti molto più precisi e dettagliati che servono per monitorare il calciatore sia a livello giovanile che di prima squadra. I GPS sono tutti molto simili tra loro ma differiscono per tipologia di informazioni raccolte (per esempio un GPS per portieri esprimerà dei parametri che al calciatore di movimento non servono, un GPS per un giocatore di Hockey sul prato fornirà informazioni differenti rispetto a quello utilizzerà nel rugby dove contano più gli impatti e i contatti nella quantificazione del carico esterno, ecc...).

Ad esempio, in ambito calcistico, molto interessante è la validazione dei GPS K-25 (**Figura 21**), modello low cost prodotto da K-Sport e commercializzato insieme al software K-Fitness, il quale ha dimostrato un'ottima affidabilità, è stato utilizzato per numerose ricerche scientifiche su riviste nazionali e internazionali e da alcuni club di Serie A e B. L'azienda inoltre ha un modello, il K-50, che in giro per il mondo viene usato sotto il marchio STATS e fornisce alcuni dei maggiori club della UEFA Champions League.

In Italia, inoltre, altre case produttrici hanno sviluppato dei *device* un po' più costosi sempre nelle versioni basic o lite che permettono l'acquisizione, anch'essi, di molti dati, ma hanno un software di analisi molto più bello esteticamente, con numerose funzionalità di database e un sistema di cloud online dove poter reperire tutti i dati in tempo reale. Queste aziende, inoltre, hanno collegato al

software una Web App per avere la possibilità di controllare i dati della seduta di allenamento dal proprio smartphone in tempo reale, di creare e inviare i report e visualizzare i parametri del carico mensile. Ovviamente, se l'investimento sarà fatto interamente da una singola persona, il budget per l'acquisto sarà inferiore rispetto a quello che potrebbe essere messo a disposizione dalla società in cui lavoriamo.

Nella scelta di un GPS è fondamentale considerare: la qualità del GPS, la qualità del suo segnale (affidabilità e validità), il tempo che impiega a scaricare ed analizzare i dati (si è passati da 2 ore per 5 GPS a 5 minuti) e il software di analisi che permetterà di avere a disposizione le statistiche in tempo reale e creare report chiari, personalizzabili e veloci.

Questi 4 aspetti non vanno assolutamente trascurati. Nel caso in cui si lavorasse con i dilettanti e, di conseguenza, si avesse a disposizione un budget considerevolmente ridotto, il consiglio sarebbe di iniziare ad acquistare le versioni low cost che, però, possiedano un software di analisi veloce per guadagnare tempo nell'analisi dei dati. Per imparare ad analizzare autonomamente i dati e creare report sarebbe consigliato seguire alcuni corsi (ci sono diverse società che offrono corsi online di buona qualità a prezzi accessibili) e appoggiarsi a programmi quali Excel e Microsoft Power BI, semplici, ma molto professionali.

L'obiettivo del GPS, come già detto in precedenza, è la valutazione del carico esterno, in quanto fornisce parametri altrimenti difficili da valutare in esercitazioni calcistiche nelle quali gli spostamenti dei giocatori risultano imprevedibili e funzionali al ruolo. L'utilizzo della tecnologia GPS è dunque indispensabile per il monitoraggio delle esercitazioni tipiche del gioco del calcio e questo ha reso possibile l'utilizzo di esercitazioni tecnico-tattiche come mezzo per raggiungere gli obiettivi organico-muscolari. Di conseguenza assume un'importanza rilevante il rapporto tra allenatore e preparatore atletico che deve essere di stretta collaborazione e fiducia reciproca. Il tecnico, infatti, si occupa di proporre l'esercitazione con gli obiettivi tecnico-tattici, mentre il preparatore programma il carico di lavoro attraverso la modulazione di serie, ripetizioni, recuperi attivi e passivi, distanza totale, distanza delle fasi intense, numero e angoli dei cambi di direzione, numero di accelerazioni e decelerazioni, ecc. Inoltre, è possibile inserire numerose varianti tecniche e biomeccaniche al fine di modulare l'intensità delle proposte.

Nel calcio il GPS fornisce numerosi dati utili soprattutto per quanto concerne i lavori con palla, il cui carico esterno sarebbe altrimenti difficile da individuare e registrare per via delle numerose variabili e alla natura intermittente e imprevedibile del gioco stesso. Essendo numerose le attività che il giocatore compie in una determinata esercitazione tecnico-tattica, come evidenziato dal modello prestativo fornito dalla video analisi, il GPS fornisce una serie di parametri che possono essere raggruppati in: posizione in campo, velocità, accelerazione, distanza percorsa e potenza metabolica.

Il GPS può essere indossato tramite una pettorina GPS posizionata tra le scapole del calciatore. È consigliato scegliere una pettorina aderente al corpo dell'atleta comoda da indossare e che limiti al minimo il movimento del dispositivo all'interno del suo taschino. La pettorina GPS deve essere elastica, deve permettergli di respirare senza creargli difficoltà e non deve dare fastidio all'atleta durante la prestazione.

Dunque, i principali obiettivi per cui risulta utile utilizzare il GPS nel calcio sono:

- **studiare il modello di prestazione** (attraverso il monitoraggio della gara, il GPS fornisce i valori medi di riferimento, ovvero tutto ciò che il giocatore effettua durante la gara e nel suo specifico ruolo)
- **controllare l'allenamento** (l'allenamento fisico nel calcio prevede componenti a secco, con palla e integrate. Il GPS consente di controllare il carico della seduta di allenamento, del microciclo e del mesociclo. Soprattutto per i lavori con palla fornisce indicazioni sul carico esterno e consente di controllare se gli obiettivi prefissati sono stati raggiunti, se determinate esercitazioni hanno

un carico fisico sufficiente e qual è il loro obiettivo. Monitora i giocatori sia longitudinalmente che trasversalmente e valuta i movimenti dei giocatori)

- **conoscere il carico esterno dell'allenamento e delle esercitazioni** (il carico esterno della seduta viene ricavato dalla media delle esercitazioni con palla e a secco presenti all'interno della seduta stessa)
- **valutare le esercitazioni tecnico-tattiche** (le esercitazioni vengono analizzate attraverso le medie e categorizzate in base alla tipologia. È possibile quindi avere un quadro del carico delle esercitazioni in base alla tipologia e alle regole che determinano e modulano il carico ed è possibile verificare se un'esercitazione proposta ha una prevalenza di stimolo metabolico o neuromuscolare. Ad esempio, in generale, campi di dimensioni ridotte forniscono un'intensità ed uno stimolo neuromuscolare maggiore rispetto a campi di dimensioni maggiori che stimolano maggiormente le componenti metaboliche. In campi ridotti infatti sono presenti numerose accelerazioni, decelerazioni e cambi di direzione, mentre in campi di maggiori dimensioni si raggiungono velocità più elevate, di conseguenza l'impegno metabolico aumenta sensibilmente. Un'altra analisi interessante riguarda le differenze di carico in base al ruolo ricoperto in campo nelle varie esercitazioni, soprattutto quando parliamo di lavori tattici o di giochi di posizione. Monitorare questa tipologia di esercitazioni consente al preparatore di poter integrare con dei lavori a secco qualora non venga raggiunto l'obiettivo prefissato o il giocatore non si sia impegnato a sufficienza)
- **valutare le esercitazioni senza palla** (con il GPS è possibile monitorare anche le esercitazioni a secco come i lavori intermittenti, determinati lavori di RSA o *Repeated Sprint Ability* e, infine, circuiti metabolici. In questo modo è possibile programmare le esercitazioni in base alla progressività del carico e ad un maggiore o minore carico neuromuscolare)
- **valutare gli Small-Sided Games** (gli Small-Sided Games stimolano in particolar modo, oltre alle componenti tecnico-tattiche, le componenti fisiche specifiche e il GPS ha la funzione, in questo caso, di fornire i carichi e gli obiettivi di tali esercitazioni).

Per quanta riguarda la frequenza di campionamento, si è passati dai primi sistemi di GPS a 1Hz, che facevano fatica a quantificare il lavoro svolto sul campo, a quelli attuali che hanno aumentato la frequenza di campionamento a 50Hz permettendo dunque ai preparatori di effettuare una valutazione più precisa e dettagliata del singolo e/o della squadra in relazione al carico esterno al quale l'atleta stesso è sottoposto.

Come già affermato in precedenza, l'impiego in allenamento ed in partita dei GPS permette di non affidarsi a valutazioni empiriche ma di valutare il reale impegno fisico, metabolico e neuromuscolare del calciatore.

In conclusione, questo sistema presenta anche dei limiti, come per esempio: non possiamo conoscere se il calciatore fosse in possesso o in non possesso della palla o se stesse eseguendo corse diverse, le rilevazioni all'interno di uno stadio possono risultare molto difficoltose a causa della compresenza di moltissimi dispositivi che possono finire per ridurre la visibilità delle unità dei satelliti e creare delle interferenze nella registrazione dei dati, l'incapacità di campionamento in un ambiente chiuso o disturbato da palazzi o addirittura dalla presenza di campi magnetici elevati. Il segnale rimbalza quindi in modo impreciso causando delle letture errate. Anche in caso di stadio dotato di spalti molto alti il problema appena descritto potrebbe ripresentarsi.

Ragion per cui, per consentire una ricezione ottimale del segnale, il ricevitore deve trovarsi in uno spazio aperto.

La possibilità di utilizzare tecnologie che quantifichino gli spostamenti degli atleti durante le gare ufficiali è stata concessa dalla FIFA a partire dall'8 luglio 2015.



Figura 21. Modello GPS K-25 Sport.

2.2 : IL CARICO INTERNO

Come affermato in precedenza, la quantificazione del carico interno, rappresentato dalla somma degli stress che subisce l'organismo sottoposto ad un carico esterno, è strettamente soggettivo. Di conseguenza diventa necessario analizzarlo concretamente e con corrette procedure, che abbiano una validità scientifica e che siano rapidamente applicabili. Infatti è fondamentale analizzare sia la condizione pre-allenamento dei nostri atleti mediante scale di valutazione soggettive (scala TQR, scala TReS, scala di Hooper, scala VAS) oppure tramite l'utilizzo di strumenti tecnologici come i sistemi di misurazione della HRV (Heart Rate Variability), sia la condizione post-allenamento tramite l'utilizzo della scala dello sforzo percepito (scala di Borg RPE o CR10) e seguente calcolo della SRPE (durata dell'allenamento moltiplicato per lo sforzo percepito per ottenere le unità arbitrarie corrispondenti) o ancora tramite cardiofrequenzimetro con fascia di memoria (metodo Edwards, metodo TRIMP di Banister) possiamo analizzare, in unità arbitrarie, il carico cardiaco nelle zone di frequenza cardiaca. Infine, altri metodi sono il metodo Lucia e i prelievi di lattato ematico. Dunque, oggi abbiamo a disposizione differenti modalità e diverse possibilità di misurazione del carico interno, la scelta dell'una o dell'altra dipende sostanzialmente dalla disponibilità economica che abbiamo.

Due parole chiave sono programmazione e gestione, dalle quali posso partire per dare il giusto carico di lavoro ai miei atleti. È importante guardare prima gli atleti e la fisiologia e successivamente capire come agire cercando di rendere le cose fruibili, applicabili e scientificamente valide. Il preparatore atletico deve quindi dare il giusto carico di lavoro a chi allena secondo la sua condizione fisica attuale. Sostanzialmente l'obiettivo non è rendere spettacolare l'allenamento ma adattarlo alle esigenze dei propri atleti e alla loro condizione fisica del momento, rendendolo efficace.

Ma analizziamo in maniera più approfondita questi sistemi di misurazione del carico interno:

- **Scala di Recupero TQR (Total Quality of Recovery)**. La TQR Scale o Scala di Recupero si basa su venti livelli, da 6 a 20, e consente di identificare la percezione della qualità del 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. Generalmente nei giocatori che hanno disputato tutta la partita, i recuperi post gara sono intorno al livello 11-13 (tra scarso e ragionevole). Questo parametro ci deve far pensare

immediatamente che l'atleta non ha recuperato pienamente. È importante che il soggetto indichi il suo recupero al mattino, appena sveglio, così da consentire al preparatore e al tecnico di somministrargli adeguatamente l'allenamento. Tale metodo è di facile utilizzo e accessibile a tutti. In uno studio scientifico condotto da Howle K et al. (2019), si è voluto analizzare le risposte dei giocatori 48 ore dopo una settimana di partite singole (SM) e multiple (MM) su due misure soggettive (questionario di benessere soggettivo a 5 item e scala TQR) e tre oggettive (test di compressione dell'adduzione dell'anca, test KTW della caviglia e test di flessibilità dell'estensione attiva del ginocchio AKE) per dedurre lo stato di recupero. L'esito di queste misure dopo 48 ore dalla partita sono state confrontate per le settimane SM ed MM in cui i giocatori hanno completato >75 minuti di partita singola (SM) o doppia, con un recupero <96 ore (MM). Il carico interno della partita è stato raccolto dopo ogni match in base alla valutazione della sessione di sforzo percepito (sRPE) moltiplicata per la durata della partita. I risultati hanno indicato che il benessere soggettivo (in particolare la fatica, il sonno e l'indolenzimento), il TQR e il test di compressione dell'adduzione dell'anca erano tutti significativamente ridotti dopo la partita 1 a 48 ore di distanza sia per SM che per MM ($p < 0.05$) e ulteriormente ridotti dopo la partita 2 MM ($p < 0.05$). Inoltre nessun'altra misura per dedurre il recupero ha mostrato differenze significative ($p > 0.05$) all'interno o tra le condizioni. In conclusione dunque il benessere soggettivo, il TQR e la forza di adduzione dell'anca hanno mostrato una riduzione 48 ore dopo la partita per i giocatori che hanno partecipato a più partite con un recupero <96 ore. Pertanto la scala TQR si è dimostrata molto utile ed affidabile per consentire ai professionisti di valutare la prontezza a competere durante i periodi della stagione densi di partite.

- **Scala TReS.** La scala TReS è stata creata per valutare la condizione dei giocatori pre-allenamento e si suddivide in GQR (Global Quality of Recovery) e TIA (Training Intensity Accountability). Il giocatore quindi deve rispondere indicando inizialmente il livello di ripresa globale (GQR) e successivamente la disponibilità all'allenamento (TIA). In seguito a questo feedback il preparatore atletico stabilisce l'intensità di esercizio che l'atleta può sostenere (carico di allenamento individualizzato). Tuttavia è possibile che il livello non corrisponda, per esempio GQR = 4 e TIA = 7. In questo caso è importante rispettare sempre il livello GQR, perché corrisponde alla reale situazione della condizione del giocatore. Tale scala ha una correlazione molto alta con la HRV (che vedremo più avanti).
- **Scala di Hooper.** La scala di Hooper valuta in maniera soggettiva qualità del sonno, stanchezza, stress e dolore muscolare. Si basa su 7 livelli, da 1 a 7.
- **Scala VAS (Visual Analogue Scale).** La scala VAS valuta in maniera soggettiva i dolori muscolari che si manifestano nelle ultime 12 ore e si basa su 6 livelli, da 0 a 6. A tal proposito, la letteratura scientifica ci offre uno studio condotto da Zaworski K et al. (2021) riguardante il dolore lombare di cui soffrono le calciatrici a causa del notevole carico associato alle sessioni di allenamento e alle partite. L'intensità del dolore è stata misurata utilizzando la scala VAS e il questionario di Laitinen. Come risultato abbiamo che il livello di dolore misurato mediante la scala VAS ha una correlazione statisticamente significativa con il punteggio dell'indice di asimmetria nel test di equilibrio ad occhi chiusi ($r=0.567$, $p=0.049$) e nella fase di atterraggio del CMJ o salto in contromovimento ($r=0.641$, $p=0.033$). Dunque la scala VAS, nonostante valuti in maniera soggettiva i dolori muscolari, ha mostrato una validità e affidabilità molto alta nel calcolare quest'aspetto nelle atlete in questione.
- **HRV (Heart Rate Variability).** Gli studi sulla HRV sono molti e ancora tutt'oggi ci sono informazioni differenti e alcune poco chiare. Molti sono i sistemi per misurarla: cardiofrequenzimetri, mini-cardio con software dedicato, specifiche app su cellulare e per i-phone. Il principio nasce dall'analisi dell'attivazione del sistema nervoso simpatico e parasimpatico e da come esso agisce sulla condizione fisica del soggetto pre-allenamento, quindi serve per capire se il nostro atleta ha recuperato o meno dall'allenamento o dalla gara

precedente. Lo strumento, dunque, ha lo scopo di informarci riguardo la condizione reale di recupero e di bilanciamento dei sistemi simpatico e parasimpatico con un'analisi di 5' della FC a riposo (da eseguire preferibilmente al mattino appena svegli), pertanto calcola la condizione atletica del giocatore prima di iniziare l'attività fisica per permetterci di capire quale carico possiamo somministrargli (basso, di recupero, a media o alta intensità).

- **Scala di Borg.** Questa scala l'abbiamo già esaminata in linee generali quando abbiamo parlato di carico di lavoro. Adesso la analizzeremo in maniera dettagliata. Tale scala era nata inizialmente per valutare le condizioni fisiche dei pazienti cardiopatici ed identificare l'intensità del dolore da essi percepito a seguito del problema cardiovascolare, così da permettere ai medici di intervenire adeguatamente e trattare il paziente nella maniera corretta. In seguito, il Dott. Borg la inserì in ambito sportivo per identificare l'intensità del carico di lavoro proposto attraverso lo sforzo percepito dal soggetto. La familiarizzazione dei soggetti con la scala di Borg è molto semplice, basta infatti chiedere con precisione l'entità dello sforzo percepito nella seduta o nella gara all'atleta, facendogli indicare il numero su un foglio (il soggetto deve essere rigorosamente da solo e non comunicare il numero a voce alta) per fare in modo che gli altri suoi compagni non possano leggere il valore indicato ed essere condizionati, per non influenzare negativamente la corretta interpretazione del dato. Dall'analisi del carico interno con la scala di Borg ricaviamo il carico di allenamento, l'indice di monotonia e la fatica acuta o strain.

Il carico di allenamento (Training Load) è il risultato della moltiplicazione tra la durata dell'allenamento e la percezione della fatica (RPE) che ogni giocatore dichiara al termine di ogni seduta e partita. $TL = \text{Durata (min)} \times RPE \text{ (UA)}$.

L'indice di monotonia è un parametro che indica se il carico di allenamento al quale sono stati sottoposti i giocatori, in un periodo di almeno una settimana, è stato monotono. Il periodo risulta monotono quando, per diversi giorni, il carico di lavoro (TL) è molto simile. Il valore in questione 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 è un parametro che si ottiene moltiplicando il carico di allenamento (TL) per la monotonia. Quindi tanto più il carico di allenamento analizzato è stato alto e monotono, tanto più lo strain sarà elevato. $FA \text{ o Strain} = TL \times IM$.

Per quanto riguarda l'analisi dei dati, dalla letteratura scientifica relativa all'ambito calcistico sappiamo che l'effetto allenante nella singola seduta si ottiene per valori di session RPE compresi tra 300 e 600 UA (Unità Arbitrarie), al di sotto lo stimolo è insufficiente o basso e al di sopra tende ad essere elevato. La somma settimanale del carico di allenamento ideale è tra le 2000 e 3000 UA; generalmente se il carico di allenamento è > 2600 UA si considera alto, se invece risulta < 2600 UA si considera basso. Detto questo, bisogna comunque tener conto di eventuali variazioni soggettive dell'interpretazione della RPE (sovrastima o sottostima). In merito alla FA o Strain vengono considerati alti i valori > 3600 e bassi i valori < 2500 ; anche in questo caso bisogna considerare la variabilità soggettiva dovuta all'interpretazione della scala RPE. È inoltre molto utile guardare i grafici riguardanti le ultime settimane di allenamento per visualizzare l'andamento degli atleti nell'ultimo periodo e non solo nell'ultima settimana, così da avere a disposizione tutte le settimane di lavoro svolto per avere un'idea di ciò che è stato fatto. È possibile anche 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, mentre 2 partite a settimana rappresentano circa il 65% del carico totale settimanale. Questo ci fa capire l'importanza di dosare adeguatamente il carico di lavoro nel post gara, soprattutto nei confronti dei giocatori che hanno disputato l'intera partita. Dalla scala di Borg e le relative session RPE si può notare infatti come gli sforzi percepiti durante la gara siano importanti e richiedano un adeguato recupero da parte del giocatore, per effetto del fenomeno della fatica permanente che si instaura al termine della prestazione e delle scorte di

glicogeno non ancora ripristinate (48-72h). Infine bisogna tenere presente anche la capacità di carico del giocatore, perché il canonico giorno di riposo a volte non basta per permettergli di recuperare.

- **Metodo Edwards.** Il metodo Edwards (**Figura 22**) è un altro metodo per la determinazione del carico interno e si basa sulla frequenza cardiaca, rilevata con l'ausilio di un cardiofrequenzimetro con fascia di memoria. Precisamente è basato sulla misurazione del prodotto della durata dell'allenamento (in minuti) in 5 diverse zone di frequenza cardiaca (con un coefficiente K relativo ad ogni zona) e, infine, si sommano i risultati. Per fare questo però è necessario prima individuare la FC max dei nostri soggetti. L'unità di misura utilizzata corrisponde alle Unità Arbitrarie (UA).

coefficienti di zona FC % max.:	Tempo in zona * coefficiente della zona + somma dei valori		
50-60 : 1	50-60 : 1	>2*1	=2.0
60-70 : 2	60-70 : 2	>5'.05**2	=10.10
70-80 : 3	70-80 : 3	>10'.25**3	=30.75
80-90 : 4	80-90 : 4	>16'.45**4	= 65.80
90-100 : 5	90-100 : 5	> 11'.05**5	= 55.25
X il tempo in ogni zona	Totale: 163.9 au		

Figura 22. Metodo Edwards.

La percentuale di lavoro si riferisce alla quantità di tempo percentuale in cui l'atleta, in una determinata esercitazione, è in "zona partita"; in questa percentuale di lavoro, è inclusa la zona che oscilla tra l'80% e il 100% della FC max. Le esercitazioni sono intense quando la % di lavoro è superiore al 70% (ossia che per almeno il 70% del tempo di esercitazione il giocatore è stato in "zona partita"); per una percentuale superiore al 20% si ha una FC compresa tra il 90% e il 95% della FC max. La letteratura scientifica ci mette a disposizione uno studio di Younesi et al. (2021) con lo scopo di analizzare il carico interno nelle partite a campo ridotto (SSG) nel calcio professionistico attraverso la FC media, il metodo TRIMP di Edwards e il tempo nella zona rossa (>80% della FC max). Tutte le misure avevano un errore tipico (TE) da banale a moderato e sono state osservate differenze minime all'interno degli intervalli. Come risultato il metodo TRIMP di Edwards e la zona rossa (da 2% a 9,7%) hanno mostrato un coefficiente di variazione maggiore rispetto alla FC media (da 0,9% a 1,7%). Questo significa che questo metodo è altamente valido e affidabile per misurare il carico interno di un calciatore.

- **Metodo TRIMP di Banister.** Un altro metodo basato sulla FC per la determinazione del carico interno è il TRIMP di Banister (Training Impulse di Banister) (**Figura 23**) che viene determinato utilizzando la seguente formula :

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

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

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

e = 2.712, x = ΔHR ratio

Fc riposo: 52 batt/min,
 FC media esercizio: 157 batt/min (82 % fmax),
 FC max: 192 batt/min,
 Durata: 44 min
 Intensità = (157-52)/(192-52): 0.75
 Y: 2.7

CARICO: durata x intensità x Y > 44 x 0.75 x 2.7 = 89.1 au

Figura 23. Metodo TRIMP di Banister.

Dove TD corrisponde alla durata totale dell'allenamento e ΔHRr alla FC di riserva $[(FC \text{ media dell'esercizio} - FC \text{ a riposo}) / (FC \text{ max} - FC \text{ a riposo})]$. Una pubblicazione scientifica a supporto di questo metodo è quella di Silva P et al. (2018) in cui si mirava ad identificare gli indici basati sulla frequenza cardiaca per le misure fisiche del carico e dell'intensità dell'allenamento in venti calciatori professionisti che giocavano nel campionato russo e nella UEFA Champions League, monitorati durante 15 sessioni di allenamento (270 registrazioni individuali) utilizzando dispositivi di posizionamento globale (10 Hz) e telemetria della frequenza cardiaca. Per selezionare i marcatori fisici esterni per l'analisi finale sono state utilizzate inizialmente le conoscenze di un esperto e un r di collinearità <0.5 . Per quantificare le correlazioni tra gli indici di FC e le varie misure di intensità e carico dell'allenamento è stato utilizzato un modello multivariato aggiustato all'interno dei soggetti. Il numero di accelerazioni $>2,5$ m/s e il numero di raffiche ad alta intensità sono rimasti nel modello multivariato finale per il carico di allenamento. Le correlazioni aggiustate con il metodo TRIMP di Banister erano rispettivamente $r=0,49$ e $r=0,3$. Per quanto riguarda l'intensità dell'allenamento, nel modello finale, sono rimaste le stesse variabili precedenti espresse al minuto più il volume di corsa ad alta velocità al minuto. Le correlazioni aggiustate con la percentuale di tempo trascorsa al di sopra dell'80% della FC max individuale sono state, nello stesso ordine, $r=0,3$, $r=0,22$ e $r=0,18$. I risultati di questo studio mostrano quindi la validità del metodo TRIMP di Banister e della FC max individuale come misure, rispettivamente, del carico interno e dell'intensità di allenamento. Inoltre identificano le accelerazioni e gli sforzi ripetuti ad alta intensità come moderatamente predittivi delle risposte della frequenza cardiaca.

- **Metodo Lucia.** Di recente è stato proposto un altro metodo, il Lucia TRIMP (**Figura 24**), per determinare il carico interno. Tale metodo, rispetto agli altri, è di più difficile applicazione in quanto richiede test di laboratorio per determinare i parametri dell'allenamento. In questo momento risulta essere il miglior metodo in quanto prende in considerazione le soglie metaboliche. Il Lucia TRIMP viene determinato moltiplicando il tempo in minuti speso nelle 3 differenti zone per il coefficiente K relativo ad ogni zona e, al termine, sommare i risultati per avere il TL. A tal proposito, uno studio condotto da Ellis M et al. (2020) con lo scopo di esaminare le relazioni dose-risposta tra le misure del carico di allenamento (TL) e i conseguenti cambiamenti nella forma fisica aerobica, ha evidenziato come il Lucia TRIMP fosse, dopo l'Individual TRIMP, un modello di adattamento affidabile e valido poichè possiede errore di previsione fuori campione molto basso e una varianza spiegata molto alta.

Basato sulle soglie di lattato (LT_{zone})	
Zone: < soglia lattato (K = 1)	Tempo < VT1 (70 %fcm) = 5.25 * 1 = 5.25
> soglia lattato, < soglia anaerobica (K = 2)	Tempo VT1 – VT2 = 22.10 * 2 = 44.2
> soglia anaerobica (K = 3)	Tempo > VT2 (85% fcm) = 20.15 * 3 = 60.45
Tempo passato nella zona x K della zona	Totale: 109.9 au
Somma dei risultati	

Figura 24. Metodo Lucia.

- **Prelievi di lattato ematico.** Un ruolo particolarmente importante nel controllo dell'allenamento per la quantificazione del carico interno è stato assunto dal monitoraggio della lattacidemia. Infatti, grazie all'utilizzo dei lattametri portatili da campo, è possibile effettuare dei prelievi in tempo reale a seguito di esercitazioni svolte sul campo. Generalmente si fa riferimento alle 2 mmol/l per identificare la Soglia Aerobica e alle 4 mmol/l per identificare la Soglia Anaerobica e

questo ci consente di verificare adeguatamente se l'intensità dell'esercizio somministrata stia raggiungendo gli obiettivi prefissati. Per esempio, se dovessimo lavorare sopra soglia, in un lavoro di potenza aerobica a secco o con palla, dovremmo trovarci al di sopra delle 4 mmol/l per ottenere gli effetti dell'allenamento. Dai dati della letteratura relativi ad una ricerca condotta da Rampinini E et al. (2007), si è visto che i valori di lattato ematico negli small-sided games dal 3vs3 al 6vs6 oscillavano da 4,8 a 6,5 mmol/l con l'incitamento da parte dell'allenatore mentre rientravano tra 3,6 e 5 mmol/l senza l'incitamento dell'allenatore. Tutto ciò ci consente di verificare il nostro allenamento e, grazie ai dati delle ricerche, sappiamo come orientarci e quindi programmare con maggiore precisione il lavoro. I prelievi di lattato ovviamente possono essere utilizzati in qualsiasi tipo di esercitazione sia a secco che con palla. Anche tale metodo, come già riportato in precedenza, richiede uno strumento definito lattmetro portatile da campo, attualmente assai diffuso ma non accessibile a tutti per il costo. Lo studio che ha consentito di analizzare i diversi metodi per il controllo dell'allenamento (Impellizzeri F M et al., 2004) ha permesso di quantificare il carico interno nel calcio mediante l'utilizzo della RPE, dimostrando una correlazione significativa tra questo metodo e gli altri basati sulla FC (Edwards, Banister, Lucia). Questa correlazione ha un range che va da $r = 0.50$ a 0.85 , leggermente più bassa di quella riportata nella ricerca di Foster et al (1998) che era compresa tra $r = 0.75$ e 0.90 . Una possibile spiegazione per la più bassa correlazione presente in questo studio potrebbe essere spiegata dal contributo del metabolismo anaerobico durante gli allenamenti di calcio. Alcuni ricercatori hanno evidenziato l'aumento della RPE, quindi dello sforzo percepito durante un protocollo di lavoro intermittente, dovuto all'incremento del contributo del meccanismo anaerobico. Questo perché il calcio è caratterizzato da attività di tipo intermittente con il contributo sia del meccanismo aerobico che di quello anaerobico; dunque, la diversa percezione dello sforzo con frequenze cardiache simili si può spiegare dalla bassa correlazione tra sessione RPE e metodi basati sulla FC confrontati con i precedenti lavori riferiti agli atleti di resistenza. Le ricerche hanno dimostrato che la combinazione tra FC 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, ossia all'aumentare della FC e del lattato ematico aumenta lo sforzo percepito. Infatti, è stato dimostrato che la RPE sia un mezzo molto importante per valutare l'intensità dell'esercizio, sia quando c'è un'attivazione del meccanismo energetico aerobico che anaerobico, come poi accade negli allenamenti e nelle partite di calcio. Alcune volte può capitare il giocatore percepisca uno sforzo diverso rispetto ai compagni di squadra per uno stesso esercizio svolto con la medesima intensità e ciò è dovuto allo stato psicologico individuale del momento (infatti la scala RPE può includere sia gli stress fisici che psicologici). Addirittura, alcuni ricercatori hanno utilizzato la RPE come indicatore degli stati di overreaching ed overtraining, evidenziando un aumento degli sforzi percepiti a seguito di una condizione di under performance.

CAPITOLO III : MEZZI E METODI DI ALLENAMENTO

“Didatticamente i mezzi di allenamento sono rappresentati dall’insieme degli esercizi fisici omogenei tra loro e si suddividono essenzialmente in tre categorie :

- **Esercizi di carattere generale** : possono non avere alcuna attinenza con l’impegno muscolare specifico degli esercizi di gara e tendono al miglioramento generalizzato delle capacità motorie come la forza, la resistenza, la velocità, la coordinazione, ecc.;
- **Esercizi di carattere speciale** : hanno la caratteristica di contenere uno o più elementi esecutivi tipici delle azioni di gara, delle quali rispettano i parametri esecutivi di spazio e di tempo;
- **Esercizi di gara** : eseguiti sia globalmente sia in frazioni complesse, sono simili alla gara.”¹⁸

I **mezzi** di allenamento sono costituiti, dunque, dalle esercitazioni pratiche proposte nell’allenamento stesso, quindi dai contenuti dell’allenamento.

I **metodi**, invece, sono le procedure sistematiche adottate, ossia le metodiche di allenamento.

Ma facciamo due esempi pratici: se si utilizzano come mezzi di allenamento le andature elastiche (skip, calciata, balzata, ecc.) e vengono effettuate con serie di volume ridotto, ad alta intensità e con lunghi recuperi, il metodo utilizzato si rivolge all’allenamento della forza esplosiva e dell’elasticità. Al contrario, se utilizzo lo stesso mezzo di allenamento, ovvero sempre le andature elastiche, ma questa volta adottando serie più lunghe, recuperi minori e un’intensità minore, il metodo sarà orientato verso l’allenamento della resistenza alla forza.

Ma iniziamo ad analizzare molto velocemente come dev’essere strutturata la singola seduta. In linea generale la struttura di una seduta di allenamento dovrebbe prevedere:

- **Una parte iniziale** che comprende il riscaldamento. Questa è la fase con cui di solito si apre la seduta di allenamento. È di fondamentale importanza e non va trascurata o sottovalutata poiché, se svolta correttamente, è molto utile soprattutto perché riduce il rischio di infortuni, in particolare quelli di origine muscolare. I principali effetti del riscaldamento sono l’aumento della temperatura corporea (in quanto riduce gli attriti articolari e facilita le reazioni biochimiche all’interno del muscolo), una migliore coordinazione articolare e una predisposizione del fisico ai carichi di lavoro successivi.
- **Una parte centrale** che prevede il vero obiettivo/obiettivi della seduta. Corrisponde alla fase principale della seduta, ossia il reale scopo dell’allenamento. Generalmente è composto da uno o più mezzi allenanti il cui obiettivo è quello di migliorare le qualità fisiche, tecniche e tattiche utili alla disciplina sportiva praticata.
- **Una parte finale** che consiste nel defaticamento. Questa fase viene proposta solo in pochi allenamenti o, addirittura, nella maggior parte dei casi, non viene proprio proposta per mancanza di tempo o perché il tecnico non crede nella sua efficacia. Tuttavia, anche questa fase ha una sua importanza in quanto permette di riportare con gradualità l’organismo alla normalità dopo lo “stress” causato dai vari mezzi di allenamento, di ridurre il rischio di infortuni che possono presentarsi nelle ore successive all’allenamento, soprattutto se è stato intenso, e di decontrarre la muscolatura.

Una volta stabilito come dovrebbe essere strutturata la seduta di allenamento bisogna capire se, all’interno della seduta stessa, esiste una successione corretta per proporre i vari mezzi di allenamento,

¹⁸ Ferretti F. (2017), *L’allenamento fisico nel calcio. Concetti e principi metodologici.*, IV edizione, Recco (Genova), Edizioni Correre.

o se questi ultimi possono essere inseriti in ordine casuale. Pertanto, malgrado non si abbiano dei riscontri scientifici a riguardo, ritengo opportuno porre l'attenzione su cinque "regole" banali ma di buon senso, dettate più dall'esperienza e dalla "logica" da campo, a cui tutti si dovrebbero attenere :

- 1) L'aumento dell'impegno muscolare deve essere graduale, quindi da quello più blando a quello più intenso.
- 2) Le esercitazioni che impegnano considerevolmente la muscolatura non devono essere precedute da altri mezzi che abbiano "stancato" pesantemente l'organismo, poiché muscoli "stanchi" aumentano la probabilità di infortunio.
- 3) Conviene proporre gli impegni "organici" elevati, dunque con notevole produzione di lattato, come unico mezzo della seduta o in seguito a mezzi di intensità medio-bassa.
- 4) Conviene proporre esercitazioni tecnico-tattiche prima di esercitazioni che possano "stancare" notevolmente e, di conseguenza, ridurre l'apprendimento mentale e la soglia di attenzione.
- 5) Mezzi che prevedono gesti esplosivi o veloci non possono essere preceduti da esercitazioni con carichi elevati (come per esempio un'esercitazione sulla forza) che "stanchino" i gruppi muscolari interessati.

Abbiamo visto come l'allenamento determini degli adattamenti più o meno positivi dell'organismo. Tuttavia la mancanza o la riduzione dell'allenamento, definita **de-allenamento**, comporta adattamenti negativi. Questo accade perché il nostro organismo si adatta sempre ai livelli minimi a cui viene stimolato, ciò significa che, se non viene continuamente stimolato nei giusti modi e tempi, tende a perdere rapidamente quelle capacità di prestazione fisica faticosamente acquisite con l'allenamento di mesi. Di conseguenza se un atleta non si allena per diversi giorni, o se il carico di allenamento è insufficiente, perde massa muscolare, riduce la forza, regredisce nelle qualità aerobiche e lattacide, con il conseguente peggioramento delle capacità prestative.

3.1 : LA SCELTA DEI MEZZI DI ALLENAMENTO E IL "MODELLO FISIOLÓGICO"

Nell'evoluzione che hanno avuto le metodiche di allenamento, un'altra tappa fondamentale è rappresentata dall'individuazione delle qualità fisiche importanti in una certa disciplina sportiva e dalla conseguente adozione dei tipi di allenamento che, in base alle conoscenze acquisite, permettono di ottenere un incremento di tali qualità. In questo modo è stato possibile il trasferimento di mezzi e metodi di allenamento da una disciplina all'altra. La procedura seguita consisteva nell'identificare le qualità fisiche da allenare, soffermandosi inizialmente sulle capacità condizionali (resistenza, forza e velocità) e stabilendo, successivamente, quali di esse potessero essere utili per una determinata disciplina e in che modo si potessero allenare. Per quanto riguarda i giochi di squadra come il calcio si sosteneva che tutte e tre queste qualità fossero ugualmente importanti.

Sfortunatamente un'operazione di questo tipo comportava alcuni rischi, poiché è vero che ai calciatori servono resistenza, forza e velocità, ma è anche vero che la velocità che serve loro è diversa da quella del centometrista. Infatti quest'ultimo, oltre ad essere in grado, come i calciatori, di accelerare in breve spazio, deve anche continuare ad accelerare per alcune decine di metri (per lo meno fino ai 45-50 metri nella gara dei 100 metri) e riuscire a mantenere le alte velocità per uno spazio altrettanto lungo (fino ai 100 metri), e queste ultime due caratteristiche, per il giocatore di calcio, non hanno molta importanza. È dunque vero che anche per i calciatori è importante la resistenza, ma la resistenza che serve a loro è molto diversa da quella del quattrocentista, del maratoneta o del ciclista che gareggia su strada.

Infine, anche la forza che serve ad un calciatore è ben diversa da quella del sollevatore di pesi.

Insomma, basare l'allenamento sull'identificazione di una certa qualità fisica comporta il rischio di ritenere che una sola parola ("resistenza", "forza", "velocità") possa essere sufficiente a definire completamente le reali doti atletiche richieste in una disciplina. Spesso, allora, al sostantivo è stato affiancato un aggettivo e si è parlato, per esempio, di "resistenza aerobica" e di "forza veloce". Ma anche questo, di solito, non è sufficiente. Un momento fondamentale nello sviluppo delle conoscenze sull'allenamento è indubbiamente rappresentato dalla "teoria dell'allenamento" di tipo sovietico. Tuttavia anche questo sistema presenta alcuni limiti, il principale è quello di preoccuparsi soltanto dell'input e dell'output, vale a dire delle caratteristiche dell'allenamento svolto e di come cambino le capacità prestantive. Al contrario, non si occupa per niente di capire che cosa succeda nell'organismo, ossia quali adattamenti si creino, come conseguenza del lavoro che è stato compiuto. Secondo me, invece, è molto importante conoscere quali siano i cambiamenti che avvengono nell'organismo come conseguenza dello stimolo allenante.

Per capire fino in fondo quali caratteristiche fisiche debbano essere allenate in un determinato atleta, se si punta ad ottenere un miglioramento delle sue capacità prestantive, è senza dubbio utile fare riferimento al "**modello fisiologico**". Si tratta, in pratica, di una descrizione di tipo fisiologico di quello che succede nell'organismo durante un determinato impegno sportivo, ad esempio mentre l'atleta in questione sta prendendo parte ad una partita di calcio, ma anche mentre sta gareggiando in una prova di fondo dell'atletica leggera o sta nuotando i 100 metri stile libero. Per ciascun tipo di disciplina sportiva, quindi, bisogna capire innanzitutto come si muove l'atleta, cioè quali sono i muscoli più importanti che intervengono nei gesti che egli compie. Soprattutto si deve analizzare come questi stessi muscoli lavorano, dunque quali sono le fibre impegnate, qual è la loro velocità di contrazione, qual è la forza esercitata, ecc. I muscoli costituiscono il "**modello fisiologico periferico**". Il "**modello fisiologico centrale**" invece è costituito dai "servizi", vale a dire da quelle strutture dell'organismo (apparati, organi e tessuti) che permettono ai muscoli di continuare a lavorare per le durate tipiche della disciplina sportiva presa in esame. Rientra nella categoria dei servizi, per esempio, il cuore che pompa il sangue, lo fa muovere attraverso i vasi sanguigni e permette, dunque, che siano trasportati ai muscoli l'ossigeno e alcune sostanze contenenti energia (come glucosio e acidi grassi liberi) e che vengano allontanati dai muscoli stessi, in particolare, anidride carbonica, acido lattico e calore. Per fare un esempio, nel corso di una prova di salto in alto o di tuffi, i servizi contano poco o nulla, dal momento che la durata dello sforzo è tale per cui i muscoli, per il breve tempo in cui dura l'impegno, non richiedono né che siano portati ad essi dei "rifornimenti" (l'energia, del resto, deriva tutta da molecole che sono già contenute nelle fibre muscolari), né che siano allontanati "rifiuti". Quando, invece, lo sforzo è protratto per decine di secondi o di minuti, il cuore deve lavorare per fare in modo che, attraverso il sangue, arrivino "rifornimenti" ai muscoli e siano allontanati i "rifiuti". Altrettanto bene devono funzionare gli altri organi per garantire ai muscoli la possibilità di continuare a lavorare per quel periodo di tempo. Ai fini pratici è dunque vantaggioso tenere conto del fatto che esistano il "centrale" e il "periferico" dal momento che sono diversi gli stimoli più corretti per allenarli.

Nei 10.000 metri o nella maratona la spesa energetica è molto costante. L'atleta, specialmente se punta ad ottenere il miglior tempo, mantiene una velocità il più possibile uniforme. I muscoli ripetono continuamente gli stessi gesti e lavorano sempre alla stessa intensità e questo determina una spesa energetica che rimane sempre uguale per tutta la gara. Allo stesso modo anche la "benzina" che i muscoli consumano per ogni secondo, ossia l'ATP resta la medesima per tutta la competizione. Il cuore, poche centinaia di metri dopo la partenza, raggiunge una determinata frequenza che mantiene per tutto il resto della gara e, ad ogni battito, pompa una quantità costante di sangue.

Nei giochi di squadra come il calcio, al contrario, si può affermare, semplificando le cose, che si alternano **momenti di elevato impegno** (come quando, ad esempio, viene eseguito uno scatto) a **momenti di impegno scarso o nullo** (in particolar modo quando si tratta di fasi statiche, della camminata o della corsa blanda).

In una partita di calcio, nel corso degli impegni più elevati, c'è una richiesta energetica molto alta e, di conseguenza, i muscoli consumano una quantità notevole di ATP per ogni secondo, traendolo da fonti diverse:

- Dall'ATP preformato, quello che si trova già nei muscoli quando l'arbitro fischia l'inizio. L'energia che arriva per questa via è poca e può servire per correre pochi metri.
- Dalla fosfocreatina, che si trova anch'essa nei muscoli all'inizio del match. Negli scatti brevi, anche alla massima intensità, i muscoli del calciatore ricorrono soprattutto a questa fonte di energia. Ad ogni modo, soltanto una parte della fosfocreatina presente nei muscoli può essere utilizzata durante lo sforzo e questo fornisce ai muscoli stessi un'autonomia leggermente superiore a quella dell'ATP preformato, ma in ogni caso sufficiente solamente a compiere poche decine di metri. Inoltre, tra un momento di impegno elevato e l'altro, la ricostruzione della fosfocreatina è, nella maggior parte dei casi, parziale e, di conseguenza, la quantità disponibile è spesso ridotta.
- Dall'ossigeno. Considerando il fatto che i momenti di elevato impegno di solito hanno una durata molto limitata (raramente più di una manciata di secondi), l'ossigeno che riesce ad arrivare con il sangue in questo intervallo è poco, quindi l'energia che viene prodotta con esso sarà chiaramente poca. In ogni caso, una determinata quantità di ossigeno si trova già legato alla mioglobina all'interno delle fibre muscolari. Infatti, la mioglobina non è soltanto la "navetta" che trasporta l'ossigeno fino ai mitocondri, ma è anche un serbatoio di ossigeno che si trova già presente nella fibra, vicino ai mitocondri e che, dunque, è di pronto uso.
- Dal meccanismo anaerobico lattacido, con formazione di acido lattico in quantità tanto maggiore quanto più lungo è lo scatto. È molto importante considerare a fondo la produzione di energia con tale meccanismo.

In definitiva, nel corso delle fasi di sforzo intenso, la maggior parte dell'ATP è prodotta creando un "debito di ossigeno" alattacido o lattacido.

Molto diversa è, invece, la situazione nei momenti di impegno scarso o nullo, ossia in quelle fasi di gioco in cui il gioco è fermo o si svolge da un'altra parte del campo. Dunque il giocatore non si sposta o cammina o corre ad una velocità molto ridotta. In queste fasi di impegno ridotto l'organismo cerca di riportare alcuni parametri verso la norma, ossia a "recuperare". Ma soprattutto tende a:

- Riformare la fosfocreatina. L'energia per ricostruirla deve derivare dal meccanismo energetico aerobico. Occorre, quindi, ossigeno che si combini con il glucosio e con gli acidi grassi a livello dei mitocondri.
- Ridare ossigeno alla mioglobina. Una parte dell'ossigeno che arriva con il sangue si lega, appunto, alla mioglobina.
- Eliminare l'acido lattico che si è formato. Anche per questo smaltimento occorre ossigeno.

In pratica, il recupero nelle fasi di impegno ridotto è reso possibile dal fatto che l'ossigeno che giunge ai muscoli è inferiore a quello che occorre in quel momento ai muscoli stessi. Insomma, nelle fasi di scarso impegno le varie componenti del recupero richiedono tutte l'intervento dell'ossigeno.

In sintesi possiamo affermare che durante i momenti di elevata intensità si crea un "debito di ossigeno" poiché dai due meccanismi anaerobici (alattacido e lattacido) si ottiene energia senza usare l'ossigeno, mentre durante le fasi di intensità scarsa, quest'ossigeno va restituito all'organismo (dunque si deve "pagare il debito d'ossigeno") anche se, generalmente, soltanto in maniera parziale.

Il tempo di impegno ridotto che si ha a disposizione fra un impegno elevato e il successivo, infatti, non è quasi mai sufficientemente lungo da consentire di recuperare totalmente (ovvero di rifornire di

ossigeno tutta la mioglobina) e soprattutto di ricostruire tutta la fosfocreatina ed eliminare l'acido lattico. Il recupero, di conseguenza, sarà quasi sempre parziale. Tuttavia, che esso sia maggiore o minore dipende da vari fattori, in particolare da quello che il giocatore fa nel corso del recupero (le sue necessità di energia sono, infatti, minime se egli è fermo, leggermente più alte se cammina e ancora più alte se egli corre. Ovviamente la disponibilità di ossigeno per il recupero è tanto maggiore quanto meno ossigeno serve in quel momento), da quanto più elevate sono le capacità dell'organismo dell'atleta di far giungere ossigeno ai muscoli e di utilizzarlo, e dalla durata del recupero (se le situazioni di gioco sono tali per cui si susseguono due momenti di impegno elevato con una fase molto breve di scarso impegno, il recupero sarà necessariamente molto parziale).

3.2 : L'ALLENAMENTO DELLE CAPACITÀ CONDIZIONALI NEL CALCIO E I TEST DI VALUTAZIONE FUNZIONALE

Le capacità condizionali sono essenzialmente quattro: resistenza, forza, velocità e flessibilità. In questo sottocapitolo le analizzeremo in maniera sintetica ma esaustiva.

È bene capire che cosa significhi il termine “**resistenza**” nello sport in generale e nel calcio in particolare. Molti sono stati gli studiosi che hanno cercato di descriverne le caratteristiche. Fra le numerose definizioni che sono state date di essa, alcune pongono l'accento sull'importanza di resistere alla fatica e di saperla combattere, altre invece sulla capacità di far durare a lungo lo sforzo.

“In generale, per resistenza si intende la capacità psicofisica dell'atleta di opporsi all'affaticamento. La resistenza psichica comprende la capacità dell'atleta di riuscire a resistere il più a lungo possibile ad uno stimolo che lo indurrebbe a interrompere uno sforzo; la resistenza fisica si riferisce alla capacità dell'intero organismo, o di suoi singoli sistemi parziali, di resistere alla fatica”.¹⁹

Occorre premettere che c'è sicuramente una notevole differenza fra le specialità nelle quali la resistenza ha un ruolo fondamentale (come, ad esempio, le corse medie e lunghe dell'atletica leggera, il ciclismo, il canottaggio, le prove del nuoto sopra i 100 metri, lo sci di fondo, il triathlon, ecc.) e quelle (come nel caso dei giochi di squadra) nelle quali la resistenza è certamente una qualità importante ma non prioritaria.

“A partire da diversi punti di vista possiamo distinguere varie forme di resistenza. Avremo una resistenza generale o locale in relazione alla muscolatura impegnata, una resistenza generale specifica per il tipo di sport praticato, una resistenza aerobica o anaerobica a seconda dell'utilizzo dell'energia muscolare, una resistenza dinamica o statica legata al modo di lavorare della muscolatura e una resistenza di forza o di forza istantanea o di forza di scatto o di velocità per quanto riguarda le forme principali dello sforzo motorio effettuato. Infine si distinguono ancora sotto l'aspetto della durata della prestazione una resistenza per tempi brevi, medi o lunghi. Per il calciatore sono significative soprattutto la resistenza generale e specifica e la resistenza aerobica e anaerobica (in particolare quella alattacida). Definiremo in questo contesto la resistenza generale come una qualità non legata ad una determinata disciplina sportiva e che viene anche definita resistenza generica o resistenza aerobica dinamica generale, e la resistenza specifica la forma specifica per il calcio”.²⁰

¹⁹ Weineck J. (2009), *L'allenamento ottimale.*, II edizione italiana, Foligno (Perugia), Calzetti & Mariucci Editori.

²⁰ Weineck J. (1998), *La preparazione fisica ottimale del calciatore.*, I edizione italiana, Perugia, Calzetti & Mariucci Editori.

Nei giochi di squadra, e dunque anche nel calcio, si può infine affermare che : “La resistenza è la capacità di mantenere il più possibile costante la prestazione (dal punto di vista atletico, tecnico, tattico e psicologico) nonostante si sia già compiuta una grande quantità di lavoro”.²¹

Ovviamente sono molteplici i fattori che consentono ad un giocatore di avere un grado maggiore di resistenza. Dal punto di vista atletico, semplificando le cose, si potrebbe dire che chi ha molta resistenza è in grado, senza dubbio, di pagare molto velocemente i debiti di ossigeno, quelli alattacidi e quelli lattacidi. Entrambe le componenti possono migliorare se vengono allenate al meglio le componenti aerobiche e quelle lattacide.

In passato, ma purtroppo ancora oggi, c'è chi sostiene che nei giochi di squadra non è importante che il meccanismo aerobico sia particolarmente efficiente. In realtà, se questo meccanismo è efficiente, nelle fasi in cui l'impegno è elevato si consuma più ossigeno e, di conseguenza, il debito di ossigeno è inferiore; durante le fasi meno impegnative invece si paga più rapidamente il debito di ossigeno poiché da un lato si riempie più in fretta il “granaio” della mioglobina e si ricostruisce prima la fosfocreatina (dunque si paga più in fretta il debito alattacido) mentre dall'altro il lattato scompare più rapidamente dai muscoli e dal sangue.

Se si fa riferimento ai vari indici di efficienza aerobica (velocità di soglia anaerobica, massimo consumo di ossigeno, velocità aerobica massima), si constata che se si dividono i giocatori a seconda della categoria in cui giocano (Serie A, Serie B, Serie C, ecc.) risulta evidente come, in media, tali indici sono più alti nei giocatori delle migliori categorie e tendono a scendere con l'abbassarsi della categoria. Inoltre, i giocatori nei quali tali indici sono più alti percorrono, in media, più chilometri per ciascuna partita, fanno un numero maggiore di sprint e prendono parte ad un numero superiore di azioni.

Molti allenatori sono convinti che si possano allenare le componenti aerobiche con le partite. La verità è che sicuramente si possono fare lavori con la palla (in campi a dimensioni ridotte, ossia con gli Small-Sided Games) che migliorino l'aerobico, ma tali lavori devono essere differenti dalla partita e, in ogni caso, devono essere studiati da un tecnico che abbia buone conoscenze di come funzioni e di come si alleni il meccanismo aerobico, altrimenti questi lavori, oltre a non allenare per niente le caratteristiche aerobiche, non sono di alcuna utilità nel migliorare i giocatori dal punto di vista tecnico e tattico.

Le componenti aerobiche si suddividono in centrali e periferiche.

Quando si parla di “**componenti aerobiche centrali**” ci si riferisce all'apporto di ossigeno ai muscoli. Dunque, dall'aria l'ossigeno deve arrivare all'interno delle fibre muscolari e, per la precisione, nei mitocondri, i corpuscoli nei quali viene prodotto l'ATP con il meccanismo aerobico.

Ai fini di una corretta scelta dei criteri di allenamento si può affermare che, tra i fattori che limitano l'apporto di ossigeno ai muscoli, quello che può essere influenzato maggiormente dall'allenamento è la gittata cardiaca, ossia la quantità di sangue che viene pompata dal cuore in un minuto. Quest'ultima, a sua volta, dipende dalla gittata pulsatoria (ovvero la quantità di sangue pompata ad ogni battito) e dalla frequenza cardiaca (cioè il numero di battiti del cuore per ogni minuto). Generalmente è la gittata pulsatoria piuttosto che la frequenza a limitare la quantità massima di sangue che può essere pompata dal cuore per ogni minuto e quindi, a parità di tutto il resto, la quantità di ossigeno che può arrivare ai muscoli. I mezzi di allenamento più idonei a migliorare la pompa-cuore sono rappresentati da stimoli che procurano alti valori di frequenza cardiaca, vicini a quelli massimi. Secondo uno studio condotto da Arcelli e Ferretti nel 1993, si può ritenere che, nei giocatori meno allenati (in particolare dopo un periodo di sosta per infortunio o malattia), anche una frequenza cardiaca del 20% inferiore a quella massima (ad esempio 160 battiti al minuto nel ventenne che ha una frequenza cardiaca massima di 200 battiti al minuto) può allenare le componenti aerobiche centrali. Nei soggetti più preparati, invece, la frequenza cardiaca allenante si avvicina sempre di più a quella massima (dal 90% di essa in su). Queste frequenze cardiache possono essere indubbiamente raggiunte durante la partita o nel corso di certi tipi

²¹ Ferretti F. (2017), *L'allenamento fisico nel calcio. Concetti e principi metodologici*, IV edizione, Recco (Genova), Edizioni Correre.

di allenamento nei quali è richiesto un impegno notevole da parte dei giocatori. Al contrario, in un allenamento eseguito in maniera blanda, non ci si avvicina mai ad esse. Tuttavia, ai fini del miglioramento delle componenti aerobiche centrali, risultano essere ancora più efficaci gli stimoli che procurano un rapido aumento della frequenza cardiaca. Secondo la mia esperienza personale, i lavori più indicati da questo punto di vista sono le ripetute in salita con impegno massimo o vicino a quello massimo, per tratti percorribili attorno agli 8 secondi (quindi corrispondenti ad alcune decine di metri). Questo accade perché la richiesta energetica in salita (quindi la quantità di ATP che occorre ai muscoli per ogni secondo) è molto elevata. In linea di massima, nessun giocatore riuscirebbe a toccare una richiesta energetica così elevata correndo lentamente. Tutto ciò determina un incremento molto rapido della frequenza cardiaca. Secondo uno studio condotto da Arcelli e Borino nel 2004, le pause tra una ripetuta e l'altra devono necessariamente essere lunghe, tali da permettere alla frequenza di ritornare verso i 100 battiti al minuto. Nei giocatori più motivati, poco dopo che la salita è stata completata, la frequenza cardiaca arriva ai valori massimi o vicino ad essi, dunque attorno a 200 battiti al minuto o poco meno nei soggetti giovani. Questo significa che, se l'intervallo è stato tale da portare la frequenza a 100 battiti al minuto, in pochi secondi la frequenza ha un aumento di circa 100 battiti al minuto. Tuttavia, sia pure in misura inferiore a parità di tempo dedicato, sono allenanti per le componenti aerobiche centrali anche tutti gli altri lavori che determinano un innalzamento della frequenza cardiaca, dunque anche le ripetute di 1000 m (o di 4 min) o su tratti più brevi ad intensità elevata, il lavoro intermittente, quello lattacido, ma anche alcuni lavori svolti con la palla. In ogni caso, la decisione se compiere o meno l'allenamento per migliorare le componenti aerobiche centrali può dipendere anche dall'intensità del lavoro condotto con la palla, poiché se si lavora con la palla a ritmo sempre blando, e si vuole che da questo punto di vista si sia ben allenati, è obbligatorio introdurre con regolarità il lavoro atletico necessario a tale scopo : nella fase di precampionato utilizzando, per esempio, le ripetute in salita e durante il campionato tramite lavori che determinano un elevato innalzamento della frequenza cardiaca. In genere questi ultimi sono gli stessi utilizzati per il miglioramento del meccanismo lattacido. Quando invece si parla di "**componenti aerobiche periferiche**", ci si riferisce ai processi che permettono l'utilizzo, ai fini della sintesi di nuovo ATP, dell'ossigeno arrivato ai muscoli. Abbiamo detto che l'ossigeno esce dai capillari e, all'interno delle fibre muscolari, arriva ai mitocondri. Rivestirà un'importanza fondamentale, quindi, avere una fitta rete di capillari attorno a ciascuna fibra muscolare. Detto questo, qualsiasi tipo di allenamento che fa lavorare le fibre è in grado di far aumentare in poco tempo la capillarizzazione. Se si compiono allenamenti a velocità vicina alla soglia anaerobica sotto forma di lavoro continuo o di ripetute (a patto che queste ultime durino almeno varie decine di secondi o, meglio ancora, alcuni minuti) si ottiene un aumento del numero dei mitocondri e il relativo incremento degli enzimi mitocondriali. Il segnale biologico che consente alla fibra muscolare di far aumentare le dimensioni dei mitocondri che già esistono e, soprattutto, ne fabbrica di nuovi è costituito dalla presenza in essa di quantità non elevate di acido lattico (che oscillano tra i 3 e i 6-7 mM). È noto che la soglia anaerobica è la più alta velocità alla quale vi è ancora equilibrio tra il lattato che si versa nel sangue e il lattato che dal sangue viene allontanato. In media, quando si corre alla velocità della soglia anaerobica, la concentrazione di lattato nel sangue si aggira attorno a 4 mM. Di conseguenza, dunque, le velocità più adatte per determinare un aumento dei mitocondri sono quelle vicine alla soglia anaerobica. Per ottenere tale incremento, in sostanza, bisogna mettere in crisi il meccanismo aerobico, utilizzando con i giocatori quelle intensità di corsa alle quali il meccanismo aerobico da solo non riesce più a garantire la produzione di ATP, inducendo quindi, obbligatoriamente, l'intervento del meccanismo lattacido. Tuttavia, se l'andatura di corsa producesse un notevole accumulo di acido lattico, potrebbero venire inibiti gli enzimi mitocondriali. Due esempi pratici di allenamento per le componenti aerobiche periferiche sono rappresentati dalle ripetute di 2-4 minuti (o di 600-1000 metri) del 2-5% sopra la velocità di soglia anaerobica (soprattutto quelle di 4 minuti o di 1000 metri, per esperienza personale, sembrano essere le ripetute più efficaci) oppure un tratto unico di 12-25 minuti (o di 3-6 chilometri) alla velocità di soglia anaerobica. Infine, c'è anche la possibilità di

allenare contemporaneamente sia le componenti aerobiche centrali che quelle periferiche : questo accade però soltanto quando si compiono ripetute di pochi minuti ad una frequenza cardiaca che arriva attorno al 90% di quella massima.

Prima di analizzare le componenti centrali e periferiche del meccanismo anaerobico lattacido, è doveroso fare una premessa riguardante gli **effetti negativi dell'acido lattico nei muscoli**.

La presenza nei muscoli di acido lattico disturba la prestazione, per lo meno quando si superano determinati livelli. La forza che un muscolo può esprimere e la sua velocità di contrazione, infatti, si riducono sensibilmente quando si arriva a determinati gradi di acidità (ossia di pH) nelle fibre muscolari. Si parla di "pH critico" per definire quel livello di concentrazione degli ioni idrogeno all'interno di una fibra al quale si ha la messa "fuori uso" della fibra stessa, in quanto alcuni enzimi diventano inattivi e, di conseguenza, certe reazioni biochimiche non possono più verificarsi. Questa è una specie di valvola di sicurezza dell'organismo. Affinchè non si arrivi a questi cambiamenti irreversibili si vieta alla fibra di produrre molto acido lattico e di superare, quindi, certi gradi di acidità. Ovviamente, dal punto di vista della prestazione sportiva, tale messa fuori gioco di certe fibre costituisce uno svantaggio. I valori di forza e velocità di quel muscolo ritornano quelli di partenza solamente quando il pH ritorna vicino ai valori normali, in quanto molti ioni idrogeno nel frattempo sono usciti dalla fibra. Infatti, quando nella fibra muscolare aumentano gli ioni idrogeno, il recupero dopo lo sforzo risulta rallentato e, di conseguenza, anche la ricostruzione della fosfocreatina richiede tempi più lunghi.

Ad ogni modo, la possibilità di non subire cali della capacità prestativa, nonostante si sia verificato un intervento massiccio del meccanismo anaerobico lattacido, dipende da vari fattori:

- Il primo di questi è la capacità di tamponamento. Il risultato del tampone è, in sostanza, quello di annullare l'effetto negativo dell'acidità dello ione idrogeno, come se la facesse scomparire. Nelle fibre muscolari, specie in quelle di tipo II (dette anche bianche o veloci), è presente una certa quantità di tamponi; si tratta innanzitutto di piccole molecole proteiche, in particolar modo di carnosina, creatina e di proteine che contengono un aminoacido chiamato istidina; successivamente incontriamo il fosfato inorganico che, però, è quantitativamente molto meno importante nella fibra muscolare. Queste sostanze aumentano o diminuiscono in seguito a varie situazioni, come gli allenamenti specifici o le abitudini alimentari.
- Il secondo tra i fattori che permettono di ridurre i disturbi relativi alla prestazione è costituito dalla capacità di tollerare gli ioni idrogeno. Il "pH critico" delle fibre di tipo II è più basso di quello delle fibre di tipo I. Le fibre bianche, in altre parole, sono messe fuori uso per concentrazioni di ioni idrogeno più elevate rispetto a quelle che tolgono momentaneamente la capacità di contrarsi alle fibre di tipo I. L'allenamento può contribuire ad un miglioramento anche da questo punto di vista.
- Il terzo dei fattori che consentono di subire danni minori per la prestazione, a parità di acido lattico formatosi, consiste nella capacità di allontanare molto rapidamente gli ioni idrogeno. Anche da questo punto di vista l'allenamento è molto importante perché, grazie ad esso, è facilitato il vero e proprio attraversamento della membrana della fibra ad opera di specifiche molecole che fungono da trasportatori e, poiché con l'allenamento aumenta il numero dei capillari, vi è anche un passaggio più rapido di ioni idrogeno nel torrente circolatorio. Nel sangue gli ioni idrogeno trovano altri tamponi, il più importante dei quali è costituito dal bicarbonato.

Come per il meccanismo aerobico, anche per quello anaerobico lattacido si possono distinguere componenti centrali e periferiche, anche se in questo caso è più facile sviluppare allenamenti grazie ai quali è possibile ottenere contemporaneamente il massimo miglioramento di entrambe, in quanto quando sono allenate correttamente le componenti periferiche, in linea di massima lo sono anche quelle centrali.

Le “**componenti anaerobiche lattacide centrali**” comprendono caratteristiche che non riguardano i muscoli che producono l’acido lattico. Esse sono :

- Il potere tampone del sangue nei confronti degli ioni idrogeno.
- La capacità di eliminare rapidamente il lattato dal sangue da parte dei vari organi che intervengono nello smaltimento di tale molecola (cuore, fegato, reni e altri muscoli differenti da quelli che hanno prodotto l’acido lattico).

Le “**componenti anaerobiche lattacide periferiche**”, invece, si riferiscono ai muscoli che hanno prodotto ATP con il meccanismo anaerobico lattacido. Gli aspetti principali sono:

- La capacità dei muscoli di produrre una grande quantità di ATP per secondo con il meccanismo anaerobico lattacido.
- Il potere tampone riferito ai muscoli produttori di acido lattico, ossia la possibilità di eliminare gli ioni idrogeno non appena si formano all’interno della fibra muscolare produttrice e, successivamente, nei liquidi extracellulari e nelle fibre vicine.
- La possibilità di rapido smaltimento del lattato all’interno del muscolo che lo ha prodotto da parte sia di fibre produttrici (di tipo II, o veloci, specialmente di sottotipo IIx, o veloci-glicolitiche, come già spiegato in precedenza), sia di fibre non produttrici che lo utilizzano (in genere di tipo I, o lente).
- La capacità delle fibre muscolari di continuare a lavorare nonostante gli elevati innalzamenti di acidità al loro interno, vale a dire il fatto di avere un basso valore del pH critico.
- L’uscita rapida del lattato dalle fibre, la quale si ottiene grazie all’aumento dei trasportatori del lattato a livello della membrana della fibra muscolare.

Dunque nel calcio, essendo un gioco nel quale si produce lattato, è importante che quest’ultimo sia eliminato il più velocemente possibile. Quindi, per ottenerne la rapida scomparsa sia dai muscoli che dal sangue e per fare in modo che il debito di ossigeno lattacido sia pagato il più velocemente possibile, è necessario che l’organismo impari a trasformare rapidamente il lattato in piruvato. In altre parole è importante che nei muscoli ci siano livelli elevati di H-LDH. Lo stimolo che ne favorisce l’aumento è dato dalla produzione di alte quantità di lattato, maggiori di quelle che occorrono per migliorare l’aerobico periferico e di quelle che si producono solitamente durante la partita. I mezzi più allenanti, a mio avviso, sono:

- Un tratto unico di corsa da 15-20” a 45-50” (per esempio tratti di 150-300 metri) in linea o, ancora meglio, con cambi di senso (ossia un tratto dai 10 ai 50 metri in una direzione, seguito da altrettanti nella direzione opposta, fino a quando si è completata la distanza).
- Ripetizioni di tratti brevi alla massima velocità, con un intervallo di pochi secondi fra un tratto e l’altro (ad esempio accelerazioni da 15 a 50 metri, alternanza di tratti alla massima velocità e tratti lenti, tratti da 3” a 6-7” con corsa in avanti, indietro, di lato o in scivolamento, sempre con intervalli brevi).
- Sprint in salita da 30 a 50-60 metri, molto utili anche per migliorare l’aerobico centrale in quanto fanno salire la frequenza cardiaca molto rapidamente (l’intervallo, in questo caso, non deve essere breve per far sì che la frequenza cardiaca possa abbassarsi).

Tuttavia è possibile anche compiere lavori con la palla, in campi ridotti, che portano alla produzione di una quantità di lattato superiore a quella che si raggiunge in partita. Questo è possibile, però, solamente organizzando questi lavori con criteri ben precisi e prendendo delle misure che assicurino che l’impegno dei giocatori sia molto elevato.

L'importanza delle qualità aerobiche che un calciatore deve possedere è tuttora oggetto di dibattito e non c'è accordo sull'opportunità e sulle modalità di indagine. Questo dipende in parte da una relativa confusione sui termini che vengono utilizzati per definire le "qualità aerobiche". È opportuno ricordare che, al di là delle discussioni sulla scelta dei protocolli più o meno idonei per valutare una determinata caratteristica, nella valutazione funzionale è importante utilizzare sempre uno stesso protocollo se si ha intenzione di paragonare i risultati di diversi atleti o di uno stesso atleta nel tempo. Inoltre, in tutti i test, è necessaria la collaborazione dei soggetti ai quali vengono proposti, poiché la motivazione di questi ultimi influisce sul risultato.

Prima di definire le qualità aerobiche, è necessario fare un passo indietro per spiegare brevemente la differenza tra resistenza generale e resistenza specifica e gli obiettivi della valutazione funzionale.

La "**resistenza generale**" (o generica di base) fa riferimento alle qualità aerobiche del giocatore. I vantaggi di questo tipo di resistenza sono:

- L'aumento della capacità di prestazione fisica
- L'ottimizzazione della capacità di recupero
- La diminuzione degli infortuni
- L'incremento della capacità psichica
- L'elusione di azioni tattiche sbagliate, che vengono condizionate dall'affaticamento
- La diminuzione di errori tecnici
- L'elevata e costante velocità di azione e reazione
- Una salute più stabile

La "**resistenza specifica**" invece, oltre alle qualità aerobiche, fa riferimento anche alle qualità anaerobiche, queste ultime in particolare legate al metabolismo lattacido. Dunque i vantaggi della resistenza specifica sono:

- Il condizionamento specifico della muscolatura per le prestazioni tipiche del calcio
- Una buona tollerabilità di corse intermittenti, sprint, salti, tiri e dribbling ad alta velocità
- La capacità di sopportare senza difficoltà per tutta la partita i cambiamenti di velocità e di sostenere complessivamente un alto ritmo di gioco
- La capacità di effettuare scatti, salti, dribbling e tiri alla massima velocità e con il miglior dinamismo per tutta la durata della gara

La **valutazione funzionale** ha quindi lo scopo di indagare anche le caratteristiche di resistenza dei calciatori, in modo da individuare eventuali carenze sulle quali lavorare con allenamenti specifici. Ciò presuppone la conoscenza dei concetti di fisiologia dell'esercizio legati al metabolismo aerobico e anaerobico e la conoscenza dei test di valutazione delle qualità aerobiche e anaerobiche.

"Le **qualità aerobiche** possono essere definite come le qualità che dipendono dal metabolismo aerobico, vale a dire dalla trasformazione dei substrati energetici glucidici e lipidici in CO₂ e H₂O. Le qualità aerobiche possono essere specificate in termini di potenza aerobica e di capacità aerobica. La **potenza aerobica** è la quantità di lavoro aerobico effettuabile nell'unità di tempo. La **capacità aerobica** è la quantità totale di lavoro effettuabile utilizzando le fonti energetiche aerobiche. Poiché ogni esercizio di qualsiasi intensità è possibile grazie al contributo del metabolismo aerobico, ne deriva che ogni esercizio può essere definito dalla potenza aerobica impiegata e dal tempo in cui tale potenza aerobica viene mantenuta (capacità)."²²

²² Roi G S. (2014), *I test di valutazione funzionale nel calcio.*, Recco (Genova), Edizioni Correre.

Tutto questo è particolarmente facile da evidenziare in quegli esercizi, di allenamento o di gara, che comportano un'intensità pressoché costante (come, ad esempio, la corsa su una distanza di 3 km), mentre è più complesso per esercitazioni ad intensità variabile (come la maggior parte di quelle calcistiche). In questa circostanza si farà riferimento all'intensità media dell'esercitazione (o della frazione di gioco), che di conseguenza corrisponderà ad una determinata potenza aerobica media, la quale sarà protratta per un determinato tempo.

Quando l'esercizio è massimale e dura un tempo sufficiente per sollecitare massimamente il metabolismo aerobico (quindi dopo 2-3 minuti di esercizio ad intensità massimale), si raggiunge la massima potenza aerobica. Ne deriva che un esercizio che necessita della massima potenza aerobica è sempre un esercizio massimale. Poiché i diversi giocatori si differenziano anche per le loro capacità di esercizio massimale, ne consegue che soggetti differenti che esprimono intensità massimali di lavoro all'equilibrio diverse, sono dotati di massime potenze aerobiche diverse.

Dunque, nella definizione delle caratteristiche aerobiche di un soggetto, sarà necessario determinare:

- La sua massima potenza aerobica, ovvero il suo massimo consumo di ossigeno (VO_2 max)
- Quale percentuale della massima potenza aerobica viene utilizzata per effettuare un determinato tipo di esercizio
- L'ambito di lavoro che comporta l'utilizzo quasi esclusivo delle fonti energetiche aerobiche
- La minima intensità di lavoro che comporta un aumento del contributo delle fonti energetiche lattacide, ovvero l'intensità di soglia
- La minima velocità di corsa che comporta un consumo di ossigeno massimale (VAM)
- La capacità di protrarre nel tempo un esercizio di elevata intensità.

Sul piano pratico, i parametri principali che possono fornire indicazioni sul metabolismo aerobico e che possono essere indagati con varie tipologie di test sono necessariamente legati al trasporto e all'utilizzo dell'ossigeno: la potenza aerobica, la frequenza cardiaca, la frequenza respiratoria e la concentrazione ematica di lattato.

Le prime tre sono indicative dei fattori centrali (apparato cardiorespiratorio), mentre il lattato è indicativo dei fattori periferici (muscolari) che contribuiscono al metabolismo aerobico, nel senso che il lattato aumenta quando, per continuare l'esercizio, il muscolo deve utilizzare anche le fonti energetiche glicolitiche anaerobiche.

Tuttavia esistono altri fattori in grado di influire sulle caratteristiche aerobiche (come ad esempio la concentrazione di emoglobina nel sangue circolante) ma mi focalizzerò sui parametri sopra citati poiché sono influenzabili dall'allenamento e possono essere indagati abbastanza facilmente sul campo. Questi parametri vengono studiati anche in laboratorio, di conseguenza è necessario distinguere i test di laboratorio da quelli da campo.

“I **test di laboratorio** hanno la peculiarità di essere effettuati in un ambiente standardizzato e controllato e quindi sono più facilmente ripetibili. Utilizzano apparecchiature a volte molto complesse, quali ad esempio gli ergospirometri per la misurazione del consumo di ossigeno, necessitano di personale molto esperto e sono in generale assai costosi. Il test di laboratorio per la valutazione delle caratteristiche aerobiche è il classico test a carichi crescenti”²³.

“I **test a carichi crescenti o incrementali**, fanno parte del patrimonio oramai consolidato della fisiologia dell'esercizio e della valutazione funzionale. Sono utilizzati dai fisiologi dell'esercizio per indagare in laboratorio le relazioni tra alcune variabili e le prestazioni di resistenza, mentre gli allenatori li usano sul campo con lo scopo di ottenere dati per prescrivere l'allenamento o per monitorare gli effetti dell'allenamento di resistenza. In entrambi i casi, la standardizzazione accurata delle metodiche utilizzate è garanzia di precisione. Il test a carichi crescenti effettuato in laboratorio è un test di capacità (sub massimale) quando ci si limita a determinare le soglie aerobica e/o anaerobica. Quando viene

²³ Roi G S. (2014), *I test di valutazione funzionale nel calcio.*, Recco (Genova), Edizioni Correre.

spinto fino all'esaurimento volontario del soggetto e vengono determinate la massima potenza aerobica e la massima frequenza cardiaca è da considerarsi un test di potenza. In questo caso, se sono state determinate anche le soglie, lo stesso test fornisce contemporaneamente informazioni sia sulle doti di potenza aerobica sia di capacità aerobica del soggetto. Nel test a carichi crescenti svolto in laboratorio o in un centro di medicina dello sport, i calciatori vengono testati sul nastro trasportatore e l'entità degli incrementi, la durata di ogni carico e le eventuali pause tra i carichi vengono determinate in base allo scopo del test²⁴.

In linea di massima i test per determinare la massima potenza aerobica prevedono incrementi di modesta entità, ma relativamente frequenti, fino al raggiungimento della massima potenza, ragion per la quale sono sempre massimali.

Al contrario, per i test di soglia si preferisce protrarre ogni carico per alcuni minuti e sono sempre sub-massimali, nonostante l'ultimo carico possa risultare abbastanza impegnativo.

Per comprendere bene i criteri che bisogna adottare per stabilire la durata di ogni carico è necessario ricordare che, all'inizio di ogni esercizio ad onda quadra (quindi discontinuo), si instaura un deficit di ossigeno e i principali parametri fisiologici legati al metabolismo aerobico (come il consumo di ossigeno, la frequenza respiratoria e la frequenza cardiaca) aumentano fino al raggiungimento di uno stato stazionario (in inglese definito "steady state") nel quale tali parametri restano costanti nonostante il protrarsi dell'esercizio. Questa fase di equilibrio viene solitamente raggiunta entro 3-5 minuti e dipende dall'entità del carico e dal livello di allenamento del soggetto. Nel caso in cui, invece, la durata del carico è insufficiente per ottenere lo stato stazionario, bisognerà valutare con molta attenzione il significato dei dati raccolti.

Per convenzione, quando l'esercizio incrementale viene proposto in modo continuo per scopi valutativi, la durata di ogni carico è di 3 minuti, con l'eccezione del primo carico che dura 5 minuti perché viene utilizzato anche come riscaldamento. Attraverso l'utilizzo di carichi di 3 minuti si riesce ad ottenere un compromesso accettabile tra la durata complessiva di ogni singola prova ed il raggiungimento delle fasi di equilibrio di ogni carico.

Il protocollo del test è discontinuo e le pause al termine di ogni carico sono necessarie (e standardizzate a 30 s ciascuna) qualora non si esegua un prelievo ematico.

È di fondamentale importanza ricordarsi che ogni test va eseguito correttamente e che l'introduzione di ogni altra eventuale variabile può modificare il risultato. Il tipo di riscaldamento che precede il test, ad esempio, dev'essere monitorato in maniera molto accurata poiché, se effettuato con intensità eccessiva, può portare ad un accumulo di lattato più o meno rilevante con possibilità di sottostimare le soglie qualora non si esegua un prelievo per controllare il livello di lattato prima di iniziare il test. Anche il protocollo dev'essere seguito in modo scrupoloso, in quanto la validità e la ripetibilità del test dipendono anche dalla modalità di esecuzione.

Ad ogni modo, indipendentemente dalla durata dei carichi, il test di valutazione funzionale a carichi crescenti permette di indagare la relazione tra i principali parametri fisiologici legati al metabolismo aerobico o all'accumulo del lattato e l'entità del carico.

Le classiche relazioni che possono essere esaminate indagano:

- La frequenza cardiaca in funzione del carico
- La lattacidemia in funzione del carico
- Il consumo di ossigeno in funzione del carico
- La ventilazione in funzione del carico
- La ventilazione in funzione del consumo di ossigeno

²⁴ Roi G S. (2014), *I test di valutazione funzionale nel calcio.*, Recco (Genova), Edizioni Correre.

La **frequenza cardiaca** può essere indagata facendo indossare un cardiofrequenzimetro (**Figura 25**) al soggetto, oppure collegandolo ad un elettrocardiografo durante un test da sforzo cardiologico. È noto a tutti che lo sforzo incrementa linearmente con l'aumentare dell'intensità del carico, fino a raggiungere un valore massimo oltre il quale la frequenza cardiaca non cresce più (frequenza cardiaca massima).

È chiaro che affinché la relazione tra frequenza cardiaca e intensità del carico sia lineare, è necessario che il valore di frequenza cardiaca relativo ad ogni carico sia ottenuto durante la fase di equilibrio. In caso contrario, la relazione tende ad assumere un aspetto curvilineo soprattutto in corrispondenza dei carichi più intensi. Ciò dipende dal fatto che la durata del carico è inferiore al tempo necessario per raggiungere lo stato di equilibrio e quindi la frequenza cardiaca risulta minore rispetto a quella che si avrebbe per quello stesso carico all'equilibrio. In altre parole per tutta la durata del carico viene contratto un debito di ossigeno.

Questa situazione può essere riscontrata in atleti anche esperti, ma con livelli di resistenza aerobica non adeguati.



Figura 25. Cardiofrequenzimetro.

La **lattacidemia** viene determinata al termine di ogni carico su un micro-campione di sangue capillare prelevato dal lobo dell'orecchio o dal polpastrello di un dito della mano mediante un misuratore (**Figura 26**), che viene immediatamente analizzato con un apposito apparecchio.

È noto che la lattacidemia rappresenta un bilancio tra la produzione di lattato, la sua diffusione nel torrente circolatorio e la sua eliminazione attraverso vari processi. All'inizio di un test a carichi crescenti la lattacidemia tende a rimanere costante. Addirittura, al termine dei primi carichi, può essere notata anche una diminuzione della lattacidemia, anche negli atleti dotati di buone caratteristiche aerobiche, ad indicare l'utilizzo del lattato come fonte energetica per il lavoro a bassa intensità. Ciò significa che, con carichi di bassa intensità, non si verifica un accumulo del lattato nel sangue. Tuttavia con il progressivo aumentare dell'intensità dell'esercizio si assiste ad un progressivo incremento della lattacidemia, ma solo a partire da una determinata intensità.

La relazione viene rappresentata da una curva esponenziale, il cui significato è: con l'aumentare dell'intensità del carico, la lattacidemia cresce sempre di più e, di conseguenza, vengono utilizzate sempre più velocemente le riserve di glicogeno.

La prima soglia che dobbiamo identificare è la soglia aerobica, ovvero l'intensità corrispondente ad un aumento della lattacidemia al di sopra delle 2 mM.

Nei test di valutazione a carichi crescenti si è soliti indicare anche l'intensità di esercizio corrispondente ad una lattacidemia di 4 mM, che viene comunemente indicata come soglia anaerobica.



Figura 26. Misuratore di lattato ematico.

Il **consumo di ossigeno** fornisce un'indicazione globale dell'efficienza degli apparati respiratorio, cardiocircolatorio e locomotore. La capacità di assumere e utilizzare l'ossigeno dipende, in particolare, da ventilazione polmonare, diffusione dell'ossigeno dagli alveoli al sangue, capacità di trasporto dell'ossigeno da parte del sangue, gittata cardiaca, redistribuzione del flusso ematico ai muscoli in attività e diffusione dell'ossigeno dai capillari al tessuto muscolare.

Questi fattori possono essere modificati dall'allenamento e da tutte quelle situazioni patologiche che possono colpire il polmone, il cuore, il sangue ed il muscolo.

La determinazione diretta del consumo di ossigeno può essere effettuata solamente con un metabolimetro (**Figura 27**), ossia uno strumento in grado di analizzare i gas espirati e di misurare la ventilazione. Tuttavia si tratta di una metodica di laboratorio complessa e costosa che, se utilizzata da personale inesperto o con macchinari non adeguatamente tarati o inaffidabili, può fornire dati di difficile interpretazione. Generalmente la problematica maggiore è data dalla misurazione corretta della ventilazione ai carichi massimali.

È noto che il consumo di ossigeno aumenta linearmente con l'incrementare dell'intensità dell'esercizio fino a raggiungere un livello oltre il quale il consumo di ossigeno non aumenta più, anche se l'atleta riesce per alcuni secondi a sostenere un carico di intensità ulteriormente incrementata. Il valore più elevato di consumo di ossigeno che si ottiene con un test incrementale viene definito "picco del consumo di ossigeno" e corrisponde alla massima potenza aerobica espressa in termini assoluti (LO_2) o relativi ($mLO_2/kg/min$).



Figura 27. *Metabolimetro.*

La **ventilazione** viene misurata con gli spirometri dei metabolimetri utilizzati per la determinazione del consumo di ossigeno. Aumenta durante l'esercizio a carichi crescenti per effetto di un incremento combinato della frequenza respiratoria e del volume corrente; l'andamento di questa relazione è lineare per buona parte dell'esercizio. Tuttavia, oltre una certa intensità, si osserva un maggior aumento della ventilazione e la relazione devia verso l'alto rispetto alla linearità. Tale deviazione dipende evidentemente da uno stimolo aggiuntivo oltre alla richiesta di ossigeno, cui sono sottoposti i centri respiratori; questo stimolo sarebbe dovuto alla necessità di eliminare ioni idrogeno e anidride carbonica, la cui concentrazione tende a crescere in corrispondenza della soglia anaerobica.

La **ventilazione** incrementa dapprima in maniera lineare con l'aumentare del consumo di ossigeno, successivamente in corrispondenza della lattacidemia, la ventilazione sale più velocemente e la relazione devia verso l'alto rispetto alla linearità.

L'aumento della ventilazione è originata, anche in questo caso, dallo stimolo derivante dall'anidride carbonica prodotta in seguito all'aumento della lattacidemia e viene indicato da numerosi autori con la sigla OBLA (Onset Blood Lactate Accumulation = inizio dell'accumulo del lattato ematico).

In seguito si osserva un'ulteriore deviazione verso l'alto di questa relazione, la quale corrisponde ad un aumento aggiuntivo della ventilazione indotto dall'incrementi dell'acidità e provocato dall'imponente coinvolgimento del metabolismo anaerobico in prossimità dell'intensità massima dell'esercizio.

“I **test da campo** per la valutazione funzionale delle qualità aerobiche si distinguono essenzialmente in test di potenza e test di capacità. Poiché le intensità di soglia sono in genere ben correlate con la durata dell'esercizio di elevata intensità, siamo portati a considerare i test di soglia come dei test di capacità”.²⁵

I test possono essere classificati osservando:

- La qualità aerobica che si desidera indagare, ovvero capacità (soglia) o potenza aerobica
- La modalità del protocollo, ossia continuo o intermittente (con pause)
- L'intensità, che può essere incrementale, costante o libera
- Il tipo di percorso, cioè con presenza o meno di cambi di verso della corsa (navette)
- La distanza, la quale sarà prefissata o non prefissata (variabile in funzione della prestazione)
- La durata del test, anch'essa può essere prefissata o non prefissata (variabile in funzione della prestazione)
- L'intensità (velocità) iniziale, in quanto i test incrementali generalmente iniziano poco sopra la velocità di passaggio spontaneo dalla marcia alla corsa (circa 7 km/h)
- L'entità degli incrementi di intensità (velocità)

²⁵ Roi G S. (2014), *I test di valutazione funzionale nel calcio.*, Recco (Genova), Edizioni Correre.

- La frequenza degli incrementi di intensità
- La durata delle pause quando il test è intermittente

Anche le misure antropometriche possono indirettamente fornire informazioni importanti sulle caratteristiche aerobiche dei giocatori. Infatti un giocatore sovrappeso, con una percentuale di tessuto adiposo eccessiva, probabilmente non effettua un allenamento aerobico sufficiente, per cui le sue qualità di resistenza organica saranno precarie e potrebbe essere maggiormente a rischio infortunio. Bisogna inoltre considerare che, in alcuni casi, il calciatore è fumatore di tabacco, cosa che comporta una ulteriore penalizzazione delle caratteristiche aerobiche e lo rende più vulnerabile verso le patologie dell'apparato respiratorio che sono particolarmente frequenti nei mesi invernali.

Un'osservazione molto importante da fare è che tutti i protocolli dei test da campo che studiano le caratteristiche aerobiche del giocatore non prevedono l'utilizzo della palla. Da questo punto di vista, infatti, possono essere considerati poco specifici per il calcio, in quanto indagano esclusivamente le caratteristiche di resistenza del calciatore, indipendentemente dalle sue capacità tecnico-tattiche.

Si tratta, appunto, di test che servono per valutare la forma fisica generale dell'atleta, che attualmente è considerata un presupposto fondamentale per l'espressione delle caratteristiche tecnico-tattiche del giocatore nel corso dell'intera partita e per la continuità della prestazione nel tempo. Per concludere va rilevato che tutti questi test hanno una durata compresa tra 6 e 20 minuti circa e quindi costituiscono sempre uno stimolo allenante, da considerare all'interno del programma di allenamento.

Le caratteristiche antropometriche sono essenzialmente il peso, espresso in kg e l'altezza, espressa in m. Una volta raccolte queste informazioni il preparatore atletico può ricavare l'Indice di Massa Corporea (IMC), in inglese Body Mass Index (BMI), un parametro importantissimo per classificare gli atleti di sesso maschile e femminile in 4 categorie: sottopeso, normopeso, sovrappeso e obeso (di 1°, 2°, 3° grado). La formula da applicare per ottenere il BMI (**Figura 28**) di un atleta è la seguente:

$$\text{Peso (Kg)} / [\text{Altezza (M)}]^2$$

I calciatori professionisti presentano un BMI medio di $23.3 \pm 1.1 \text{ kg/m}^2$, dunque sono classificabili al limite superiore del normopeso, con un buono sviluppo delle masse muscolari.

La percentuale del tessuto adiposo (stimabile con varie metodiche) è anch'essa indirettamente indicativa delle caratteristiche aerobiche dei calciatori.

Giocatori con una percentuale di tessuto adiposo maggiore del 12% evidenziano spesso doti aerobiche insufficienti.

	uomo	donna
sottopeso	< 20,1	< 18,7
peso ottimale	20,1- 25,0	18,7- 23,8
sovrappeso	25,1- 29,9	23,9- 28,6
obesità di 1° grado	30,1- 35,0	28,7- 35,0
obesità di 2° grado	35,1- 40,0	35,1- 40,0
obesità di alto grado	> 40,0	> 40,0

Figura 28. Classificazione dei soggetti di sesso maschile e femminile in base al BMI (kg/m^2).

Ma entriamo in ambito pratico. I test da campo, come già affermato in precedenza, si suddividono in test di potenza aerobica, test a navetta, test intermittenti e test di soglia.

I test da campo di potenza aerobica indagano la massima potenza aerobica e la **Velocità Aerobica Massimale (VAM)**. Il termine velocità al $\dot{V}O_2\text{max}$ ($v\dot{V}O_2\text{max}$) è stato introdotto da Daniels et al. nel 1984 per indicare la velocità che, in un test di corsa incrementale, corrisponde al raggiungimento del $\dot{V}O_2\text{max}$. Questo concetto è stato sviluppato successivamente da Billat & Koralsztein nel 1996, i quali hanno definito $v\dot{V}O_2\text{max}$ come la minima velocità alla quale viene raggiunto il $\dot{V}O_2\text{max}$, durante un esercizio incrementale.

$v\dot{V}O_2\text{max}$ è considerato, dai fisiologi, un parametro davvero interessante poiché fornisce contemporaneamente indicazioni sia sul $\dot{V}O_2\text{max}$, sia sull'economia della corsa ed è sicuramente in relazione con la durata dell'esercizio (Morton & Billat, 2000), quindi con i fattori che determinano lo stato di fatica. Billat et al. nel 1994 hanno determinato, in seguito ad alcune ricerche, che il tempo per raggiungere l'esaurimento in un esercizio continuo a $v\dot{V}O_2\text{max}$ è compreso tra 2'30" e 10', nonostante i fattori che determinano questi risultati, ed in particolare la variabilità interindividuale, non sono stati ancora sufficientemente chiariti (Prampiero, 1999).

D'altro canto $v\dot{V}O_2\text{max}$ è considerato un parametro utile anche per l'allenatore poiché fornisce indicazioni sulla motivazione dei soggetti, si modifica con l'allenamento e può permettere di identificare differenze tra corridori di diverso livello. Inoltre sembra in grado di predire la prestazione per i corridori di media distanza (Lacour et al., 1991; Padilla et al., 1992).

Tra gli allenatori, $v\dot{V}O_2\text{max}$ è conosciuta come Velocità Aerobica Massimale (VAM).

La VAM ricavata con i test incrementali è utilizzata per impostare gli allenamenti col fine di indurre specificamente un miglioramento della massima potenza aerobica.

I **test da campo di potenza aerobica** più popolari sono:

- Test di Cooper
- Test di Léger (Multistage Fitness Test)
- Test di Brue
- Test di Probst

Il **Test di Cooper (Figura 29)** consiste nel correre per 12 minuti con l'obiettivo di percorrere la maggior distanza possibile. Il risultato è dato dalla distanza percorsa. È un test di potenza poiché esiste una relazione significativa tra la distanza percorsa in 12 minuti e la massima potenza aerobica (espressa in mL/kg/min), ricavabile dalla formula:

$$(d_{12} - 504.9) / 44.73$$

Dove d_{12} è la distanza (in km) percorsa in 12 minuti.

I vantaggi/pregi di questo test consistono nel fatto che si tratta di un test facile da effettuare, che non necessita di particolari attrezzature e può essere proposto a chiunque in quanto la sua esecuzione non richiede particolari abilità. È inoltre molto utile per ricavare rapidamente informazioni su vaste popolazioni. A causa della sua semplicità è spesso impiegato per le valutazioni nei settori giovanili e può essere proposto sotto forma di gara e sul campo da calcio.

Gli svantaggi/difetti di questo test comprendono il fatto che si tratta di un test di corsa continua, che l'impostazione dell'andatura è lasciata alle sensazioni di ogni singolo soggetto, che necessita di un percorso misurato (possibilmente ad anello) e che viene solitamente effettuato all'aperto.

VALUTAZIONE DEL TEST DI COOPER						
Età e Sesso		Eccellente	Buono	Sufficiente	Insufficiente	Pessimo
20-29	Uomini	più di 2800 m	2400 - 2800 m	2200 - 2399 m	1600 - 2199 m	meno di 1600 m
20-29	Donne	più di 2700 m	2200 - 2700 m	1800 - 2199 m	1500 - 1799 m	meno di 1500 m
30-39	Uomini	più di 2700 m	2300 - 2700 m	1900 - 2299 m	1500 - 1999 m	meno di 1500 m
30-39	Donne	più di 2500 m	2000 - 2500 m	1700 - 1999 m	1400 - 1699 m	meno di 1400 m
40-49	Uomini	più di 2500 m	2100 - 2500 m	1700 - 2099 m	1400 - 1699 m	meno di 1400 m
40-49	Donne	più di 2300 m	1900 - 2300 m	1500 - 1899 m	1200 - 1499 m	meno di 1200 m
più di 50	Uomini	più di 2400 m	2000 - 2400 m	1600 - 1999 m	1300 - 1599 m	meno di 1300 m
più di 50	Donne	più di 2200 m	1700 - 2200 m	1400 - 1699 m	1100 - 1399 m	meno di 1100 m

Test di Cooper, valutazione per età e sesso. Fonte: TheRunningPitt.com.

Figura 29. Valori di riferimento assoluti per la valutazione funzionale con il Test di Cooper.

Il **Test di Léger** viene eseguito su una pista di atletica di 400 m e consiste nel correre a velocità che vengono progressivamente aumentate di 1 km/h ogni 2 minuti a partire dal raggiungimento di una velocità pari a 8.5 km/h. Sulla pista devono essere predisposti dei segnali ogni 50 m (generalmente dei coni) e l'atleta può regolare la velocità di corsa grazie ad un segnale acustico ("beep", da cui deriva il nome di Beep Test), emesso da un registratore ad intervalli regolari, corrispondenti al tempo necessario per percorrere i 50 m che separano un cono da quello successivo alle diverse velocità. L'atleta esegue correttamente il test se, quando viene emesso il segnale acustico, si viene a trovare sempre in corrispondenza del cono. Il test termina nel momento in cui l'atleta non riesce a raggiungere in tempo il cono corrispondente al segnale per più di 100 metri (esaurimento oggettivo), oppure quando interrompe volontariamente il test (esaurimento soggettivo).

Si tratta di un test continuo a carichi crescenti e massimale ed è considerato un test di potenza poiché, dall'ultima velocità rilevata, si può ricavare la massima potenza aerobica applicando la seguente formula:

$$V^{\wedge}O_2\text{max (mL/kg/min)} = 5.857 \times \text{velocità (km/h)} - 19.458$$

Tuttavia è stata proposta anche una formula più semplice:

$$V^{\wedge}O_2\text{max (mL/kg/min)} = 3.5 \times \text{velocità (km/h)}$$

Dove la velocità corrisponde alla VAM.

I vantaggi/pregi di questo test consistono nel fatto che si tratta di un test facile da effettuare, che non necessita di particolari attrezzature e che può essere proposto a chiunque sia in grado di correre poiché la sua esecuzione non richiede particolari abilità. Inoltre può essere svolto sotto forma di gara (chi resiste di più). In commercio esistono delle audiocassette e dei programmi per PC che permettono di impostare automaticamente il protocollo del test.

Gli svantaggi/difetti di questo test comprendono il fatto che si tratta di un test a corsa continua ed è un test massimale. Inoltre l'impostazione dell'andatura dipende dalle capacità di adattarsi al ritmo di ogni singolo soggetto.

Necessita di un impianto audio che permetta di udire i segnali in ogni punto della pista e viene effettuato all'aperto, di conseguenza vanno tenute in considerazione le condizioni atmosferiche. Infine può essere relativamente complesso testare più atleti contemporaneamente se non si ha un collaboratore.

Il **Test di Brue** è, in sostanza, un'evoluzione del test precedente, che cito solo per dare un'idea di come si possano trovare soluzioni al controllo della velocità.

In questo test, un operatore imposta e controlla le velocità di corsa precedendo in bicicletta gli atleti che effettuano il test. In questo modo l'atleta deve solo pensare a seguire la bicicletta senza allontanarsi dalla stessa. Il protocollo inizia una volta raggiunta la velocità di 9 km/h e prevede incrementi di 0.5 km/h ogni minuto.

Il test termina quando l'atleta non riesce più a mantenere il contatto con la bicicletta e l'ultima velocità sostenuta corrisponde alla VAM.

I vantaggi/pregi di questo test consistono nel fatto che si tratta di un test facile da effettuare per l'atleta, che non necessita di particolari attrezzature e che può essere proposto a chiunque sia in grado di correre poiché la sua esecuzione non richiede particolari abilità. Anch'esso, come il precedente, può essere svolto sotto forma di gara.

Gli svantaggi/difetti di questo test comprendono invece il fatto che si tratta di un test a corsa continua ed è un test massimale. Inoltre necessita di un tracciato percorribile in bicicletta, di una bicicletta e di un operatore che sappia andare in bicicletta. Viene effettuato all'aperto e quindi vanno tenute in considerazione le condizioni atmosferiche e può essere relativamente complesso testare più atleti contemporaneamente se non si ha un collaboratore.

Il **Test di Probst** è un test intermittente che si svolge su un apposito percorso di forma ellittica lungo 140 m, nel quale sono disposti 14 pali a distanza di 10 m uno dall'altro in modo da obbligare il giocatore ad altrettanti cambi di direzione. Il calciatore inizia percorrendo 2 giri (280 m) alla velocità di 10.8 km/h, si ferma per 30 s e riparte con velocità aumentata di 0.6 km/h, percorrendo altri 2 giri e fermandosi nuovamente. Si va avanti così alternando 2 giri di corsa e 30 s di pausa, durante la quale viene effettuato un microprelievo di sangue capillare per la determinazione della lattacidemia. La velocità è controllata con un sistema acustico ed il test termina quando il giocatore non riesce ad arrivare in sincronia con il beep acustico su 2 segnali consecutivi. La prestazione è misurata dalla velocità massima raggiunta. La registrazione della frequenza cardiaca permette di costruire la relazione tra velocità e frequenza cardiaca e di individuare la soglia anaerobica manualmente oppure applicando un modello matematico. La lattacidemia consente di ottenere le soglie direttamente dalla relazione tra velocità e lattato.

I vantaggi/pregi di questo test sono rappresentati dal fatto che si tratta di un test relativamente facile da eseguire per l'atleta, intervallato e con cambi di direzione.

Gli svantaggi/difetti di questo test consistono nel fatto che si tratta di un test massimale e che, essendo effettuato all'aperto, bisogna tenere in considerazione le condizioni atmosferiche. Può essere relativamente complesso testare più atleti contemporaneamente se non si ha un collaboratore e, soprattutto, necessita dell'elaborazione grafica della frequenza cardiaca e/o della lattacidemia se si vogliono ricavare i valori di soglia anaerobica (S4).

Il **test da campo a navetta** più conosciuto è sicuramente il **Test di Léger**.

I test a navetta (dall'inglese shuttle) sono stati introdotti da Léger, sono noti anche come Multistage Shuttle Run Test e consistono nel correre a spola tra due segnali posti a 20 m di distanza uno dall'altro. Il test inizia correndo ad 8 km/h e prevede incrementi di 0.5 km/h ogni minuto (quello originale prevedeva incrementi di 0.5 km/h ogni 2 minuti). La velocità di corsa viene controllata con un segnale acustico. Il test viene interrotto quando il giocatore non riesce a mantenere il ritmo, arrivando in ritardo in corrispondenza del segnale acustico per più di due volte. Si tratta di un test continuo, massimale, con cambi del senso di marcia ogni 20 m.

I vantaggi/pregi di questo test sono rappresentati dal fatto che si tratta di un test facile da effettuare per l'atleta, che non necessita di particolari attrezzature e che può essere proposto a chiunque sia in

grado di correre in quanto la sua esecuzione non richiede particolari abilità. Può essere svolto sotto forma di gara e comprende il cambio di verso di corsa, con accelerazioni e decelerazioni.

Gli svantaggi/difetti di questo test consistono nel fatto che si tratta di un test di corsa continua ed è un test massimale. Necessita inoltre di un sistema audio perfettamente tarato e fornisce una sottostima della VAM rispetto agli altri test non a navetta.

Per questa ragione è stata proposta da Bisciotti una formula per calcolare in maniera più precisa la VAM quando si utilizza questo test:

$$\text{VAM (km/h)} = 1.502 \times \text{ultima velocità (km/h)} - 4.0109$$

I **test da campo intermittenti** sono nati nel tentativo di avvicinarsi maggiormente alle situazioni reali dei giochi di squadra, dove la corsa continua non viene mai protratta oltre a qualche manciata di secondi e si alternano tratti ad elevata intensità con tratti a bassa intensità.

I test da campo intermittenti più diffusi sono:

- Test di Gacon (45-15)
- Test 30-15
- Test di Carminatti (Tcar)
- Yo-Yo Test

Il **Test di Gacon (45-15)** è un test intermittente, il quale prevede un'alternanza di tratti di corsa della durata di 45 s, con momenti di recupero di 15 s. La velocità iniziale è di 10 km/h e corrisponde ad un tratto di 125 m (percorso in 45 s). Dopo una pausa di 15 s si percorrono 6.25 m in più (per un totale di 131.25 m, pari a 10.5 km/h) e così via fino a quando l'atleta non riesce più a coprire la distanza prevista in 45 s.

Questo test è molto popolare tra i preparatori atletici italiani.

I vantaggi/pregi di questo test consistono nel fatto che si tratta di un test intermittente, il quale prevede accelerazioni e decelerazioni e brevi pause tra i diversi carichi, che può essere svolto sul campo da calcio ed è un test massimale.

Gli svantaggi/difetti di questo test comprendono il fatto che non prevede cambi del verso di corsa, che si tratta di un test massimale e che necessita di un sistema audio perfettamente tarato. Inoltre fornisce una sottostima della VAM rispetto ai test non a navetta.

Il **Test 30-15** è una variante del test precedente e si effettua in un percorso di 40 m dove sono indicate: la linea di partenza (A), una linea a metà percorso (B) dopo 20 m dalla linea di partenza e una linea (C) a 40 m dalla linea di partenza. Sono segnate anche delle zone di 3 m subito dopo la linea A, prima e dopo la linea B e subito prima della linea C.

Il test consiste nell'alternare tratti di corsa a navetta per 30 s con pause di 15 s camminando per tornare al punto di partenza. La velocità iniziale di 8 km/h è aumentata di 0.5 km/h ogni 45 s, così da percorrere, in uno stesso periodo di 30 s, una distanza progressivamente maggiore. Il giocatore deve trovarsi entro le zone indicate in prossimità delle rispettive linee, in corrispondenza del segnale acustico emesso da un apposito sistema audio. Se il periodo di 30 s termina in corrispondenza di una delle 3 linee, il giocatore deve attendere lì il successivo segnale di partenza.

Il test termina quando il giocatore non riesce a mantenere il ritmo per 3 segnali successivi.

La velocità corrispondente all'ultima prova è indicata come VIFT (Velocity for the Intermittent Fitness Test).

Il **Test di Carminatti (Tcar)** è un test incrementale intermittente e si svolge su un percorso di 15 m dove il giocatore deve effettuare delle navette.

Ogni step consiste in 5 frazioni di 18 s di corsa con 6 s di recupero (18+6) per un totale di 90 s.

La velocità iniziale è di 9 km/h e ogni 90 s il giocatore deve percorrere 1 m in più, corrispondente ad un aumento di circa 0.6 km/h per ogni incremento. In questa maniera il calciatore ha sempre più spazio per accelerare e quindi riesce a raggiungere punte di velocità più elevate rispetto ai test in cui la distanza delle navette è prefissata. La prestazione in questo test è indicata dalla velocità raggiunta nell'ultima frazione.

Lo **Yo-Yo Test** è sostanzialmente un'evoluzione del test a navetta di Léger ed è stato proposto da Jens Bangsbo per avvicinare maggiormente il protocollo di esecuzione al contesto reale del calcio. Tutti gli Yo-Yo Test sono somministrati su un percorso appositamente preparato che permette di testare contemporaneamente più giocatori.

In questo test, il giocatore deve fare la spola tra le due linee percorrendo ogni volta un tratto di 20+20 m, con cambio di senso di marcia di 180°, seguendo il ritmo scandito da un segnale acustico. Il beep indica successivamente il momento della partenza, il cambio di senso e l'arrivo. La prestazione è misurata dalla distanza complessiva percorsa al momento dell'interruzione del test.

Esistono tre versioni di questo test:

- Yo-Yo Endurance Test (YYET), ossia un test incrementale continuo
- Yo-Yo Intermittent Endurance Test (YYIET), cioè un test incrementale intermittente con pause di 5 s
- Yo-Yo Intermittent Recovery Test (YYIRT), ovvero un test incrementale intermittente con pause di 10 s.

Queste tre versioni del test differiscono per le velocità ad ogni stadio e per la durata del tempo di recupero tra una navetta e l'altra. Ognuno dei tre test presenta due livelli di difficoltà.

Infine, per quanto riguarda i test di soglia, essi indagano le caratteristiche aerobiche del calciatore e, in particolare, la capacità di protrarre una determinata intensità di esercizio nel tempo, evitando l'affaticamento.

È importante ricordare che, nei calciatori, la prestazione nei test di soglia non è quasi mai correlata alla prestazione che si ottiene nei test di potenza effettuati sugli stessi giocatori.

I **test da campo di soglia** più utilizzati sono sicuramente:

- Test di Conconi
- Test di Mogroni

Il **Test di Conconi** è un test da campo incrementale continuo che permette di ricavare la velocità e la frequenza cardiaca di soglia a partire dalla relazione tra frequenza cardiaca e velocità.

Il test inizia correndo su una pista di atletica a 8 km/h e prevede incrementi della velocità di 0.5 km/h ogni 200 m. Sulla pista sono posizionati dei coni ogni 50 metri e un segnale acustico emesso ad intervalli, secondo il protocollo del test, permette all'atleta di aggiustare la velocità in corrispondenza dei segnali sulla pista. Il test viene interrotto quando l'atleta non riesce più ad arrivare puntuale in corrispondenza del segnale sulla pista. Un cardiofrequenzimetro registra in continuo la frequenza cardiaca e le frequenze cardiache rilevate al termine di ogni tratto di 200 m vengono messe in relazione con le rispettive velocità di corsa. La relazione tra la frequenza cardiaca e velocità è lineare fino ad un certo punto, oltrepassato il quale si può notare una deflessione che corrisponde alla soglia anaerobica (in termini di velocità e di frequenza cardiaca).

I vantaggi/pregi di questo test consistono nel fatto che si tratta di un test di facile esecuzione ovunque, disponendo di un adeguato sistema audio, che è un test di corsa continua ed è massimale.

Gli svantaggi/difetti di questo test sono rappresentati dal fatto che si tratta di un test che non prevede cambi del verso di corsa, che è un test massimale e che necessita di un sistema audio perfettamente tarato. Inoltre l'elaborazione automatica con i programmi computerizzati spesso fornisce dati difficili da interpretare.

Il **Test di Mogroni** è stato concepito specificamente per essere effettuato su un campo da calcio, con il minimo impegno da parte del valutatore e dei giocatori.

Sul campo è tracciato un percorso di forma ellittica con segnali (coni o paletti) ogni 50 metri. Generalmente la lunghezza del percorso è compresa tra 250 e 300 m e l'atleta deve percorrere 1,350 m in 6 min, alla velocità costante di 13.5 km/h.

Un segnale acustico emesso ad intervalli regolari permette all'atleta di aggiustare la velocità in corrispondenza dei segnali posti ogni 50 m. Il protocollo originale non prevede di effettuare esercitazioni di riscaldamento prima del test, per cui il test deve essere effettuato "a freddo". Immediatamente al termine del test viene prelevato un microcampione di sangue capillare che viene subito analizzato per determinare la concentrazione di lattato $[La_{cap}]$ e la velocità di soglia anaerobica (VS4) è calcolata applicando la formula:

$$VS4 = 17.3 - 1.23 [La_{cap}] + 0.06 [La_{cap}]^2$$

VS4 è la velocità corrispondente ad una concentrazione di 4 mM di lattato, in origine chiamata VOBLA. I vantaggi/pregi di questo test comprendono il fatto che si tratta di un test di rapida esecuzione (6 min), che non necessita di riscaldamento, che non interferisce con l'allenamento della squadra e può essere utilizzato come riscaldamento. Fornisce inoltre la velocità di soglia anaerobica ed è un test submassimale effettuato a velocità costante, che può essere agevolmente portato a termine dagli atleti abituati a correre continuamente per alcuni minuti.

Gli svantaggi/difetti di questo test sono rappresentati dal fatto che si tratta di un test di corsa continua ed è submassimale. Necessita inoltre del prelievo ematico, dell'analisi immediata del campione prelevato e di personale medico. Se si vogliono testare molti atleti contemporaneamente sono necessari più operatori ed è un test che non fornisce indicazioni sulla frequenza cardiaca di soglia.

La seconda capacità condizionale che andremo ad analizzare è la forza.

Al contrario della definizione del termine "**forza**" nell'ambito della fisica, la definizione precisa dello stesso concetto nei suoi aspetti fisiologici e psichici risulta molto più complessa perché le tipologie, il lavoro e lo sfruttamento dei muscoli, la tensione muscolare ed il carattere differenziato della tensione muscolare coinvolti, si presentano assai vari e influenzati da diversi fattori. Di conseguenza mi limiterò in questo contesto ad una definizione del concetto circoscritto ai tipi di forza coinvolti nella prestazione calcistica.

Le forme principali della forza che interessano l'ambito calcistico sono la forza istantanea, la forza massimale, la resistenza della forza nel tempo (o forza resistente) e tutte le forme miste e categorie inferiori.

"La **forza istantanea** comprende la capacità del sistema neuromuscolare di muovere il corpo e le sue parti (ad esempio arti superiori, arti inferiori) oppure oggetti (ad esempio palloni, pesi, giavellotti, dischi, ecc.) alla massima velocità."²⁶

²⁶ Weineck J. (2009), *L'allenamento ottimale.*, II edizione italiana, Foligno (Perugia), Calzetti & Mariucci Editori.

La forza istantanea è il tipo di forza più importante e discusso. Questo perché nel calcio il movimento viene dominato da procedimenti motori tipici di accelerazione (dunque positivo dinamico = concentrico) e di decelerazione (quindi negativo dinamico = eccentrico).

Tipici esempi di movimenti accelerati di forza sono salti, tiri e scatti, mentre tipici esempi di movimenti decelerati di forza sono stop improvvisi, cambi di direzione (incluse le finte) e la fase iniziale della corsa e del salto.

Generalmente nel calcio prevalgono i movimenti dinamici, e spesso esplosivi, che richiedono una muscolatura molto sviluppata per la forza istantanea e la forza resistente (compresi i contrasti e le azioni tecniche individuali).

La forza istantanea rappresenta dunque un obiettivo centrale dell'allenamento, in particolare per quello dei bambini e dei giovani, ma anche per quello delle ragazze, delle squadre femminili e delle squadre dilettantistiche maschili.

“La **forza massima** rappresenta la massima forza possibile che il sistema neuromuscolare ha la possibilità di esprimere in una massima contrazione volontaria.”²⁷

L'importanza della forza massima (soprattutto degli arti inferiori), nonostante rappresenti un altro elemento fondamentale della forza, viene spesso sottovalutata e questo si ripercuote nei metodi ed esercizi che vengono applicati. Le motivazioni per le negligenze nell'allenamento della forza massima sono i seguenti:

- L'esercitazione della forza massima non viene considerata di importanza tale da dedicarle tempo in una seduta di allenamento poiché, molto spesso, l'allenatore ha già poco tempo a disposizione per lavorare sulle tematiche tecnico-tattiche e preferisce sfruttarlo per sviluppare questi obiettivi
- Allenatore e giocatori sostengono, erratamente aggiungerei, che la forza massima rende pesanti e lenti nei movimenti
- L'allenatore non conosce il nesso stretto tra il livello della forza massima e la capacità di sviluppo della forza istantanea e questo lo porta a rimanere incerto nella scelta delle tipologie di allenamenti, dei metodi di applicazione, del tempo da impiegare e degli attrezzi necessari
- L'allenatore ritiene poco funzionale al gioco del calcio e insufficiente un allenamento isolato della forza massima perché è spesso dell'opinione che solamente un allenamento della condizione che venga integrato nel gioco sia in grado di soddisfare le esigenze specifiche del calcio
- I giocatori rifiutano questi tipo di allenamento in quanto non è vicino alla pratica del gioco del calcio
- Nella maggior parte dei casi, soprattutto nelle società dilettantistiche, mancano i locali, le strutture, gli attrezzi e le macchine necessarie per poter organizzare un allenamento della forza. Inoltre, la possibilità di frequentare una palestra appare troppo impegnativa (in termini di tempo e sotto il profilo economico) sia all'allenatore che ai giocatori.

“La **resistenza della forza (o forza resistente)** è la capacità dell'organismo di resistere ad un carico di lavoro protratto nel tempo.”²⁸

²⁷ Weineck J. (2009), *L'allenamento ottimale.*, Il edizione italiana, Foligno (Perugia), Calzetti & Mariucci Editori.

²⁸ Weineck J. (2009), *L'allenamento ottimale.*, Il edizione italiana, Foligno (Perugia), Calzetti & Mariucci Editori.

Questa rappresenta la terza categoria della forza decisiva per il calciatore. In una preparazione atletica generale del calciatore, l'esercitazione della resistenza della forza è molto importante in particolare nell'ambito della muscolatura di postura.

Al fine di ottimizzarla si ricorre soprattutto a movimenti lenti con un alto numero di ripetizioni a causa della composizione particolare delle fibre muscolari (infatti i muscoli addominali e lombari, che sono i muscoli di postura caratteristici, mostrano essenzialmente fibre lente del tipo F.L. oppure del tipo I).

Affrontare il tema dell'allenamento della forza è, senza alcun dubbio, un argomento delicato, a tal punto da far correre il rischio, a chi decida di farsene carico, di entrare in un vero e proprio "campo minato".

La delicatezza della materia è data dal fatto che, per affrontare in modo sostanziale e non banale la problematica in questione, occorre necessariamente avere innanzitutto dei solidi riferimenti di tipo fisiologico, anatomico e metodologico-programmatico. Tuttavia, la difficoltà principale è costituita dal fatto che, nel calcio, l'allenamento della forza è un elemento "contraddittorio", in quanto, teoricamente, costituisce un elemento importante della programmazione dell'allenamento nonostante le sue possibilità applicative siano tutt'altro che semplici. Infine bisogna fare i conti con impropri e dinieghi di tutti coloro che sono convintissimi assertori dell'allenamento della forza.

Un "serio" allenamento delle capacità di forza consiste in un tipo di lavoro che soddisfi totalmente i punti indicati di seguito:

- I carichi utilizzati devono essere perfettamente consoni alle esigenze metodologiche inerenti ai vari aspetti delle caratteristiche di forza. In altre parole, è impensabile allenare le caratteristiche di forza mediante carichi non idonei.
- Il carico adottato deve rispecchiare perfettamente le caratteristiche neuromuscolari dell'atleta. Per questo motivo è di fondamentale importanza la quantificazione esatta del carico, ma anche delle ripetizioni, delle serie e dei recuperi per ogni singolo atleta.
- Per incidere in maniera positiva sulle caratteristiche di forza di un atleta, è necessario che l'allenamento sia effettuato in modo programmatico e costante durante tutta la stagione sportiva.
- L'allenamento di alcune particolari caratteristiche neuromuscolari, oppure l'adozione di particolari metodiche di allenamento, comportano necessariamente una fase di profonda destrutturazione del muscolo stesso, seguita successivamente da una seconda fase di tipo adattivo-rigenerativo. Dunque, nel momento in cui si intendano migliorare queste caratteristiche, oppure si ricorra a queste particolari metodiche di lavoro, è importante essere consapevoli di correre questo rischio e accettarlo.
- È impensabile poter affrontare metodologie di lavoro "avanzate" senza che l'atleta possieda un minimo di basi nell'ambito dell'allenamento della forza.
- È impossibile sperare di affrontare nel migliore dei modi un "serio" programma di allenamento della forza senza una perfetta conoscenza delle modalità esecutive delle esercitazioni proposte, ma soprattutto senza un'ottimale "sensibilità" neuromuscolare (fornita dalla pratica) nei confronti di queste ultime.

In realtà però, in ambito calcistico, avvengono cose "leggermente" diverse.

Infatti :

- Normalmente i carichi utilizzati sono spesso sottostimati per le più svariate ragioni (paura di "imballare" i giocatori, evitare i possibili incidenti che potrebbero derivare da un allenamento di forza troppo sostenuto, minimizzare la possibilità di fornire "alibi" ai calciatori in caso di scarso rendimento in partita e così via).

Il risultato finale di questa sorta di condizionamento mentale, più o meno consapevole da parte dei preparatori, è che i carichi adottati, nella maggior parte dei casi, non sono consoni alle esigenze metodologiche relative ai vari aspetti dell'allenamento della forza.

Questo è probabilmente il presupposto principale per impostare un allenamento di forza "finto", che soddisfi solamente l'aspetto apparente dell'allenamento della forza stesso. In altre parole molte volte si accetta il compromesso di fare forza senza crearci troppi problemi che, come generalmente accade con tutti i compromessi, non conduce certo a risultati ottimali.

- Nella migliore delle ipotesi, il carico che ogni atleta dovrebbe adottare durante le varie esercitazioni rivolte ai differenti aspetti delle caratteristiche di forza viene determinato due volte per stagione. Chiunque abbia una certa conoscenza dei principi metodologici dell'allenamento di forza è perfettamente a conoscenza del fatto che i vari parametri dell'allenamento necessitano di una verifica continua (bisognerebbe, infatti, controllare i vari carichi ogni due-tre settimane circa) e che, come in alcuni tipi di allenamento, andrebbero attentamente monitorati per essere ottimizzati. Quello che avviene in ambito calcistico però è molto spesso diverso.
- In alcuni periodi della stagione, durante i quali gli impegni agonistici si susseguono a ritmo elevato, diventa impossibile poter porre in atto un piano di lavoro che vada oltre l'aspetto rigenerativo.

Nel calcio, infatti, per mantenere o migliorare le prestazioni è necessario giocare praticamente sempre, e questo va a discapito dell'allenamento. Cade, dunque, il presupposto che l'allenamento della forza sia effettuato in modo programmatico e costante durante tutta la stagione sportiva.

- È pressochè impossibile accettare il fatto di un consistente e costante processo di stress e di destrutturazione muscolare (presupposto oltretutto essenziale per ottenere una concreta risposta adattiva muscolare) quando si deve rispettare un impegno agonistico settimanale o addirittura bisettimanale.
- Non sono molti i giocatori che possiedono nel proprio bagaglio delle basi soddisfacenti in termini di allenamento di forza. Da ciò ne consegue che non si possa ragionevolmente pretendere di far svolgere un corretto allenamento di potenza ad un atleta che sappia a malapena come si esegua correttamente un mezzo squat.

Dunque l'alternativa percorribile per l'allenamento della forza potrebbe consistere nell'adottare mezzi alternativi di allenamento della forza, e i più idonei a questo tipo di soluzione sono :

- Gli sprint effettuati con l'utilizzo del traino
- Gli sprint in salita
- Gli esercizi di pre-atletismo utilizzati specificamente per l'allenamento della velocità denominati anche "metodo resistivo"

In conclusione, se dovessimo tirare le somme di quanto affermato fino ad ora, senza nessuna pretesa di verità, direi che obiettivamente mi risulta molto difficile giungere a pensare come sia possibile un vero allenamento di forza in ambito calcistico e che la soluzione del compromesso (che purtroppo molto spesso corrisponde al "facciamolo tanto per fare") non mi sembra proprio la miglior scelta possibile in questo ambito. Sarebbe molto meglio, sempre a mio modesto parere, cercare di adottare una metodologia di lavoro alternativa come quella sopra citata, che possa essere utilizzata, ovviamente modulandone opportunamente sia la quantità che l'intensità, durante tutta la stagione sportiva. Fermo restando comunque il fatto che, al posto di un mediocre allenamento della forza, è sempre preferibile un ottimo allenamento della tattica o della tecnica. Aldilà di questa riflessione, però, dobbiamo anche

pensare che alcune volte, per mille ragioni (strutture adatte, giusta mentalità, predisposizione dei giocatori) esistono i giusti presupposti per effettuare un idoneo allenamento delle qualità di forza.

La forza muscolare è una componente indispensabile per la salute di tutte le persone e per costruire la prestazione in coloro che praticano sport. Di conseguenza, la valutazione funzionale della forza assume una particolare importanza poiché fornisce all'allenatore informazioni sia prognostiche sia diagnostiche. I fattori che determinano la forza muscolare sono numerosi e possono essere distinti in : anatomici, fisiologici e nervosi.

“Per **forza muscolare** intendiamo l'attitudine a compiere lavoro muscolare in diverse condizioni, che dipendono dalla postura, dal tipo di azione muscolare e dalla velocità del movimento, oltre che dall'integrità dell'apparato locomotore, dalla disponibilità delle sostanze energetiche e dalle condizioni di allenamento.”²⁹

Tale definizione è relativamente complessa, poiché pone le necessarie precisazioni al concetto di forza muscolare, tenendo conto quantomeno dell'anatomia, della fisiologia, dell'energetica e dell'allenamento. Inoltre, con il termine forza muscolare, si fa riferimento ad un qualcosa di variabile nel tempo e dipendente da molteplici condizioni variamente interconnesse tra loro. Infatti, la capacità di esprimere forza muscolare viene modificata quando si verifica una lesione dell'apparato locomotore (ad esempio frattura, stiramento, strappo muscolare, lesione capsulo-legamentosa, ecc..) oppure quando l'esercizio deve essere ripetuto più o meno a lungo con una determinata intensità.

Harre (2005) suddivide la capacità di forza in : capacità di forza massimale, capacità di forza istantanea, capacità di forza resistente.

Tuttavia la comprensione delle implicazioni di questa classificazione non può prescindere dalla relazione fisiologica tra forza e velocità del movimento. Dunque, oggi, il concetto relativo esclusivamente alla determinazione dell'entità del carico (cioè ai kg spostati e al numero di volte che un carico può essere spostato) è stato superato e completato con la misura della velocità alla quale un carico può essere “mosso”.

Le nuove generazioni di macchine di potenziamento da palestra comprendono già questa possibilità. Di conseguenza assumeranno importanza sia il carico (cioè la forza, F) sia la velocità di movimento (v). L'ulteriore elaborazione di queste due grandezze porta a calcolarne il prodotto, che non è altro che la potenza meccanica (P), essendo:

$$P = F \times v$$

Ne consegue che in tutti i test di forza bisognerà considerare anche la potenza espressa, che in base alla formula sopracitata implicheranno che la forza sia espressa durante movimenti eseguiti velocemente.

Vari Autori hanno sottolineato l'importanza della forza nel calcio, tuttavia scegliere quali test adottare per la valutazione funzionale del calciatore può essere compito arduo e comunque la scelta dipenderà dal modello di prestazione adottato.

Da un punto di vista biomeccanico è importante considerare che quando si effettua un test di forza, ci si trova sempre in una delle seguenti due situazioni:

- 1) Quella in cui si conosce la forza richiesta, che corrisponde al carico (ad esempio 10 kg) che viene sollevato da un determinato gruppo muscolare (oppure quando il carico è costituito dalla massa corporea del calciatore, come avviene ad esempio in un salto). In questa situazione, essendo noto il carico, è necessario avere un'idea della velocità con cui tale carico viene spostato.

²⁹ Roi G S. (2014), *I test di valutazione funzionale nel calcio.*, Recco (Genova), Edizioni Correre.

- 2) Quella in cui si conosce la velocità del movimento perché preimpostata dagli apparecchi isocinetici. In questa situazione è necessario misurare la forza espressa. È tipica anche dei più comuni dinamometri isometrici, dove la velocità di movimento è nulla (uguale a zero e costante).

Una volta considerati tutti i fattori che possono influenzare il risultato di un test di forza, gli elementi da verificare quando si effettua la valutazione della forza nel calcio sono: la specificità, il riscaldamento e l'ordine con cui si svolgono i test.

Per quanto concerne la **specificità**, è evidente che ogni test indaga un certo modo di esprimere forza e non sempre le esercitazioni per l'allenamento della stessa comprendono gli esercizi che vengono poi somministrati come test. Ad esempio si può valutare la forza esplosiva degli arti inferiori con il test di Bosco con contromovimento (CMJ: test specifico per il salto in alto con impiego bilaterale degli arti inferiori) e poi allenare i gruppi muscolari estensori degli arti inferiori con la leg extension (esercizio segmentario monolaterale in catena aperta). È dunque necessario considerare le caratteristiche "specifiche" dei movimenti impiegati per i test, sulla base delle informazioni che si desidera ricavare, distinguendo sempre tra i test che indagano le caratteristiche generali e quelli che indagano le caratteristiche specifiche e che quindi dovrebbero essere il più possibile simili a quanto avviene effettivamente durante il gioco. Per questa ragione è opportuno considerare:

- La complessità dei movimenti, che possono essere monoarticolari o pluriarticolari
- La postura, che influisce sull'attivazione e/o sull'inibizione di determinati gruppi muscolari
- L'arco di movimento, poiché la forza varia durante il movimento articolare
- Il tipo di azione muscolare, sia essa isometrica, concentrica, eccentrica o coinvolga il ciclo stiramento-accorciamento
- L'entità della forza, ad esempio la forza massima (o di picco), la forza media, il momento di forza oppure le forze di reazione con il terreno
- I parametri cinematici, quali la velocità o l'accelerazione, che oltretutto variano durante i movimenti
- Il tipo di apparecchiatura o attrezzatura utilizzata, ad esempio macchine o pesi liberi.

Per quanto riguarda invece il **riscaldamento**, possiamo affermare che, facendolo in maniera adeguata esso permette di attivare il sistema muscolare e di ottenere prestazioni migliori anche grazie al meccanismo del Potenziamento Post Attivazione (Post Activation Potentiation o PAP), ossia il miglioramento della capacità di esprimere forza che si ottiene ripetendo qualche volta uno stesso esercizio, in altre parole, attivando il sistema. D'altro canto lo stato di fatica dovuto ad esercitazioni precedenti può influire sull'esito del test, di conseguenza, ciò che si fa prima del test può influire positivamente (PAP) o negativamente (fatica) (Rassier, 2000). Anche gli esercizi di stretching statico, che spesso vengono inseriti nei protocolli di riscaldamento, possono influenzare negativamente la successiva prestazione di forza e/o di potenza, specie se lo stretching statico è applicato per tempi prolungati (> 30 s).

Di conseguenza il riscaldamento da effettuare prima dei test di forza dovrebbe comprendere 5-10 minuti di esercizio a bassa intensità, volto principalmente ad aumentare il livello metabolico aerobico (innalzamento del consumo di ossigeno e della temperatura corporea), seguiti da 8-12 minuti di esercitazioni comprendenti stretching dinamico, articolarietà specifica e altre esercitazioni dinamiche di intensità progressivamente maggiore e sempre più simili a ciò che verrà proposto come test (Jeffreys, 2008).

Infine, l'ultimo requisito fondamentale per la valutazione della forza nel calcio è rappresentato dall'**ordine con cui si effettuano i test**.

I test di forza, infatti, dovrebbero essere effettuati all'inizio della batteria di test, dopo quelli di agilità e prima degli esercizi di forza resistente e di capacità aerobica.

L'allenamento della forza del calciatore è oggi ritenuto importante in tre situazioni:

- 1) Quando si vuole aumentare la potenza muscolare nelle attività esplosive, quali i salti e le accelerazioni
- 2) Per prevenire gli infortuni
- 3) Per monitorare il recupero dopo un infortunio

I test di forza per il calciatore sono classicamente distinguibili in test da campo e da laboratorio.

I **test da campo** per la valutazione della forza e della potenza muscolare maggiormente utilizzati e di cui si trova traccia nella letteratura scientifica riguardante il calcio sono:

- Test di Bosco
- Salto in lungo da fermo
- Salto triplo da fermo
- Sit-ups test
- Push-ups test
- Sospensione alla sbarra
- Lancio della palla medica
- Test RM
- Test di core stability

Il **Test di Bosco** è la batteria di test da campo più classicamente utilizzata per la valutazione della forza esplosiva (o della potenza) degli arti inferiori. Il test principale è stato proposto come evoluzione dei test di salto in alto, in modo da individuare il contributo della forza esplosiva e dell'eventuale recupero elastico della muscolatura estensoria degli arti inferiori, eliminando l'apporto del busto e degli arti superiori, e minimizzando l'influenza dei fenomeni coordinativi.

Per questa ragione Carmelo Bosco sosteneva che è molto importante:

- Prima della prova riscaldare molto bene i muscoli estensori delle gambe, specialmente in condizioni di temperatura bassa
- Non realizzare la prova in seguito all'esecuzione di un'attività fisica elevata poiché i fenomeni di fatica potrebbero influenzare la prestazione
- Fare in modo che, nella successione delle varie prove, il test più faticoso venga eseguito per ultimo
- Far coincidere il periodo in cui devono essere realizzati i test con quello con cui generalmente viene eseguito l'allenamento
- Tra le prove concedere un adeguato periodo di riposo (molto breve in quanto non si verificano fenomeni di fatica tranne che dopo le prove di 15-60 s di salti continui)
- Utilizzare indumenti sportivi, scarpe di gomma e preferibilmente calzoncini corti
- Ricoprire sempre di superficie antisdrucciolo il tappeto a conduttanza.

Il Test di Bosco, dunque, è costituito da una serie di prove standardizzate. Si tratta quindi di una batteria di test che può essere utilizzata completamente o solo in parte, che comprende:

- Il salto con partenza da fermo (Squat jump = SJ)
- Il salto con partenza da fermo (SJ) con il sollevamento di carichi variabili (20-100 kg, in origine con bilanciere sulle spalle, poi con giubbetti più comodi) e in particolare con un carico pari al peso corporeo
- Il salto con contromovimento (Counter Movement Jump = CMJ)

- Il salto in basso “in proseguimento da caduta da una certa altezza” (da 10 a 100 cm) o salto pliometrico (Drop Jump = DJ)
- Salti continui con contromovimento della durata variabile tra 50 e 60 s (Rebound Jumps = RJ)
- Salti o balzi continui della durata di 5-7 s realizzati a ginocchia rigide (bloccate) con o senza il superamento di ostacoli e con o senza l'aiuto delle braccia.

Nel **Test del salto in lungo da fermo**, il giocatore si trova in posizione eretta, con la punta dei piedi dietro la linea di partenza. Il test consiste nel saltare a piedi uniti verso l'avanti, per atterrare il più lontano possibile, sempre a piedi uniti. Il test prevede l'utilizzo degli arti superiori e la possibilità di effettuare un contromovimento con gli arti inferiori. La prestazione è misurata dalla distanza tra la linea di partenza e il punto di arrivo del tallone più vicino a questa linea. Generalmente si effettuano 3 prove e viene considerata la migliore.

Il test può essere proposto anche in modalità monopodalica, con partenza e arrivo sullo stesso arto inferiore. In questa circostanza, oltre alla prestazione in assoluto, si può considerare la differenza tra un arto e l'altro. Questo test è utilizzato soprattutto in riabilitazione ed è noto anche come One Leg Hop Test. Spesso alcuni preparatori atletici confrontano le prestazioni nel CMJ e nel salto in lungo da fermo, per valutare eventuali differenze nell'espressione della forza esplosiva in senso verticale e orizzontale.

Il **Test del salto triplo da fermo (Triple Hop Test)** in genere viene eseguito in modalità monopodalica. Il giocatore si trova in posizione eretta, con il piede di stacco immediatamente dietro la linea di partenza e l'altro un po' più indietro. Da questa posizione esegue 3 salti in avanti consecutivi, atterrando sempre sulla stessa gamba e tentando di raggiungere la maggiore distanza possibile, misurata tra la linea di partenza e il punto di atterraggio del tallone al termine del terzo salto. L'atterraggio dopo l'ultimo salto può essere fatto anche con entrambi i piedi.

Il test fornisce indicazioni sulla forza esplosiva dell'arto inferiore, utilizzando il ciclo stiramento-accorciamento e gli arti superiori. Anche in questo test le capacità coordinative e di equilibrio sono importanti. Generalmente si effettuano 3 prove e viene considerata la migliore. Il test è utile per determinare eventuali differenze tra i due arti.

Il **Sit-ups test** è un test di forza resistente che consiste nell'effettuare dei sit-ups ripetutamente per un tempo stabilito, di solito per 60 s. Il giocatore si trova nella posizione supina, con le mani sulla nuca, i gomiti flessi e le ginocchia flesse a 90° con i piedi appoggiati al terreno. In genere i piedi non sono vincolati da un attrezzo o bloccati da un compagno, ma si può scegliere altrimenti. Al “via” inizia la registrazione cronometrica e il giocatore esegue il movimento del sit-up ripetutamente, andando con i gomiti a toccare le ginocchia e tornando ogni volta nella posizione supina, con le spalle che toccano il pavimento ad ogni ripetizione. La prova viene effettuata una sola volta e si conta il numero di ripetizioni effettuate nel tempo prestabilito.

Il **Push-up test (piegamenti sulle braccia)** è un test di forza resistente degli arti superiori, che consiste nell'effettuare dei piegamenti sulle braccia ripetutamente per un tempo stabilito, solitamente per 60 s. Al momento della partenza il giocatore assume la posizione prona, con le mani all'altezza delle spalle e le dita rivolte in avanti, i gomiti flessi all'indietro e la punta dei piedi appoggiata al terreno. Al “via” inizia la registrazione cronometrica e il giocatore esegue l'estensione completa dei gomiti, mantenendo il corpo rigido su una stessa linea. Successivamente effettua il piegamento sulle braccia, andando a toccare il pavimento con il torace ad ogni ripetizione. La prova viene effettuata una sola volta e si conta il numero di ripetizioni svolte nel tempo prestabilito. In alternativa e/o quando il giocatore non riesce a protrarre l'esercizio per 60 s, si può contare il numero di ripetizioni all'esaurimento.

Il **Test di sospensione alla sbarra con braccia flesse** indaga la forza resistente degli arti superiori. Necessita di una sbarra orizzontale alla quale il giocatore si aggrappa impugnandola con le mani all'altezza delle spalle.

Un assistente aiuta il calciatore ad assumere la posizione di partenza con i gomiti flessi, la quale deve essere mantenuta il più a lungo possibile oppure per un determinato tempo.

Il soggetto, una volta assunta la posizione del test, non deve compiere oscillazioni, ma rimanere fermo. La prestazione è misurata con un cronometro e non vanno date informazioni sul tempo trascorso.

Il **Test del lancio della palla medica** è il test da campo maggiormente utilizzato quando si vogliono ottenere informazioni relative alla potenza esplosiva degli arti superiori. Nel calcio può essere indicato per i portieri, ma anche per ottenere informazioni sull'uso degli arti superiori per la rimessa in gioco del pallone nei falli laterali. Il giocatore si trova nella posizione seduta, con gli arti inferiori divaricati e la schiena appoggiata ad una parete. La palla medica è tenuta con entrambe le mani al di sopra della testa, mentre i gomiti sono flessi. Il lancio deve essere effettuato in alto e verso avanti, senza movimenti del tronco o del collo e senza contromovimenti con gli arti superiori.

Il test può essere svolto anche in palestra, con il giocatore seduto su una panca inclinata a 45°. Un'altra variante prevede che la posizione di partenza sia con la palla al petto. La massa della palla medica è generalmente di 3 kg, mentre le ragazze possono utilizzare quella da 2 kg. Una variante specifica per il calcio può prevedere l'uso del pallone da calcio invece della palla medica. Tuttavia in questo caso è necessario scegliere palloni che abbiano le stesse caratteristiche, cosa che può presentare qualche difficoltà pratica quando si rifanno le misure a distanza di un determinato tempo.

Solitamente si eseguono da 3 a 5 prove e si sceglie la migliore e, dal momento che questo test può essere eseguito con protocolli diversi, è necessario sceglierne uno e svolgere sempre quello.

I **Test RM** possono essere eseguiti solo in palestra su macchine più o meno strumentate. Tuttavia, per effettuare questi test in sicurezza, i giocatori devono essere sufficientemente competenti. Ciò significa che devono avere una certa esperienza nell'espressione della forza massima con i vari macchinari e soprattutto devono essere supportati da personale competente. Per questo motivo molti allenatori non propongono test massimali del tipo 1RM, ma ne prediligono altri che sfruttano carichi sub massimali, stimati empiricamente il più delle volte prendendo come punto di riferimento la massa corporea e computando il numero di ripetizioni effettuabili con quel determinato carico. Applicando successivamente formule specifiche si può calcolare indirettamente il carico massimale. La più conosciuta tra esse è indubbiamente la formula di Brzycki :

$$1RM = \text{kg sollevati} / [1.0278 - (0.0278 \times n^\circ \text{ di ripetizioni effettuate})]$$

Il test si effettua con un protocollo basato su 6RM: dopo un adeguato riscaldamento, eseguire 6 ripetizioni con un carico attorno al 50% del carico previsto per 6RM, attendere 1 min e poi continuare con altre 6 con il 70% del previsto per 6RM, quindi 1 min di recupero e altre 6 ripetizioni con il 90%, 2 min di recupero e infine 6 ripetizioni con il 100-105% di 6RM previste.

Il **Test per la core stability** racchiude gli esercizi di stabilizzazione lombare e di controllo motorio. Il potenziamento muscolare del core ha lo scopo di ottenere il controllo della zona lombare per ottenere un grado di stabilità funzionale ottimale. In ambito sportivo e dell'allenamento le esercitazioni di core stability hanno il fine di creare il presupposto per il miglioramento della prestazione e per la prevenzione degli infortuni, poiché se è vero che possiedono una componente legata al mantenimento dell'equilibrio, è anche vero che la prestazione dipende principalmente dalla forza dei muscoli stabilizzatori.

Per stabilità intendiamo lo stato di un sistema che, in seguito ad una perturbazione esterna, tende spontaneamente a tornare allo stato iniziale.

Da un punto di vista biomeccanico la stabilità è connessa alla capacità di mantenere l'equilibrio.

Il risultato funzionale di un'ottimale core stability è la capacità di operare un adeguato controllo motorio e quindi di mantenere una postura corretta particolarmente della zona lombare e pelvica, i quali rappresentano due distretti molto delicati per tutti i calciatori. I muscoli principalmente coinvolti nella core stability sono : il trasverso dell'addome, gli obliqui esterni e interni, il retto dell'addome, il quadrato dei lombi, i dorsali e il multifido. Questi muscoli devono essere sollecitati con specifici esercizi che isolino ogni singolo muscolo, in quanto se non eseguiti correttamente, molti esercizi tendono ad attivarli simultaneamente, coinvolgendone anche altri quali, ad esempio, lo psoas. Inoltre, devono essere selezionate le esercitazioni che stimolano l'intervento muscolare protettivo tipico delle attività anticipatorie, in altre parole esercitazioni per il trasverso dell'addome.

I test per la valutazione della core stability assumono come punti di riferimento cinque livelli. Ogni livello, per essere superato, dev'essere eseguito almeno 3 volte, mantenendo costante la contrazione del trasverso dell'addome e il rachide lombare in posizione neutra. Ovviamente ogni livello del test può essere utilizzato come esercizio allenante.

Ma analizziamo in maniera sintetica e specifica i 5 livelli:

- Nel **livello 1** il soggetto è supino, con le ginocchia flesse e le braccia lungo i fianchi. Mantenendo la contrazione del muscolo trasverso dell'addome, flettere l'anca alternando un arto alla volta, fino ad avere entrambe le cosce perpendicolari al terreno. Da questa posizione, tornare alla posizione di partenza, prima con un arto e poi con l'altro.
- Nel **livello 2** il soggetto conserva la stessa posizione di partenza e mantenendo la contrazione del muscolo trasverso dell'addome, flette un'anca fino ad avere la coscia perpendicolare al terreno. Successivamente estende lentamente l'arto inferiore contro laterale, mantenendo il contatto del tallone col terreno fino alla completa estensione. Quindi, senza soluzione di continuità, esegue il movimento opposto, flettendo il ginocchio e l'anca fino alla posizione di partenza.
- Il **livello 3** è come il precedente, con l'unica differenza che il tallone non mantiene il contatto col terreno ed è leggermente sollevato.
- Nel **livello 4** la posizione di partenza è sempre la medesima. Mantenendo la contrazione del muscolo trasverso dell'addome, estendere simultaneamente entrambe le ginocchia, mantenendo il contatto dei talloni con il terreno, ritornare lentamente alla posizione di partenza e, senza interrompere il movimento, flettere entrambe le anche fino ad avere le cosce perpendicolari al terreno. In maniera inversa tornare alla posizione di partenza.
- Il **livello 5** è come il precedente, tuttavia i talloni non sono a contatto con il terreno durante l'estensione e la flessione delle ginocchia.

Per monitorare il mantenimento dell'esatta posizione del tratto lombare durante l'esecuzione del test di core stability, si può porre il manicotto di uno sfigmomanometro in corrispondenza della lordosi lombare, gonfiandolo in modo che raggiunga una pressione di 40 mmHg. I test devono essere eseguiti mantenendo la pressione di 40 ± 10 mmHg (Stanton et al., 2004).

I **test di laboratorio** più utilizzati per la valutazione funzionale della forza del calciatore sono senza dubbio il test isocinetico (forza segmentaria o in catena aperta) e i test di salto sulla piattaforma dinamometrica (forza multi-articolare o in catena chiusa).

La **dinamometria isocinetica** è molto diffusa poiché permette di misurare il momento di forza in condizioni dinamiche mediante appositi apparecchi che sono in grado di mantenere costante la velocità

del movimento tramite sistemi oleodinamici, idraulici, elettromagnetici o combinati. Chiariamo subito che ciò che è costante è la velocità del movimento dell'arto in esame (ovviamente escluse le fasi di accelerazione e decelerazione) e non la velocità di contrazione muscolare. Generalmente il test isocinetico per la valutazione funzionale di un calciatore viene svolto con i movimenti di estensione e flessione del ginocchio, e gli scopi sono determinare eventuali asimmetrie di forza, esplorare il rapporto tra la forza dei gruppi muscolari flessori e degli estensori ai fini preventivi, raccogliere informazioni sulla morfologia dei tracciati (come indice di eventuali patologie misconosciute, soprattutto nei calciatori professionisti) e infine ottenere dati personalizzati che possano fornire un riferimento particolarmente utile in caso di infortunio.

Il protocollo prevede che, dopo aver posizionato correttamente il soggetto sull'apparecchio isocinetico, bisogna effettuare il test inizialmente sull'arto dominante e successivamente sull'arto non dominante. Inoltre, il test deve essere preceduto da un adeguato riscaldamento e soprattutto è necessario accertarsi che il giocatore abbia familiarizzato sufficientemente con la metodica isocinetica e compreso come eseguire il test. Per questa ragione è fondamentale una spiegazione chiara e l'esecuzione di alcune prove preliminari a varie velocità, e che i test siano somministrati da personale esperto affinché il calciatore comprenda rapidamente i concetti della velocità costante e della resistenza accomodante, i quali caratterizzano l'esercizio isocinetico.

Generalmente, per costruire la relazione tra Picco di Momento di Forza (PMF) e velocità angolare degli estensori e dei flessori del ginocchio, si inizia con una velocità intermedia di $180^\circ/s$, effettuando 3 serie di 3 ripetizioni, con una pausa di almeno 20 s tra le serie. Quindi si effettuano 3 serie di 3 ripetizioni alle velocità angolari di $240^\circ/s$, $300^\circ/s$, $120^\circ/s$, $60^\circ/s$ somministrate secondo questo ordine, con sempre almeno 20 s di recupero tra una serie e l'altra.

L'operatore annota sull'apposita tabella i dati di PMF degli estensori e dei flessori ottenuti ad ogni velocità angolare e, successivamente, questi dati verranno tradotti in grafico al momento della valutazione.

Inoltre, disponendo di un dinamometro che permette di effettuare i test anche in modalità eccentrica, al termine delle prove in concentrica, si può svolgere anche un test a $-60^\circ/s$ (costituito da 3 prove intervallate da almeno 60 s una dall'altra), il quale dovrebbe fornire PMF maggiori rispetto alla stessa velocità in concentrica.

Ulteriori elaborazioni prevedono di calcolare i rapporti tra flessori ed estensori (Hamstrings/Quadriceps ratio = H/Q), oppure i rapporti tra movimenti effettuati da gruppi muscolari antagonisti in modalità eccentrica e concentrica, per esempio flessori del ginocchio in eccentrica ed estensori in concentrica (HEcc/QConc).

Infine, il test isocinetico può essere utilizzato anche per valutare l'affaticamento. In questa circostanza vengono eseguite estensioni e flessioni consecutive del ginocchio (o di qualsiasi altra articolazione) alla velocità angolare di $180^\circ/s$ per 30 s oppure per 1 minuto. Viene quindi calcolato l'indice di affaticamento del rapporto percentuale tra la media del PMF delle ultime 3 azioni e il PMF più elevato rilevato in una delle prime 3-5 azioni del test.

Questo test può essere completato con la determinazione della lattacidemia nel recupero (al 3°, 5°, 7° minuto dal termine del test).

Il vantaggio/pregio di questa metodica da laboratorio è che fornisce la possibilità di misurare il momento di forza in condizioni standardizzate, dinamiche e a velocità angolare costante.

Gli svantaggi/difetti invece sono rappresentati dal fatto che i movimenti sono monoarticolari, l'azione muscolare isocinetica è artificiale e che si tratta di una metodica di laboratorio la quale necessita di personale molto esperto.

Il **sistema BioRobot** è un dinamometro che consiste sostanzialmente in un sensore, chiamato encoder, che può essere collegato a qualsiasi macchina di potenziamento muscolare e, attraverso un apposito microprocessore connesso ad un PC, il sistema è in grado di rilevare lo spazio percorso dal pacco pesi e

il tempo, e quindi di calcolare velocità, accelerazione, forza, lavoro meccanico e potenza durante il movimento.

Il **sistema Muscle Lab** è un'implementazione del sistema BioRobot, al quale si aggiunge all'encoder un sistema che integra le informazioni cinematiche e cinetiche con quelle fornite da un elettromiografo di superficie in grado di registrare l'attività elettrica di numerosi (fino ad 8) gruppi muscolari contemporaneamente.

Il **sistema Dynabiopsy** è un'ulteriore evoluzione dei due sistemi precedentemente citati.

L'apparecchio è composto da una parte meccanica formata da un sistema a rotore che controlla lo svolgimento di un filo inestensibile, collegato al giocatore posteriormente, a livello della linea che unisce le spine iliache postero-superiori.

Il sistema è dotato di un trasduttore che invia ad un PC il segnale di spostamento con frequenza di campionamento di 200Hz, il quale viene elaborato in tempo reale.

Il test consiste nell'effettuare un salto in alto da fermo con partenza da in piedi, con le gambe leggermente divaricate, i piedi in corrispondenza della verticale delle spalle e le mani ai fianchi, che mantengono con i pollici una targhetta metallica, cui è collegato il filo del rotore, aderente alle spine iliache postero-superiori. Da questa posizione il giocatore flette le ginocchia per raggiungere la classica posizione di mezzo squat, con il busto eretto, senza sollevare i talloni e quindi effettua un salto verso l'alto tentando di raggiungere la massima altezza possibile. Il sistema gestisce le prove automaticamente, fornendo segnali luminosi e acustici e, tramite lo svolgimento e il riavvolgimento del filo, registra gli spostamenti durante le fasi di "ricaricamento", di spinta e di ricaduta. Per ricaricamento, in questo caso, si intende la differenza tra l'angolo da cui si pone per effettuare il salto e l'angolo da cui realmente inizia la spinta.

I parametri cinematici forniti dal sistema Dynabiopsy sono la velocità e l'accelerazione di ricaricamento, la velocità della spinta e la durata della spinta.

Conoscendo la massa (kg) del giocatore, il sistema può calcolare i parametri cinetici quali la forza (massima, media e relativa), la potenza meccanica espressa e le variazioni della quantità di moto. Infine altri indici sono ricavati indirettamente applicando vari algoritmi.

Il **sistema Desmotec** permette di misurare la potenza espressa durante un esercizio, ad esempio squat, effettuato utilizzando un particolare dispositivo isoinerziale a cui il giocatore è collegato mediante una cinghia. Il giocatore, dalla posizione di mezzo squat, effettua una spinta verso l'alto senza saltare. Nel momento in cui il giocatore si ferma con le ginocchia estese, il macchinario, tramite la cinghia collegata alla vita del giocatore, richiama verso il basso l'atleta (fase eccentrica) con la stessa potenza sviluppata in salita (fase concentrica). In questo modo è lo stesso giocatore a gestire al meglio il picco eccentrico. Il sistema è costituito da un albero, al quale sono applicati uno o più dischi inerziali, e attorno al quale è arrotolata una cinghia collegata al giocatore mediante un'apposita cintura. Quando il giocatore, dalla posizione di mezzo squat estende le ginocchia e mette in rotazione l'albero, la cinghia viene completamente svolta e alla fine del movimento, per via della propria inerzia, il volano (cioè l'albero) continua a ruotare riavvolgendo la cinghia nel senso opposto, esercitando una trazione verso il basso sul giocatore e iniziando così la successiva fase eccentrica del movimento. Dopo una blanda resistenza iniziale, il giocatore inizia a frenare agendo sulla cinghia fino al completo arresto del volano.

Il **sistema Haefni** è un sistema sviluppato recentemente ed è denominato "pleocinetico", poiché permette di effettuare esercitazioni e misure in diverse modalità comprese tra la velocità costante (isocinetica) e la resistenza costante (isotonica), con movimenti lineari e angolari così da rendere possibile la misurazione della forza in N e in Nm, durante azioni muscolari concentriche ed eccentriche,

in movimenti mono e pluriarticolari, con velocità lineare compresa tra 0.05 e 1.5 m/s e massima accelerazione di 5 m/s².

La terza capacità condizionale che analizzeremo è la velocità.

“La **velocità** è una delle forme principali di sollecitazione motoria che, come avviene per la mobilità articolare, può essere attribuita sia alle capacità organico-muscolari (forza e resistenza) sia a quelle coordinative.

È quella capacità che, sulla base della mobilità dei processi del sistema neuro-muscolare e delle possibilità di sviluppo della forza della muscolatura, permette di eseguire azioni motorie in un periodo di tempo minimo nelle condizioni contingenti esistenti.

Nello sport dunque, per velocità s'intende la capacità di raggiungere, in determinate condizioni, la massima velocità di reazione e di movimento possibili, sulla base di processi cognitivi, di sforzi massimi di volontà e della funzionalità del sistema neuro-muscolare.”³⁰

“La velocità del calciatore è una qualità molto complessa, alla quale appartengono non soltanto la capacità di agire e reagire rapidamente, la partenza e la corsa veloce, la prontezza nell'affrontare il pallone, lo scatto, e lo stop, ma anche il comprendere e l'approfittare immediato di una determinata situazione di gioco.

La velocità del calciatore è dunque composta da vari elementi psicofisici che sono:

- **Velocità percettiva:** ossia la capacità di comprendere e di intervenire in brevissimo tempo in una determinata situazione di gioco.
- **Velocità d'anticipazione:** cioè la capacità di intuire in brevissimo tempo lo sviluppo del gioco e soprattutto il comportamento dell'avversario.
- **Velocità di decisione:** ovvero la capacità di scegliere in brevissimo tempo tra una delle potenziali azioni di gioco.
- **Velocità di reazione:** ossia la capacità di reagire velocemente di fronte a delle situazioni di gioco imprevedibili.
- **Velocità motoria ciclica ed aciclica:** cioè la capacità di eseguire movimenti ciclici ed aciclici senza pallone ad alta velocità.
- **Velocità d'azione:** ovvero la capacità di eseguire delle azioni specifiche al gioco con il pallone, in una situazione di emergenza e sotto la pressione dell'avversario.
- **Velocità d'intervento:** ossia la capacità di agire nel minor tempo possibile e con la massima efficienza, facendo valere tutte le qualità cognitive, tecnico-tattiche e fisiche.”³¹

La velocità è quindi una grandezza cinematica che si ricava dal rapporto tra lo spazio percorso (m) e il tempo impiegato a percorrerlo (s) e può essere definita come la capacità di compiere azioni motorie nel più breve tempo possibile.

I due aspetti che caratterizzano i test di velocità sono quello **energetico**, che dipende dall'intervento del metabolismo aerobico e anaerobico, e quello **biomeccanico**, il quale è collegato alle caratteristiche meccaniche dell'esercizio proposto (ad esempio corsa in linea rispetto a corsa con cambi di direzione). Le prove di velocità nel calcio si effettuano solitamente su percorsi che possono essere completati in tempi che vanno da pochi secondi a 90 secondi circa. In tutte queste prove è ricercata la massima velocità e poiché le distanze sono relativamente brevi, si fa sempre ricorso al metabolismo anaerobico.

³⁰ Weineck J. (2009), *L'allenamento ottimale.*, II edizione italiana, Foligno (Perugia), Calzetti & Mariucci Editori.

³¹ Weineck J. (1998), *La preparazione fisica ottimale del calciatore.*, I edizione italiana, Perugia, Calzetti & Mariucci Editori.

Oggetto dei test di velocità saranno quindi le qualità anaerobiche alattacide e lattacide del giocatore, senza dimenticare che i meccanismi energetici di risintesi dell'ATP (aerobico ed anaerobico) sono sempre coinvolti durante un esercizio e specialmente in quelle ad intensità elevata tipiche del gioco del calcio (sia in allenamento che in partita), per cui la valutazione delle qualità anaerobiche non dovrebbe essere disgiunta dalla valutazione del metabolismo aerobico e delle capacità di resistenza.

Nei test di velocità l'informazione sull'intervento del metabolismo lattacido può essere ricavata direttamente mediante un microprelievo di sangue capillare e una successiva analisi per la determinazione della concentrazione ematica di lattato. Per quanto riguarda la prestazione in una prova di velocità, va rilevato che le qualità lattacide sono influenzate da vari fattori quali: età, sesso, quantità di massa muscolare, architettura e composizione delle fibre muscolari, disponibilità dei substrati energetici, accumulo e capacità di smaltimento dei metaboliti intermedi, nonché dalle caratteristiche psicologiche dell'atleta.

Alcuni di questi fattori possono modificarsi con l'allenamento.

I test di velocità si suddividono in 4 categorie:

- Test di velocità breve
- Test di velocità da intermedia a lunga
- Test di potenza lattacida
- Test di capacità lattacida

Nei **test di velocità breve** prevale il contributo alattacido e sono molto importanti le doti di accelerazione. Ne sono esempi i test di sprint sui 5 o sui 10 m, per i quali è necessario disporre di un sistema di cronometraggio elettronico e si dovrà controllare accuratamente la posizione delle fotocellule rispetto alla linea di partenza.

Nel calcio, i test di velocità su distanze brevi sono proposti prevalentemente sotto forma di sprint ripetuti o di navette, con lo scopo di indagare la capacità di ripetere gli sprint, con o senza l'aggiunta di elementi di agilità. In questi casi si ricavano indicazioni sulla capacità lattacida del giocatore.

Nei **test di velocità da intermedia a lunga** il contributo del metabolismo lattacido diventa sempre più importante per cui è opportuno distinguere tra i test che indagano la potenza lattacida e quelli per la capacità lattacida.

Nei **test di potenza lattacida** misuriamo la quantità di energia derivabile dalle fonti energetiche lattacide nell'unità di tempo.

Espressione della potenza lattacida è lo sprint su distanze comprese tra circa 300 e 400 m, vale a dire uno sprint continuo, senza variazioni di velocità, della durata di circa un minuto.

Il test proposto con maggior frequenza nel calcio è la prova singola sui 300 m, con cronometraggio manuale del tempo impiegato ed eventualmente determinazione della concentrazione ematica del lattato al termine. Generalmente infatti gli atleti più veloci presentano lattacidemie più elevate.

Nei **test di capacità lattacida** invece misuriamo la quantità totale di lavoro effettuabile utilizzando le fonti lattacide.

Nel calcio questo parametro assume le caratteristiche della capacità di ripetere sprint ad elevata intensità (RSA = Repeated Sprint Ability), senza accusare i sintomi della fatica. Dunque, nel calcio la capacità lattacida viene indagata con i test di sprint ripetuti. Le variabili da considerare nei test di sprint ripetuti sono:

- 1) La distanza da percorrere nel singolo sprint
- 2) L'eventuale cambio del verso di corsa (navette)

- 3) La durata delle pause tra gli sprint
- 4) L'intensità dello sprint (massimale o sub massimale)
- 5) L'eventuale inserimento di cambi di direzione
- 6) L'eventuale inserimento di ostacoli nel percorso
- 7) Il numero totale di sprint da effettuare, vale a dire la distanza totale da percorrere.

I principali test di velocità utilizzati nel calcio sono:

- Test di Coverciano
- Test Capanna
- Test per la capacità di ripetere gli sprint
- Test della corsa a triangolo (Three-corner run)
- Test della corsa a "M"
- Test RAST
- Test di Cunningham

Il **Test di Coverciano** consiste nell'effettuare una serie di 11 ripetute sulla distanza di 20 m, con recupero attivo di 15-20 s tra una ripetuta e l'altra. Il risultato del test viene elaborato per valutare l'aumento del tempo di percorrenza tra le prime e le ultime ripetute.

Il protocollo prevede anche la misura della frequenza cardiaca al termine di ogni ripetuta e nei 5 min di recupero dopo la fine del test (rilevate ogni minuto).

I pregi/vantaggi di questo test consistono nel fatto che si tratta di un test facile da eseguire, il cronometraggio può essere fatto manualmente, può essere svolto sul campo da calcio ed è un test intermittente.

I difetti/svantaggi di questo test sono rappresentati dal fatto che la misurazione accurata dei tempi necessita di un sistema di fotocellule, non possono essere testati contemporaneamente più atleti da uno stesso operatore, non prevede cambi di verso della corsa ed è un test massimale.

Il **Test Capanna** è uno dei test più popolari proposti nel calcio per indagare le caratteristiche lattacide dei giocatori. Prevede 6 navette di 20 m (20+20), con 20 s di recupero tra ogni navetta. Il tempo può essere misurato con un sistema di fotocellule, ma anche utilizzando due cronometri, uno per la navetta e uno per il tempo di recupero.

Ogni sprint viene eseguito alla massima velocità e viene annotato il tempo impiegato a percorrere ognuna delle sei navette. L'elaborazione prevede il calcolo del valore medio delle sei prove, espresso in secondi, oppure quello del decremento percentuale tra le prime due prove e le ultime due.

I vantaggi/pregi di questo test consistono nel fatto che si tratta di un test facile da eseguire, che può essere svolto sul campo da calcio, prevede sprint ripetuti con pause tra gli sprint e il cambio del verso di corsa ed è un test massimale.

Gli svantaggi/difetti invece sono rappresentati dal fatto che si tratta di un test massimale e che, di conseguenza, è tecnicamente difficile misurare accuratamente i tempi delle navette, è indiretto (poiché non è possibile determinare la concentrazione del lattato ad ogni sprint) e viene valutato un giocatore alla volta.

Il **Test per la capacità di ripetere gli sprint** può essere misurato su diverse distanze e in linea di massima prevede almeno 3 sprint con velocità maggiori di 19.8 km/h ed un tempo di recupero di 20 s tra gli sprint. È probabilmente il test più popolare in Italia ed è un'elaborazione del Test Capanna, che consiste nel ripetere per 6 volte uno sprint a navetta di 20+20 m, con cambio di verso di marcia dopo i primi 20 m e recupero di 20 s tra uno sprint e l'altro.

Il test è preceduto da 15 minuti di riscaldamento e da un singolo sprint massimale che fornisce un criterio di riferimento. Consiste nel misurare i tempi di percorrenza di ogni singolo sprint tramite un cronometro collegato ad un sistema di fotocellule, in modo da ottenere il tempo della prova migliore (RSA_{best}), il tempo medio relativo a tutte le prove (RSA_{mean}) e il decremento percentuale di prestazione (RSA_{dec}) dal rapporto RSA_{mean}/RSA_{best} .

I parametri di riferimento per i calciatori professionisti sono:

- $RSA_{best} = 7.00 \pm 0.19$ s (range 6.62-7.29)
- $RSA_{mean} = 7.25 \pm 0.17$ s (range 6.62-7.29)
- $RSA_{dec} = 3.3 \pm 1.6$ % (range 1.0-8.1)

I vantaggi/pregi di questo test consistono nel fatto che si tratta di un test facile da eseguire, il cronometrando può essere fatto manualmente, può essere svolto sul campo da calcio, prevede cambi del verso di corsa ed è un test intermittente.

Gli svantaggi/difetti di questo test sono rappresentati dal fatto che la misurazione accurata dei tempi necessita di un sistema di fotocellule, che non possono essere testati più atleti contemporaneamente, necessita di una componente di agilità ed è un test massimale.

Il **Test della corsa a triangolo (Three-corner run)** è indicato per indagare la resistenza anaerobica. Il percorso prevede uno sprint di 80 m per raggiungere un cono, dove si effettua un cambio di direzione verso sinistra per raggiungere un altro cono posto a 20 m di distanza.

Qui si esegue un altro cambio di direzione verso sinistra per tornare al punto di partenza (posto a 82.4 m), dove si effettua l'ultimo cambio di direzione, questa volta verso destra, per raggiungere la linea di arrivo posta a 20 m di distanza.

Il test prevede inoltre la misurazione della frequenza cardiaca a riposo, immediatamente all'arrivo e dopo 2 minuti.

I vantaggi/pregi di questo test consistono nel fatto che si tratta di un test facile da eseguire, il cronometrando può essere fatto manualmente, può essere svolto sul campo da calcio e prevede cambi di direzione.

Gli svantaggi/difetti di questo test sono rappresentati dal fatto che la misurazione accurata dei tempi necessita di un sistema di fotocellule, non possono essere testati più atleti contemporaneamente ed è un test massimale e continuo.

Il **Test della corsa a "M"** prevede quattro tratti successivi di 15 m, 11 m, 11 m e 15 m con 3 cambi della direzione di corsa, con un angolo di 60° ciascuno.

In realtà si tratta di un test di agilità che, tuttavia, possiede aspetti legati alla velocità e al contributo del metabolismo anaerobico. Il test prende il nome dalla figura "a M" del percorso visto dall'alto. I cambi di direzione avvengono in corrispondenza di appositi segnali (coni) e il tempo viene registrato manualmente oppure con delle fotocellule.

Il test consiste nel ripetere il percorso per 5 volte, con pause di 20 s tra una ripetuta e l'altra. Prima di iniziare i soggetti effettuano 2 prove, ad un'intensità corrispondente rispettivamente a circa il 50% e il 75% della massima velocità.

I pregi/vantaggi di questo test consistono nel fatto che si tratta di un test facile da eseguire, il cronometrando può essere fatto manualmente, può essere svolto su un campo da calcio ed è un test intermittente che prevede cambi di direzione.

I difetti/svantaggi di questo test sono rappresentati dal fatto che la misurazione accurata dei tempi necessita di un sistema di fotocellule, non possono essere testati contemporaneamente più atleti, non prevede cambi del verso di corsa ed è un test massimale.

Il **Test RAST** (Running-based Anaerobic Sprint Test) consiste nell'effettuare 6 sprint sui 35 m con una pausa di 10 s tra gli sprint. Il test prevede il calcolo della potenza espressa, per cui deve essere preceduto dalla misura della massa corporea del giocatore (kg) comprensiva dell'abbigliamento che sarà utilizzato. La potenza meccanica (W) in ogni sprint è calcolata applicando la formula:

$$W = (M \times 9.81) \times D / t$$

Dove M è la massa corporea (kg), D la distanza percorsa (35 m) e t è il tempo impiegato. In questo modo possono essere calcolate la potenza massima relativa allo sprint più veloce, la potenza media relativa ai 6 sprint e l'indice di fatica dalla differenza percentuale tra la massima e la minima potenza espressa.

Il test può essere integrato con la determinazione del lattato al termine della prova.

Il **Test di Cunningham** consiste nel correre fino all'esaurimento sul nastro trasportatore alla velocità di 12.9 km/h con inclinazione del 20%.

È una prova di capacità lattacida e generalmente i giocatori di alto livello sono dotati di una maggiore capacità di tollerare elevati livelli di lattato.

I pregi/vantaggi di questo test sono rappresentati dal fatto che è un test di laboratorio (di conseguenza è facilmente standardizzabile), non necessita di particolari capacità tecniche né di apprendimento ed è un test massimale.

I difetti/svantaggi di questo test consistono nel fatto che, essendo un test di laboratorio, necessita di un nastro trasportatore in grado di raggiungere un'inclinazione del 20%, prevede la corsa in salita con protocollo continuo, non possono essere testati più atleti contemporaneamente ed è un test massimale.

L'ultima delle capacità condizionali che analizzeremo è la flessibilità.

Il concetto di **flessibilità** ha lo stesso significato di "**mobilità articolare**".

"La mobilità articolare rappresenta la capacità e la qualità che permette a un atleta di eseguire movimenti di grande ampiezza di una o più articolazioni, sia volontariamente sia in presenza di forza esterne."³²

"Per flessibilità si intende la capacità dell'atleta di eseguire movimenti con un'elevata ampiezza di oscillazione, o con carico naturale (servendosi solo del proprio corpo) o con sovraccarico (servendosi di un compagno, di attrezzi ecc.)."³³

La flessibilità si distingue in :

- **Generica**, se la flessibilità dei sistemi articolari principali (articolazioni delle spalle e delle anche, colonna vertebrale) è sufficientemente sviluppata. Si tratta quindi di una misura relativa perché essa può variare molto in base all'uso che ne viene fatto (atleta dilettante o professionista).
- **Specifica**, quando essa si limita ad una determinata articolazione. Il calciatore, ad esempio, necessita di un'elevata flessibilità delle articolazioni dell'anca.
- **Attiva**, si intende la massima ampiezza motoria di un'articolazione che l'atleta è in grado di realizzare, contraendo gli agonisti e allungando parallelamente gli antagonisti.
- **Passiva**, si intende la massima ampiezza motoria di un'articolazione che l'atleta è in grado di realizzare per effetto di sovraccarico (compagno, attrezzi) e con la semplice capacità di allungamento e di rilassamento degli antagonisti. È inoltre molto importante ricordare che la

³² Weineck J. (2009), *L'allenamento ottimale.*, II edizione italiana, Foligno (Perugia), Calzetti & Mariucci Editori.

³³ Weineck J. (1998), *La preparazione fisica ottimale del calciatore.*, I edizione italiana, Perugia, Calzetti & Mariucci Editori.

flessibilità passiva è sempre maggiore rispetto alla flessibilità attiva. La differenza tra flessibilità attiva e passiva è definita riserva motoria, ed indica anche la possibilità di perfezionamento della flessibilità attiva attraverso un potenziamento accentuato degli agonisti, o attraverso un miglioramento della capacità d'allungamento degli antagonisti.

- **Statica**, è la capacità di mantenere una posizione di allungamento per un determinato periodo. Essa ha una funzione fondamentale nello stretching.

In valutazione funzionale, la flessibilità può essere considerata come l'estensibilità dei tessuti peri-articolari, che permette il movimento fisiologico dell'articolazione. Il termine flessibilità, in realtà, fa riferimento alla capacità di allungarsi dell'unità muscolo-tendinea, mentre con articolarietà si intende la possibilità di movimento dell'articolazione, ovvero l'escursione articolare, in condizioni normali.

In valutazione funzionale si è soliti utilizzare i termini flessibilità ed articolarietà (o escursione articolare) come sinonimi, cosa che faremo anche noi in questo elaborato.

È importante ricordare che la flessibilità è una caratteristica geneticamente determinata e che generalmente le donne dimostrano escursioni articolari maggiori rispetto agli uomini. La flessibilità dipende da vari fattori anatomici e funzionali quali: la forma dell'osso e della cartilagine, l'eventuale presenza di menischi, le caratteristiche dei muscoli e dei tendini (l'unità muscolo-tendinea), la cute, il sottocute e infine i nervi.

Il goniometro è lo strumento utilizzato per misurare un angolo, quindi si tratta dello strumento che permette di stimare l'escursione articolare effettuando una misura diretta.

Il metro invece può essere utilizzato per misurare indirettamente l'escursione articolare.

I test di valutazione funzionale della flessibilità sono:

- Test di flessione dell'anca ad arto inferiore esteso
- Test di abduzione dell'anca
- Test di adduzione dell'anca
- Test di Thomas
- Test di estensione dell'anca
- Test di flessione del ginocchio
- Test di estensione del ginocchio
- Test di flessione dorsale e plantare della caviglia
- Test Sit and Reach
- Test di flessione della colonna lombare
- Test della bacchetta

Nel **Test di flessione dell'anca ad arto inferiore esteso** il giocatore si trova in posizione supina e il valutatore con una mano a livello del tallone solleva l'arto inferiore che deve rimanere esteso.

Viene misurato l'angolo tra l'arto inferiore e il piano di supporto mediante un goniometro, con l'asse di rotazione posto in corrispondenza del fulcro articolare. Il test è eseguito passivamente e valuta l'estensibilità della muscolatura posteriore della coscia. Generalmente si confrontano le escursioni articolari dei due arti.

Nel **Test di abduzione dell'anca** il giocatore si trova in posizione supina ed il valutatore abduce l'arto inferiore (esteso), tenendolo a livello della caviglia.

Si misura l'angolo tra la linea di neutralità e quella che congiunge l'anca con il ginocchio.

Il test è eseguito passivamente e valuta l'estensibilità della muscolatura abduztrice dell'arto inferiore. In genere si confrontano le escursioni articolari dei due arti.

Nel **Test di adduzione dell'anca** il giocatore si trova in posizione supina. Il valutatore, facendo leva a livello della caviglia, solleva l'arto inferiore che deve mantenere il ginocchio esteso, quindi lo adduce, passando al di sopra del contro-laterale che deve rimanere fermo.

Si misura l'angolo tra la linea di neutralità e quella che congiunge l'anca con il ginocchio. Il test è eseguito passivamente e valuta l'estensibilità della muscolatura adduttrice dell'arto inferiore. Generalmente si confrontano le escursioni articolari dei due arti.

Il **Test di Thomas** è un test utilizzato in clinica per valutare l'estensibilità dei muscoli flessori dell'anca (ileopsoas, retto femorale, sartorio e tensore della fascia lata). Il giocatore è supino, per fare in modo che la gamba sporga al di fuori del bordo del lettino. L'anca contro-laterale rispetto all'arto in esame è flessa con l'aiuto degli arti superiori e la lordosi lombare è assente. Si misura l'eventuale sollevamento della coscia in esame rispetto al piano del lettino, indice di ridotta estensibilità dei flessori dell'anca.

Nel **Test di estensione dell'anca** il giocatore si trova in posizione prona. L'arto in esame viene sollevato, mantenendo il ginocchio in estensione.

Si misura l'angolo tra l'arto inferiore e il piano di supporto mediante un goniometro, con l'asse di rotazione posto in corrispondenza del fulcro articolare.

Il test è eseguito passivamente o attivamente e valuta l'estensibilità della muscolatura anteriore della coscia. Il test può essere completato con la flessione del ginocchio, in modo da coinvolgere il retto femorale. In genere si confrontano le escursioni articolari dei due arti ed eventualmente l'escursione articolare attiva e passiva.

Il **Test di flessione del ginocchio** viene effettuato esclusivamente in riabilitazione, ovvero in seguito ad un infortunio. Il giocatore si trova su un lettino, in posizione supina. Flette il ginocchio portando il tallone verso la coscia.

Si possono misurare l'angolo del ginocchio con un goniometro e la distanza lineare tra tallone e coscia, valutando successivamente la differenza tra i due arti.

Il **Test di estensione del ginocchio** viene effettuato, come quello precedente, in riabilitazione dopo un infortunio. Il giocatore si trova su un lettino, in posizione prona, con l'arto inferiore che sporge dal bordo del lettino a partire dal ginocchio.

La differenza tra i livelli dei talloni indica un eventuale deficit di estensione a carico del ginocchio infortunato.

Nel **Test di flessione dorsale e plantare della caviglia** il giocatore è seduto su una panca o un lettino. L'arto in esame ha il ginocchio esteso, mentre l'arto è mantenuto a penzolari di lato, possibilmente con il piede appoggiato su uno sgabello. La caviglia si trova nella posizione neutra e il piede viene mosso, attivamente dal soggetto o passivamente da un operatore, verso la massima escursione articolare in flessione dorsale. La misurazione viene effettuata con un goniometro, facendo attenzione ad allineare l'asse di rotazione con il fulcro articolare. Dopo aver riportato il piede in posizione neutra, si effettua il movimento di flessione plantare e la misura con il goniometro. In genere si confrontano le escursioni articolari dei due arti ed eventualmente l'escursione articolare attiva e passiva.

Nel **Test Sit and Reach** il giocatore è seduto con le ginocchia estese e i piedi appoggiati su un cubo che presenta nella sua superficie superiore una scala graduata con le suddivisioni in centimetri e lo zero posto a livello dei piedi. Il giocatore, stendendo le braccia in avanti, si protrae verso l'avanti lentamente fino a raggiungere la posizione finale. Viene annotato il valore relativo al punto in cui arriva la punta delle dita. Il test è indicativo dell'estensibilità della catena posteriore dell'arto inferiore, mentre non fornisce indicazioni valide sull'estensibilità della colonna.

Esiste tuttavia una versione modificata del test nella quale il giocatore si pone seduto, con le spalle e la testa appoggiate ad un muro e la posizione di partenza (zero) è identificata ponendo le mani sul cubo, senza flettere la colonna.

Nel **Test di flessione della colonna lombare** il giocatore si trova in piedi su uno sgabello. Dalla posizione eretta effettua una flessione del busto verso l'avanti, mantenendo le ginocchia estese e le braccia a penzoloni con le dita tese. Con un metro viene misurata la distanza tra il pavimento dello sgabello e la punta delle dita. Tale distanza è negativa se le dita del giocatore non raggiungono il pavimento dello sgabello, mentre è positiva se lo superano.

In realtà, anche in questo test, non si riescono a distinguere la componente relativa alla flessione lombare da quella dell'estensibilità della catena posteriore. Per ottenere informazioni più precise sulla flessione lombare è stato suggerito di eseguire il test posizionando manualmente una cordella metrica, tenuta ferma a livello della prima vertebra lombare e della prima sacrale (ovviamente l'operatore deve essere in grado di identificare i punti di repere e di mantenere la cordella metrica in posizione). L'aumento della distanza tra i due punti di repere sopra descritti rappresenta un indice di flessibilità della colonna lombare.

Il **Test della bacchetta**, infine, valuta l'articolazione delle spalle. Il giocatore è in stazione eretta e impugna una bacchetta lunga almeno un metro, sulla quale sono disegnate delle tacche corrispondenti ad un centimetro. Le mani sono poste ciascuna ad un'estremità della bacchetta. Nella posizione di partenza la bacchetta è tenuta con i gomiti estesi, in avanti e in basso.

Da questa posizione il giocatore esegue il movimento di circonduzione per avanti-alto-dietro-basso fino a portare la bacchetta all'indietro, mantenendo sempre i gomiti estesi, per poi tornare alla posizione di partenza con la bacchetta davanti. Si effettuano alcune ripetizioni avvicinando ogni volta le impugnature in modo da determinare la minor distanza tra le mani compatibile con l'esecuzione corretta del movimento di circonduzione.

Il risultato del test è misurato in centimetri, corrispondenti alla distanza tra le due mani che impugnano la bacchetta. L'esecuzione corretta prevede che i gomiti siano mantenuti estesi e che le mani conservino l'impugnatura di partenza, ovvero la distanza tra di loro. Il test può essere effettuato anche dalla posizione seduta per evitare eventuali compensi.

3.3 : LA PROGRAMMAZIONE DELL'ALLENAMENTO : **DALLA TEORIA ALLA PRATICA**

“Programmazione significa stabilire in anticipo una serie di operazioni e le loro differenti fasi allo scopo di realizzare un progetto. In ambito specificatamente sportivo, invece, la definizione di programmazione potrebbe essere quella di stabilire in anticipo i mezzi e i metodi di lavoro e il loro andamento temporale allo scopo di realizzare un progetto di allenamento.”³⁴

Prima di cercare di fornire qualche idea per l'impostazione di una programmazione dell'allenamento, è importante ricordare che la “scienza della programmazione”, se così vogliamo definirla, in ambito sportivo è un'arte “empirica”, nella quale di esatto vi è ben poco, in quanto sono troppe le variabili che possono modificare la programmazione. Tuttavia, una buona conoscenza delle basi teoriche di

³⁴ Ferretti F. (2017), *L'allenamento fisico nel calcio. Concetti e principi metodologici*, IV edizione, Recco (Genova), Edizioni Correre.

quest'ultima ci consente, quantomeno, di diminuire nei limiti del possibile il margine di inevitabile empirismo e imprevedibilità con cui anche la programmazione più minuziosa e dettagliata, prima o poi, si va a scontrare.

Quindi, il buon programmatore è colui che riesce a minimizzare gli effetti del caso, fermo restando il fatto che ogni tipo di programmazione deve essere necessariamente sottoposta ad un'analisi retrospettiva critica, allo scopo di correggere gli eventuali errori emersi in corso d'opera.

Le tappe di una buona programmazione sono essenzialmente 3:

- 1) L'elaborazione teorica di un programma (ad esempio, stabilire gli obiettivi e i mezzi da utilizzare nel microciclo)
- 2) La messa in azione del programma stilato (e qui entrano in gioco la pratica "da campo" e le relative variabili)
- 3) Il controllo, e l'eventuale aggiustamento in corso d'opera, della programmazione effettuata (per esempio, modificare il programma sia della stessa seduta sia di quelle successive in base alle risposte fisiche degli atleti o a degli eventi imprevisti).

Naturalmente, ogni preparatore, per poter stilare una programmazione il più possibile corretta, oltre alle tappe sopra citate, non può prescindere dalla perfetta conoscenza di altri quattro principi fondamentali che sono alla base della metodologia dell'allenamento, ossia :

- Il modello prestativo specifico (del calcio in questo caso)
- Gli effetti del lavoro proposto in termini di volume, intensità e qualità dello stesso
- Gli effetti generali del tipo di allenamento proposto
- I diversi tempi di supercompensazione dell'allenamento sull'organismo in rapporto al metodo e ai mezzi di allenamento proposti

La programmazione può essere temporalmente suddivisa in programmazione breve, medio e lungo termine.

La **programmazione a breve termine** è costituita da:

- **Seduta di allenamento:** ossia l'unità di base della programmazione che, a sua volta, comprende metodi e mezzi di allenamento. Può essere "monotematica", cioè essere rivolta all'incremento di una sola capacità condizionale (in questo caso sarà specificamente rivolta allo sviluppo della forza, della velocità e della resistenza generale o di quella specifica), oppure "politematica", ovvero indirizzata all'allenamento di più capacità condizionali contemporaneamente all'interno della stessa seduta (generalmente non più di due), facendo oltretutto attenzione al loro abbinamento.
- **Microciclo:** che si identifica solitamente con la settimana di allenamento, ma può anche essere leggermente più lungo o più corto. All'interno del microciclo le sedute di allenamento devono essere concatenate tra loro attraverso una successione logica che rispetti i principi di base della programmazione sportiva.

Gli elementi costitutivi della **programmazione a medio termine** sono invece:

- **Mesociclo:** il quale è classicamente costituito dall'insieme di 4 microcicli (solitamente un mese). Anche in questo caso, comunque, per esigenze particolari, può essere allungato o diminuito di un microciclo ed essere dunque composto da 3 o 5 settimane.
- **Macro ciclo:** costituito da un numero variabile di mesocicli compresi, generalmente, tra 3 e 5.

- **Piano annuale:** che, com'è facilmente intuibile, comprende la programmazione di tutti i macrocicli che costituiscono l'intera stagione sportiva. Difficilmente viene programmato nelle prime squadre, ma può essere molto utile invece nei settori giovanili per fissare gli obiettivi di crescita sportiva dei giovani calciatori.

La **programmazione a lungo termine**, infine, è costituita da:

- **Piano multistagionale:** nel quale sono descritti gli obiettivi di crescita sportiva da raggiungere in due o più stagioni.
- **Piano di carriera:** il quale rappresenta un metodo per accompagnare i giovani atleti in modo che siano in grado di fornire la prestazione ottimale nelle fasce d'età in cui le prestazioni sono più elevate.

“Il **microciclo** si può definire come l'organizzazione nel tempo di più sedute di allenamento che si succedono tra loro in modo coerente.”³⁵

Per coerente si intende in maniera non approssimativa, poiché susseguire le sedute di allenamento secondo il principio del: “cosa facciamo oggi?” non è sicuramente un metodo per trarre i migliori frutti dal processo di allenamento.

Dunque, quello che ci permette di assemblare coerentemente le sedute di allenamento all'interno di un microciclo è la conoscenza della fatica lasciata dalla seduta di allenamento effettuata precedentemente e l'eventuale reazione dell'organismo al lavoro proposto nella seduta successiva.

Per poter programmare con criterio e con una buona convinzione che gli atleti non si infortunino e possano arrivare alla gara al meglio della loro condizione fisica, è indispensabile conoscere molto bene come concatenare tra loro i vari mezzi di allenamento, sia all'interno della stessa seduta che fra più allenamenti, e quali sono i tempi di supercompensazione.

Ma adesso entriamo un po' di più nello specifico cercando di comprendere come, quando e perché utilizzare i vari tipi di sedute, iniziando dalle **sedute di allenamento aerobiche**.

Quando si parla di aerobico bisogna distinguere la capacità dalla potenza.

L'allenamento della **capacità aerobica** non lascia nessuna fatica, nemmeno il giorno seguente, di conseguenza non ha alcun tipo di controindicazione, anzi è uno dei mezzi più utilizzati come defaticante post partita, e può quindi essere proposta in qualunque circostanza e concatenata con qualsiasi altro mezzo di allenamento.

La seduta di **potenza aerobica** invece, se fatta bene, prevede anche l'intervento del meccanismo lattacido, dunque, anche se concettualmente non ci sono grosse controindicazioni, non conviene proporla nella stessa seduta nella quale si solleciti prevalentemente il meccanismo anaerobico lattacido. La stessa cosa si può dire anche per la concatenazione con mezzi di allenamento alattacidi e di forza. In sintesi, quindi, l'allenamento della potenza aerobica può seguire o precedere senza grossi problemi anche la forza o la velocità, tuttavia personalmente preferisco, quando è possibile, evitare di proporla o proporla a seguire poiché sia l'allenamento di forza sia quello alattacido richiedono una “freschezza muscolare” che non ci può essere se la seduta aerobica è stata impegnativa. Come la capacità aerobica, anche la potenza aerobica non lascia traccia il giorno dopo, pertanto non ci sono vincoli particolari nel programmare la seduta successiva.

Le **sedute di allenamento lattacide**, ovvero quelle che comportano una forte sollecitazione del metabolismo anaerobico lattacido, come ad esempio i lavori sulla resistenza alla velocità (a navetta o

³⁵ Ferretti F. (2017), *L'allenamento fisico nel calcio. Concetti e principi metodologici*, IV edizione, Recco (Genova), Edizioni Correre.

in linea) o anche i possessi palla ad alta intensità (dall'1vs1 al 5vs5), che determinano una notevole produzione di lattato, devono necessariamente essere effettuate osservando una serie di regole:

- **Creare una base.** La prima regola, la più semplice e nota a tutti, è quella di non proporre esercitazioni lattacide (a secco o con la palla) se prima non si è creata una base in grado di supportare questo tipo di allenamento. Mi riferisco in particolare al lavoro con la palla, che sicuramente è il più difficile da quantificare e che, spesso, è la prima causa di infortuni muscolari soprattutto ad inizio stagione quando, già dai primi giorni di ritiro, vengono proposte partite ad un'intensità superiore rispetto al livello di allenamento dei calciatori.
- **Lontano dalle partite.** Questi tipi di lavoro devono obbligatoriamente essere effettuati lontano dal giorno di competizione (se la partita è la domenica il giorno ideale è il mercoledì) poiché il lavoro fortemente lattacido comporta infatti l'insorgenza del fenomeno noto come DOMS (dolore muscolare ad insorgenza ritardata, Delayed Onset Muscle Soreness), il cui picco si manifesta 24-48 ore dopo l'esecuzione dell'esercitazione stessa. Questo tipo di problema erroneamente viene imputato ad una difficoltà di smaltimento del lattato prodotto durante il lavoro, e quindi ad una sua presenza a livello muscolare a distanza di uno o due giorni dalla seduta di allenamento. In realtà è dovuto ad una serie di perturbazioni strutturali che la fibra muscolare subisce nel corso di un lavoro di alta intensità. Il DOMS diviene particolarmente evidente in due situazioni particolari: la prima, quando il lavoro proposto prevede una forte sollecitazione muscolare di tipo eccentrico (corsa in discesa, navette o frenate), la seconda, nel momento in cui si richiama all'atleta l'esecuzione di esercizi inusuali con modalità di contrazione e angoli di lavoro inusuali ai quali i muscoli sollecitati non sono abituati (mezzi di allenamento nuovi o accantonati da tempo, balzi, salite, navette o particolari esercitazioni tecnico-tattiche).
- **Ad un allenamento lattacido senza palla non deve mai seguire un allenamento lattacido con palla.** Nell'ambito dello stesso microciclo non conviene proporre due sedute lattacide, a secco o con la palla, soprattutto se consecutive (ad esempio, mercoledì e giovedì). Il primo lavoro lattacido, infatti, comporta quasi sempre il dolore muscolare tardivo, che necessita di 36-48 ore per essere eliminato. Di conseguenza è naturale, il giorno dopo, non essere pronti per sostenere un altro allenamento molto intenso, in quanto esporremo l'atleta ad un elevato rischio di infortunio. Tuttavia, distanziare le sedute lattacide tra loro di uno o più giorni, per esempio martedì e giovedì, se da un lato potrebbe non comportare problemi fisici (sempre che i giocatori abbiano effettivamente smaltito il primo allenamento), dall'altro potrebbe portare al rischio di avere giocatori "imballati", o poco brillanti che dir si voglia, durante la partita della domenica. Dunque, questa soluzione è percorribile se il microciclo non prevede la partita alla domenica. A maggior ragione, nell'ambito della stessa seduta di allenamento, è inopportuno dopo un allenamento lattacido a secco far seguire un lavoro tecnico con palla dello stesso tipo, come ad esempio i possessi palla ad alta intensità. La somma dei lavori, infatti, potrebbe esporre i giocatori al rischio di infortuni muscolari che avverrebbero prevalentemente durante l'allenamento tecnico, in quanto la stanchezza muscolare accumulata e la poca possibilità di controllare i movimenti dettati dal pallone ne favoriscono l'insorgenza.
- **Non proporre mai il lavoro alattacido (velocità) dopo quello lattacido.** Dopo un allenamento lattacido non conviene mai far seguire un lavoro alattacido come, per esempio, un allenamento di velocità. Questo vale non soltanto all'interno della stessa seduta, ma anche fra due giorni di allenamento consecutivi (mercoledì e giovedì ad esempio). Un muscolo affaticato, infatti, è anche un muscolo fragile e maggiormente predisposto all'infortunio, e noi sappiamo bene che un corretto allenamento sulla velocità prevede un impegno muscolare massimo. Se nel primo giorno l'allenamento è stato particolarmente intenso, e quindi fortemente lattacido, il tipo di allenamento più indicato per il giorno successivo è senza dubbio un tipo di lavoro di bassa intensità che solleciti essenzialmente il meccanismo aerobico.

- **Non proporre mai il lavoro di forza dopo quello lattacido (o viceversa).** Non conviene proporre nella stessa seduta l'allenamento per la forza e mezzi lattacidi, siano essi a secco o con la palla (possessi, scambi e tiri in porta o altro che preveda intensità), poiché si espone il giocatore ad un elevato rischio di infortunio, in quanto, essendo quest'ultimo in una fase di notevole affaticamento muscolare fino a due giorni dopo la seduta, risulta abbastanza intuitivo non concatenare lavori lattacidi con altri mezzi di allenamento che necessitano di freschezza muscolare e/o provocano a loro volta un ulteriore catabolismo muscolare. Un'attenzione particolare va data anche all'interno del microciclo settimanale proponendo un solo mezzo tra forza e lattacido. Quindi, per evitare errori di valutazione, ritengo sia più conveniente decidere qual è l'obiettivo principale della settimana ed evitare di aggiungere ulteriori carichi "pericolosi" che potrebbero essere la causa di infortuni o di recuperi incompleti in vista della partita.

Adesso cercheremo di capire come, quando e perché utilizzare le **sedute di allenamento di forza**.

Esistono, ad oggi, tre diverse filosofie riguardanti l'allenamento della forza.

C'è chi non ritiene la forza importante e, quindi, propone raramente allenamenti specifici, solitamente in precampionato e/o nella sosta natalizia.

C'è chi, invece, la ritiene utile ma propone allenamenti discontinui o poco allenanti.

Infine c'è chi la ritiene indispensabile e propone prevalentemente sedute di forza.

Chi abbia ragione non è dato saperlo poiché gli esponenti di tutte e tre le filosofie di pensiero hanno vinto seguendo la propria, tuttavia un allenamento efficace delle capacità di forza presuppone necessariamente nell'ordine:

- 1) Una metodicità nella frequenza delle sedute (almeno una seduta settimanale durante tutto l'arco della stagione).
- 2) Un'intensità adeguata dei carichi utilizzati, pena la totale inefficacia dell'allenamento stesso.
- 3) L'adozione di carichi, di esercitazioni e di metodologie di lavoro che si confacciano perfettamente alla tipologia atletica del giocatore.
- 4) Un'attenta monitoraggio dell'allenamento, soprattutto per quello che riguarda il lavoro rivolto allo sviluppo della forza esplosiva.
- 5) Inoltre, è importante ricordare che un allenamento di forza efficace presuppone sempre e comunque una profonda destrutturazione delle fibre muscolari coinvolte, con tutto quello che ne consegue.

Dunque, considerate tutte le variabili del caso (ad esempio squadre che giocano due partite settimanali tra campionato e coppe e correnti di pensiero secondo le quali proporre sedute di forza è poco utile o, comunque, non essenziale), probabilmente per il calciatore è sufficiente allenare le qualità di forza nella preparazione precampionato e nella pausa natalizia, inserendo, durante l'anno, mezzi più semplici ma altrettanto efficaci come salite, traini, balzi, navette o esercitazioni specifiche (o situazionali) a carico naturale (anche con l'uso di piani instabili che allenano più il controllo della forza che l'incremento della stessa). O ancora si potrebbe pensare di personalizzare un allenamento di forza "tradizionale" da effettuare singolarmente solo con i giocatori che ne hanno veramente bisogno. In sintesi, per esperienza personale, credo si possa raggiungere l'obiettivo di allenare le qualità di forza con mezzi più idonei e più specifici per allenare l'impegno muscolare a cui è sottoposto il calciatore durante una partita senza ricorrere necessariamente a sedute settimanali con carichi elevati.

Il microciclo, come già affermato in precedenza, è normalmente composto dal concatenamento logico di sei giorni di allenamento a cui fa seguito, il settimo giorno, la partita. Esistono tuttavia anche microcicli "atipici", durante i quali gli appuntamenti agonistici divengono due, oppure nei quali si gioca

il sabato anziché la domenica, ma, aldilà di questi casi particolari, la strutturazione “tipo” di un microciclo classico potrebbe essere quella indicata nella **Tabella 1**.

LUNEDÌ	Giornata di riposo.
MARTEDÌ	<p>Per i giocatori che hanno disputato tutta o buona parte della partita:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Sul piano fisico, allenamento aerobico di ripresa, quindi a bassa intensità. - Sul piano tecnico-tattico, tecnica o tattica a bassa intensità, dunque esercitazioni che non producano ulteriore fatica muscolare. <p>Per i giocatori che non hanno giocato o non sono stati convocati alla partita:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Sul piano fisico, allenamento di potenza aerobica. - Sul piano tecnico-tattico, qualunque tipo di esercitazione anche ad alta intensità.
MERCOLEDÌ	<ul style="list-style-type: none"> - Allenamento di resistenza specifica, quindi lattacido. Nel caso si decida di proporre l'allenamento lattacido “a secco”, le esercitazioni con la palla non dovranno essere anch'esse ad alta intensità, poiché la somma dei lavori fatti potrebbe esporre il calciatore al rischio di infortuni muscolari. - Allenamento di forza. Se si sceglie l'allenamento di forza, dal punto di vista tecnico si potranno eseguire con la palla esercitazioni ad alta intensità, ad esempio i possessi, solo se però la seduta viene programmata al pomeriggio. Se viene svolta al mattino, immediatamente dopo il lavoro di forza, non è conveniente proporre esercitazioni intense con la palla, in quanto il rischio di infortunio è elevato.
GIOVEDÌ	<p>Generalmente è dedicato alla partita amichevole con squadre di categoria inferiore, nella quale ogni giocatore solitamente gioca un tempo (45 minuti).</p> <p>Al contrario, nel caso in cui non fosse programmata la partita amichevole, l'allenamento sarà esclusivamente tecnico-tattico e dovrà essere modulato e concatenato con il tipo di lavoro fatto il giorno prima. Quindi, qualora l'allenamento del mercoledì pomeriggio sia stato molto intenso, quello del giovedì dovrà essere di media intensità.</p>
VENERDÌ	<p>Allenamento di scarico sia dal punto di vista fisico che da quello tecnico, tant'è che la scelta migliore sarebbe quella di limitarsi ad un buon riscaldamento per dare spazio alla tattica a basso impegno fisico.</p> <p>In alternativa si potrebbero inserire alcuni minuti (15-20) di velocità, quindi anaerobico lattacido, su distanze da 10 a 20 metri con ampi recuperi sia fra le ripetute che fra le serie.</p>
SABATO	<p>Non tutte le società dilettantistiche prevedono, per i propri atleti, questa seduta di allenamento.</p> <p>In ogni caso, essendo il giorno pre-gara, appare ovvia la necessità di limitare la parte fisica al solo riscaldamento e, al massimo, ad alcune esercitazioni di rapidità e reattività sui 5-10 metri. Anche l'intensità e la quantità del carico tecnico-tattico dovrebbero essere decisamente limitate ad un ripasso tattico e di palle inattive.</p>
DOMENICA	Partita.

Tabella 1. Microciclo classico di una settimana “tipo”.

A questo punto, dopo aver ampiamente sottolineato l'importanza di un'adeguata e razionale scelta dei metodi e dei mezzi di allenamento, è altresì importante ricordare come anche il recupero, ottenuto con la notevole diminuzione dei volumi e dell'intensità dell'allenamento oppure con la giornata di riposo, dev'essere considerato come un metodo di allenamento a tutti gli effetti. Alcune volte, infatti, con un'eccessiva sollecitazione funzionale reiterata nel tempo si ottengono effetti diametralmente opposti a quelli sperati. Dunque, in conclusione, è bene ricordarsi che il riposo non è tempo perso ma è un mezzo di allenamento a tutti gli effetti e, come tutti i mezzi, dev'essere ben dosato.

CAPITOLO IV : L'ALLENAMENTO DEL CALCIATORE IN ETÀ EVOLUTIVA E IL CALCIO FEMMINILE

Conoscere alcuni concetti basilari di fisiologia dello sviluppo risulta indispensabile per tutti gli educatori in genere ma, in particolare, per tutti coloro che controllano attività nelle quali viene proposto un carico di lavoro fisico a bambini ed adolescenti. Una preparazione teorica di base in questo senso può essere di supporto agli allenatori in quanto si troverebbero nelle condizioni ottimali per dialogare e collaborare con la figura del preparatore atletico, soprattutto nella scelta dei mezzi di allenamento da impiegare con i giovani calciatori evitando di somministrare carichi inadeguati. Infatti, bisogna sempre tenere presente che proposte di allenamento corrette nell'età infantile e nell'adolescenza possono rivelarsi decisive per tutto il resto della vita.

Seguire il grado di maturazione, attraverso l'osservazione della crescita, è il criterio fondamentale per avere un controllo sullo stato di sviluppo delle strutture e delle funzioni dell'organismo. La misurazione della statura e della velocità di accrescimento, collegate allo stato di maturazione, fornisce indicazioni sulla statura prevista per l'individuo adulto. L'osservazione della crescita, nel momento in cui si rilevino variazioni nella sua continuità, permette dunque di riconoscere la presenza di alterazioni nello sviluppo dei giovani calciatori.

In età infantile, fino alla pubertà, sia la statura sia la velocità di crescita nei due sessi vanno quasi di pari passo. È interessante osservare come, indipendentemente dal sesso, la continua diminuzione della velocità di accrescimento si interrompe al 7° anno di età. In seguito la crescita prosegue in modo relativamente più contenuto, ma costante, fino all'inizio della pubertà. Nelle femmine, la pubertà inizia a circa 10-12 anni e nei maschi a circa 12 anni e mezzo. La spinta di accrescimento puberale che si verifica successivamente dipende dal sesso. Nelle femmine la pubertà e la crescita puberale cominciano, mediamente, due anni prima che nei maschi.

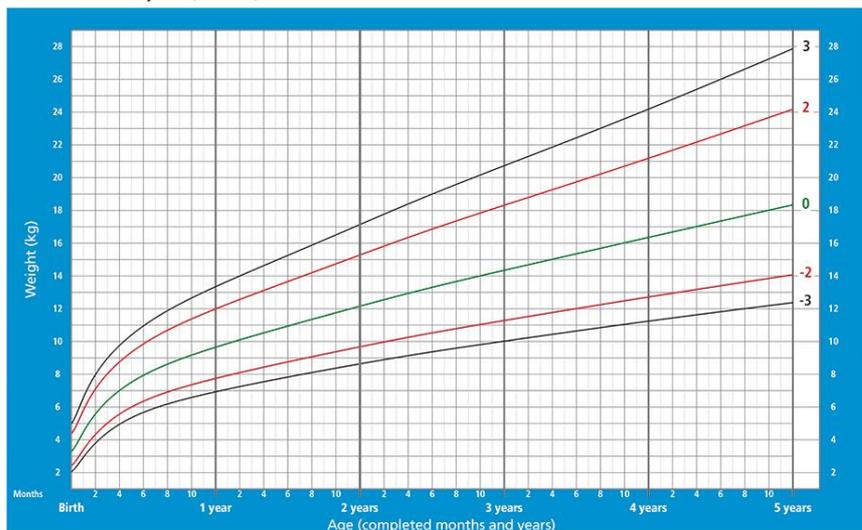
La statura che si raggiunge in età adulta ed il ritmo di sviluppo sono variabili indipendenti, vale a dire che non dipendono l'una dall'altra, ma rispondono sia ad un programma genetico sia all'influenza di altri fattori che sono in grado di agire sulle caratteristiche cronologiche, cioè temporali, dello sviluppo. La crescita è influenzata, principalmente, da fattori sociali, alimentazione e carico sportivo.

Altre cause di deviazione dello sviluppo dell'andamento normale sono le intolleranze psichiche e gli eccessi di sollecitazione. Per quanto riguarda il sistema endocrino, invece, solo una visita medica accurata può rivelare eventuali anomalie nel processo di sviluppo riconducibili ad alterazioni dello stesso.

Attraverso la compilazione del **nomogramma (Figura 30)** è possibile valutare la dinamica di crescita individuale.

Weight-for-age BOYS

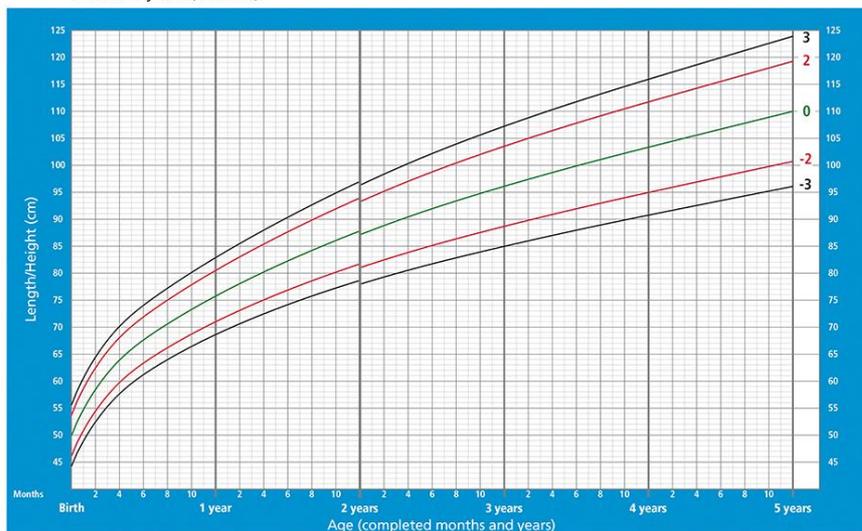
Birth to 5 years (z-scores)



WHO Child Growth Standards

Length/height-for-age BOYS

Birth to 5 years (z-scores)



WHO Child Growth Standards

Figura 30. Nomogramma di peso e altezza di soggetti di sesso maschile dalla nascita ai 5 anni.

Ogni individuo, infatti, segue un proprio canale di crescita. Se, nel corso dello sviluppo, si passa da un percentile all'altro o si scende al di sotto del percentile inferiore, si deve sospettare un disturbo dell'organismo e quindi rivolgersi ad un medico che possa, mediante un'accurata visita auxologica, fare una diagnosi, evidenziando eventuali variazioni nel processo di crescita, che si discostano dalla norma, legate alla costituzione.

Bambini con ritardi costituzionali dello sviluppo possono raggiungere stature del tutto normali in età adulta, ma con un certo ritardo rispetto alla norma. In questo caso, anche la capacità di carico risulterà ritardata e, quindi, saranno necessari carichi individualizzati per un lungo periodo di tempo.

La crescita della massa corporea, che in genere coincide con l'inizio della pubertà, nelle femmine è anticipata di circa due anni. Infatti le femmine fra i 13 e i 14 anni sono, mediamente, più pesanti dei maschi. Mentre nei maschi lo sviluppo della massa corporea inizia in ritardo e prosegue fino alla fine dell'adolescenza (18-19 anni), nelle femmine l'incremento di peso dovuto allo sviluppo termina già a partire dal 15°-16° anno. Dunque la massa corporea di un soggetto in accrescimento aumenta in modo proporzionale con la crescita della statura. Questo significa che, durante il periodo prepuberale e

puberale, un'eventuale stasi nello sviluppo delle masse corporee è un sintomo o di alterazioni patologiche o di un'alimentazione carente.

Nei soggetti in accrescimento si verificano delle fasi di cambiamenti delle proporzioni corporee, i quali producono variazioni periodiche della forma del corpo, definite anche periodi di **turgor** e **proceritas**.

Nel corso del **primo cambiamento** denominato proceritas 1° (tra il 5° ed il 7° anno d'età), si passa dalla forma infantile rotondeggiante a quella più snella del bambino in età scolare. Questa variazione di proporzioni si traduce in un aumento di lunghezza degli arti superiori rispetto a quella del tronco. Successivamente, nel periodo definito turgor 1° (compreso tra 8 e 11 anni), le proporzioni si riequilibrano.

Il **secondo cambiamento** invece avviene durante la pubertà. La lunghezza del corpo, in particolare quella del tronco, si rileva soprattutto nella prima metà della pubertà. In quel periodo si riscontra un allungamento relativamente maggiore delle estremità rispetto al resto del corpo. Queste variazioni di lunghezza (proceritas 2°) iniziano nel periodo prepuberale con la crescita del piede. Questi notevoli incrementi di lunghezza comportano inevitabilmente un cambiamento del controllo nervoso e, conseguentemente, delle alterazioni della capacità di carico. Nella seconda metà della pubertà, con lo sviluppo ormonale, si osserva un ulteriore cambiamento delle proporzioni corporee, poiché si passa da una crescita prevalentemente in lunghezza ad un incremento in larghezza, coincidente con la comparsa delle masse muscolari (turgor 2°).

Nel corso dello sviluppo, la perdita e il recupero delle proporzioni dei vari segmenti corporei dipendono dalla maturazione delle ossa. Le principali ossa dell'apparato locomotore e di sostegno sono formate da tessuto cartilagineo. Su quest'ultimo, in tempi diversi e secondo una successione geneticamente determinata per ciascun osso, compaiono i nuclei di ossificazione che aumentano di grandezza. La crescita in lunghezza è possibile fino a quando nelle ossa è presente cartilagine di coniugazione ma, a maturazione ultimata, la cartilagine di coniugazione scompare e, di conseguenza, l'osso non può più crescere. Nell'osso maturo sarà la presenza di un elevato contenuto di sali a garantire solidità e, dunque, da questo dipenderà la capacità di carico dello stesso.

La fase in cui le ossa sono particolarmente sensibili ai carichi meccanici è quella del periodo puberale, proprio a causa dell'elevata velocità di maturazione. Durante questa fase, eventuali alterazioni del metabolismo, come anche eccessi o carenze di sollecitazione meccanica, possono provocare un'alterazione patologica del tessuto osseo, definita necrosi scheletrica asettica.

In fase di accrescimento, i tempi medi di ossificazione sono differenti a seconda delle singole ossa. Ad esempio i corpi vertebrali, che compongono la colonna vertebrale, distribuiscono la loro crescita in un arco di tempo molto più lungo di altre strutture ossee come la tuberosità tibiale. Queste differenze andranno tenute presenti nella scelta del carico di allenamento proprio allo scopo di non perturbare le fasi di crescita.

Un altro aspetto importante, che bisogna considerare quando si vuole verificare come procede lo sviluppo di un organo rispetto alla media della popolazione, è la determinazione dell'età biologica, la quale si differenzia dall'età cronologica in quanto quest'ultima indica soltanto il tempo vissuto da un soggetto in un dato momento della sua vita. Tale distinzione è estremamente utile poiché, conoscendo l'età biologica, si dà la possibilità ai tecnici di verificare se la formazione funzionale e strutturale dei giovani atleti procede secondo un andamento tipico o devia da quest'ultimo. In questo modo la scelta su quantità e qualità dello stimolo di allenamento potrà essere più simile alla reale capacità di carico. Per esempio, se due soggetti aventi la medesima età e appartenenti alla medesima categoria, si trovassero uno all'inizio dell'età puberale e l'altro in fase di conclusione della stessa, gli stimoli allenanti richiesti dai due giovani atleti sarebbero diversi in ragione del differente grado di maturazione e, dunque, di una diversa capacità di carico. Per questa ragione sarebbe utile, prima di stilare qualsiasi programma di allenamento, verificare se ci sono diversità di maturazione tra i componenti della squadra.

Per determinare l'età biologica, qualora non ci sia la possibilità di determinare l'età ossea, è stato messo a punto un metodo indiretto e molto semplice, che prevede il calcolo del Body Mass Index (BMI), ovvero dell'Indice di Massa Corporea (IMC). Come già visto in precedenza, il BMI si ottiene dividendo il peso in kg del soggetto per il quadrato dell'altezza del medesimo espressa in metri. Quindi, per un giovane che pesa 50 kg ed è alto 1,60 m, il BMI sarà:

$$50/1,60^2 = 50/2,56 = 19,5.$$

Bisogna fare però molta attenzione ad una variabile: il valore di BMI è attendibile solo se il soggetto valutato non si trova in una condizione di sovrappeso. Per verificare se il soggetto è normopeso è sufficiente rilevare lo spessore, in millimetri, di due pliche cutanee, quella sottoscapolare e quella tricipitale e confrontare i loro valori con quelli, espressi in percentili, presenti in una particolare tabella. Una volta seguita questa procedura bisognerà verificare se tali valori superano il 50° percentile e, se così fosse, il soggetto esaminato sarà considerato in sovrappeso e quindi il BMI non potrà essere considerato attendibile.

Stabilire che cosa allenare in un giovane calciatore non può prescindere dalla conoscenza del suo grado di maturazione biologica. Appurato che, quando si allenano atleti in età evolutiva, è molto probabile trovare squadre con una notevole diversità di maturazione, bisognerebbe cercare di mettere in relazione il "che cosa allenare", non tanto all'età anagrafica o alla categoria di appartenenza, quanto alla classe di maturazione biologica di appartenenza.

Individuato il valore di BMI, si può inserire il soggetto nella classe di maturazione corrispondente. Ritornando all'esempio fatto in precedenza, il valore di BMI pari a 19,5 corrisponderà alla classe di maturazione A3.

Ciascuna delle classi di maturazione (A1, A2, A3, A4, A5) (**Figura 31**) contempla, in relazione allo sviluppo delle capacità motorie, obiettivi programmatici differenti a seconda dello stadio di maturazione corrispondente. Nello stadio di maturazione A5 rientrano tutti coloro che hanno ultimato il processo di maturazione e dunque possiedono i presupposti strutturali e fisiologici per sostenere un regime di carico di allenamento che si avvicina maggiormente a quello di un atleta evoluto.

BMI	14-17	18-19	20	21	>21
Età cronologica	3-11	12-13	14-15	16-17	>17
Tappe evolutive	periodo impubere	Pre-pubere	Pubertà iniziale	Pubertà avanzata	Età adulta
Classe di maturazione	A1	A2	A3	A4	A5

Figura 31. Classi di maturazione e fattori che le determinano.

Ma analizziamo brevemente gli obiettivi che corrispondono ad ognuna delle 5 classi di maturazione.

La **classe di maturazione A1** è quella relativa alle categorie U6, U8 e U10 (Piccoli Amici e Pulcini) e gli obiettivi su cui lavorare sono:

- Schemi motori di base
- Capacità coordinative
- Sviluppo del sistema nervoso attraverso lavoro ad alto impegno cognitivo

La **classe di maturazione A2** invece è quella riferita alle categorie U12 e U13 (Esordienti) e gli obiettivi da perseguire sono:

- Introduzione all'allenamento della forza
- Presa di coscienza e rinforzo della muscolatura del core
- Sviluppo della potenza aerobica
- Rinforzo delle capacità coordinative

La **classe di maturazione A3** corrisponde invece alle categorie U14 e U15 (Giovanissimi) e gli obiettivi sui quali verterà il lavoro del preparatore atletico saranno:

- Approccio all'allenamento della forza e "core stability"
- Didattica degli esercizi con sovraccarichi
- Sviluppo della potenza aerobica
- Recupero e rinforzo delle capacità coordinative

La **classe di maturazione A4** si riferisce alle categorie U16 e U17 (Allievi) e i punti da sviluppare sono :

- Allenamento della forza e "core stability"
- Allenamento della forza con sovraccarico
- Allenamento della potenza aerobica
- Approccio all'allenamento lattacido di alta intensità

La **classe di maturazione A5** infine, è quella che fa riferimento alle categorie U18 e U19 (Juniores/Berretti e Primavera) e gli obiettivi sui quali sarà basato il lavoro del preparatore saranno:

- Allenamento della forza ipertrofica
- Sviluppo della resistenza lattacida e lavoro ad alta intensità
- Allenamento della potenza aerobica
- Sviluppo della forza veloce

Spesso si sente affermare che quantità, intensità e durata dello stimolo di allenamento, soprattutto quando questo è rivolto ad un atleta in età evolutiva, dovrebbero essere adeguate alla capacità di prestazione o alla capacità di carico del medesimo.

Innanzitutto occorre chiarire che capacità di prestazione e capacità di carico non significano proprio la stessa cosa.

L'allenamento della **capacità di prestazione** è un allenamento che ha come fine quello di impiegare l'insieme delle risorse in momenti specifici a breve termine, tralasciando l'incremento dei presupposti della prestazione, cioè l'insieme degli adattamenti necessari per sostenere in futuro allenamenti intensi e specializzati in età adulta.

Quando si allena la capacità di prestazione si provocano, principalmente, adattamenti sul sistema nervoso e su quello ormonale che risultano determinanti per l'ottenimento del risultato a breve termine. Tali adattamenti, aumentando lo stress psicofisico prodotto da una partecipazione assidua e non controllata ad eventi agonistici ravvicinati e ripetuti, riducono, di fatto, il potenziale di prestazione. Troppo spesso si commette l'errore di sopravvalutare la capacità di prestazione di bambini e adolescenti. In molti settori giovanili, infatti, il calendario di impegni agonistici, soprattutto in concomitanza con l'inizio delle vacanze estive, si infittisce di tornei, arrivando a disputare anche tre partite nello stesso giorno. In questi casi si finisce davvero per mettere a dura prova le riserve di risorse psicofisiche di questi piccoli atleti che, inevitabilmente e incoscientemente, vengono esposti ad un elevato rischio di infortunio e, nella migliore delle ipotesi, si ritrovano in una condizione di sovraccarico

funzionale (detto anche *overtraining*) disattendendo i principi basilari di prevenzione ai quali ogni allenatore o dirigente dovrebbe attenersi.

L'allenamento della **capacità di carico** si pone, invece, come obiettivo principale l'insieme degli adattamenti necessari alla prevenzione degli infortuni e la costruzione dei presupposti per l'ottenimento della massima prestazione a lungo termine.

Le differenze tra i due approcci, apparentemente, non sono radicali ma significative e riguardano il piano del programma di allenamento e, in particolare, gli obiettivi da raggiungere.

“L'allenamento della capacità di prestazione è attento ai risultati, mentre l'allenamento della capacità di carico, pur prendendo in considerazione l'utilizzo di carichi specifici, dà importanza ai processi di recupero e ricerca adattamenti meno visibili, come quelli dei tendini, dei legamenti e delle articolazioni.”³⁶

Questo genere di adattamenti, seppur ottenuti utilizzando carichi specifici di intensità elevata, tuttavia prevedono che vengano rispettati i processi di recupero tenendo presente come ci siano notevoli differenze nei tempi di adattamento da parte delle componenti del sistema locomotorio e di sostegno. Infatti, mentre gli adattamenti della componente neuromuscolare sono rapidi (4-8 settimane), altri adattamenti sono più lenti e richiedono periodi di tempo più lunghi, come l'ipertrofia muscolare (8-12 mesi) e gli adattamenti di tendini e aponeurosi fasciali (3-6 mesi).

Dall'infanzia al periodo prepuberale, fino al raggiungimento del picco di crescita (PCR), la capacità di carico assume più una valenza **qualitativa** e si potrebbe definire come “la capacità di eseguire nel tempo (cioè per n... serie di ripetizioni) un compito motorio (carico esterno) perturbando il carico interno nella misura in cui il giovane atleta svolge il compito in modo efficiente.”³⁷

Superato il picco di crescita, fino all'età adulta la capacità di carico prende una valenza più **quantitativa**. Infatti, in ragione di una maggiore disponibilità di forza e fonti energetiche si avvicina alla capacità di prestazione e quindi potrebbe essere definita come “la capacità di eseguire nel tempo (cioè per n... serie di ripetizioni) un compito motorio (carico esterno) con una implicazione del carico interno pari a quella che permette all'atleta di avvicinarsi alla richiesta specifica della prestazione.”³⁸

Un accorgimento da campo utile per valutare la capacità di carico in un giovane prepubere può essere la verifica della Massima Ripetibilità o Durata di un Compito Motorio (MRCM o MDCM) effettuato con un'efficienza esecutiva ottimale, ovvero fino a quale ripetizione il prepubere riesca a mantenere il controllo motorio del gesto tecnico richiesto in una condizione di allineamento e, quindi, di stabilità posturale.

Ad esempio, l'**MRCM** di un'esercitazione di skip alto corrisponderà al numero di tocche che il giovane sarà in grado di eseguire mantenendo un'esecuzione ed un'assetto posturale corretti. Ciò significa testa, tronco e bacino allineati ai piedi, salita del piede sino al ginocchio dell'arto contro laterale, sguardo avanti, spalle morbide e braccia che oscillano coordinandosi con il movimento dei piedi.

I ragazzi, in particolar modo quelli più instabili a livello posturale (come quelli che si trovano nello stadio di maturazione A2), mostrano evidenti difficoltà a mantenere il controllo esecutivo di un esercizio come lo skip, per cui dopo poche tocche perdono l'estensione delle gambe nella fase di spinta cominciando a sedersi, tendono a limitare la salita delle ginocchia, chiudono il petto e sollevano le spalle. Ammettendo che l'MRCM osservato nell'esercizio di skip alto sia stato, per esempio, di 4 ripetizioni, il numero di serie dovrà essere pari al numero di volte in cui il soggetto riesce a mantenere l'MRCM. Se, alla decima serie di 4 tocche di skip alto, la tecnica esecutiva viene perturbata per l'insorgere di

³⁶ Ferretti F. (2017), *L'allenamento fisico nel calcio. Concetti e principi metodologici.*, IV edizione, Recco (Genova), Edizioni Correre.

³⁷ Ferretti F. (2017), *L'allenamento fisico nel calcio. Concetti e principi metodologici.*, IV edizione, Recco (Genova), Edizioni Correre.

³⁸ Ferretti F. (2017), *L'allenamento fisico nel calcio. Concetti e principi metodologici.*, IV edizione, Recco (Genova), Edizioni Correre.

stanchezza, e quindi il compito motorio viene eseguito in condizioni di fatica e dunque non ottimali, l'esercitazione di skip sarà interrotta.

Lo stesso criterio può essere utilizzato per un esercizio di potenziamento addominale, ma in questo caso si ricercherà l'**MDCM**, cioè la massima durata di un compito effettuato con efficienza esecutiva ottimale. Il tempo di tenuta dei muscoli addominali dipenderà dalla capacità di controllo posturale dell'esercizio. Questo principio sarà valido anche per tutti gli altri contenuti di un allenamento, non solo fisico ma anche tecnico o tattico. Dunque, il criterio basato sull'osservazione sistematica ha anche lo scopo di dare un feedback all'atleta, intervenendo sul suo grado di consapevolezza, ossia sulla sua capacità di ascoltarsi. Così facendo impara a percepire gradualmente il momento in cui, durante l'esecuzione di un compito motorio, scade la capacità di controllo e subentrano aggiustamenti compensatori che perturbano l'allineamento posturale e compromettono l'efficienza esecutiva.

4.1 : LE CAPACITÀ MOTORIE

“Le **capacità motorie**, definite come fattori della prestazione, si distinguono in coordinative e condizionali. Mentre le prime ordinano e controllano il movimento e si identificano nelle abilità cosiddette senso-percettive-motorie riconducibili, principalmente, all'efficienza del sistema nervoso, le seconde sono prevalentemente regolate dal grado di attivazione e dalla disponibilità delle fonti energetiche.”³⁹

Per comprendere meglio il concetto di **capacità coordinative** è importante soffermarsi sul significato di abilità motorie e di coordinazione.

“In generale si definisce **abilità motoria** la capacità di eseguire un movimento con estrema efficacia e in maniera ripetitiva senza che ci sia un costante intervento o controllo delle volontà.”⁴⁰

Alcune di queste abilità, precisamente quelle motorie di base (attività come strisciare, correre, saltare, arrampicarsi, lanciare, afferrare, rotolare), nonostante siano presenti allo stato potenziale nel nostro patrimonio genetico, per poter essere acquisite richiedono una costante interazione del bambino con l'ambiente. Da qui si comprende l'importanza di una regolare e quotidiana attività motoria fin dai primissimi anni di vita. Solo dopo aver strutturato bene queste abilità primarie si potranno apprendere quelle più complesse.

“Con il termine **coordinazione** si intende il modo in cui un soggetto ordina, e quindi organizza tra loro, un certo numero di abilità, al fine di risolvere un problema motorio più o meno complesso, a seconda del livello delle abilità richieste.”⁴¹

Si può quindi affermare che, soprattutto in età prepuberale, per elevare il grado di coordinazione è necessario favorire l'apprendimento del maggior numero di abilità motorie possibile.

Detto questo, affinché ciò avvenga, queste abilità dovranno essere adeguate al livello di coordinazione preesistente. Per fare un esempio, è assurdo pretendere che un bambino sappia palleggiare quando mostra estrema difficoltà a stare in equilibrio su un piede.

Lo sviluppo funzionale nervoso, infatti, dipende anche dalle sollecitazioni funzionali ricevute durante le fasi cosiddette sensibili, ovvero la prima e la seconda età scolare. Dunque l'addestramento delle capacità coordinative favorisce questo sviluppo funzionale nervoso.

³⁹ Ferretti F. (2017), *L'allenamento fisico nel calcio. Concetti e principi metodologici.*, IV edizione, Recco (Genova), Edizioni Correre.

⁴⁰ Ferretti F. (2017), *L'allenamento fisico nel calcio. Concetti e principi metodologici.*, IV edizione, Recco (Genova), Edizioni Correre.

⁴¹ Ferretti F. (2017), *L'allenamento fisico nel calcio. Concetti e principi metodologici.*, IV edizione, Recco (Genova), Edizioni Correre.

È interessante sapere che le abilità motorie apprese nell'età infantile, una volta fissate in modo duraturo, sono richiamabili nell'età adulta e favoriscono la capacità di carico. Infatti, se esiste un buono sviluppo della coordinazione, la capacità di carico dell'atleta evoluto sarà migliore.

Le capacità coordinative si dividono in generali e speciali. Le **capacità coordinative generali** sono quelle che riguardano l'apprendimento, il controllo, l'adattamento e la trasformazione dei movimenti, e sono collegate tra di loro in un rapporto circolare. Per rapporto circolare si intende che, in principio, un'abilità viene appresa, successivamente viene incrementata la capacità di controllo e, infine, la capacità di adattare il movimento alle variazioni delle condizioni interne ed esterne.

Per comprendere meglio basti pensare alle fasi di apprendimento che richiede un esercizio come la guida della palla: contatto con la palla del piede inizialmente continuo, poi continuo alternato, quindi ritmico e infine ritmico alternato. Una volta apprese queste abilità con le varie parti del piede (interno, esterno, collo), il bambino imparerà a selezionarle, durante il gioco, a seconda della situazione che gli si presenta.

Le **capacità coordinative speciali** invece si distinguono in capacità di: equilibrio, ritmo, orientamento, differenziazione spazio-temporale, reazione, combinazione o accoppiamento.

Occorre precisare come risulta difficile pensare di poterle allenare singolarmente, poiché spesso l'intervento di una capacità coordinativa non esclude il coinvolgimento delle altre.

L'allenamento delle capacità coordinative viene dunque ritenuto un elemento fondamentale nella preparazione fisica in età evolutiva.

Di seguito proveremo a definire queste capacità vedendone l'applicazione pratica attraverso alcuni esempi di esercizi da campo.

“L'**equilibrio** è la capacità di mantenere la giusta posizione nello spazio, in ogni istante e in ogni movimento; è inoltre la capacità di ristabilire, nel più breve tempo possibile, tali condizioni, qualora una forza esterna ne abbia alterato o modificato le caratteristiche di partenza.”⁴²

Due esempi di esercizi per allenare l'equilibrio sono: dalla stazione eretta sollevarsi, in successione, sugli avampiedi, sui talloni e sul bordo esterno dei piedi; fare la stessa cosa ripetendolo sull'appoggio di un solo piede.

“Il **ritmo** è la capacità di contrarre e decontrarre istantaneamente i diversi gruppi muscolari rispettando i giusti intervalli fra gli stimoli sensoriali.”⁴³

Due esempi di esercizi per allenare il ritmo sono: salti con la corda rimbalzando a piedi pari o con appoggio alternato; correre (avanti, indietro, lateralmente), saltellare tra una serie di ostacoli disposti in fila.

“L'**orientamento** è la capacità che permette di modificare la posizione e il movimento del corpo nello spazio e nel tempo, in riferimento a un campo d'azione definito da oggetti e da persone.”⁴⁴

Due esempi di esercizi per allenare l'orientamento sono: eseguire spostamenti in spazi e su distanze prefissate (come, ad esempio, cambi di direzione a comando o in punti prestabiliti) anche con variazioni di velocità; utilizzare spazi differenti da quelli usuali (per esempio giocare in un campo ridotto o ingrandito, aumentare o diminuire le dimensioni della porta).

⁴² Ferretti F. (2017), *L'allenamento fisico nel calcio. Concetti e principi metodologici.*, IV edizione, Recco (Genova), Edizioni Correre.

⁴³ Ferretti F. (2017), *L'allenamento fisico nel calcio. Concetti e principi metodologici.*, IV edizione, Recco (Genova), Edizioni Correre.

⁴⁴ Ferretti F. (2017), *L'allenamento fisico nel calcio. Concetti e principi metodologici.*, IV edizione, Recco (Genova), Edizioni Correre.

“La **differenziazione spazio-temporale** è la facoltà di un individuo di collocarsi nello spazio in rapporto con oggetti o persone circostanti.”⁴⁵

Quattro esempi di esercizi per allenare la differenziazione sono: coprire distanze uguali in tempi uguali; coprire distanze diverse in tempi diversi; coprire distanze diverse in tempi uguali; coprire distanze uguali in tempi diversi.

“La capacità di **reazione** può essere semplice o complessa. Per reazione semplice si intende la risposta predeterminata a uno stimolo nato in precedenza; la reazione complessa è invece data da più movimenti adeguati alla situazione che si modifica.”⁴⁶

Due esempi di esercizi per allenare la capacità di reazione sono: partenze veloci dalla stazione eretta, da seduti, da sdraiati, da una posizione di equilibrio, a un segnale prestabilito (visivo, acustico, tattile); l'allenatore lancia (o fa rotolare) una palla e chiama per nome il bambino che ha il compito di prendere la palla prima che cada a terra (o superi una linea predeterminata).

“La **capacità di combinazione o accoppiamento** è la capacità che consente a un soggetto di eseguire movimenti in successione o simultaneamente, inserendoli in un programma motorio unitamente strutturato.”⁴⁷

Due esempi di esercizi per allenare la capacità di combinazione sono: eseguire delle circonduzioni delle braccia mentre si effettuano delle andature tipo skip o corsa calciata; dalla corsa, in scivolamento laterale, far eseguire delle flessione-estensioni delle braccia, alternativamente in avanti, in alto, in fuori.

Uno dei luoghi più comuni nell'ambito dell'allenamento giovanile riguarda il concetto di allenamento multilaterale, dove il termine multilaterale è interpretato come sinonimo di variabilità quale obiettivo ad ogni costo o di interessi diversificati insiti nell'allenamento. Tutto questo, in realtà, è solo un aspetto che riguarda soprattutto il lato motivazionale, poiché l'elemento che si vuole sottolineare con il concetto di allenamento multilaterale è la ricerca di programmi che contengano una ricchezza di mezzi di allenamento perché finalizzati al raggiungimento di obiettivi ottenibili solo nel lungo termine. Per questa ragione è necessario che gli stimoli siano sufficientemente intensi e mantenuti per il tempo necessario a produrre adattamenti completi e solidi, e che non si limitino solo alla pratica di esercizi diversi.

La durata di ogni esercizio dev'essere dunque abbastanza lunga da permettere di apprenderlo e averne padronanza. Sarebbe opportuno indurre adattamenti per ordine di importanza tenendo conto dell'acquisizione delle abilità che l'esercizio comporta, dei tempi di adattamento e della gerarchia di importanza, intesa come rispetto delle fasi di: assenza di rischio, prevenzione, potenziamento e massimalizzazione.

Tra le **capacità** definite **condizionali** rientrano la resistenza, la velocità, la forza e la flessibilità, come già ampiamente descritto nel capitolo precedente. Adesso cercheremo di capire la loro allenabilità in ambito giovanile.

Tra le capacità condizionali, la **resistenza**, quindi quella aerobica, è senza dubbio la maggiormente allenabile in età giovanile. A differenza di altre qualità condizionali, come la forza e la potenza, se il valore del VO₂max viene messo in rapporto con il peso corporeo (di un soggetto normopeso) notiamo

⁴⁵ Ferretti F. (2017), *L'allenamento fisico nel calcio. Concetti e principi metodologici.*, IV edizione, Recco (Genova), Edizioni Correre.

⁴⁶ Ferretti F. (2017), *L'allenamento fisico nel calcio. Concetti e principi metodologici.*, IV edizione, Recco (Genova), Edizioni Correre.

⁴⁷ Ferretti F. (2017), *L'allenamento fisico nel calcio. Concetti e principi metodologici.*, IV edizione, Recco (Genova), Edizioni Correre.

che questo rimane costante per tutto il periodo di crescita del giovane senza subire modificazioni significative, anzi, addirittura sembrerebbe più elevato a 9 che a 18 anni. Ciò spiega la grande capacità che hanno i bambini di poter giocare anche molto a lungo senza cedimenti.

Inoltre, l'acquisizione di una corretta educazione alimentare ed una regolare attività fisica, favorita anche dall'allenamento delle qualità aerobiche, sono riconosciute come obiettivi primari nella lotta all'eccesso di peso nei giovani, in quanto la condizione di sovrappeso, o peggio, di obesità può rappresentare un serio pericolo per lo stato di salute di un individuo. Infatti, all'aumento del peso corporeo, oltre certi limiti, si possono associare alterazioni organiche e del metabolismo, che possono determinare un più elevato rischio di mortalità per numerose patologie. A queste, aggiungiamo fattori genetici, comportamentali e ambientali, i quali concorrono nel determinare lo stato di sovrappeso o di obesità.

Il problema dell'eccessivo peso dei nostri ragazzi non è quindi da sottovalutare, poiché le conseguenze non si limitano al rischio di incorrere in malattie cardiovascolari, ma le difficoltà nel competere con gli altri possono generare sfiducia in sé stessi e quindi una scarsa autostima. È evidente infatti come i ragazzi in sovrappeso si stanchino molto più facilmente dei compagni più snelli, in quanto pur avendo, in valore assoluto, la stessa forza e la medesima quantità di massimo consumo di ossigeno ($VO_2\max$) di un loro coetaneo normopeso, dispongono, in realtà, di una forza e di un $VO_2\max$ relativi molto più bassi. Il valore assoluto del $VO_2\max$ diventa relativo quando questo viene diviso per il suo peso. In queste condizioni diventa tutto molto più difficile, in quanto ci si muove più lentamente degli altri e si contraggono, per correre alla stessa velocità di un compagno normopeso, debiti di ossigeno molto più marcati.

Pertanto, alla lunga, viene meno l'interesse verso tutti quei giochi di movimento o attività in cui il bambino ha verificato personalmente di avere scarse possibilità di successo. Poiché nei bambini l'affezione per una qualsiasi attività nasce solo se sono motivati, diventa difficile coinvolgere i ragazzi in sovrappeso in forme di gioco nelle quali fanno, già in partenza, di essere perdenti e quindi, sottraendosi al gioco, essi perdono l'opportunità di acquisire, attraverso il movimento, nuovi schemi motori, la possibilità di stimolare adeguatamente l'attività cardiovascolare e di accelerare il proprio metabolismo. Solo l'adozione di modelli di consumo più razionali, insieme alla promozione di una corretta e regolare attività fisica, possono prevenire l'instaurarsi del sovrappeso.

Secondo un autorevole organo scientifico statunitense, The American Heart Association, per favorire una buona funzionalità cardiovascolare nei bambini sarebbe necessario far praticare loro almeno 30 minuti di attività fisica moderata per 3-4 giorni alla settimana e, in aggiunta a questi, almeno 30 minuti di attività fisica intensa.

In letteratura esistono alcune ricerche che hanno dimostrato come l'attività motoria svolta nella scuola dell'obbligo non sia assolutamente sufficiente per stimolare adeguatamente le qualità aerobiche nei giovani atleti.

Tra questi abbiamo uno studio di Bringmann del 1989 che illustra la capacità di prestazione di resistenza in ragazzi sottoposti a sollecitazioni sportive diverse. Il gruppo rappresentato da giovani praticanti il gioco del calcio, mostrava valori di massimo consumo di ossigeno superiori rispetto a coloro che erano dediti alla pratica di attività sportive solo in ambito scolastico.

Dunque, lo sviluppo delle capacità aerobiche in età evolutiva andrebbe ricercato sia attraverso allenamenti programmati con la palla, sia mediante lavori mirati, cosiddetti "a secco", basati solo su allenamenti di corsa che non prevedano l'uso della palla.

Dai 5 fino ai 10-11 anni, cioè all'interno della classe di maturazione A1, i momenti di attività di corsa devono essere ricercati quasi esclusivamente attraverso il gioco e sono sicuramente adeguati tutti gli esercizi svolti con la palla, individualmente o a gruppi. Questo genere di attività diventa allenante nel momento in cui riesce a divertire e quindi a suscitare interesse nel bambino. Per coloro che si trovano negli stadi di maturazione A2-A3, ritengo possano trovare posto allenamenti di resistenza aerobica sia con la palla, ma soprattutto a secco, cioè senza palla. Soprattutto senza palla perché, se alla partita

della domenica e al normale lavoro settimanale tecnico-tattico si dovessero aggiungere anche le cosiddette esercitazioni con la palla ad alta intensità (cioè al 90-100% della velocità aerobica massima, VAM), questo esporrebbe i giovani atleti ad un rischio di sovraccarico meccanico, in quanto i soggetti che rientrano in questi stadi di maturazione, a causa dell'improvvisa crescita ossea, mostrano tendenzialmente un deficit di forza e quindi una certa instabilità sul piano posturale che li porta a manifestare una certa carenza nel controllo motorio. L'elevata densità di attività, come gli arresti e i cambi di direzione presenti nell'allenamento di resistenza con la palla, svolta ad alta intensità, può determinare, in alcuni casi, stimoli meccanici pericolosi per ossa, articolazioni e tendini di ragazzi prepuberi (stadi A2 e A3) perché si producono forze di trazione e compressione incontrollabili che, con il tempo, possono favorire l'insorgenza di patologie da sovraccarico, come del resto è stato detto per tutte le esercitazioni di forza veloce (balzi). La corsa in linea a regime intervallato o intermittente, se svolta su superfici non particolarmente dure, rappresenta un sicuro e valido mezzo di allenamento in quanto è un carico tollerabile dalla struttura del giovane e, nello stesso tempo, permette di raggiungere un'alta intensità di lavoro (90-100% VAM). Si ritiene infatti che allenare la potenza aerobica nel periodo prepuberale, definito anche età d'oro, favorirebbe i cosiddetti "adattamenti centrali", cioè delle pareti cardiache (responsabili della capacità di trasporto dell'ossigeno) come in nessun altro periodo, sia del processo evolutivo sia della vita adulta. Questi adattamenti sembrerebbero coincidere con il momento corrispondente al picco di crescita staturale (PCR).

Ad esempio, un mezzo di allenamento valido che stimoli adeguatamente le componenti centrali della potenza aerobica, per i ragazzi di età compresa tra i 12 e i 15 anni (stadi di maturazione A2 e A3), è rappresentato da almeno una seduta settimanale in cui si effettuano alcuni minuti (non meno di 15 minuti di tempo effettivo di corsa ad alta intensità, 90-100% VAM) di corsa con variazioni di ritmo (per esempio, 1 minuto di corsa sostenuta alternata ad 1 minuto di corsa lenta oppure, in alternativa, lo stesso lavoro ma con variazioni di 30 secondi). Un altro interessante mezzo di allenamento è la corsa intermittente classica, da farsi in linea o, in alternativa, con qualche cambio di direzione. Per svolgere questo tipo di allenamento è importante suddividere la squadra in gruppi omogenei in base al grado di resistenza, individuato con un test aerobico, facendoli correre ad un ritmo calibrato che sia intorno alla velocità aerobica massima ($\pm 10\%$). Uno degli obiettivi sarà anche quello di educare i ragazzi a conoscere i diversi ritmi di corsa attraverso la verifica del tempo impiegato per coprire una certa distanza, così cominceranno ad imparare a convivere con lo stato di fatica e a dosare lo sforzo per ritardarlo e sperimenteranno come, attraverso l'allenamento, si possa migliorare la capacità di sopportare la fatica. Il lavoro con variazioni di ritmo e, in particolare, quello intermittente, si presta più di altri mezzi di allenamento aerobico anche per le classi A2 e A3, in quanto permette di svolgere grossi volumi di lavoro ad intensità elevate, pur rimanendo in un regime di allenamento complessivamente aerobico con sollecitazioni meccaniche a tendini e a nuclei di accrescimento assolutamente tollerabili. Invece, per i ragazzi più grandi, cioè per quelli che rientrano nelle classi di maturazione A4 e A5, il lavoro aerobico ottimale da proporre potrà essere quello "ad alta intensità" ma prevalentemente con la palla, mediante esercitazioni come partite (ad esempio il 3vs3) con un numero di giocatori ridotto (small-sided games) o esercitazioni tipo la partita "a pressione", quella a cui partecipano tre squadre. L'allenamento intermittente 30/30 si integra bene con l'allenamento cosiddetto in un circuito, cioè quello che prevede stazioni con esercizi che possono avere una valenza di forza o di tonificazione generale, esercizi di tecnica calcistica, di pre-acrobatica e di tipo coordinativo. È stato infatti dimostrato che, quando si eseguono lavori di forza con un numero di ripetizioni o volume di lavoro elevati, si realizzano progressi nella resistenza sia generale che specifica, alcuni dei quali comparabili con allenamenti di resistenza ad alta intensità.

Per quanto riguarda invece gli allenamenti mirati al miglioramento del meccanismo energetico anaerobico lattacido possiamo affermare che, grazie a quanto è stato divulgato da Enrico Arcelli in questi ultimi anni, adesso sappiamo che, contrariamente da quanto si riteneva in passato, i giovani prepuberi sono in grado di produrre lattato, anche se in quantità ridotta rispetto agli adulti. Inoltre, gli

adattamenti enzimatici (ad esempio quello della fosfofruttochinasi), che si verificano nei ragazzi in seguito ad allenamenti di tipo lattacido, sembrano essere molto vicini a quelli degli adulti. La minor concentrazione di lattato nel sangue è stata invece attribuita al fatto che, nei giovani atleti, il rapporto tra la massa muscolare e il volume di sangue risulta essere più basso che nei soggetti adulti. Quanto appena detto, tuttavia, non significa che i giovani calciatori, in particolare quelli appartenenti agli stadi di maturazione A1, A2 e A3, debbano essere sottoposti ad allenamenti anaerobici lattacidi simili a quelli degli adulti. In effetti dal momento che, già in età prepuberale, l'intensità richiesta da alcune situazioni di gioco, unitamente al lavoro aerobico senza la palla (quello svolto ad alta intensità), è in grado di stimolare anche adattamenti da parte del meccanismo energetico anaerobico lattacido, indicativamente, questo tipo di allenamenti può essere proposto con allenamenti specifici, con o senza l'uso della palla, solo occasionalmente, preferibilmente lontano dalla gara, sempre dopo un adeguato riscaldamento ed in condizioni di freschezza, durante lo stadio di maturazione A4 e invece con una certa sistematicità solo dopo il raggiungimento dello stadio di maturazione A5.

Ma adesso passiamo alla **velocità**.

“In generale la velocità è la capacità di eseguire degli spostamenti nel più breve tempo possibile. Tale definizione implica anche il concetto di rapidità, che è la capacità di eseguire dei movimenti nel più breve tempo possibile. In definitiva, per **velocità** si può intendere il tempo impiegato a compiere uno spostamento del corpo, o di un suo segmento, da un punto A a un punto B, senza che intervenga la fatica; oppure il tempo impiegato a compiere un esercizio, sia esso ciclico (per esempio, uno sprint in linea) sia aciclico (per esempio, uno stop e tiro). La **rapidità**, invece, implica la capacità di raggiungere, nel più breve tempo possibile, la massima velocità di movimento (per esempio, la rapidità di un difensore nel modificare la sua direzione di corsa quando non vuole farsi superare dall'attaccante).”⁴⁸

Nell'attività specifica del calciatore, la definizione di velocità assume un significato molto più ampio, in quanto prende in considerazione non solo le capacità già menzionate come corsa, scatto e partenza veloce, ma anche quella di agire e reagire rapidamente, la prontezza nell'affrontare il pallone e anche la comprensione immediata di una determinata situazione di gioco e la capacità di approfittarne.

Weineck evidenzia come, nel calciatore, la capacità di velocità contempla diversi aspetti, alcuni dei quali (velocità percettiva, velocità di anticipazione e velocità di decisione) sono riconducibili a velocità di tipo cognitivo-comportamentale, mentre gli altri aspetti dipendono da un'efficienza di tipo neuromotorio.

Ad oggi sembrerebbe che la velocità cognitivo-comportamentale, cioè quella più in relazione con le abilità di trattare rapidamente le informazioni insite nella dinamica del gioco del calcio, abbia margini di miglioramento decisamente superiori rispetto alla velocità di tipo motorio che, al contrario, sembrerebbe essere un'attitudine meno influenzabile dal processo di allenamento. Tuttavia, la velocità cosiddetta neuromotoria è caratterizzata da un periodo denominato “fase sensibile”, in particolare il periodo che abbraccia i primi quattro stadi di maturazione A1, A2, A3, e A4 (dunque dai 7 ai 15 anni) in cui il suo allenamento garantisce risultati migliori di quanto il medesimo produca in altri periodi.

La **velocità neuromotoria** dipende dalla velocità di reazione motoria e dalla velocità di azione motoria.

Farfel divide la **velocità di reazione motoria** in:

- **Fase preparatoria**, si intende il tempo che intercorre tra un segnale preparatorio ed un segnale che innesca la reazione.
- **Fase di latenza**, si intende il periodo che va dall'emissione del segnale fino all'inizio del movimento di reazione.
- **Fase di esecuzione**, si intende il periodo di tempo in cui si svolge il movimento di esecuzione.

⁴⁸ Ferretti F. (2017), *L'allenamento fisico nel calcio. Concetti e principi metodologici*, IV edizione, Recco (Genova), Edizioni Correre.

Zatsiorsky definisce **sensoriale** l'attitudine che assume l'atleta quanto centra la propria attenzione verso il segnale esterno ed **effettrice** quando il medesimo si concentra sui muscoli che eseguiranno l'azione.

Si distinguono:

- **Reazioni semplici**, si intendono movimenti caratterizzati dalla messa in moto di una parte molto piccola del corpo, ad esempio spingere con la mano un bottone.
- **Reazioni complesse**, comprendono i movimenti che interessano una parte importante o tutto il corpo. È il caso di sprint sui 5 m, movimenti di partenza da varie posizioni collegati con compiti di coordinazione, da eseguire velocemente.

Detto questo, mentre le reazioni semplici sono regolate soprattutto da processi di dominanza genetica, sulle reazioni complesse influisce soprattutto l'allenamento. Le reazioni complesse, che sono tipiche del calciatore, sono caratterizzate dalla velocità con la quale un determinato segnale viene ricevuto, dalla velocità con la quale uno stimolo viene condotto, dalla maggiore richiesta di programmazione e dai sistemi muscolari interessati. Inoltre, nelle reazioni complesse è più facile migliorare il tempo di reazione rispetto alle reazioni semplici, e questo dipende dal fatto che negli stimoli semplici la reazione può essere già programmata, mentre nelle reazioni complesse la risposta allo stimolo si può programmare soltanto in seguito all'inizio dell'intervallo di reazione. Nelle reazioni semplici si raggiungono miglioramenti tra il 10 e il 18%, nelle complesse, quelle tipiche del calciatore, si raggiunge addirittura il 30-40%. Anche la capacità di reazione ha una sua fase sensibile, quella compresa tra i sette e i dieci anni, rientrando pienamente nello stadio di maturazione A1.

Tuttavia si ritiene che non ci sia connessione tra la velocità di reazione e la prestazione nella velocità di corsa, e per questa ragione ragazzi con dei buoni parametri sul test di sprint possono sembrare lenti quando si trovano a giocare in partita. Questi perché, nel calcio, prevalgono le reazioni ottiche, le quali vengono innescate da stimoli ottici che partono da compagni o avversari (ad esempio, il movimento di smarcamento del compagno come invito al passaggio). In secondo piano, rivestono un ruolo importante le reazioni acustiche e tattili. La velocità di reazione, inoltre, dipende molto dalla motivazione, dal grado di riposo e dalla concentrazione, e questa è la ragione per la quale, quando si programma una seduta di allenamento sulla capacità di reazione, in particolare con atleti in età evolutiva, bisognerebbe poter contare su una certa varietà di esercitazioni e su condizioni di freschezza psico-fisica. Muller e Hofmann (1987) hanno accertato che il peggioramento del tempo di reazione è concomitante con una diminuzione della concentrazione. Inoltre, è stato dimostrato che lo stato di affaticamento influenza negativamente la velocità di reazione e che, di conseguenza, con il miglioramento della resistenza aerobica vengano prodotti effetti positivi sulla capacità di reazione.

La **velocità di azione motoria** viene definita ciclica o aciclica a seconda che comprenda azioni estensive sotto forma di scatti o azioni isolate in uno spazio limitato. Essa si identifica, in particolare, nella:

- **Velocità gestuale**, fatta rientrare da Cometti tra le espressioni di forza distinguendola in velocità gestuale **pura**, quando è riferita all'effettuazione di un solo movimento con delle contrazioni muscolari di intensità massima che devono vincere una resistenza quasi nulla, e velocità gestuale **contro resistenza**, quando la resistenza da vincere è pari al peso corporeo. La velocità gestuale pura si presta ad essere allenata soprattutto nello stadio di maturazione A1, tra gli otto e i dodici anni. Un esempio di velocità gestuale pura può essere un movimento di finta della gamba in una situazione di 1vs1 oppure il controllo rapido della palla prima di effettuare un passaggio. Un esempio di velocità gestuale contro resistenza invece può essere l'accelerazione necessaria al difensore per recuperare un attaccante che gli è andato via o la velocità di stacco

in un contrasto aereo. La velocità gestuale può essere valutata attraverso l'effettuazione di test di accelerazione (10-20 m) o di salto verticale (counter movement jump o test di reattività, come quello denominato Bosco/Vittori).

- **Frequenza gestuale**, che va allenata soprattutto negli stadi di maturazione A1 e A2, cioè nel periodo compreso tra i 7 e i 13 anni, ed equivale alla capacità di far compiere ad uno o più segmenti corporei il maggior numero di movimenti nell'unità di tempo. La frequenza gestuale dipende dalla forza di attivazione e dei muscoli agonisti e antagonisti, dalla predisposizione di questi ultimi a passare, alternativamente, dallo stato di contrazione a quello di rilassamento e, infine, dalla possibilità di aumentare la frequenza dell'alternanza contrazione-rilassamento. Per la valutazione della frequenza gestuale si può utilizzare il test chiamato "tapping", che consiste nell'effettuare in 30 s il maggior numero di movimenti o tocche. Generalmente il movimento più utilizzato è lo skipping, cioè un movimento semplice con basse resistenze da vincere. Per lo sviluppo di questa qualità si osservano due momenti favorevoli: il primo periodo è quello che intercorre tra i 7 e i 9 anni (stadio di maturazione A1), mentre il secondo va dagli 11 ai 13 anni (stadio di maturazione A2). Inoltre, per migliorare la frequenza gestuale bisogna intervenire su due fattori. Il primo fattore è indubbiamente la **struttura del movimento**, ossia il miglioramento della qualità dell'appoggio e della stabilità del comparto caviglia-ginocchio-anca, e questo può essere ottenuto attraverso un allenamento di sensibilizzazione e stabilità sugli appoggi (per esempio, mediante esercizi effettuati in piano con appoggio incompleto dei piedi o su superfici instabili tipo tavolette o sabbia) da abbinare agli esercizi specifici di rinforzo della muscolatura dei piedi. Un esercizio molto valido, in questo senso, è quello che prevede l'utilizzo di bande elastiche per effettuare i cosiddetti molleggi in avanzamento. Il secondo fattore è rappresentato dalla **frequenza del movimento**, cioè il miglioramento della cadenza dell'appoggio attraverso la ripetizione ad alta frequenza di movimenti semplici. Risulta sicuramente molto utile proporre le varie tipologie di andatura da effettuare prima sul posto e poi in movimento (ad esempio esercizi di skip o di andatura calciata) o di corsa rapida tra riferimenti tipo cerchi, over o scaletta. Un altro mezzo di allenamento interessante per migliorare la cadenza è rappresentato dai saltelli con la corda effettuati sul posto e in avanzamento con difficoltà crescente (dall'appoggio simultaneo dei piedi a quello alternato destro-sinistro fino ad arrivare a quello successivo-alternato in cui si alternano salti con lo stesso piede).

Per quanto concerne la **forza**, possiamo affermare che da sempre, le principali preoccupazioni espresse dagli scienziati dello sport in merito alla possibilità di svolgere allenamenti di forza con soggetti in via di accrescimento hanno riguardato eventuali traumi a carico delle zone di accrescimento, quelle in cui si manifesta il processo principale di crescita ossea delle estremità. Si tratta di zone di accrescimento che presentano una scarsa solidità meccanica rispetto alle altre parti dello scheletro, per cui sarebbe fondata l'ipotesi che un eccesso di carico in questa zona dell'osso possa determinare problemi.

In particolare si temeva il rischio di provocare, attraverso sollecitazioni di forza, delle lesioni nella zona di accrescimento, in un soggetto in fase di crescita, che potessero produrre alterazioni della crescita in lunghezza di diverse componenti delle estremità delle ossa lunghe (epifisi) che, a loro volta, avrebbero potuto causare una malformazione.

Bisogna però sottolineare che, attualmente, esistono diversi studi che rafforzano l'immagine dell'allenamento della forza con i bambini e che lo garantiscono come allenamento sicuro.

Addirittura sono stati confrontati i rischi di infortunio e di trauma in giovani atleti praticanti sport diversi e vari tipi di allenamento ed è risultato che per un bambino è 1500 volte più rischioso giocare a calcio che svolgere un allenamento di forza.

Un altro studio effettuato su bambini di età compresa tra 8 e 10 anni, ha dimostrato che gli incrementi di forza ottenuti nei bambini attraverso gli esercizi di forza possono essere durevoli anche se,

ovviamente, non possono essere attribuiti ad una maggiore massa muscolare ma ad un'ottimizzazione della funzionalità del sistema nervoso.

Si ritiene, infatti, che quando si parla di apprendimento della tecnica è importante sapere che, per eseguire correttamente un movimento, si deve possedere una forza muscolare sufficiente per lo sport o la disciplina che si pratica. In definitiva, un grado di forza sufficiente è il presupposto affinché un bambino possa apprendere una tecnica sportiva e quindi tutto il patrimonio di abilità necessarie per risolvere problemi motori. Al contrario, eventuali carenze nelle capacità di forza possono impedire, nei bambini, l'apprendimento della tecnica, limitando lo sviluppo delle possibilità di movimento.

In ragione di quanti è stato detto, l'allenamento della forza in età evolutiva è necessario e auspicabile nella misura in cui il medesimo viene reso compatibile con le problematiche legate all'età. In particolare, è emerso che l'allenamento della forza in età evolutiva, una volta considerato rischioso, potrebbe invece diventare un prezioso strumento di prevenzione, a condizione che le proposte di allenamento vengano programmate secondo una rigorosa gradualità. La gradualità delle sollecitazioni dei mezzi di allenamento per l'incremento della forza garantisce, nel medio e lungo periodo, adattamenti significativi e quindi sufficienti per rendere l'insieme della struttura del giovane atleta capace di resistere a sollecitazioni notevoli attraverso il miglioramento della capacità di carico.

Due cose importanti da ricordare sono che l'età più sensibile per influire sulla densità ossea è la fase prepuberale (A2) e che lo sviluppo della forza avviene leggermente in ritardo rispetto allo sviluppo della crescita.

Secondo studi scientifici recenti (Kraemer e Fleck, 2005), il timore che gli esercizi contro resistenze siano dannosi per la crescita ossea sembra fuori luogo. Al contrario, si sostiene che essi possano rappresentare il più potente stimolo di esercizio fisico per lo sviluppo e la crescita delle ossa. Renato Manno, che ha pubblicato il resoconto dei più recenti studi relativi all'allenamento della forza in età evolutiva, precisa come la densità ossea sia comunque legata a fattori genetici e al tipo di alimentazione seguita.

In generale si può affermare che interventi di allenamenti di forza nei soggetti in età evolutiva producono effetti di adattamento sul piano neuromuscolare, coordinativo, ormonale e fisiologico muscolare. Gli studiosi del settore ritengono all'unanimità che l'incremento percentuale di forza nei bambini, definito forza relativa, sia pari almeno a quella degli adulti. In particolare sembrerebbe che nei soggetti impuberi e prepuberi (stadi di maturazione A1, A2 e A3) i guadagni di forza indotti dall'allenamento siano più correlati a meccanismi nervosi, reclutamento muscolare, frequenza di scarica e abilità di apprendimento della tecnica di forza, mentre incrementi anche del volume muscolare siano auspicabili dopo il raggiungimento del picco di crescita staturale, ossia a partire dal periodo puberale (stadi A4 e A5) grazie soprattutto all'influenza degli ormoni anabolici come il testosterone. Inoltre, nei soggetti impuberi e prepuberi (stadi A1, A2 e A3), l'influenza nervosa nell'aumento della forza è avvalorata dal fatto che i miglioramenti ottenuti, dopo allenamenti di forza, non siano molto stabili e tendano a regredire dopo una fase di non allenamento. Bisogna inoltre prestare particolare attenzione al periodo prepuberale (stadi A2 e A3) in cui si raggiunge il picco di crescita e si verifica il cosiddetto eterocronismo, cioè la differenza temporale di maturazione tra apparato scheletrico e sistema muscolo-tendineo. Durante lo stadio A2, alla maturazione ossea non corrisponde un adeguamento di sviluppo muscolare, mentre nello stadio A3, una volta superato il picco di crescita staturale, l'evoluzione del sistema muscolare risulta più rapida rispetto a quella dell'apparato scheletrico. Ricordiamo che l'adeguamento del sistema scheletrico si raggiunge negli stadi di maturazione A4 e A5.

Grosset et al. (2007) e Lambert et al. (2003) hanno dimostrato che i giovani impuberi (stadio A1, 10-11 anni) possiedono muscoli più elastici dei puberi e degli adulti, e questa maggiore quota di elasticità costituisce, parzialmente, un effetto protettivo che garantisce nei soggetti impuberi una maggiore protezione dagli infortuni nelle prestazioni di pliometria a bassa intensità. Il periodo impubere si presta dunque maggiormente per proporre un lavoro di apprendimento didattico dei balzi rispetto al primo

periodo puberale (stadi A2 e A3) in cui l'intensità dall'impatto può rappresentare un potenziale traumatico troppo elevato per il ridotto grado di tolleranza delle strutture osteotendinee. Nello stadio A4 e, soprattutto, in quello A5 si ritrovano le condizioni ormonali e strutturali per riprendere il lavoro di balzi come mezzo di allenamento sistematico.

“Per carico naturale si intende, generalmente, la forza peso (P) ovvero il prodotto della massa corporea (m) per l'accelerazione di gravità (g) : $P = m \times g$.”⁴⁹

Esso però coincide con la forza peso solo quando il corpo si trova in posizione eretta. Ad esempio, una persona di 70 kg che sta in piedi ferma, esercita sul terreno una forza di 700 N (70 x 9,8) uguale e contraria a quella di reazione esercitata sul suo corpo dal terreno. Queste due forze rappresentano una coppia dove una è chiamata “di azione o trazione” e l'altra “di reazione o contrazione”. Considerato che le diverse angolazioni delle leve ossee determinano già una diversa richiesta di forza muscolare (per esempio, nel piegamento delle ginocchia può essere 4-5 volte la forza peso) e considerato che nelle condizioni di stabilità precaria tipiche dei giovani (soprattutto in quelli che si trovano negli stadi di maturazione A2 e A3), che subiscono improvvisamente un allungamento delle ossa e che muovendosi nello spazio (ad esempio nei salti o negli arresti improvvisi e cambi di direzione) perdono più frequentemente e recuperano più lentamente l'allineamento posturale, si può immaginare come tali condizioni, seppur rimanendo in un regime di carico naturale, amplifichino ulteriormente le forze di trazione e compressione sull'apparato osteo-articolare predisponendo questi soggetti ad incorrere nelle patologie da sovraccarico (condropatie) troppo spesso sottovalutate e definite sindromi da accrescimento.

L'altra categoria di esercizi a carico naturale (definiti anche esercizi a catena cinetica chiusa) è quella che prevede il corpo in appoggio. Gli esercizi che appartengono a questa categoria sono le piegate avanti, indietro, laterali e accosciate ai vari angoli del ginocchio. Questa tipologia di esercizi comporta un carico ad ossa e articolazioni molto ridotto rispetto ai balzi, in virtù di un miglior controllo motorio che favorisce un recupero più rapido dell'allineamento posturale. Per facilitare il mantenimento dell'allineamento posturale nei soggetti particolarmente instabili (stadi A2 e A3) in esercizi come l'accosciata, le piegate o le contropiegate, si può ridurre il carico prodotto dalla forza peso aumentando i punti di appoggio attraverso l'impiego di attrezzi più o meno stabili, come le panche o le palle denominate “football”. Questo espediente è molto interessante poiché aumenta il range di movimento delle articolazioni di anca, ginocchio e caviglia senza perturbare la condizione di allineamento.

L'uso di carichi liberi, aggiuntivi rispetto al peso corporeo, come bilancieri o manubri, non può prescindere dall'apprendimento della corretta tecnica di esecuzione. Gli esercizi che prevedono l'utilizzo di pesi liberi, da un lato consentono un miglior dosaggio del carico, dall'altro richiedono maggiore equilibrio e coordinazione e quindi l'attivazione di molti muscoli per stabilizzare la posizione del corpo. In questo caso l'apprendimento della tecnica richiede molto tempo. L'utilizzo dei pesi liberi è indicato a partire dallo stadio di maturazione A4 (15-16 anni) ed è sconsigliato ai soggetti prepuberi a meno che non si abbia la possibilità e il tempo di far acquisire la tecnica esecutiva in modo efficiente. Quando si utilizza un attrezzo come il bilanciere libero eseguendo, ad esempio, una tecnica di sollevamento, la padronanza di un'esecuzione corretta è la migliore garanzia di sicurezza e di efficacia in quanto, una volta che è stata ultimata la fase di apprendimento (stadio di maturazione A3), il giovane potrà dare spazio all'intensità di lavoro aumentando la specificità dell'esercizio. Prima di aggiungere carichi (stadi di maturazione A4 e A5), infatti, è bene assicurarsi che le tecniche siano eseguite in modo fluido e sicuro, poiché se gli esercizi non sono ben conosciuti e automatizzati dagli allievi, la loro esecuzione sarà meno efficiente e ne saranno limitate la sicurezza e l'intensità.

Bisognerà partire quindi dall'apprendimento degli esercizi più semplici (come, ad esempio, l'esercizio di stacco da terra e ritorno del bilanciere) per progredire verso quelli più complessi fino ad esercizi

⁴⁹ Ferretti F. (2017), *L'allenamento fisico nel calcio. Concetti e principi metodologici*, IV edizione, Recco (Genova), Edizioni Correre.

multiarticolari e tecnicamente sofisticati come lo strappo o lo slancio. Per l'apprendimento di queste tecniche è necessario partire con sovraccarichi leggeri, per esempio, con la sola asta del bilanciere, per poi incrementare gradualmente il carico. L'uso del bilanciere favorisce l'equilibrio, la coordinazione e la percezione e, di conseguenza, migliora lo schema corporeo insieme ad una migliore conoscenza del lato destro e del lato sinistro. Durante questa fase bisogna evitare esercitazioni svolte in condizioni di affaticamento. Il carico massimo del bilanciere sulle spalle da somministrare ai giovani di età compresa tra i 14 e i 16 anni (stadi di maturazione A4 e A5), al fine di evitare che la forza crescente dei muscoli disturbi la stabilità ossea (ancora parziale rispetto a quella di un adulto), non dovrebbe superare una percentuale pari al 40-60% del peso corporeo.

Parliamo, infine, degli esercizi con le macchine di muscolazione che, a differenza degli altri mezzi sopra citati, hanno il vantaggio di assicurare: lo scarico della colonna vertebrale, un determinato dosaggio del carico ed un allenamento localizzato e specifico dei vari distretti muscolari e, in virtù della scarsa complessità del movimento, un migliore controllo del medesimo.

Non esistono particolari controindicazioni per l'utilizzo di macchine di muscolazione nel periodo prepuberale, se non nell'adattabilità ergonomica di queste alle diverse dimensioni dei bambini rispetto agli adulti. I ricercatori ritengono che i prepuberi (stadi A2 e A3) non necessitino di sovraccarichi elevati, ma piuttosto di carichi che consentano di eseguire correttamente 13-15 ripetizioni per 2-3 serie. È stato appurato che in ragazzi di 10-12 anni i maggiori incrementi di forza si sono ottenuti con una frequenza di allenamento bisettimanale, mentre una frequenza superiore a due interventi settimanali non produrrebbe effetti migliori ed è quindi da sconsigliare. Superato il picco di crescita (stadi A4 e A5), infine, si possono utilizzare carichi superiori che consentono di effettuare le 10 ripetizioni per un set di 3-4 serie e la frequenza settimanale di allenamento della forza può essere aumentata da 2 a 3 interventi. Per quanto riguarda la ginnastica posturale possiamo affermare che a partire dagli stadi di maturazione A2 e A3 si possono cominciare ad eseguire gli esercizi di yoga o pilates partendo da posizioni statiche per finire a quelle in movimento, secondo sequenze di esercizi che vanno dal semplice al complesso. Una respirazione corretta, così come richiede la pratica di queste tecniche, porta moltissimi vantaggi, i quali derivano sia dall'espansione del volume toracico utilizzato che da un corretto uso di un muscolo importante come il diaframma. È ormai noto come la rigidità del muscolo diaframmatico sia una delle principali cause di squilibrio posturale.

Il diaframma, muscolo essenziale della respirazione, presenta una cavità inferiore e separa il torace dall'addome. Per le connessioni che ha questo muscolo con alcuni organi, con la colonna vertebrale, con le coste e lo sterno, una corretta educazione respiratoria può contribuire ad ammorbidire le rigidità del muscolo diaframmatico facendo rilasciare molte tensioni muscolari e, in alcuni casi, restituendo libertà di movimento ad articolazioni come caviglie, ginocchia, bacino e torace.

L'inizio della pubertà (stadio A2) introduce una fase di trasformazione notevole delle condizioni anatomiche e funzionali dell'organismo che si evidenziano, esternamente, con l'aumento della crescita in statura e con il cambiamento delle proporzioni del corpo, cosa che spesso causa un certo grado di fragilità e instabilità posturale nel giovane atleta, la quale può portare a sofferenze di schiena, ginocchia o piedi, a seconda di come la struttura compensa lo squilibrio posturale.

La fragilità della schiena, molto frequente negli stadi di maturazione A2 e A3, può essere prevenuta attraverso un potenziamento della muscolatura della cintura addominale, dedicando particolare attenzione a quello che gli americani definiscono "core", termine che indica il corpo meno la testa e gli arti, ossia quello che in italiano definiamo tronco.

I maggiori muscoli del core si trovano nella zona addominale e nelle zone centrale e bassa del dorso e il suo rafforzamento si riferisce alla stabilizzazione lombare attraverso un lavoro che stimola il controllo motorio. Anche la flessibilità o mobilità articolare, intesa come ampiezza di movimento di un'articolazione (flessibilità statica) e opposizione o resistenza di un'articolazione al movimento (flessibilità dinamica), riveste un'importanza notevole nella preparazione fisica del giovane calciatore.

Questa capacità motoria va stimolata soprattutto nel primo stadio di maturazione A1, in quanto questo coincide con la sua fase sensibile (ovvero con il momento nel quale è possibile migliorare il suo potenziale di sviluppo). Ovviamente va prestata molta attenzione e moderazione nel proporre esercizi di allungamento statico ai soggetti che transitano nello stadio di maturazione A2 e A3, poiché in questo periodo, a causa delle rapide modificazioni delle ossa, esiste un preesistente grado di tensione muscolare che, aggiunto ad un eventuale allungamento muscolare, rischierebbe di esercitare una trazione eccessiva sull'apparato di sostegno.

Ma analizziamo in maniera più specifica la **flessibilità**.

“Per flessibilità si intende la capacità di eseguire movimenti e gesti con la più ampia escursione articolare possibile. Alcuni sinonimi sono: mobilità articolare, scioltezza articolare, ROM (range of motion) ed estensibilità. La flessibilità dipende dalla capacità del soggetto di opporsi alla resistenza articolare offerta dal tessuto muscolare e dal tessuto connettivo (che riveste il muscolo in toto e le sue diverse parti).”⁵⁰

L'allenamento di questa capacità, sempre meno presente nei nostri ragazzi, soprattutto a causa di alcuni fattori predisponenti la condizione di rigidità (sedentarietà, obesità, difficoltà da parte dei ragazzi a gestire le tensioni emotive, ricerca della specializzazione precoce nell'attività motoria dei bambini), è presupposto fondamentale per assicurare gradi di libertà e quindi mobilità ai distretti articolari. Una maggiore mobilità articolare permette di contenere i disallineamenti dei segmenti ossei prodotti dai cosiddetti “compensi” concomitanti con lo sviluppo scheletrico e, conseguentemente, con l'accorciamento dell'apparato muscolare dovuto alle improvvise spinte di crescita tipiche del processo di sviluppo. Questi compensi, quando sono protratti, interferiscono con la condizione di allineamento dei segmenti ossei procurando tensioni abnormi sulle strutture osteoarticolari, e sono quasi sempre causa delle cosiddette patologie da sovraccarico tipiche dell'accrescimento. Un'ottima prevenzione di queste patologie è rappresentata dall'adozione di programmi che prevedano attività motoria svolta con giochi ed esercizi mirati allo sviluppo della flessibilità o mobilità articolare a partire dall'età scolare, quando plasticità muscolare e ridotta resistenza articolare, tipiche di questa età, possono garantire adattamenti positivi agli stimoli forniti da questo genere di allenamento.

La difficoltà maggiore dei nostri giovani, bambini ed adolescenti, quando devono assumere un atteggiamento posturale corretto consiste in particolare nell'incapacità di ascoltarsi, e questo dipende dall'elevato numero di ore che essi trascorrono davanti al PC e ai videogiochi. L'allenamento diretto alla costruzione della muscolatura posturale è più efficace se le informazioni sensitive e sensoriali, acquisite durante il processo di apprendimento, vengono applicate automaticamente. Pertanto un allenamento puramente muscolare non è sufficiente, in quanto un muscolo rafforzato può essere utilizzato nel modo voluto solo se viene inserito, inizialmente in maniera consapevole e successivamente per abitudine, nella catena motoria (intesa come successione intenzionale di movimenti in virtù della quale ogni atto motorio viene influenzato da quello precedente) responsabile del mantenimento attivo della stazione eretta.

Per quanto riguarda le modalità di **riscaldamento** possiamo affermare che spesso la fase di riscaldamento, soprattutto quando ci si interfaccia con giovani calciatori, viene trascurata o mutuata con esercizi eseguiti con o senza palla i quali raramente permettono di raggiungere gli obiettivi che ci si propone.

Nello specifico, “per riscaldamento si devono intendere tutte le misure che, precedentemente a un carico sportivo, sia esso di allenamento o di gara, servono a creare sia uno stato ottimale di

⁵⁰ Ferretti F. (2017), *L'allenamento fisico nel calcio. Concetti e principi metodologici*, IV edizione, Recco (Genova), Edizioni Correre.

preparazione dal punto di vista psico-fisico e cinestesico-coordinativo sia anche di prevenzione dai traumi.”⁵¹

Il corpo deve, infatti, essere portato a raggiungere quella che sarà l'intensità di movimento tipico della prestazione gradualmente.

I principi fisiologici del riscaldamento sono essenzialmente quattro: l'aumento dell'irrorazione sanguigna, l'attivazione del metabolismo energetico, il cambiamento delle condizioni meccaniche e l'attivazione nervosa.

I sistemi biologici necessitano di un determinato ambiente al fine di fornire rendimenti ottimali. Uno dei presupposti più importanti è la temperatura, in quanto, quando un muscolo è ben riscaldato, migliora l'efficienza degli enzimi coinvolti nel metabolismo e dunque tutti i processi chimici si svolgono più rapidamente. Inoltre, con l'aumento della temperatura corporea migliorano anche le proprietà meccaniche dei muscoli e dei tendini, ovvero: elasticità, estensibilità delle fibre muscolari, capacità di contrazione e rilassamento dei muscoli e scorrimento dei tendini. L'aumento della temperatura si ottiene facendo aumentare la frequenza cardiaca e quindi attivando il sistema cardiorespiratorio e circolatorio. In condizioni di temperatura ottimale viene messo in circolo con maggiore velocità un volume più elevato di sangue rendendo così possibile un maggior rifornimento di sangue ai tessuti coinvolti (muscoli, articolazioni e cervello). Inoltre, l'apertura di vasi sanguigni supplementari permette un migliore apporto di ossigeno e di altri substrati per il metabolismo ed anche un rapido allontanamento delle scorie prodotte. Successivamente l'aumento di liquido nelle articolazioni risulta condizione fondamentale per la capacità di carico. Tali funzioni, per essere ottimali, richiedono un determinato periodo di tempo, tant'è che l'ambiente necessario non si instaura immediatamente all'inizio di un carico ma si costruisce in un lasso di tempo che dipende dal carico. Un esempio è rappresentato dall'aumento della frequenza cardiaca dalla situazione di riposo a quella di un determinato livello di carico, in quanto essa raggiunge il suo valore di lavoro, non improvvisamente, ma tramite un incremento continuo.

Detto questo, per la realizzazione pratica del riscaldamento, secondo il programma messo a punto di recente dalla FIFA, occorrerebbe attenersi a queste quattro fasi:

- 1) **Fase di aumento della temperatura corporea.** All'inizio andrebbero preferite forme generali di movimento che consentano di far salire la frequenza cardiaca in un range compreso, indicativamente, tra 120-150 battiti/min e, per brevi periodi, anche maggiore.
- 2) **Fase di mobilitazione.** In un secondo momento il riscaldamento dovrebbe prevedere un carico localizzato per le regioni dell'apparato locomotorio e di sostegno, in particolare un lavoro di mobilità articolare e di flessibilità dinamica specifico per le articolazioni e i gruppi muscolari più sollecitati durante la prestazione.
- 3) **Fase di ricerca del controllo posturale e di attivazione neuromuscolare.** In questa terza fase vengono proposti esercizi in cui si deve recuperare equilibrio e stabilità dopo averli perturbati, ad esempio, tramite degli arresti su un piede o sbilanciamenti sul piano frontale spostando l'appoggio del corpo da un arto all'altro, con l'obiettivo di attivare il sistema di controllo neuromuscolare e propriocettivo. Sarebbe anche utile prevedere sia qualche esercizio tipicamente neuromuscolare, come gli stacchi da fermi con rimbalzo o andature tipo il "passo-stacco", sia esercizi di stabilità per il "core", come le tenute da prona con appoggio monolaterale o in decubito laterale (sul fianco) o le accelerazioni, di pochi metri, trainando un compagno.
- 4) **Fase di preparazione al carico specifico.** Nella parte finale del riscaldamento vengono somministrate sollecitazioni specifiche dirette a stimolare sempre di più articolazioni e catene

⁵¹ Weineck J. (1998), *La preparazione fisica ottimale del calciatore.*, I edizione italiana, Perugia, Calzetti & Mariucci Editori.

di movimenti maggiormente impiegati nella prestazione. Questa fase comprende anche l'attivazione e la facilitazione nervosa delle abilità di base.

Per quanto riguarda le esercitazioni che prevedono l'impiego del pallone possiamo dire che potranno ritenersi valide se non interferiscono con il raggiungimento degli obiettivi nelle tre fasi che citeremo a breve.

Ad esempio, un'esercitazione molto diffusa come il torello, e spesso collocata al principio del riscaldamento, in realtà espone gli atleti ad un elevato rischio di infortunio in quanto i muscoli e l'intero apparato di sostegno non sono pronti per sostenere un carico meccanico in cui si alternano fasi di accelerazioni improvvise a fasi di quasi immobilità.

In questa **prima fase** del riscaldamento si possono ricercare anche attività come corse in progressione con o senza la palla ma intensità crescente dove, comunque, gli stimoli meccanici all'apparato di sostegno, come frenate e cambi di direzione, devono essere molto contenuti o comunque effettuati con tempi di applicazione piuttosto lunghi.

Nella **seconda fase**, quella che prevede il lavoro per le principali articolazioni, dovrebbero trovare spazio gli esercizi cosiddetti "a secco", cioè senza l'uso della palla. Questi dovrebbero richiedere un grande controllo motorio al fine di assicurare delle piene e profonde escursioni articolari, per esempio quella dell'anca, delle ginocchia, della caviglia (tibio-tarsica), senza dimenticare quelle del busto e delle spalle (scapolo-omerale), attraverso sequenze e cadenze ritmiche inizialmente lente e sempre più dinamicizzate.

Nella **terza fase**, infine, ci si deve avvicinare all'intensità di gara attraverso dinamiche tipo sprint, cambi di direzione, arresti ed esercizi di tecnica abbinati a situazioni di gioco, grazie alle quali risvegliare la capacità di reazione. Le pause tra le fasi di riscaldamento andrebbero impiegate per favorire l'idratazione dei ragazzi, poiché questa risulta molto importante ai fini della prestazione.

4.2 : IL CALCIO FEMMINILE

Molti sono i miti e i pregiudizi che circondano il calcio femminile, così come quelli che riguardano i rischi e i benefici per la salute delle giocatrici. La ricerca in questo ambito è piuttosto scarsa e la maggior parte delle raccomandazioni scientifiche per il calcio femminile spesso si basa su ricerche rivolte al calcio maschile, non sempre appropriate o adatte.

Il calcio femminile è presente negli sport di squadra da oltre trent'anni ma ha fatto un grande balzo in avanti quando la FIFA ha organizzato i primi Campionati del Mondo in Cina, nel 1991. Attualmente la manifestazione è organizzata ogni quattro anni, come quella maschile, e il più grande evento seguito dal pubblico fu di 90.000 spettatori per la finale di Coppa del Mondo del 1999 tra USA e Cina. Inoltre, dal 2002, la FIFA organizza i campionati del mondo femminili Under 20 ogni due anni e, dal 2008, anche per le giovani calciatrici dell'Under 17. I dati della FIFA indicano che, durante gli ultimi dieci anni, la partecipazione delle donne al gioco del calcio è aumentata del 250% in Svizzera, del 210% negli USA e del 160% in Germania, ma molti altri paesi hanno indicato una crescita esplosiva simile del calcio femminile.

Oggi infatti, secondo le ultime statistiche, sono circa 26 milioni le ragazze e le donne che giocano a calcio in oltre 180 paesi nel mondo. Inoltre, gli alti livelli di gioco, la nascita di nuove competizioni giovanili di livello internazionale, l'istituzione di leghe professionistiche in diversi paesi e il crescente interesse del pubblico sono testimonianza dell'espansione di questo sport.

In Italia, il numero di donne che gioca a calcio è di circa 22.000 (5.800 giovani sotto i 18 anni) con una crescita importante negli ultimi anni, e circa 500 sono le squadre di calcio femminile presenti sul territorio nazionale.

Non è raro sentir dire che le atlete donne sono diverse rispetto agli uomini: a parte le caratteristiche fisiche evidenti, sono ritenute meno atletiche, meno potenti e meno veloci.

In realtà c'è un periodo della vita in cui la differenza prestativa tra i due sessi è praticamente nulla. Differenze significative tra maschi e femmine iniziano a manifestarsi solo al momento della pubertà, che corrisponde all'età di circa 12-14 anni. Infatti, fino a questo momento le dimensioni del corpo (peso e altezza), la grandezza delle ossa e la composizione corporea (massa magra e massa grassa) sono simili. Al momento dello sviluppo puberale, che per le ragazze avviene intorno ai 10-12 anni con la comparsa della prima mestruazione, definita menarca, si prestano i primi cambiamenti nella composizione corporea a causa della massiccia produzione ormonale di estrogeni, i quali portano a modificazioni come l'incremento dei depositi di grasso localizzati su cosce e fianchi dovuto all'aumento di un enzima che controlla l'immagazzinamento dei grassi nel tessuto adiposo, denominato lipasi lipoproteica, in queste zone, all'allargamento del bacino e all'aumento del tasso di crescita ossea. Nel breve periodo di 2-3 anni dall'inizio della pubertà la donna raggiunge la lunghezza massima delle ossa, motivo per cui la sua statura, in età adulta, risulta inferiore a quella dell'uomo, la quale invece presenta una fase di crescita più prolungata. Le misure antropometriche della donna adulta sono decisamente diverse da quelle dell'uomo, in quanto la donna presenta una statura inferiore di circa 10-12 cm, un peso corporeo totale inferiore di 14-18 kg, una massa magra inferiore di 18-22 kg e una massa grassa superiore di 3-6 kg. La massa grassa relativa è maggiore nelle donne rispetto agli uomini. In uno studio effettuato su calciatrici di buon livello, Davis e Brewer (1993) parlano di una percentuale media di grasso corporeo rispetto al peso, quindi massa grassa relativa, di 20,8%, un valore che sembra essere quasi il doppio di quello riscontrato in calciatori d'élite (8-10%).

Altre differenze legate al sesso sono il minor diametro toracico, fianchi più larghi, spalle più strette e, come accennato in precedenza, localizzazione del tessuto adiposo su cosce e fianchi.

Il diverso sviluppo delle ossa del bacino (adatto nelle donne alla gravidanza), che dopo la pubertà viaggia di pari passo con quello degli organi genitali, porta ad avere l'asse del femore più inclinato rispetto a quello dell'uomo con conseguente atteggiamento in lieve valgismo fisiologico delle ginocchia (angolo Q). Precisamente viene definito angolo Q, l'angolo formato dall'intersezione della linea che congiunge la Spina Iliaca Antero-Inferiore (SIAI) ed il centro della rotula (vettore di forza del muscolo quadricipite) e quella che va dal centro della rotula alla tuberosità tibiale anteriore (l'asse anatomico della rotula).

L'angolo Q differisce leggermente nei due sessi, essendo normalmente compreso tra 10 e 12° nell'uomo e tra 15 e 18° nella donna (Insall et al., 1976).

Un aumento dell'angolo Q può dipendere da diversi fattori di tipo anatomico e comporterebbe un aumento del valgismo del ginocchio che sarebbe, a sua volta, responsabile di uno spostamento laterale della rotula (Bisciotti, 2007). Questo può comportare un carico superiore sul comparto esterno del ginocchio ed una maggiore predisposizione agli infortuni. Zebis (2009) fa notare come le calciatrici con un pattern neuromuscolare caratterizzato da una ridotta preattivazione (EMG) del muscolo semitendinoso ed un'elevata preattivazione del muscolo vasto laterale sono fortemente a rischio rottura del Legamento Crociato Anteriore (LCA) ($p < 0,01$). In effetti, durante i repentini cambi di direzione, è stato osservato che le donne contraggono maggiormente il gastrocnemio laterale e il vasto laterale rispetto agli uomini, i quali attuano invece la strategia opposta. Questa strategia di controllo neuromuscolare adottata dalle calciatrici chiarisce la loro predisposizione ad un atteggiamento del ginocchio tale da predisporre ad uno sforzo maggiore a livello del LCA (Beaulieu et al., 2008). Oltretutto le articolazioni delle calciatrici risultano mediamente più mobili e i legamenti leggermente più lassi, fattori che, associati ad una minore forza muscolare, rappresentano un ulteriore elemento predisponente a lesioni capsulo-articolari. In uno studio condotto da Chiaia et al. (2009) sul profilo muscolo-scheletrico delle giocatrici di calcio d'élite americane è emerso che tutti i soggetti studiati

presentavano i flessori dell'anca di entrambi gli arti accorciati, un aumento dell'antiversione del bacino ed una limitazione nella rotazione esterna dell'anca (ROM passivo).

Per quanto concerne gli infortuni nelle donne, sappiamo che la maggior parte di essi avviene durante le partite, con un'incidenza di 6-8 volte superiore a quella degli allenamenti, poiché l'intensità del gioco e dell'impegno è maggiore.

In una pubblicazione del FIFA-Medical Assessment and Research Centre (F-MARC) sono stati catalogati gli infortuni su 174 partite di 7 tornei internazionali: la Coppa del Mondo (1999 e 2003), le Olimpiadi (2000 e 2004) e i Campionati internazionali giovanili (U-19 2002 e 2004, U-20 2006). Complessivamente sono stati segnalati 387 infortuni, con una media di 2,2 lesioni per match, contro una media di 2,7 negli uomini. Le due Coppe del Mondo hanno avuto un tasso di infortuni più basso, pari a 1,5 lesioni per match, mentre i campionati internazionali giovanili hanno avuto il tasso di infortuni più elevati, corrispondente a 2,7 lesioni per match.

Questo dato è significativo, in quanto sottolinea la maggior predisposizione all'infortunio da parte dei giovani, forse perché i calciatori e le calciatrici più giovani hanno meno esperienza a giocare ad alto livello o forse perché giocano in maniera più dura nel tentativo di guadagnare l'attenzione ed essere selezionati per le nazionali maggiori. Il tasso di infortuni risulta più basso nei primi 15 minuti di ogni tempo, mentre in seguito le lesioni diventano più frequenti. Tuttavia sembra non esserci una correlazione significativa tra il minuto di gioco e la tipologia di infortunio. Nella casistica della maggior parte degli infortuni sono presenti contusioni, distorsioni, rotture di legamenti e lesioni muscolari con una distribuzione di questo tipo : caviglia 24%, testa 16%, coscia 12%, ginocchio e gamba 11%, tronco 9% e arti superiori 8%.

Le fasi di contrasto sembrano essere la parte più pericolosa del gioco e solo il 16% di tutte le lesioni avviene in seguito alle attività senza contatto. Solo il 30% degli infortuni nelle donne è dovuto a fallo di gioco, mentre quest'ultimo determina circa la metà di tutti gli infortuni nel calcio maschile. Sembra quindi che i meccanismi di infortunio differiscano sostanzialmente tra giocatori maschi e giocatrici femmine. Nel calcio femminile, in particolare, gli infortuni si verificano per il 45% durante i contrasti e per il 55% durante la conduzione della palla, mentre nel calcio maschile il 26-34% degli infortuni avviene nel contrasto, denotando dunque nelle calciatrici un tasso di rischio più alto durante la conduzione di palla e più basso per i contrasti rispetto ai maschi.

In conclusione possiamo affermare che il tasso generale di infortuni per le donne è più basso che per gli uomini, il modello generale dell'infortunio è quasi uguale per gli uomini e per le donne, ma nelle donne sono più interessati la testa ed il ginocchio (LCA), il tasso di infortuni in partita è significativamente superiore a quello in allenamento e che la ricerca, fino ad ora, non evidenzia alcuna differenza reale degli infortuni rispetto alle superfici di gioco (erba naturale o sintetica).

Infine, possiamo sostenere che per la tipologia degli infortuni maggiormente ricorrenti (distorsione alla caviglia e lesione del LCA) sembra opportuna l'attuazione di specifiche strategie di prevenzione.

Per quanto riguarda la forza muscolare possiamo dire che la secrezione di testosterone dopo la pubertà nei maschi permette un aumento di formazione ossea ed un incremento della sintesi proteica con conseguente aumento delle masse muscolari. Tutto ciò porta ad avere, nell'età adulta, masse muscolari maggiori nei maschi rispetto alle femmine, ma anche una diversa distribuzione di queste masse tra la parte superiore e la parte inferiore del corpo (Janssen et al., 2000). Inoltre, studi precedenti hanno dimostrato che nella donna la forza risulta minore anche del 40-60% rispetto a quella dell'uomo nei segmenti superiori, ma si riduce al 25-30% nei segmenti inferiori. Per poter meglio confrontare la forza tra i due sessi, in molti studi la forza è stata espressa in relazione al peso del corpo (forza assoluta/peso corporeo) oppure in relazione alla massa magra (forza assoluta/FFM), e il risultato sembra essere singolare, poiché quando la forza dei segmenti inferiori è espressa in relazione al peso del corpo la differenza tra i sessi si riduce al 5-15%, mentre sembra addirittura annullarsi se viene espressa in

relazione alla massa magra. Questo indica che le qualità congenite del muscolo e i meccanismi di controllo motorio non sono diversi nei due sessi.

Fino agli anni Settanta i programmi di allenamento per la forza erano considerati non adatti alle donne, in quanto si riteneva che i bassi livelli di testosterone non avrebbero permesso un incremento della forza. La ricerca invece ha dimostrato che un programma di allenamento per la forza è molto vantaggioso per la donna, anche se l'incremento di forza non è accompagnato da un aumento sensibile dell'ipertrofia muscolare. L'allenamento contro resistenze può portare ad un notevole incremento della forza (dal 20 al 40%) e l'entità di queste modificazioni è simile a quella che si verifica nell'uomo, ma l'aumento riscontrato nella donna è dovuto probabilmente a fattori nervosi in quanto, come accennato in precedenza, si assiste ad un aumento limitato delle masse muscolari. Numerosi sono gli studi i quali dimostrano che un allenamento propriocettivo specifico, con scopo prettamente preventivo, diminuisce significativamente l'incidenza di lesioni al legamento crociato anteriore e di distorsioni alla caviglia. Uno di questi studi è stato condotto da Kraemer e Knobloch (2009) su squadre della Premier League tedesca femminile della durata di 3 anni, e ha evidenziato significative diminuzioni delle lesioni muscolari ai muscoli flessori e delle tendinopatie rotulee e achillee, frequentemente riscontrate nei praticanti il gioco del calcio.

Le differenze di genere nelle risposte cardiovascolari e respiratorie all'esercizio fisico sono invece dovute principalmente alle differenze di dimensioni corporee. La donna presenta un cuore e, quindi, un ventricolo sinistro più piccolo, una massa di sangue inferiore ed un volume di scarica sistolica (SV, volume di sangue pompato ad ogni sistole, cioè ad ogni contrazione del cuore, dal ventricolo sinistro) minore.

Di conseguenza, a parità di esercizio fisico submassimale, la donna presenta una frequenza cardiaca submassimale maggiore rispetto all'uomo mantenendo la stessa gittata cardiaca (Q, volume totale di sangue pompato in un minuto dal ventricolo sinistro, dato semplicemente dal prodotto della frequenza cardiaca per il volume di scarica sistolica, per cui, se la donna presenta una scarica sistolica minore avrà, di conseguenza, una frequenza cardiaca maggiore per mantenere la stessa gittata cardiaca). Questa tendenza si ripropone anche ad un'intensità di esercizio pari al 60% del $VO_2\max$ (Wilmore et al., 2001) mentre, raffrontando le stesse relazioni, non si osservano differenze di genere in bambini e bambine tra i 7 e i 9 anni (Turley e Wilmore, 1997).

La frequenza cardiaca massima (FCmax), invece, risulta uguale in entrambi i sessi. La donna, rispetto all'uomo, presenta un contenuto più basso di emoglobina che si traduce in un minore volume di ossigeno trasportato ai muscoli durante l'attività. Il $VO_2\max$, considerato il miglior indice singolo delle capacità di resistenza cardiorespiratoria di un soggetto, nella donna raggiunge il picco in età compresa tra i 12 e i 15 anni, cioè nella fase che coincide con lo sviluppo puberale, mentre nell'uomo il picco viene raggiunto tra i 17 e i 21 anni. Dopo la pubertà, il valore di $VO_2\max$ della donna ($\text{mL} \times \text{kg}^{-1} \times \text{min}^{-1}$) è pari in media al 70-75% di quello dell'uomo. Diversi studi inoltre hanno cercato di mettere in relazione i valori di $VO_2\max$ con la statura, il peso e la massa magra per ottenere un confronto più obiettivo tra maschi e femmine, e molti di questi studi hanno riscontrato che non ci sono differenze tra sessi quando il $VO_2\max$ viene espresso in funzione della massa muscolare attiva, mentre permangono le differenze se consideriamo la massa grassa. Il livello inferiore di emoglobina della donna rispetto all'uomo può, anche se in forma minore, contribuire a determinare un $VO_2\max$ più basso. A parità di livello di allenamento invece, il valore di soglia del lattato della donna sembra simile a quello dell'uomo se consideriamo i valori del $VO_2\max$ espressi in percentuale e non assoluti.

Gli adattamenti cardiovascolari e respiratori associati all'allenamento per la resistenza sono importanti e non presentano differenze di genere. L'allenamento induce un notevole incremento della massima gittata cardiaca (Q_{\max}) dovuto, come affermato in precedenza, ad un aumento della scarica sistolica,

in quanto la frequenza cardiaca massima non si modifica con l'allenamento. L'incremento del $VO_2\max$ associato all'allenamento per la resistenza cardiorespiratoria dipende principalmente da un netto aumento della gittata cardiaca, con solo un lieve aumento della $diff\ a-vO_2$ (differenza artero-venosa di ossigeno, cioè la differenza nel contenuto di ossigeno tra sangue arterioso e venoso a livello dei tessuti). In uno studio condotto da Saltin e Rowell (1980) è stato messo in evidenza che il trasporto di ossigeno ai muscoli in attività rappresenta il limite più rilevante posto al $VO_2\max$, infatti, anche se la gittata cardiaca è importante per il trasporto di ossigeno, i due ricercatori suggeriscono che l'incremento della $VO_2\max$ indotto dall'allenamento sia dovuto soprattutto all'aumento del massimo flusso sanguigno ai muscoli e della densità dei capillari. Queste modificazioni sono chiaramente dimostrate nell'uomo e non ci sono ragioni per pensare che questo tipo di risposta sia diverso nella donna. È invece dimostrato nella donna che con l'allenamento si ha un importante aumento della ventilazione massima, il quale riflette miglioramenti sia nel volume corrente sia nella frequenza respiratoria, tuttavia queste modificazioni non sono correlate con l'incremento del $VO_2\max$.

A proposito di $VO_2\max$, l'allenamento aerobico induce nella donna lo stesso sviluppo relativo al $VO_2\max$ osservato nell'uomo, ossia un miglioramento del 10-15%, entità del miglioramento che dipende, ovviamente, dall'intensità e dalla durata delle sedute di allenamento. Nella donna, l'allenamento per la resistenza non comporta modificazioni del consumo di ossigeno ad una certa intensità assoluta: sicuramente si riduce il livello di lattato ematico per un dato tasso assoluto di lavoro submassimale, generalmente aumenta il picco del livello di lattato e migliora la soglia del lattato. Infine si osservano miglioramenti anche nell'utilizzo di acidi grassi liberi come fonte di energia, adattamento molto importante per il risparmio di glicogeno, anzi addirittura risulta che, durante un esercizio submassimale, sia la donna allenata sia quella non allenata ricavano maggiore percentuale di energia dai grassi rispetto all'uomo (Horton et al., 1998; Tarnopolsky 2000, Wilmore, 2001).

In sintesi possiamo dire che è sbagliato pensare che il calcio femminile raggiungerà elevati livelli solo se le calciatrici si alleneranno con la stessa intensità degli uomini, poiché non dobbiamo dimenticarci che la donna è tale proprio perché deve realizzare attività e funzioni diverse. Le capacità prestative dei maschi e delle femmine non sono confrontabili in senso assoluto con criteri quantitativi, in quanto quelle della donna sono diverse perché esse hanno caratteristiche funzionali, strutturali e biologiche diverse, per queste ragioni sembrerebbe assurdo pensare di allenare le donne con la stessa intensità di allenamento utilizzato per gli uomini. Dunque, nella programmazione dell'allenamento si deve tener conto della loro identità, non solo biologica, ma anche alcuni aspetti che sono esclusivamente femminili e che possono influire sulla prestazione come il ciclo mestruale, la gravidanza, l'osteoporosi e i disturbi alimentari.

Con lo sviluppo puberale, che per le ragazze avviene intorno ai 12-14 anni, si ha la comparsa della prima mestruazione (menarca). L'età della comparsa del menarca varia da un paese all'altro, tuttavia negli ultimi anni si è avuto modo di constatare un abbassamento notevole dell'età media. Un ritardo della prima mestruazione è stato osservato in atlete di élite praticanti attività fisica intensa, in particolari ginnaste e ballerine, nonostante non ci siano però basi scientifiche solide a sostegno dell'ipotesi che sia l'allenamento sportivo intenso a causare un ritardo nella fase di sviluppo.

Le alterazioni della prestazione durante le fasi del ciclo sono assolutamente soggettive, tant'è che un elevato numero di donne non avverte alcuna variazione significativa della propria capacità prestativa durante queste diverse fasi, mentre altre hanno difficoltà nella fase precedente (sindrome premestruale) e/o nella fase del flusso. Un numero quasi equivalente afferma di non risentirne assolutamente, anzi, alcune sostengono di avere stabilito proprio in quelle fasi le loro migliori prestazioni personali. Detto questo, sono pochi e contrastanti i dati provenienti da ricerche scientifiche ben progettate e controllate, in quanto alcuni studi indicano che la prestazione sportiva è migliore nei giorni immediatamente successivi al flusso (dunque nei primi quindici giorni del ciclo), mentre altri studi parlano di migliore prestazione solo durante il flusso. Tuttavia è probabile che, quando si manifestano

i sintomi della sindrome premestruale (nei 4-5 giorni prima della comparsa del flusso) o quelli di dismenorrea (dolori o crampi addominali associati alle mestruazioni), le donne che ne soffrono abbiano un calo della prestazione. Altri fattori limitanti durante la fase mestruale sono l'aumento del peso (fino a 2-3 kg), dovuto principalmente a ritenzione idrica, e l'abbassamento delle capacità di concentrazione.

Ma adesso soffermiamoci un attimo sugli ormoni.

Gli ormoni sessuali femminili influenzano i livelli del calcio e svolgono un ruolo importante nella formazione e nel rimodellamento dell'osso durante tutta la vita della donna. È infatti noto che le donne con un ritardo nel menarca ed una cessazione iniziale dei loro cicli mestruali sono ad elevato rischio di osteoporosi, poiché qualsiasi fattore che interferisca con la normale funzione mestruale può avere un'influenza diretta o indiretta sulla densità dell'osso e sottoporlo al rischio di fratture.

Questa cosiddetta disfunzione mestruale è dovuta ad una diminuzione di estrogeni, un ormone che contribuisce a regolare il ciclo mestruale e può influenzare in maniera significativa la salute e la prestazione.

L'incidenza di questo fenomeno nelle atlete non è ben documentato, ma si ritiene sia compresa tra il 5 e il 40% a seconda dell'attività svolta e del livello agonistico. Tuttavia, c'è da dire che questo fenomeno non è molto presente nel calcio femminile ma lo è maggiormente in sport di resistenza, ginnastica e danza.

La completa assenza del ciclo mestruale, definita amenorrea, rappresenta la forma più estrema della disfunzione mestruale, è caratterizzata da bassi livelli di estrogeni e può compromettere gravemente la fertilità e la salute dell'osso. Dunque, nonostante l'assenza del ciclo è considerata da molte atlete come piacevole, risulta di fondamentale importanza informarle riguardo al rischio che le loro ossa possano subire un danno irreversibile.

Mentre la perdita di matrice ossea può spesso passare inosservata per lungo tempo, una frattura da stress può rappresentare un segnale di pericolo. Generalmente più bassa è la massa ossea, maggiore è il rischio di sviluppare una frattura da stress, che può avvenire quando l'osso non riesce a sostenere per periodi ripetuti uno stress meccanico (come accade spesso quando si gioca a calcio). In genere, le calciatrici soffrono di fratture da stress più spesso rispetto agli uomini e questo coincide, in particolare, con disfunzioni mestruali, tant'è che durante il periodo di assenza di ciclo mestruale, il rischio di fratture aumenta di 2-4 volte.

Possiamo quindi concludere dicendo che non esistono controindicazioni alla pratica dell'attività fisica e sportiva durante il ciclo mestruale, né vi è alcun motivo di alterare il ciclo, ritardando la comparsa di mestruazioni, in prossimità di una prestazione importante, in quanto questo espediente non favorisce necessariamente la migliore prestazione ma può, invece, creare gravi complicanze.

Per quanto riguarda la gravidanza, Wolfe et al. (1989) sostengono che occorre considerare quattro aspetti fisiologici associati all'esercizio fisico durante questo periodo:

- Grave rischio di ipossia (mancanza di ossigeno) per il feto associato al ridotto afflusso di sangue all'utero, in quanto il sangue viene convogliato ai muscoli
- Ipertermia fetale durante l'esercizio aerobico prolungato
- Ridotta disponibilità di carboidrati per il feto, in quanto vengono utilizzati come fonte di energia per l'attività fisica della madre
- Aborto spontaneo, in particolare nei primi mesi.

I benefici di un programma di attività fisica adeguato e strutturato per la gravidanza sono decisamente superiori ai possibili rischi, infatti, l'esercizio fisico aiuta a controllare il peso corporeo ed evita complicanze durante la gravidanza e il parto. Molti ricercatori sostengono che le donne in buona salute

con gravidanze normali possono svolgere programmi di attività fisica moderati senza alcun danno al bambino, programma che deve essere concordato con un medico e seguito da un esperto delle scienze motorie.

In generale sono molti i programmi studiati per le donne in gravidanza, ma pochissimo si conosce riguardo al calcio, poiché non esiste un chiaro rapporto riguardo ad infortuni o danni al bambino rispetto a traumi da contatto durante l'attività specifica. Tuttavia, la raccomandazione degli ostetrici è quella di non partecipare ad attività dove vi è un chiaro rischio di cadute e colpi all'addome, i quali potrebbero causare un danno grave alla placenta e, di conseguenza, compromettere il flusso sanguigno al feto con conseguenze, anche mortali, sia per il bambino che per la madre.

Durante la gravidanza, inoltre, la frequenza cardiaca a riposo aumenta e quella massima diminuisce, e questo significa che la frequenza cardiaca non risulta più un valido strumento per monitorare l'intensità dell'esercizio. Infatti, se si fa riferimento a questo parametro si rischia di sopravvalutare l'intensità di lavori moderati e sottovalutare quelli di intensità elevata, di conseguenza, sono stati identificati i parametri di frequenza cardiaca per donne in gravidanza per le varie fasce di età:

- < 20 anni, frequenza cardiaca di riferimento = 140-155
- 20-29 anni, frequenza cardiaca di riferimento = 135-150
- 30-39 anni, frequenza cardiaca di riferimento = 130-145
- > 40 anni, frequenza cardiaca di riferimento = 125-140

Wolfe et al. (1989), a tal proposito, hanno indicato alcune linee guida da seguire in questo particolare periodo:

- Evitare gli allenamenti intensi, specialmente durante i primi tre mesi
- Evitare di svolgere esercizi in luoghi caldi e umidi
- Bere molti liquidi prima, durante e dopo l'allenamento
- Rilassarsi dopo l'allenamento per permettere un graduale abbassamento della temperatura, evitando così una condizione di stress termico al feto
- Evitare di eseguire esercizi come lo squat o gli addominali e di mettersi in posizione supina (in particolare nel 2° e 3° trimestre)
- Preferire esercizi in assenza di carico (ciclismo, nuoto) a quelli con sovraccarico.

È importante dunque che siano le calciatrici a decidere spontaneamente se svolgere attività fisica e, in accordo con il medico, se e quanto deve essere intenso l'allenamento durante la gravidanza. Questa decisione dipenderà molto dal corso della gravidanza e dallo stato di salute del bambino, e l'atleta dovrà rimanere sotto l'attento controllo di un ostetrico che conosca l'impatto dell'esercizio sulla salute della madre e del bambino.

Per concludere, un esercizio moderato durante il periodo di allattamento non interferisce né sulla quantità e composizione del latte materno né sullo sviluppo del bambino. Dopo un allenamento molto intenso, l'acido lattico sembra aumentare nel latte materno, ma non è chiaro se questo aumento transitorio renda il latte meno gradevole al palato del bambino.

Chiudiamo questo IV ed ultimo capitolo parlando brevemente della triade della donna atleta, ossia una sindrome che associa tre fattori importanti: i disturbi alimentari, l'amenorrea (assenza di mestruazioni) e l'osteoporosi precoce (perdita di matrice ossea).

Questa sindrome si osserva molto frequentemente negli sport come la ginnastica o il balletto, dove è obbligatorio un corpo magro e sottile, ma ultimamente si inizia a riscontrare anche in altri sport, come il calcio. Dagli scarsi dati disponibili al momento, si ritiene che il fenomeno abbia inizio con i disturbi

dell'alimentazione, infatti molte donne si sottopongono a grandi sacrifici alimentari per poter migliorare la loro prestazione. Tuttavia, al contrario di quanto si crede comunemente, la perdita di peso non migliora necessariamente la prestazione poiché carenze alimentari prolungate non possono essere sostenute senza arrecare danno alla salute e alla prestazione. Un minore apporto energetico non facilita le fasi di recupero, altera l'adattamento del corpo all'allenamento, compromette il sistema immunitario e la funzione riproduttiva, tanto che, dopo un certo periodo, la cui durata può variare da soggetto a soggetto, l'atleta che ha un disordine alimentare inizia a manifestare irregolarità nel ciclo mestruale, situazione che può sfociare in amenorrea. L'assenza di ciclo con alterata funzione ormonale, in particolare estrogeni e progesterone, può portare ad osteoporosi precoce, definita "precoce" in quanto la demineralizzazione della matrice ossea è, purtroppo, un processo fisiologico nella donna, che si presenta dopo la menopausa a causa della carenza di estrogeni. Nel 1997, l'American College of Sports Medicine ha diramato una propria presa di posizione riguardo a questo fenomeno che contiene elementi a sostegno della correlazione di ciascuno dei tre fattori della triade, e questo rapporto giunge alla conclusione che i disturbi legati alla triade della donna atleta possono influenzare negativamente la prestazione sportiva e causare gravi complicanze.

Dunque, chiunque lavori con giovani atlete deve saper riconoscere e possedere un piano d'azione che coinvolga specialisti per prevenirla, curarla e ridurre così il rischio.

CONCLUSIONI

In conclusione si può affermare che vi sono aspetti positivi e negativi legati all'esercizio di questa professione.

Gli aspetti positivi consistono innanzitutto nell'opportunità di esercitare una professione che rappresenta anche la mia più grande passione, la possibilità di valutare la qualità del mio lavoro settimanale, sia sul breve che sul lungo periodo, in base alla crescita dei ragazzi allenati e ai miglioramenti registrati sia individualmente sul piano tecnico-coordinativo, tattico-cognitivo ma soprattutto fisico-motorio, sia collettivamente dalla squadra sotto il profilo dei risultati ottenuti. Un altro aspetto positivo consiste nel vantaggio di confrontarsi con altre realtà, differenti metodologie di lavoro e filosofie di gioco e di preparazione che contribuiscono ad arricchire il proprio bagaglio tecnico-tattico, fisico-motorio e umano.

Gli aspetti negativi invece si riscontrano in particolare nella mancanza di strutture adeguate che ci costringono a lavorare in spazi ridotti con gruppi numerosi di bambini, la carenza delle attrezzature necessarie al regolare svolgimento della seduta di allenamento, la gestione di un gruppo non omogeneo sotto il piano delle caratteristiche tecniche, cognitive e motorio-coordinative, assenze impreviste dell'ultimo momento che costringono a cambiare in corsa le esercitazioni preparate in precedenza e, per ultimo ma non per questo meno importante, l'invadenza e il protagonismo dei genitori presenti sugli spalti.

Sicuramente, nell'arco di questi 8 anni, ho affinato alcune abilità che si sono tramutate in punti di forza. Tra questi, la capacità di far migliorare ogni singolo giocatore, sia sul piano tecnico-tattico e fisico-motorio che sotto il profilo disciplinare, di utilizzare un linguaggio breve e chiaro limitando al minimo i tempi morti e alzando, di conseguenza, l'intensità delle proposte di lavoro, di risultare agli occhi dei bambini rapido ed esaustivo nelle dimostrazioni pratiche, di organizzare le attività sia dentro che fuori dal campo scongiurando il rischio di farmi trovare impreparato durante la seduta di allenamento (è molto importante, a mio avviso, arrivare al campo con la seduta già pronta da casa), di stimolare e incoraggiare i ragazzi interagendo con loro e alimentando lo spirito di squadra e il senso di appartenenza ad essa, ma soprattutto la capacità di trasmettere la passione per il gioco del calcio.

Tuttavia vi sono anche aspetti su cui penso di dover migliorare, quali la cura dei particolari e dei dettagli, che fa la differenza sia a livello di formazione giovanile sia una volta giunti ad alti livelli o comunque nel contesto delle prime squadre, in particolar modo sotto il profilo tecnico, tattico e motorio (quest'ultimo maggiormente) poiché credo fermamente che ci sia sempre qualcosa di nuovo da imparare in quanto questo sport è in continua evoluzione. Ragion per cui è fondamentale mantenersi sempre aggiornati, studiare dai libri che trattano le dinamiche del gioco del calcio, seguire i corsi organizzati dalla FIGC e conseguire le relative certificazioni da essa riconosciute, confrontarsi con i propri responsabili di campo e con altri istruttori di maggior esperienza, senza dimenticare che anche da quelli più giovani si possono apprendere tante nuove idee e metodologie di allenamento che potrebbero rivelarsi utili e preziose.

Nonostante però la difficile gestione di alcune situazioni e le difficoltà sopra analizzate, con il trascorrere del tempo sono sempre più felice della mia scelta e convinto che sarà questa la professione che eserciterò fino a quando il fisico e la testa me lo permetteranno, con la stessa passione, grinta e determinazione che mi hanno accompagnato in questo percorso fino ad ora e con la convinzione di poter allenare un giorno in categorie professionistiche.

BIBLIOGRAFIA

- Arcelli E. & Ferretti F. (1993), *Calcio, preparazione atletica.*, Milano, Edizioni Correre.
- Arcelli E., Borino U. (2004), *L'allenamento atletico giocando con il pallone.*, Milano, Edizioni Correre.
- Arney B E et al. (2018), "Comparison of RPE (Rating of Perceived Exertion) Scale for Session RPE.", *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 14, 7, 994-996.
- Beaulieu M L. et al (2008), "Gender differences in time-frequency EMG analysis of unanticipated cutting maneuvers.", *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 40, 10, 1795-1804.
- Billat L V. & Koralsztein J P. (1996), "Significance of the Velocity at VO₂max and Time to Exhaustion at this Velocity.", *Sports Medicine*, 22, 90-108.
- Billat V L et al. (1994), "A method for determining the maximal steady state of blood lactate concentration from two levels of submaximal exercise.", *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 69, 196-202.
- Bisciotti G N. (2007), *Il ginocchio dello sportivo.*, Milano, Calzetti e Mariucci Edizioni.
- Bringmann W. (1989), "The preventive effect of training with an emphasis on endurance of the cardiovascular system in adolescents.", *Arztliche Jugendkunde*, 80, 2, 83-91.
- Chiaia T A. et al (2009), "A musculoskeletal profile of elite female soccer players.", *The Musculoskeletal Journal of Hospital for Special Surgery*, 5, 2, 186-195.
- Daniels J et al. (1984), "Interval Training and Performance.", *Sports Medicine*, 1, 327-334.
- Davis J A. & Brewer J (1993), "Applied Physiology of Female Soccer Players.", *Sports Medicine*, 16, 180-189.
- Ellis M et al. (2020), "The dose-response relationship between training load measures and aerobic fitness in elite academy soccer players.", *Science and Medicine in Football*, 5, 2, 128-136.
- Ferretti F. (2017), *L'allenamento fisico nel calcio. Concetti e principi metodologici.*, IV edizione, Recco (Genova), Edizioni Correre.
- Grosset J F et al. (2007), "Changes in stretch reflexes and muscle stiffness with age in prepubescent children.", *Journal of Applied Physiology*, 102, 6, 2352-2360.
- Harre D. (2005), *Teoria dell'allenamento.*, Roma, Società Stampa Sportiva.
- Horton T J et al. (1998), "Fuel metabolism in men and women during and after long-duration exercise.", *Journal of Applied Physiology*, 85, 5, 1823-1832.
- Howle K et al. (2019), "Recovery profiles following single and multiple matches per week in professional football.", *European Journal of Sport Science*, 19, 10, 1303-1311.
- Impellizzeri F M et al. (2004), "Use of RPE-Based Training Load in Soccer.", *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 36, 6, 1042-1047.
- Insall J N et al. (1976), "Chondromalacia patellae : a prospective study.", *Journal Bone Joint Surgery*, 58A, 1-6.
- Janssen I. et al (2000), "Skeletal muscle mass and distribution in 468 man and women aged 18-88 yr.", *Journal of Applied Physiology*, 89, 1, 81-88.
- Jeffreys I. (2008), "Warm-up and stretching.", *Essentials of Strength Training and Conditioning. Human Kinetics*, 295-324.

- Kraemer R. & Knobloch K. (2009), "A Soccer-Specific Balance Training Program for Hamstring Muscle and Patellar and Achilles Tendon Injuries: An Intervention Study in Premier League Female Soccer.", *American Orthopaedic Society for Sports Medicine*, 37, 7, 1279-1281.
- Kraemer W J. & Fleck S J. (2005), *Strength training for young athletes. Safe and effective exercises for performance.*, II edizione, Leeds (UK), Human Kinetics.
- Lacour J R et al. (1991), "Assessment of running velocity at maximal oxygen uptake.", *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 62, 77-82.
- Lambertz D et al. (2003), "Evaluation of musculotendinous stiffness in prepubertal children and adults, taking into account muscle activity.", *Journal of Applied Physiology*, 95, 1, 64-72.
- Linke D et al. (2018), "Validation of electronic performance and tracking system EPTS under field conditions.", *PLoS One*, 13, 7, 1-19.
- Morton R H. & Billat V L. (2000), "Maximal endurance time at VO₂max.", *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 32, 8, 1496-1504.
- Müller E. & Hofmann H. (1987), "Dynamic modelling of heterogeneous catalytic reactions— II. Experimental results— oxydehydrogenation of isobutyric aldehyde to methacrolein.", *Chemical Engineering Science*, 42, 7, 1705-1715.
- Padilla G V et al. (1992), "Uncertainty, appraisal and quality of life.", *Quality of Life Research*, 1, 155-165.
- Prampero P E. (1999), "The concept of critical velocity: a brief analysis.", *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 80, 162-164.
- Rampinini E et al. (2007), "Factors influencing physiological responses to small-sided soccer games.", *Journal of Sports Science and Medicine*, 25, 6, 659-666.
- Rassier D E. (2000), "The effects of length on fatigue and twitch potentiation in human skeletal muscle.", *Clinical Physiology and Fuctional Imaging*, 20, 6, 474-482.
- Roi G S. (2014), *I test di valutazione funzionale nel calcio.*, Recco (Genova), Edizioni Correre.
- Saltin B. & Rowell L B. (1980), "Functional adaptations to physical activity and inactivity.", *Federation Proceedings Journal*, 39, 5, 1506-1513.
- Sannicandro I., Cofano G. (2017), *Small-Sided Games. Evidenze scientifiche – Esercitazioni pratiche.*, Recco (Genova), Edizioni Correre.
- Sannicandro I., Cofano G. (2019), *Small-Sided Games 2. Programmazione – Metodologia – Esercitazioni.*, Recco (Genova), Edizioni Correre.
- Schulze E et al. (2021), "The Accuracy of a Low-Cost GPS System during Football-Specific Movements.", *Journal of Sports Science and Medicine*, 20, 1, 126-132.
- Silva P et al. (2018), "Validity of Heart Rate-Based Indices to Measure Training Load and Intensity in Elite Football Players.", *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 32, 8, 2340-2347.
- Tarnopolsky M A. (2000), "Gender differences in metabolism ; nutrition and supplements.", *Journal of Science and Medicine in Sport*, 3, 3, 287-298.
- Turley K R. & Wilmore J H. (1997), "Cardiovascular responses to treadmill and cycle ergometer exercise in children and adults.", *Journal of Applied Physiology*, 83, 3, 948-957.
- Weineck J. (1998), *La preparazione fisica ottimale del calciatore.*, I edizione italiana, Perugia, Calzetti & Mariucci Editori.
- Weineck J. (2009), *L'allenamento ottimale.*, II edizione italiana, Foligno (Perugia), Calzetti & Mariucci Editori.
- Wilmore J H et al. (2001), "Cardiac output and stroke volume changes with endurance training : the HERITAGE Family Study.", *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 33, 1, 99-106.

- Wolfe L A et al. (1989), "Physiological interactions between pregnancy and aerobic exercise.", *Exercise and Sport Sciences Review*, 17, 295-351.
- Younesi S et al. (2021), "Session-to-session variations of internal load during different small-sided games : a study in professional soccer players.", *Research in Sports Medicine*, 29, 5, 462-474.
- Zaworski K et al. (2021), "The effect of motor control training according to the Kinetic Control concept on the back pain of female football players.", *Journal of Back and Musculoskeletal Rehabilitation*, 34, 5, 757-765.
- Zebis M K. (2009), "Identification of Athletes at Future Risk of Anterior Cruciate Ligament Ruptures by Neuromuscular Screening.", *The American Journal of Sports Medicine*, 37, 10, 1318-1326.