

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI GENOVA

SCUOLA DI SCIENZE MEDICHE E FARMACEUTICHE

DIPARTIMENTO DI MEDICINA SPERIMENTALE (DIMES)

Corso di laurea in Scienze e Tecniche dello Sport



**CONFRONTO TRA UN PROTOCOLLO DI ALLENAMENTO CON
PESI + PLIOMETRIA E UN PROTOCOLLO DI CAMBIO DI
DIREZIONE + PLIOMETRIA: EFFETTI SULLA PRESTAZIONE
NEUROMUSCOLARE, SULLA VELOCITÀ DI SPRINT E SULLA
CAPACITÀ DI CAMBIO DI DIREZIONE IN CALCIATORI
DILETTANTI**

Candidato

Francesco Parodi

Relatore

Prof. Marco Panasci

Correlatrice

Prof. Emanuela Luisa Faelli

Matricola: 5003561

Anno accademico 2025-2026

INDICE

1. IL MODELLO PRESTATIVO DEL GIOCO DEL CALCIO	4
1.1. EVOLUZIONE DEL MODELLO PRESTATIVO NEL CALCIO MODERNO	4
1.2. LE COMPONENTI DEL MODELLO PRESTATIVO	5
1.2.1. LA COMPONENTE FISICO-ATLETICA	6
1.2.2. LA COMPONENTE TECNICO-TATTICA	9
1.2.3. LA COMPONENTE COGNITIVA	10
1.2.4. LA COMPONENTE PSICOLOGICA	11
1.3. IL MODELLO PRESTATIVO IN FUNZIONE DEL RUOLO	13
1.4. STRUMENTI DI VALUTAZIONE E MONITORAGGIO DEL MODELLO PRESTATIVO	14
2. METODOLOGIA DELL'ALLENAMENTO DELLA FORZA NEL CALCIO	15
2.1. ALLENAMENTO DELLA FORZA CON SOVRACCARICHI	16
2.2. ALLENAMENTO PLIOMETRICO	17
2.3. ALLENAMENTO CON SPRINT RESISTITI	19
2.4. ALLENAMENTO ATTRAVERSO I CAMBI DI DIREZIONE	21
3. VALUTAZIONE FUNZIONALE DEL CALCIATORE	23
3.1. IMPORTANZA DELLA VALUTAZIONE FUNZIONALE	23
3.2. CARATTERISTICHE DI UN TEST DI VALUTAZIONE	24
3.3. VALUTAZIONE DELLA FORZA E DELLA POTENZA MUSCOLARE	25
3.4. VALUTAZIONE DELLA VELOCITÀ	26
3.5. VALUTAZIONE DELLA CAPACITÀ DI CAMBIO DI DIREZIONE	27
3.6. VALUTAZIONE DELLA RESISTENZA	29
4. MONITORAGGIO DEL CARICO	31
4.1. CARICO ESTERNO E CARICO INTERNO	31
4.2. RATING OF PERCEIVED EXERTION (RPE)	32
4.3. SESSION RATING OF PERCEIVED EXERTION (sRPE)	33
4.4. TOTAL QUALITY RECOVER (TQR)	34
OBIETTIVO DELLO STUDIO	37
5. MATERIALI E METODI	38
6. RISULTATI	44
7. DISCUSSIONE	50
8. CONCLUSIONE	55
BIBLIOGRAFIA	56

1. IL MODELLO PRESTATIVO DEL GIOCO DEL CALCIO

Negli ultimi decenni il calcio ha subito una profonda evoluzione sotto il profilo tecnico, tattico e fisico, determinando un progressivo incremento dell'intensità di gioco e delle richieste prestative imposte ai calciatori. L'aumento della velocità di esecuzione delle azioni, la maggiore densità di eventi ad alta intensità e l'evoluzione dei modelli tattici hanno reso necessario un approccio sempre più scientifico alla preparazione atletica e alla programmazione dell'allenamento (*Sarmento et al., 2024*).

In questo contesto assume particolare importanza il concetto di modello prestativo, inteso come la descrizione sistematica delle caratteristiche che determinano la prestazione sportiva in una specifica disciplina. Il modello prestativo costituisce riferimento teorico attraverso il quale vengono identificate le esigenze della competizione e rappresenta il punto di partenza per la pianificazione dell'allenamento, la scelta dei mezzi e dei metodi di preparazione, la valutazione funzionale dell'atleta e il monitoraggio dei carichi di lavoro (*Ferretti, 2011*).

Nel calcio il modello prestativo assume una particolare complessità poiché la prestazione non dipende esclusivamente dalle capacità condizionali, ma deriva dalla continua interazione tra componenti fisiche, tecniche, tattiche, cognitive e psicologiche. L'efficacia del comportamento motorio è infatti influenzata sia dalle caratteristiche individuali del giocatore sia delle continue variazioni del contesto di gioco determinate dalla presenza della palla, degli avversari, dei compagni e dalle situazioni tattiche che si sviluppano durante la partita (*Stølen et al., 2005*).

Le moderne tecnologie di monitoraggio quali sistemi GPS, video match analysis e dispositivi inerziali, hanno profondamente modificato la conoscenza delle richieste della gara. Se fino a pochi anni fa il modello prestativo veniva descritto prevalentemente attraverso la distanza totale percorsa o la frequenza cardiaca, oggi è possibile quantificare con elevata precisione numerose variabili prestative, tra cui accelerazioni, decelerazioni, sprint, cambi di direzione, carico meccanico e potenza metabolica, consentendo una descrizione molto più accurata delle reali esigenze della competizione (*Rico-González et al., 2022*).

1.1. Evoluzione del modello prestativo nel calcio moderno

Il concetto di modello prestativo si è progressivamente evoluto parallelamente allo sviluppo della ricerca scientifica applicata agli sport di squadra. Le prime descrizioni della prestazione calcistica erano prevalentemente orientate all'analisi delle richieste fisiologiche, con particolare attenzione alla distanza percorsa durante la gara, al consumo di ossigeno e alla risposta cardiovascolare. In questa fase il calcio veniva interpretato principalmente come uno sport di resistenza intermittente, nel quale

la capacità aerobica rappresentava il principale fattore limitante della prestazione (*Bangsbo et al., 2006*).

L'introduzione della match analysis computerizzata e, successivamente, dei sistemi GPS ad alta frequenza ha modificato profondamente questa prospettiva. È emerso infatti come la prestazione calcistica sia caratterizzata da una continua alternanza di attività a diversa intensità, nella quale le azioni decisive della gara sono generalmente rappresentate da eventi di breve durata ma ad elevatissima intensità, quali accelerazioni, decelerazioni, sprint, salti, cambi di direzione e contrasti (*Bradley et al., 2019*).

Negli ultimi anni l'attenzione della ricerca si è progressivamente spostata dalla semplice quantificazione della distanza percorsa all'analisi delle richieste neuromuscolari e biomeccaniche della partita. In particolare, è stato dimostrato che accelerazioni e decelerazioni rappresentano alcune delle azioni maggiormente impegnative dal punto di vista metabolico e meccanico, determinando elevati livelli di stress muscolare non sempre rilevabili attraverso le sole variabili di velocità di corsa (*Silva et al., 2023*).

Parallelamente, l'evoluzione tattica del calcio moderno ha determinato un incremento significativo dell'intensità complessiva della gara. Le squadre adottano sistemi di pressing organizzato, transizioni offensive e difensive sempre più rapide e una continua occupazione dinamica degli spazi, imponendo ai giocatori un'elevata capacità di ripetere azioni esplosive mantenendo al tempo stesso precisione tecnica e qualità decisionale (*Sarmiento et al., 2024*).

Alla luce di tali evidenze, il modello prestativo contemporaneo non può più essere interpretato come la semplice somma delle capacità fisiche del calciatore. Esso rappresenta piuttosto un sistema multidimensionale nel quale aspetti fisiologici, neuromuscolari, tecnici, tattici e cognitivi interagiscono costantemente per determinare la prestazione individuale e collettiva.

In quest'ottica, la preparazione atletica non può limitarsi allo sviluppo isolato delle capacità condizionali, ma deve essere progettata considerando le specifiche richieste della competizione, del ruolo ricoperto dall'atleta e del modello di gioco adottato dalla squadra.

1.2. Le componenti del modello prestativo

L'attuale letteratura identifica il modello prestativo del calcio come un sistema complesso costituito dall'integrazione di differenti componenti, strettamente interdipendenti tra loro. Sebbene sia possibile descrivere e distinguere una componente fisico-atletica, una tecnico-tattica, una cognitiva e una psicologica, durante la competizione tali dimensioni agiscono simultaneamente, concorrendo alla realizzazione del gesto sportivo.

La prestazione calcistica non può pertanto essere interpretata come il risultato della semplice somma delle singole capacità del giocatore, ma deve essere considerata l'espressione della continua interazione all'interno di un ambiente altamente variabile e imprevedibile.

1.2.1. La componente fisico-atletica

La componente fisico-atletica costituisce il presupposto funzionale che permetta al calciatore di eseguire efficacemente le richieste tecnico-tattiche della gara. Essa comprende l'insieme delle capacità condizionali che consentono di sostenere l'intensità della competizione, ripetere azioni esplosive durante l'intero arco della partita e mantenere elevati livelli prestativi anche in condizioni di affaticamento.

Le recenti revisioni sistematiche evidenziano come il calcio moderno sia caratterizzato da un progressivo incremento del numero di sprint, accelerazioni, decelerazioni e cambi di direzione rispetto al passato. Tali modificazioni hanno determinato l'aumento del carico neuromuscolare metabolico della gara rendendo indispensabile lo sviluppo integrato di forza, velocità e resistenza (*Sarmento et al., 2024*).

Dal punto di vista fisiologico, il calcio è uno sport intermittente nel quale il metabolismo aerobico e quello anaerobico contribuiscono con modalità differenti alla produzione di energia. Il sistema aerobico sostiene prevalentemente il mantenimento dell'intensità media della gara e favorisce il recupero tra azioni successive, mentre il metabolismo anaerobico interviene durante le fasi caratterizzata da elevate richiesta di potenza, quali sprint, salti, contrasti e accelerazioni (*Bangsbo et al., 2006*).

LA FORZA

Tra le capacità condizionali, la forza rappresenta uno dei principali determinanti della prestazione calcistica. Essa può essere definita come la capacità del sistema neuromuscolare di sviluppare tensione per vincere, mantenere o opporsi ad una resistenza esterna. Tuttavia, nel calcio la forza non deve essere interpretata esclusivamente come espressione della forza massima, ma come una qualità complessa che comprende differenti manifestazioni, tra cui la forza massima, la forza esplosiva, la forza elastico esplosiva, la forza reattiva e la forza resistente. Ognuna di queste contribuisce con modalità differenti, all'efficacia della prestazione sportiva (*Suchomel et al., 2018; Asimakidis et al., 2024*).

Negli ultimi anni la letteratura ha evidenziato come il ruolo della forza nel calcio si ha progressivamente aumentato in conseguenza dell'evoluzione del modello di gioco.

L'incremento dell'intensità delle competizioni ha infatti determinato un aumento della frequenza di sprint, accelerazioni, decelerazioni, cambi di direzione e contrasti, azioni che richiedono elevate capacità di produzione di forza in tempi estremamente ridotti (*Sarmento et al., 2024*).

Le moderne tecnologie di monitoraggio GPS hanno dimostrato che un calciatore professionista può effettuare durante una sola partita centinaia di accelerazioni e decelerazioni, molte delle quali superiori ai $2\text{-}3\text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$. Dal punto di vista biomeccanico, tali azioni determinano importanti richieste eccentriche e concentriche a carico degli arti inferiori, rendendo la forza una qualità determinante sia per la prestazione sia per la prevenzione degli infortuni (*Silva et al., 2023*).

La forza massima rappresenta il fondamento sul quale si sviluppano le altre manifestazioni della forza. Un incremento della capacità di esprimere elevati livelli di forza consente infatti di migliorare la produzione di forza sub massimale nelle azioni esplosive, favorendo accelerazioni più efficaci, una maggiore velocità di sprint e una migliore capacità di cambio di direzione (*Suchomel et al., 2018*).

Particolare rilevanza assume inoltre la Rate of Force Development (RFD), definita come la rapidità con cui il sistema neuromuscolare è in grado di sviluppare forza. Poiché la maggior parte delle azioni decisive nel calcio presenta tempi di contatto al suolo inferiori ai 250 millisecondi, la capacità di produrre elevati livelli di forza in tempi molto brevi risulta spesso più importante della forza massima assoluta (*Cormie et al., 2011*).

La letteratura più recente conferma come programmi di allenamento basati sullo sviluppo della forza massima, della forza esplosiva e della pliometria producano miglioramenti significativi nelle prestazioni di sprint, salto verticale e cambi di direzione nei calciatori di differenti livelli competitivi (*Asimakidis et al., 2024*).

Inoltre, l'incremento della forza muscolare contribuisce a migliorare la stabilità articolare, la capacità di assorbimento delle forze durante gli atterraggi e le decelerazioni e, conseguentemente, a ridurre il rischio di infortuni muscolari e legamentosi.

Alla luce di tali evidenze la forza rappresenta oggi una delle principali qualità fisiche da sviluppare nella preparazione atletica del calciatore e costituisce uno dei pilastri del modello prestativo contemporaneo.

LA VELOCITÀ

La velocità rappresenta una delle qualità maggiormente correlate alle azioni decisive della gara. Nel calcio essa non coincide esclusivamente con la velocità massima di corsa, ma comprende differenti capacità quali la velocità di reazione, la capacità di accelerazione, la velocità massima, la rapidità di movimento e la capacità di effettuare ripetuti sprint mantenendo elevate prestazioni nel tempo.

Le evidenze provenienti dalla match analysis mostrano come oltre il 90% degli sprint effettuati durante una partita sia inferiore ai 20 metri e che la maggior parte delle azioni ad alta intensità si sviluppino entro i primi 5-10 metri. Di conseguenza, la capacità di accelerare rapidamente assume un'importanza maggiore rispetto alla sola velocità massima (*Gualtieri et al., 2023*).

L'accelerazione rappresenta il risultato dell'interazione tra produzione di forza, tecnica di corsa e coordinazione neuromuscolare. Un'elevata capacità di applicare forza in direzione orizzontale durante le prime fasi dello sprint permette infatti al calciatore di raggiungere rapidamente elevate velocità, risultando determinante nelle situazioni di 1vs1, nelle transizioni offensive e difensive e nelle azioni di pressing.

Accanto all'accelerazione assume particolare rilevanza anche la capacità di decelerare efficacemente. Le decelerazioni consentono infatti al giocatore di arrestarsi rapidamente, modificare la direzione del movimento e riprendere l'accelerazione in funzione delle esigenze tattiche della partita. Dal punto di vista biomeccanico esse determinano elevate richieste eccentriche per la muscolatura degli arti inferiori e rappresentano una delle principali fonti di carico neuromuscolare durante la competizione (*Silva et al., 2023*).

Un ulteriore elemento caratterizzante il modello prestativo del calcio moderno è la Repeated Sprint Ability (RSA), definita come la capacità di effettuare sprint ripetuti intervallati da brevi periodi di recupero mantenendo un limitato decremento della prestazione. La RSA dipende dall'integrazione tra capacità neuromuscolari, efficienza aerobica e meccanismi di recupero energetico ed è considerata uno dei principali indicatori della prestazione fisica nei calciatori di alto livello (*Bishop et al., 2011*). La velocità deve essere quindi interpretata come una qualità multidimensionale, strettamente correlata allo sviluppo della forza, alla coordinazione motoria e alla capacità decisionale. Durante la competizione, infatti, l'efficacia di uno sprint dipende soltanto dalla rapidità di esecuzione, ma anche dalla capacità del giocatore di scegliere il momento opportuno per eseguirlo e di adattare continuamente il proprio comportamento alle situazioni di gioco.

LA RESISTENZA

La resistenza costituisce la capacità dell'organismo di sostenere uno sforzo prolungato limitando l'insorgenza della fatica e favorendo il mantenimento della prestazione nel tempo. Nel calcio essa assume caratteristiche peculiari rispetto agli sport ciclici, poiché deve consentire al calciatore di alternare ripetutamente fasi di recupero attivo e azioni ad elevata intensità per l'intera durata della gara.

Sebbene gli episodi determinanti della partita siano generalmente rappresentati da azioni anaerobiche di breve durata, il metabolismo aerobico fornisce la quota predominante dell'energia necessaria

durante i 90 minuti di gioco. Un'elevata efficienza aerobica permette infatti di accelerare il ripristino delle riserve energetiche, facilitare la rimozione dei metaboliti prodotti durante gli sprint e migliorare la capacità di recupero tra azioni consecutive (*Stølen et al., 2005*).

Negli ultimi anni il concetto di resistenza nel calcio si è progressivamente evoluto. Se in passato l'attenzione era rivolta prevalentemente al consumo massimo di ossigeno ($\text{VO}_{2\text{max}}$), oggi la letteratura attribuisce maggiore importanza alla velocità aerobica massima (VAM), alla soglia del lattato, alla capacità di recupero intermittente e alla tolleranza agli sforzi ripetuti, ritenuti indicatori maggiormente rappresentativi delle esigenze della competizione (*Bangsbo et al., 2008*).

L'efficienza aerobica riveste inoltre un ruolo determinante nel mantenimento della qualità tecnica e della lucidità decisionale durante le fasi finali della partita. Numerosi studi hanno infatti dimostrato che l'insorgenza della fatica determina una riduzione della precisione del passaggio, della velocità di esecuzione dei gesti tecnici e della capacità di prendere decisioni efficaci sotto pressione. Di conseguenza, un adeguato sviluppo della resistenza contribuisce non soltanto al mantenimento della prestazione fisica, ma anche alla conservazione dell'efficacia tecnico-tattica e cognitiva del calciatore. È quindi evidente come forza, velocità e resistenza non rappresentino capacità isolate, ma componenti strettamente integrate del modello prestativo. Lo sviluppo della forza migliora accelerazione e cambi di direzione; una maggiore velocità consente di sfruttare efficacemente le situazioni tattiche di gioco; mentre una solida base aerobica permette di sostenere nel tempo la ripetizione di azioni ad alta intensità. La preparazione atletica moderna deve pertanto perseguire uno sviluppo armonico e integrato di tali qualità, nel rispetto delle specifiche esigenze della competizione e delle caratteristiche individuali del calciatore.

1.2.2. La componente tecnico tattica

La componente tecnico-tattica rappresenta l'insieme delle abilità motorie specifiche e dei processi decisionali che consentono al calciatore di risolvere efficacemente le situazioni di gioco. A differenza degli sport a prestazione standardizzata, nel calcio i gesti tecnici vengono eseguiti in un ambiente aperto e altamente variabile, caratterizzato dalla continua interazione con compagni, avversari e palla. Per tale motivo, la qualità dell'esecuzione tecnica non può essere valutata indipendentemente dal contesto tattico in cui essa si manifesta.

Le abilità tecniche fondamentali comprendono il controllo di palla, il passaggio, il tiro, il dribbling, il colpo di testa e il contrasto. Tuttavia, la loro efficacia non dipende esclusivamente dalla precisione esecutiva, ma soprattutto dalla capacità del giocatore di selezionare il gesto più appropriato in funzione della situazione di gioco. La tecnica calcistica assume quindi un carattere fortemente

situazionale e deve essere interpretata come l'espressione motoria delle decisioni tattiche del calciatore.

Negli ultimi anni la letteratura ha evidenziato come l'evoluzione del calcio moderno abbia determinato una crescente integrazione tra tecnica e tattica. L'aumento dell'intensità di gioco e la riduzione degli spazi disponibili impongono infatti ai giocatori di eseguire gesti tecnici sempre più rapidi e precisi, spesso in condizioni di elevata pressione temporale e fisica. In tale contesto, la qualità tecnica non rappresenta più una capacità isolata, ma il risultato dell'interazione tra competenze motorie, capacità cognitive e caratteristiche fisiche.

Un ruolo centrale è inoltre ricoperto dai principi tattici individuali e collettivi, che guidano il comportamento del calciatore nelle diverse fasi della gara. La capacità di occupare correttamente gli spazi, interpretare le transizioni, collaborare con i compagni e adattarsi continuamente all'evoluzione della partita costituisce oggi uno degli elementi distintivi del calciatore di alto livello. Le moderne analisi tattiche mostrano infatti che la prestazione dipende sempre più dalla capacità di integrare efficacemente le abilità tecniche con il modello di gioco della squadra, rendendo la componente tecnico-tattica uno dei pilastri fondamentali del modello prestativo del calcio contemporaneo.

1.2.3. La componente cognitiva

Negli ultimi anni la componente cognitiva ha assunto un ruolo sempre più centrale nella comprensione del modello prestativo del calcio moderno. Se in passato la prestazione veniva interpretata prevalentemente come il risultato delle capacità fisiche e tecnico-tattiche del calciatore, oggi è ampiamente riconosciuto come i processi cognitivi rappresentino uno dei principali fattori discriminanti tra atleti di diverso livello competitivo (*Williams & Ford, 2008; Memmert, 2015*).

Il calcio è infatti classificato come uno sport open skill, caratterizzato da un ambiente altamente dinamico e imprevedibile, nel quale il giocatore è continuamente chiamato a percepire, interpretare ed elaborare informazioni provenienti dall'ambiente circostante per adattare il proprio comportamento alle richieste della situazione di gioco. Durante la competizione il calciatore deve monitorare contemporaneamente la composizione della palla, dei compagni, degli avversari e degli spazi disponibili, selezionando in tempi estremamente ridotti la risposta motoria più efficace (*Vestberg et al., 2017*).

Secondo il modello dell'information processing, la prestazione calcistica può essere descritta come una sequenza di processi cognitivi costituiti dalla percezione dello stimolo, dall'elaborazione delle informazioni, dalla presa di decisione e dall'esecuzione del movimento. L'efficacia della prestazione dipende pertanto non soltanto dalla qualità dell'esecuzione tecnica, ma anche dalla rapidità e dall'accuratezza con cui tali processi vengono svolti (*Williams & Ford, 2008*).

Tra tutte le funzioni cognitive, il decision making è considerato uno degli aspetti maggiormente determinanti della prestazione. Esso può essere definito come il processo attraverso il quale il giocatore seleziona la risposta motoria più appropriata tra le diverse alternative disponibili, tenendo conto del contesto tattico, della posizione dei compagni e degli avversari, del tempo disponibile e dell'obiettivo dell'azione. Numerosi studi hanno evidenziato come i calciatori di livello élite siano in grado di prendere decisioni più rapide ed efficaci rispetto agli atleti meno esperti, grazie a una maggiore capacità di riconoscimento delle configurazioni di gioco e ad una esperienza percettivo-cognitiva (Vestberg *et al.*, 2017).

L'evoluzione tecnologica ha ulteriormente incrementato l'interesse verso l'analisi della componente cognitiva. Oggi vengono utilizzati strumenti quali video-based decision making test, realtà virtuale, eye tracking e test neurocognitivi computerizzati per valutare la capacità percettiva e decisionale dei calciatori. Tali metodologie hanno dimostrato che l'allenamento cognitivo, se integrato con le esercitazioni tecnico-tattiche, può migliorare significativamente la rapidità decisionale e la qualità della prestazione in gara (Broadbent *et al.*, 2015).

È importante sottolineare come la componente cognitiva non agisca in maniera indipendente dalle altre capacità del giocatore. La fatica fisica, ad esempio, può determinare una riduzione dell'attenzione, della precisione decisionale e della qualità tecnica, evidenziando la stretta relazione esistente tra aspetti fisiologici e cognitivi della prestazione. Per questo motivo, la preparazione del calciatore moderno deve prevedere esercitazioni che stimolino simultaneamente le capacità fisiche, tecniche, tattiche e cognitive, riproducendo il più fedelmente possibile le richieste della competizione.

1.2.4. La componente psicologica

Accanto alle capacità fisiche, tecnico-tattiche e cognitive, la prestazione calcistica è fortemente influenzata dalla componente psicologica. Il calcio è infatti uno sport caratterizzato da elevata imprevedibilità, continua pressione competitiva e frequenti situazioni di stress, nelle quali il giocatore è chiamato a mantenere elevati livelli di concentrazione e autocontrollo per tutta la durata della gara. Di conseguenza, le competenze psicologiche rappresentano un elemento essenziale del modello prestativo del calciatore moderno (Weinberg & Gould, 2019).

Tra i principali fattori psicologici coinvolti nella prestazione sportiva assumono particolare importanza la motivazione, la concentrazione, la fiducia in sé stessi (*self-confidence*), la regolazione emotiva, la resilienza e la gestione dello stress competitivo. Tali caratteristiche influenzano direttamente il comportamento del giocatore sia durante la gara sia nel processo di allenamento, condizionando la qualità delle decisioni, l'efficacia tecnica e la capacità di affrontare situazioni ad elevata pressione.

La motivazione rappresenta uno dei principali fattori alla base dell'impegno e della continuità dell'allenamento. Secondo la Self-Determination Theory di *Deci e Ryan (2000)*, gli atleti maggiormente orientati da motivazioni intrinseche mostrano livelli superiori di coinvolgimento, persistenza e benessere psicologico rispetto a coloro che sono guidati prevalentemente da ricompense esterne. Nel calcio, un'elevata motivazione favorisce la disponibilità all'apprendimento, la qualità dell'allenamento e la capacità di affrontare periodi caratterizzati da elevati carichi fisici o da risultati negativi.

La concentrazione costituisce un'altra abilità fondamentale della prestazione. Durante una partita il calciatore deve essere in grado di mantenere l'attenzione sugli stimoli rilevanti per periodi prolungati, adattando continuamente il proprio focus attentivo alle variazioni della situazione di gioco. Errori di concentrazione possono infatti determinare perdite di possesso, ritardi nelle transizioni o errori tattici con conseguenze decisive sull'esito dell'incontro.

Particolare rilevanza assume inoltre la capacità di gestire lo stress competitivo. Le competizioni di alto livello espongono gli atleti a pressioni derivanti dalle aspettative personali, dagli obiettivi della squadra, dal pubblico e dall'importanza del risultato. Se adeguatamente controllato, lo stress può favorire l'attivazione psicofisiologica e migliorare la prestazione; al contrario, livelli eccessivi di ansia possono compromettere i processi cognitivi, la coordinazione motoria e la precisione dei gesti tecnici (*Weinberg & Gould, 2019*).

La letteratura più recente evidenzia inoltre come il benessere psicologico dell'atleta sia strettamente correlato alla qualità della prestazione e alla disponibilità fisica. Livelli elevati di stress cronico, scarso recupero, disturbi del sonno e affaticamento mentale possono infatti determinare una riduzione della performance, aumentare il rischio di infortunio e compromettere l'efficacia dell'allenamento. Per questo motivo, il monitoraggio dello stato psicologico mediante strumenti validati, quali la scala di Hooper, il Total Quality Recovery (TQR) e questionari sul benessere percepito, rappresenta oggi una pratica consolidata nella preparazione atletica delle squadre professionistiche (*Impellizzeri et al., 2020*).

In conclusione, la componente psicologica costituisce una dimensione imprescindibile del modello prestativo del calcio. L'integrazione tra competenze mentali, capacità cognitive, qualità tecnico-tattiche e preparazione fisica consente al calciatore di affrontare efficacemente le richieste della competizione e di mantenere elevati livelli di prestazione nel tempo. Di conseguenza, i moderni programmi di preparazione non possono limitarsi allo sviluppo delle sole capacità fisiche, ma devono prevedere strategie multidisciplinari finalizzate al potenziamento delle abilità psicologiche e della resilienza dell'atleta.

1.3. *Il modello prestativo in funzione del ruolo*

Sebbene il calcio presenti un modello prestativo comune a tutti i giocatori, le richieste fisiche, tecniche, tattiche e cognitive variano considerevolmente in funzione del ruolo ricoperto sul terreno di gioco. L'evoluzione tattica del calcio moderno, unitamente all'introduzione dei sistemi di monitoraggio GPS e delle tecnologie di match analysis, ha consentito di descrivere con elevata precisione le caratteristiche prestative associate alle differenti posizioni di gioco, evidenziando come ciascun ruolo presenti specifiche esigenze funzionali che devono essere considerate nella programmazione dell'allenamento (*Sarmento et al., 2024*).

Le differenze tra i ruoli non riguardano esclusivamente la distanza totale percorsa durante la partita, ma interessano anche il numero di accelerazioni e decelerazioni, gli sprint, le azioni ad alta intensità, i cambi di direzione, il carico meccanico, le richieste metaboliche e le competenze tecnico-tattiche. Di conseguenza, la preparazione atletica del calciatore moderno deve essere orientata verso un approccio individualizzato, in grado di rispondere alle esigenze specifiche della posizione ricoperta in campo (*Oliva-Lozano et al., 2023*).

I centrocampisti tendono generalmente a percorrere le maggiori distanze complessive grazie al ruolo di collegamento tra la fase difensiva e quella offensiva, mentre gli esterni e i terzini sono frequentemente coinvolti in azioni ad alta velocità e ripetuti sprint lungo le corsie laterali. Gli attaccanti eseguono un numero elevato di accelerazioni esplosive e movimenti ad alta intensità finalizzati alla creazione e alla finalizzazione delle occasioni da gol, mentre i difensori centrali sono maggiormente impegnati in duelli individuali, cambi di direzione, contrasti e interventi aerei. Il portiere rappresenta invece un caso particolare, poiché la sua prestazione è caratterizzata da ridotti volumi di corsa ma elevate richieste esplosive, coordinative e percettivo-cognitive legate ai tuffi, alle uscite e alla gestione del gioco con i piedi.

Oltre agli aspetti fisici, anche le richieste tecnico-tattiche e cognitive risultano strettamente influenzate dal ruolo. Ogni giocatore è chiamato a interpretare situazioni di gioco differenti, che richiedono specifiche capacità decisionali, differenti modalità di occupazione degli spazi e un diverso coinvolgimento nelle fasi di possesso e non possesso della palla. Di conseguenza, la prestazione non dipende esclusivamente dalle capacità condizionali ma dalla capacità di integrare efficacemente qualità fisiche, abilità tecniche, competenze tattiche e processi cognitivi in relazione ai compiti richiesti dal proprio ruolo.

Le evidenze scientifiche concordano nel ritenere che tali differenze debbano essere considerate nella progettazione dell'allenamento. Pur perseguendo obiettivi comuni di sviluppo delle capacità condizionali, la preparazione fisica dovrebbe infatti essere adattata alle specifiche esigenze della posizione ricoperta, modulando volumi, intensità e contenuti dell'allenamento in funzione delle

richieste della competizione. Questo approccio consente di ottimizzare la prestazione individuale e collettiva, oltre a contribuire alla riduzione del rischio di infortunio (*Sarmento et al., 2024*).

Nel complesso, le differenze prestative associate ai diversi ruoli confermano la natura multidimensionale del modello prestativo del calcio. Sebbene ogni posizione presenti caratteristiche peculiari, la forza emerge come una qualità trasversale, indispensabile per sostenere accelerazioni, sprint, cambi di direzione, contrasti e salti, indipendentemente dal ruolo ricoperto. Per questo motivo, lo sviluppo della forza rappresenta uno degli elementi cardine della preparazione atletica del calciatore moderno.

1.4. Strumenti di valutazione e monitoraggio del carico

Lo sviluppo tecnologico degli ultimi due decenni ha reso possibile una rilevazione sempre più precisa delle variabili che compongono il modello prestativo. I sistemi di video match analysis semi-automatica e, più recentemente, i dispositivi GPS indossabili consentono di quantificare in tempo reale le variabili di carico esterno (distanza totale, distanza ad alta intensità, numero di sprint, accelerazioni e decelerazioni), permettendo il confronto sistematico tra le richieste della partita e i carichi proposti in allenamento (*Osgnach et al., 2010*).

Accanto alle misure di carico esterno, la letteratura scientifica ha sviluppato metodi di quantificazione del carico interno, ossia della risposta individuale dell'atleta allo stimolo allenante. Tra questi, il metodo della session-RPE (Rate of Perceived Exertion), proposto e validato nel contesto calcistico da Impellizzeri, Rampinini, Coutts, Sassi e Marcora (2004), rappresenta uno strumento semplice, economico e correlato in maniera significativa con i metodi di quantificazione basati sulla frequenza cardiaca, risultando particolarmente utile per il monitoraggio quotidiano del carico di allenamento a livello individuale.

L'integrazione tra dati di carico esterno e carico interno costituisce oggi lo standard metodologico per una descrizione completa ed ecologicamente valida del modello prestativo, poiché consente di superare i limiti di ciascun approccio preso singolarmente e di individualizzare in maniera più precisa la programmazione dell'allenamento in funzione della risposta soggettiva di ciascun calciatore (*Impellizzeri et al., 2004; Osgnach et al., 2010*).

2. METODOLOGIA DELL'ALLENAMENTO DELLA FORZA NEL CALCIO

La forza rappresenta una delle capacità condizionali più importanti per la prestazione calcistica e costituisce uno degli elementi fondamentali della preparazione atletica moderna. Le continue evoluzioni del modello prestativo, caratterizzate da un incremento dell'intensità di gioco, della frequenza delle accelerazioni, delle decelerazioni, degli sprint e dei cambi di direzione, hanno progressivamente aumentato le richieste neuromuscolari imposte ai calciatori rendendo l'allenamento della forza una componente imprescindibile della programmazione annuale (*Sarmento et al., 2024*). Per molti anni l'allenamento della forza è stato considerato incompatibile con le esigenze del calcio, poiché si riteneva che l'incremento della massa muscolare potesse compromettere la velocità e la coordinazione del giocatore. L'evoluzione delle conoscenze scientifiche ha progressivamente modificato questa concezione, dimostrando come programmi di forza adeguatamente pianificati siano in grado di migliorare numerosi indicatori della prestazione senza influenzare negativamente le capacità tecnico-tattiche. Al contrario, lo sviluppo della forza costituisce oggi il presupposto per incrementare la capacità di accelerazione, la velocità di sprint, l'altezza del salto, l'efficacia dei cambi di direzione e la performance nelle situazioni di duello individuale (*Suchomel et al., 2018; Asimakidis et al., 2024*).

Dal punto di vista fisiologico, gli adattamenti indotti dall'allenamento della forza coinvolgono sia il sistema muscolare sia quello nervoso. Nelle prime fasi del programma di allenamento, i miglioramenti prestativi sono attribuibili prevalentemente ad adattamenti neurali, quali un aumento del reclutamento delle unità motorie, una maggiore frequenza di scarica, una migliore sincronizzazione intermuscolare e una riduzione dei meccanismi inibitori. Successivamente, soprattutto in funzione delle modalità di allenamento adottate, posso verificarsi adattamenti strutturali, quali ipertrofia muscolare, l'aumento della rigidità tendinea e modificazioni delle caratteristiche anatomiche del muscolo (*Cormie et al., 2011*).

Nel calcio l'obiettivo dell'allenamento della forza non consiste esclusivamente nell'incrementare la capacità di sviluppare elevati livelli di forza massima, ma soprattutto nel migliorare la capacità di esprimerla rapidamente durante gesti altamente specifici, come accelerazioni, frenate, cambi di direzione, salti e calci. Per tale motivo, la preparazione della forza deve essere orientata allo sviluppo delle differenti manifestazioni della forza, adattandosi alle esigenze della competizione e alle caratteristiche individuali dell'atleta (*Comfort et al., 2019*).

Negli ultimi anni la ricerca scientifica ha proposto numerose metodologie di allenamento finalizzate allo sviluppo della forza nel calciatore. Tra queste assumono particolare rilevanza l'allenamento con sovraccarichi, l'allenamento pliometrico, gli sprint resistiti, i cambi di direzione e i metodi combinati, ciascuno caratterizzato da specifici adattamenti neuromuscolari e differenti effetti sulla prestazione

sportiva. La scelta della metodologia più appropriata dipende dagli obiettivi della programmazione, dal periodo della stagione e dalle caratteristiche del gruppo di lavoro.

2.1. Allenamento della forza con sovraccarichi

L'allenamento con sovraccarichi rappresenta una delle metodologie maggiormente utilizzate per lo sviluppo della forza nel calcio moderno e costituisce il principale strumento per incrementare la capacità del sistema neuromuscolare di produrre forza contro una resistenza esterna. Negli ultimi due decenni, numerose evidenze scientifiche hanno dimostrato come questa metodologia produca miglioramenti significativi non soltanto nella forza massima, ma anche nella velocità di sprint, nella capacità di salto, nei cambi di direzione e nella prevenzione degli infortuni, rendendola una componente essenziale della preparazione atletica del calciatore (*Suchomel et al., 2018; Asimakidis et al., 2024*).

Dal punto di vista fisiologico, gli adattamenti derivanti dall'allenamento con sovraccarichi dipendono principalmente dall'intensità del carico, dal volume di lavoro, dalla velocità di esecuzione e dal livello di allenamento dell'atleta. Nelle fasi iniziali predominano gli adattamenti neurali, caratterizzati da un miglior reclutamento delle unità motorie, da un incremento della frequenza di scarica e da una maggiore coordinazione intra- e intermuscolare. Successivamente, programmi di allenamento protratti nel tempo possono determinare anche adattamenti morfologici, quali l'ipertrofia delle fibre muscolari, l'aumento della sezione trasversa del muscolo e modificazioni delle proprietà meccaniche dei tendini, contribuendo a migliorare la capacità di sviluppare forza e potenza (*Cormie et al., 2011*). Nel contesto calcistico, l'allenamento con sovraccarichi è finalizzato principalmente allo sviluppo della forza massima, considerata il fondamento delle altre manifestazioni della forza. Numerosi studi hanno infatti evidenziato una relazione significativa tra forza massima e prestazioni di sprint, salto verticale e cambi di direzione, suggerendo come l'incremento della forza massima consenta di migliorare anche le capacità esplosive del calciatore (*Seitz & Haff, 2016*).

Tra gli esercizi maggiormente utilizzati nella preparazione atletica nel calcio figurano back squat, front squat, hip thrust, trap bar deadlift, deadlift, gli affondi e altri esercizi multiarticolari che coinvolgono simultaneamente le principali catene muscolari degli arti inferiori. Questi esercizi consentono di applicare elevati livelli di forza in movimenti biomeccanicamente simili a quelli richiesti durante la competizione, favorendo un maggiore trasferimento degli adattamenti alla prestazione sportiva. In particolare, Back Squat e Hip Thrust rappresentano due degli esercizi più studiati nella letteratura recente e sono frequentemente utilizzati nei programmi di allenamento rivolti ai calciatori grazie alla loro efficacia nel migliorare accelerazione, sprint e capacità di salto (*Contreras B. et al., 2017; Asimakidis et al., 2024*).

La scelta dei carichi di allenamento dipende dagli obiettivi della programmazione. Generalmente, lo sviluppo della forza massima richiede l'utilizzo di carichi elevati, compresi tra l'80 e il 90% di una ripetizione massimale (1RM), eseguiti per 3-6 ripetizioni e con recuperi completi tra le serie. Questo tipo di allenamento favorisce prevalentemente adattamenti neurali, incrementando la capacità di sviluppare elevati livelli di forza senza necessariamente determinare aumenti significativi della massa muscolare, aspetto particolarmente importante nel calcio, dove il rapporto forza/peso corporeo rappresenta un fattore determinante della prestazione (*Suchomel et al., 2018*).

Negli ultimi anni ha acquisito crescente interesse anche l'utilizzo del Velocity-Based Training (VBT), metodologia che prevede la regolazione dell'intensità dell'allenamento attraverso la misurazione della velocità di esecuzione del bilanciere anziché mediante la sola percentuale di 1RM. Il VBT consente di adattare quotidianamente il carico alle condizioni di forma dell'atleta, monitorando il livello di affaticamento neuromuscolare e migliorando la qualità dello stimolo allenante. Diverse ricerche hanno evidenziato come tale approccio possa determinare adattamenti almeno equivalenti, e in alcuni casi superiori, rispetto ai tradizionali metodi basati esclusivamente sulla percentuale di carico (*Weakley et al., 2021*).

Oltre ai miglioramenti prestativi, l'allenamento con sovraccarichi svolge un ruolo fondamentale nella prevenzione degli infortuni. L'incremento della forza muscolare e della capacità di assorbimento delle forze durante accelerazioni, frenate e cambi di direzione contribuisce infatti a ridurre il rischio di lesioni muscolari, in particolare a carico degli hamstring e del legamento crociato anteriore. Numerosi programmi di prevenzione integrano pertanto esercizi di forza con esercizi eccentrici e di controllo neuromuscolare per migliorare la stabilità articolare e la resilienza dei tessuti (*Van Dyk et al., 2019*). Nonostante i numerosi benefici, l'allenamento con sovraccarichi deve essere programmato considerando il calendario agonistico, il livello di allenamento dell'atleta e il carico complessivo sostenuto durante la settimana. In particolare, durante il periodo competitivo risulta fondamentale modulare il volume e l'intensità delle sedute per limitare l'insorgenza di affaticamento residuo e preservare la qualità della prestazione in gara. Una corretta periodizzazione consente infatti di mantenere gli adattamenti ottenuti durante la preparazione precampionato senza compromettere il recupero tra le competizioni.

Alla luce delle evidenze disponibili, l'allenamento con sovraccarichi rappresenta una metodologia altamente efficace per migliorare la prestazione del calciatore moderno. Se adeguatamente integrato con le altre forme di allenamento della forza, esso consente di sviluppare le qualità neuromuscolari indispensabili per affrontare le richieste del modello prestativo contemporaneo, costituendo uno dei pilastri della preparazione atletica nel calcio.

2.2. Allenamento pliometrico

L'allenamento pliometrico rappresenta una delle metodologie maggiormente impiegate per lo sviluppo della forza esplosiva nel calcio moderno. Grazie alla sua capacità di migliorare la produzione di forza in tempi estremamente ridotti, la pliometria è oggi considerata uno degli strumenti più efficace per incrementare prestazioni quali il salto, la velocità di sprint, l'accelerazione e la capacità di cambio di direzione, qualità determinanti nel modello prestativo del calciatore (*Ramírez-Campillo et al., 2022*).

La pliometria si basa sul principio fisiologico dello Stretch-Shortening Cycle (SSC), definito come la sequenza di una rapida contrazione eccentrica seguita, dopo un brevissimo intervallo di tempo, da una successiva contrazione concentrica. Durante la fase eccentrica viene immagazzinata energia elastica nelle strutture muscolo-tendinee e vengono attivati i fusi neuromuscolari, determinando un riflesso da stiramento che consente di aumentare la produzione di forza nella successiva fase concentrica. Affinché tale meccanismo sia efficace, il tempo di transizione tra le due fasi, definito *amortization phase*, deve essere il più breve possibile (*Komi, 2000; Markovic & Mikulic, 2010*).

Dal punto di vista neuromuscolare, l'allenamento pliometrico determina adattamenti che coinvolgono sia il sistema nervoso sia il sistema muscolo-tendineo. Tra i principali effetti descritti in letteratura figurano il miglioramento del reclutamento delle unità motorie, l'aumento della frequenza di scarica, una maggiore coordinazione intermuscolare e un incremento della rigidità tendine, adattamenti che consentono di sviluppare elevati livelli di forza in tempi ridotti (*Markovic, 2007*).

Nel calcio, tali adattamenti si traducono in un miglioramento delle prestazioni durante numerose azioni caratteristiche della competizione. Accelerazioni, sprint, salti per il colpo di testa, frenate improvvise e cambi di direzione richiedono infatti la capacità di sfruttare efficacemente il ciclo stiramento-accorciamento. Numerosi studi hanno evidenziato che programmi pliometrici della durata di 6-10 settimane producono miglioramenti significativamente nello sprint sui 10 e 20 metri, nell'altezza del salto verticale e nella prestazione ai test di change of direction (COD) (*Ramírez-Campillo et al., 2022; Moran et al., 2023*).

Gli esercizi pliometrici possono essere classificati in funzione della direzione del movimento (verticale, orizzontale o multidirezionale), del numero di appoggi (bipodalici o monopodalici) e dall'intensità dello stimolo. Tra gli esercizi maggiormente utilizzati nella preparazione atletica del calciatore rientrano i Countermovement Jump, gli Squat Jump, i Broad Jump, i Pogo Jump, i balzi monopodalici e i salti multidirezionali. La scelta degli esercizi deve essere effettuata considerando il livello di esperienza dell'atleta, gli obiettivi della programmazione e il periodo della stagione calcistica.

Uno degli aspetti fondamentali nella programmazione dell'allenamento pliometrico riguarda la gestione del volume di lavoro, generalmente espresso attraverso il numero di contatti al suolo (*ground contacts*) effettuati durante una seduta. Il numero di contatti rappresenta infatti uno dei principali indicatori del carico esterno e costituisce un parametro essenziale per modulare lo stimolo allenante in funzione del livello dell'atleta, dell'intensità degli esercizi e del periodo della stagione (*Ramírez-Campillo et al., 2022*).

La letteratura evidenzia che non esiste un numero di contatti universalmente valido, poiché il volume ottimale dipende dalle caratteristiche dell'esercitazione e dagli obiettivi della programmazione. Tuttavia, nei calciatori allenati le più recenti revisioni sistematiche riportano che una seduta di allenamento pliometrico comprende generalmente tra 40 e 80 contatti al suolo, privilegiando volumi moderati quando la pliometria è associata ad altre forme di allenamento della forza (*Ramírez-Campillo et al., 2022; Moran et al., 2023*).

Oltre ai benefici prestativi, l'allenamento pliometrico svolge un ruolo importante nella prevenzione degli infortuni. Il miglioramento del controllo neuromuscolare, della stabilità dinamica e della capacità di assorbimento delle forze durante gli atterraggi contribuisce infatti a ridurre il rischio di lesioni degli arti inferiori, in particolare a carico del legamento crociato anteriore e della muscolatura ischiocrurale (*Asadi et al., 2016*).

Alla luce delle evidenze disponibili, la pliometria rappresenta una metodologia altamente efficace per lo sviluppo della forza rapida e della potenza muscolare nel calciatore. Quando opportunamente integrata con l'allenamento con sovraccarichi, essa consente di massimizzare il trasferimento degli adattamenti neuromuscolari verso le principali azioni di gara, configurandosi come una componente fondamentale della preparazione atletica moderna.

2.3. *Allenamento con sprint resistiti*

Tra le metodologie impiegate per lo sviluppo della forza specifica e della capacità di accelerazione nel calcio, gli sprint resistiti rivestono un ruolo sempre più rilevante. Questa tipologia di allenamento consiste nell'esecuzione di sprint contro una resistenza esterna che aumenta la richiesta di produzione di forza durante la fase propulsiva della corsa, favorendo adattamenti neuromuscolari specifici per l'accelerazione (*Petrakos et al., 2016*).

Le forme più comuni di sprint resistito comprendono la corsa in salita, il traino di slitte (*sled towing*), l'utilizzo di paracaduti e l'impiego di elastici. Sebbene ciascuna modalità presenti caratteristiche peculiari, tutte condividono l'obiettivo di incrementare la forza orizzontale applicata al terreno durante le prime fasi dello sprint, migliorando la capacità del calciatore di accelerare rapidamente.

Tra queste metodologie, la corsa in salita rappresenta una delle più semplici e diffuse, soprattutto nei settori giovanili e nel calcio dilettantistico, grazie alla facilità di applicazione e all'assenza di attrezzature specifiche. L'inclinazione del terreno determina un aumento della componente resistente della forza di gravità, costringendo l'atleta a incrementare la produzione di forza durante la fase di spinta. Ciò favorisce un miglioramento della forza esplosiva degli arti inferiori e dell'efficacia della meccanica di corsa nelle prime fasi dell'accelerazione.

Dal punto di vista biomeccanico, gli sprint resistiti determinano un aumento del tempo di contatto con il terreno e della forza orizzontale prodotta, adattamenti che risultano particolarmente utili nelle accelerazioni inferiori ai 20 metri, distanza nella quale si sviluppa la maggior parte delle azioni decisive del calcio (*Cross et al., 2018*).

La letteratura evidenzia come programmi di sprint resistiti, se correttamente programmati, siano in grado di migliorare significativamente le prestazioni di accelerazione, la velocità di sprint e la capacità di cambio di direzione.

In particolare, il traino della slitta rappresenta la metodologia maggiormente studiata e consente di modulare con precisione il carico resistente, adattandolo alle caratteristiche individuali dell'atleta. Recentemente è stato proposto di determinare il carico sulla base della perdita percentuale di velocità (velocity decrement), criterio ritenuto più affidabile rispetto alla semplice percentuale del peso corporeo (*Cross et al., 2018*).

L'impiego del paracadute e degli elastici è invece meno diffuso nella preparazione calcistica professionistica. Il paracadute offre una resistenza variabile in funzione della velocità raggiunta, risultando maggiormente efficace nelle fasi di sprint ad alta velocità, mentre gli elastici vengono frequentemente utilizzati nelle esercitazioni di accelerazione assistita o contrastata.

Nonostante i numerosi benefici, gli sprint resistiti devono essere programmati con attenzione. Resistenze eccessivamente elevate possono infatti modificare la tecnica di corsa, riducendo la specificità dello stimolo allenante. Per questo motivo, la scelta della metodologia e dell'entità della resistenza deve garantire il mantenimento di una meccanica di corsa il più possibile simile a quella dello sprint libero.

Nel calcio moderno gli sprint resistiti vengono spesso integrati con altre metodologie di sviluppo della forza, quali l'allenamento con sovraccarichi e la pliometria, nell'ambito di programmi combinati finalizzati al miglioramento della potenza e dell'accelerazione. Tale approccio consente di sfruttare adattamenti complementari, favorendo un trasferimento più efficace verso le richieste specifiche della competizione.

2.4. Allenamento attraverso i cambi di direzione

L'allenamento attraverso i cambi di direzione (Change of Direction Training, COD) rappresenta una delle metodologie più specifiche per lo sviluppo della forza applicata al calcio, in quanto riproduce numerose azioni caratteristiche della competizione. Durante una partita, infatti, i calciatori eseguono frequentemente accelerazioni, decelerazioni e cambi di direzione con angoli differenti, generalmente compresi tra i 45° e i 180°, allo scopo di creare vantaggi tattici, recuperare la posizione difensiva o smarcarsi dall'avversario. Tali azioni richiedono elevate capacità neuromuscolari e rappresentano una componente determinante della prestazione (*Dos'Santos et al., 2018*).

È opportuno distinguere il concetto di change of direction con quello di agility, termini spesso utilizzati impropriamente come sinonimi. Il COD identifica un movimento pianificato, nel quale il percorso è noto in anticipo e l'atleta modifica la direzione di corsa seguendo uno schema prestabilito; l'agility, invece, comprende anche una componente percettivo-decisionale, poiché il cambio di direzione viene eseguito in risposta ad uno stimolo esterno, come il movimento di un avversario o della palla (*Sheppard & Young, 2006*). Sebbene entrambe le capacità siano fondamentali nel calcio, l'allenamento del COD rappresenta la base sulla quale sviluppare successivamente esercitazioni maggiormente specifiche.

Dal punto di vista biomeccanico, un cambio di direzione efficace richiede la capacità di decelerare rapidamente il corpo, assorbendo elevate forze eccentriche, per poi produrre una nuova accelerazione nella direzione desiderata. Per tale motivo, la forza eccentrica degli arti inferiori, la forza esplosiva e la capacità di applicare rapidamente forza al terreno rappresentano i principali determinanti della performance nei cambi di direzione (*Dos'Santos et al., 2018; Falch et al., 2019*).

Numerose evidenze scientifiche hanno dimostrato che programmi specifici di allenamento del COD determinano miglioramenti significativi nelle prestazioni ai principali test di valutazione, quali il 505 Test, il Modified 505 Test e l'Illinois Agility Test, oltre a produrre effetti positivi sulla velocità di accelerazione e sulla capacità di sprint. Tali miglioramenti sono attribuibili sia agli adattamenti neuromuscolari sia all'ottimizzazione della tecnica di esecuzione del cambio di direzione, attraverso una migliore gestione dell'assetto corporeo, della posizione del baricentro e dell'applicazione delle forze al terreno (*Young et al., 2015*).

L'efficacia dell'allenamento dipende inoltre dalle caratteristiche delle esercitazioni proposte. Le esercitazioni possono prevedere cambi di direzione con differenti angoli, distanze e velocità di esecuzione, consentendo di modulare il carico meccanico e metabolico in funzione degli obiettivi della programmazione. Nel calcio risultano particolarmente frequenti cambi di direzione di 45° e 90°, utilizzati durante le transizioni offensive e difensive, mentre cambi di direzione superiori ai 135° sono maggiormente associati a situazioni di marcatura stretta o recupero della posizione.

Dal punto di vista della preparazione atletica, l'allenamento del COD dovrebbe essere inserito progressivamente all'interno della programmazione, privilegiando inizialmente esercitazioni tecniche a bassa complessità e introducendo successivamente esercizi caratterizzati da maggiore velocità esecutiva, elevata intensità e componenti decisionali. Inoltre, l'associazione del COD con esercitazioni pliometriche o con l'allenamento della forza mediante sovraccarichi sembra determinare adattamenti superiori rispetto all'utilizzo di una singola metodologia, grazie alla complementarità degli stimoli neuromuscolari (*Freitas et al., 2021*).

In conclusione, l'allenamento attraverso i cambi di direzione rappresenta una metodologia altamente specifica per il calcio, poiché consente di sviluppare simultaneamente forza, accelerazione, controllo neuromuscolare e capacità di decelerazione, riproducendo numerose richieste proprie della competizione. Per tali motivi esso costituisce una componente essenziale della preparazione atletica del calciatore moderno.

3. VALUTAZIONE FUNZIONALE DEL CALCIATORE

3.1. *Importanza della valutazione funzionale*

La valutazione funzionale rappresenta una fase imprescindibile del processo di preparazione atletica nel calcio moderno. L'elevata complessità del modello prestativo richiede infatti un monitoraggio continuo delle capacità fisiche del calciatore, al fine di programmare interventi allenanti e mirati, verificare l'efficacia dei programmi di allenamento e individuare eventuali fattori di rischio per l'infortunio (*Impellizzeri & Marcora, 2009*).

Negli ultimi anni l'introduzione di tecnologie più sofisticate, quali piattaforme di forza, GPS, fotocellule, encoder lineari e dispositivi inerziali, ha profondamente modificato il modo di valutare la prestazione dell'atleta. Accanto ai tradizionali test di laboratorio si sono progressivamente affermati test da campo caratterizzati da elevata validità ecologica, in grado di riprodurre le richieste funzionali della competizione e di fornire informazioni immediatamente applicabili alla programmazione dell'allenamento. (*Bishop et al., 2021*)

L'obiettivo principale della valutazione funzionale consiste di quantificare il livello delle capacità condizionali del calciatore, identificandone punti di forza e aree di miglioramento. Attraverso la somministrazione periodica di test standardizzati è possibile monitorare gli adattamenti prodotti dall'allenamento, verificare l'efficacia delle metodologie adottate e orientare le scelte del preparatore atletico sulla base di dati oggettivi piuttosto che di sole osservazioni oggettive.

Nel calcio la valutazione funzionale assume inoltre un ruolo fondamentale nella personalizzazione del programma di allenamento. Atleti appartenenti alla stessa squadra possono infatti presentare caratteristiche neuromuscolari, fisiologiche e biomeccaniche differenti, rendendo necessario adattare il carico di lavoro alle specifiche esigenze individuali. In tale prospettiva, il principio di individualizzazione rappresenta uno degli elementi cardine della moderna preparazione fisica (*Turner et al., 2022*).

Un ulteriore aspetto in particolare interesse riguarda la prevenzione degli infortuni. Numerosi studi hanno evidenziato come alterazioni della forza, deficit di asimmetria tra gli arti inferiori o ridotte capacità di decelerazione possano aumentare il rischio di lesioni muscolari e legamentose.

La valutazione periodica di tali parametri consente pertanto di identificare precocemente eventuali situazioni di rischio e di pianificare interventi preventivi specifici (*Bishop et al., 2021*).

Infine, la valutazione funzionale rappresenta uno strumento indispensabile anche nell'ambito della ricerca scientifica. La possibilità di utilizzare test validati e affidabili permette infatti di confrontare differenti metodologie di allenamento e di quantificarne gli effetti sulla prestazione sportiva.

3.2. *Caratteristiche di un test di valutazione*

Affinché un test possa essere utilizzato nella preparazione fisica e nella ricerca scientifica, deve possedere specifiche caratteristiche metodologiche che ne garantiscano la qualità e l'affidabilità dei risultati ottenuti. La scelta del test non deve pertanto basarsi esclusivamente sulla semplicità di esecuzione o sulla disponibilità della strumentazione, ma deve considerare le proprietà psicometriche e la capacità dello strumento di misurare realmente la variabile di interesse.

Una delle caratteristiche fondamentali è la validità, definita come il grado con cui un test misura effettivamente ciò che intende misurare. Nel calcio, ad esempio, un test destinato a valutare la capacità di accelerazione dovrebbe riprodurre movimenti e distanze simili a quelli richiesti durante la competizione, garantendo un'elevata validità ecologica. Un test altamente validato consente quindi di trasferire con maggiore affidabilità i risultati ottenuti al contesto reale della prestazione sportiva.

Un secondo requisito fondamentale è rappresentato dall'affidabilità, ossia la capacità del test di fornire risultati riproducibili quando viene ripetuto nelle stesse condizioni sperimentali. Un test affidabile presenta una ridotta variabilità dell'errore di misura e permette di distinguere i reali adattamenti dell'atleta dalle normali oscillazioni biologiche o dagli errori strumentali. L'affidabilità viene generalmente valutata attraverso indicatori statistici quali l'Intraclass Correlation Coefficient (ICC), il Coefficient of Variation (CV) e il Typical Error (TE), ampiamente utilizzati nella letteratura scientifica per verificare la riproducibilità delle misurazioni (*Atkinson & Nevill, 1998*).

Accanto alla validità e all'affidabilità assume particolare importanza anche la sensibilità del test, ovvero la capacità di rilevare variazioni della prestazione anche di modesta entità. Questa caratteristica risulta fondamentale nel monitoraggio di atleti allenati, nei quali gli adattamenti indotti dall'allenamento sono spesso contenuti ma comunque rilevanti dal punto di vista prestativo. Un test poco sensibile potrebbe infatti non evidenziare miglioramenti realmente avvenuti, limitandone l'utilità pratica.

Un ulteriore criterio riguarda la standardizzazione delle procedure. Per garantire confrontabilità tra valutazioni effettuate in momenti differenti, è necessario che tutte le condizioni di somministrazione rimangano costanti: orario della giornata, tipo di riscaldamento, superficie di esecuzione, attrezzatura utilizzata, istruzioni fornite agli atleti e tempi di recupero devono essere rigorosamente controllati. Anche minime variazioni metodologiche possono influenzare significativamente il risultato finale, compromettendo l'interpretazione dei dati.

Nel calcio moderno è inoltre preferibile utilizzare test caratterizzati da elevata specificità, ovvero capaci di riprodurre quanto più possibile le richieste biomeccaniche, fisiologiche e neuromuscolari della competizione. Per questo motivo, negli ultimi anni si è assistito a una progressiva diffusione dei

test da campo quali sprint lineari, test di salto, cambi di direzione e prove intermittenti, che consentono di valutare direttamente le capacità maggiormente coinvolte durante la gara.

Infine, nella scelta di una batteria di test devono essere considerate anche la praticità e la sostenibilità organizzativa. Un protocollo di valutazione dovrebbe essere sufficientemente completo da fornire informazioni utili sulle principali capacità del calciatore, ma al tempo stesso rapido da somministrare, poco invasivo e facilmente ripetibile durante la stagione agonistica. Questo consente al preparatore atletico di integrare il monitoraggio funzionale all'interno della normale programmazione dell'allenamento senza interferire con il lavoro tecnico-tattico.

Alla luce di tali considerazioni, la valutazione funzionale rappresenta oggi uno degli strumenti fondamentali della preparazione atletica, poiché permette di guidare il processo di allenamento attraverso dati oggettivi e scientificamente validati, favorendo un approccio sempre più individualizzato e basato sull'evidenza.

3.3. *Valutazione della forza e della potenza muscolare*

La forza e la potenza degli arti inferiori rappresentano due delle capacità condizionali maggiormente correlate alla prestazione nel calcio. La possibilità di produrre elevati livelli di forza in tempi ridotti influenza infatti numerose azioni di gioco, tra cui accelerazioni, sprint, cambi di direzione, salti e contrati. Per questo motivo, la valutazione di tali capacità costituisce una componente fondamentale della batteria di funzionali impiegata nella preparazione atletica del calciatore (*Suchomel et al., 2018*). Negli ultimi anni si è assistito a una crescente diffusione di test da campo caratterizzati da elevata validità e affidabilità, in grado di fornire informazioni precise sulle qualità neuromuscolari degli atleti. Tra questi, i test di salto verticale rappresentano gli strumenti maggiormente utilizzati grazie alla loro semplicità di esecuzione, alla rapidità di somministrazione e alla forte correlazione con la produzione di forza e potenza degli arti inferiori (*McMahon et al., 2021*).

Il Countermovement Jump (CMJ) è attualmente il test più impiegato nella valutazione della potenza muscolare del calciatore. L'esecuzione prevede una rapida fase eccentrica seguita immediatamente da una contrazione concentrica esplosiva, sfruttando il meccanismo dello Stretch-Shortening Cycle (SSC). L'altezza del salto rappresenta l'indicatore principale della prestazione, ma le moderne piattaforme di forza consentono di analizzare numerosi parametri aggiuntivi, quali il tempo di spinta, la forza massima, la potenza sviluppata, il Rate of Force Development (RFD) e l'impulso meccanico (*Gathercole et al., 2015*).

Oltre a rappresentare uno strumento per la valutazione della potenza, il CMJ è oggi largamente impiegato anche per il monitoraggio dell'affaticamento neuromuscolare. Riduzioni dell'altezza di salto o alterazioni del profilo forza-tempo possono infatti indicare la presenza di fatica residua,

permettendo al preparatore atletico di modificare il carico di allenamento prima dell'insorgenza di condizioni di sovraccarico funzionale (Claudino et al., 2017).

Accanto al CMJ trova ampia applicazione anche lo Squat Jump (SJ), eseguito partendo da una posizione statica con ginocchia flesse a circa 90° ed eliminando la fase eccentrica preliminare. A differenza del CMJ, questo test valuta prevalentemente la capacità di esprimere forza concentrica, consentendo di stimare il contributo dello Stretch-Shortening Cycle confrontando le prestazioni ottenute nei due salti. La differenza tra CMJ e SJ costituisce infatti un indicatore indiretto dell'efficienza del ciclo stiramento-accorciamento e dell'utilizzo dell'energia elastica durante il movimento (Markovic et al., 2004).

Un ulteriore parametro frequentemente analizzato riguarda il Reactive Strength Index (RSI), ottenuto principalmente attraverso il Drop Jump. Tale indice esprime il rapporto tra l'altezza del salto e il tempo di contatto con il terreno, fornendo informazioni sulla capacità dell'atleta di produrre rapidamente forza durante movimenti caratterizzati da tempi di appoggio molto brevi. Sebbene il Drop Jump sia maggiormente utilizzato negli sport di salto, il suo impiego nel calcio risulta utile per valutare l'efficienza neuromuscolare e monitorare gli adattamenti prodotti dall'allenamento pliometrico (Flanagan & Comyns, 2008).

L'affidabilità dei test di salto dipende dalla standardizzazione delle procedure di valutazione. È pertanto necessario controllare accuratamente il riscaldamento, la posizione delle mani, la profondità del piegamento, il numero di tentativi e i tempi di recupero tra le prove, al fine di ridurre la variabilità delle misurazioni e garantire confronti attendibili nel tempo.

Nel presente lavoro sperimentale la valutazione della forza esplosiva degli arti inferiori è stata effettuata mediante il Countermovement Jump e lo Squat Jump, scelti in virtù della loro elevata affidabilità, della semplicità di esecuzione e della consolidata validità scientifica nella valutazione delle capacità neuromuscolari dei calciatori.

3.4. Valutazione della velocità

La velocità rappresenta una delle capacità determinanti della prestazione calcistica. Sebbene gli sprint costituiscano una percentuale relativamente ridotta del tempo complessivo di gioco, essi risultano frequentemente associati alle situazioni decisive della partita, come la realizzazione di una rete, il recupero difensivo, gli inserimenti offensivi e le transizioni. Di conseguenza, la valutazione della velocità costituisce una componente fondamentale della preparazione atletica del calciatore (Faude et al., 2012).

Nel calcio la velocità viene generalmente distinta in diverse componenti, tra cui la capacità di accelerazione, la velocità massima e la capacità di mantenere elevate velocità durante sprint ripetuti.

Ognuna di queste qualità dipende da differenti fattori neuromuscolari e richiede strumenti di valutazione specifici.

L'accelerazione rappresenta probabilmente la componente più importante nel calcio moderno, poiché la maggior parte degli sprint effettuati durante la competizione si sviluppa su distanze inferiori ai 20 metri. Per questo motivo, i test di sprint sui 5, 10, 20 e 30 metri costituiscono i protocolli maggiormente utilizzati nella valutazione della velocità del calciatore. La misurazione viene generalmente effettuata mediante fotocellule elettroniche, considerate il metodo di riferimento per accuratezza e affidabilità (*Haugen & Buchheit, 2016*).

Il test sui 10 metri valuta prevalentemente la capacità di accelerazione iniziale, strettamente correlata alla produzione di forza orizzontale e alla forza esplosiva degli arti inferiori. Il test sui 20 e 30 metri, invece, fornisce informazioni sia sulla fase di accelerazione sia sulla progressiva acquisizione della velocità massima, risultando particolarmente indicato per monitorare gli adattamenti prodotti dai programmi di forza e sprint training.

Numerose evidenze scientifiche hanno dimostrato che i tempi ottenuti nei test di sprint sono significativamente correlati alla forza massima degli arti inferiori, alla potenza espressa nei salti verticali e alla capacità di produrre forza orizzontale durante la fase propulsiva della corsa (*Morin et al., 2012*). Di conseguenza, il miglioramento della velocità non dipende esclusivamente dalla tecnica di corsa, ma anche dallo sviluppo delle capacità neuromuscolari attraverso programmi di allenamento della forza.

La standardizzazione delle procedure riveste un ruolo determinante anche nella valutazione della velocità. È necessario controllare la superficie di corsa, le condizioni ambientali, il tipo di partenza, il tempo di recupero tra le prove e il numero di tentativi effettuati. Generalmente vengono eseguite due o tre prove, considerando il miglior tempo registrato.

3.5. *Valutazione della capacità di cambio di direzione*

La capacità di cambiare rapidamente direzione rappresenta una componente fondamentale della prestazione calcistica, poiché durante la gara il calciatore è frequentemente chiamato a modificare la propria traiettoria in risposta alle situazioni di gioco. Un cambio di direzione efficace richiede l'integrazione di capacità di accelerazione e decelerazione, forza eccentrica e concentrica, controllo neuromuscolare e tecnica di movimento. La sua valutazione costituisce pertanto un elemento importante all'interno della batteria di test funzionali del calciatore (*Dos'Santos et al., 2019*).

È necessario distinguere il Change of Direction (COD) dall'agility. Nei test di COD il percorso e la direzione del movimento sono predeterminati, mentre nell'agility il cambio di direzione viene effettuato in risposta ad uno stimolo esterno e richiede quindi anche una componente percettivo-

decisionale. I test di COD permettono pertanto di isolare maggiormente le componenti fisiche e biomeccaniche della prestazione, risultando particolarmente utili per valutare la capacità dell'atleta di decelerare e successivamente riaccelerare (*Sheppard & Young, 2006*).

Tra i test maggiormente utilizzati in letteratura rientra il 505 Test, considerato uno degli strumenti più diffusi per la valutazione della capacità di cambio di direzione. Il test prevede un'accelerazione lineare verso una zona di inversione, nella quale l'atleta deve effettuare una rotazione di 180° e ripartire nella direzione opposta. Il tempo viene generalmente rilevato nell'ultimo tratto del percorso, consentendo di valutare specificamente la capacità di decelerazione, inversione e successiva accelerazione (*Dos'Santos et al., 2018*). Il 505 Test presenta il vantaggio di essere semplice da organizzare, richiedere una quantità limitata di attrezzatura e possedere una buona affidabilità quando le procedure di esecuzione vengono adeguatamente standardizzate. Tuttavia, il test presenta anche alcune limitazioni. L'esecuzione di una rotazione di 180° rappresenta infatti una richiesta biomeccanica particolarmente elevata e non riproduce necessariamente la distribuzione degli angoli di cambio di direzione osservati durante una partita di calcio. Per questo motivo, nella valutazione possono essere utilizzati anche test caratterizzati da angoli di 45°, 90° o 135°, maggiormente rappresentativi di alcune situazioni di gioco (*Dos'Santos et al., 2019*).

Un aspetto particolarmente importante nella valutazione del COD è rappresentato dalla capacità di decelerazione. Prima di modificare la propria direzione, l'atleta deve infatti ridurre rapidamente la velocità del proprio centro di massa, assorbendo elevate forze attraverso la muscolatura degli arti inferiori. La capacità di frenare efficacemente il movimento dipende dalla forza eccentrica, dalla tecnica di appoggio e dalla posizione del centro di massa. Una maggiore capacità di decelerazione permette di ridurre il tempo necessario per completare il cambio di direzione e di produrre successivamente una maggiore accelerazione nella nuova direzione (*Dos'Santos et al., 2019*).

La valutazione del COD può essere inoltre integrata con l'analisi di parametri biomeccanici, quali il tempo di contatto con il terreno, la posizione del tronco, l'angolo di flessione del ginocchio e dell'anca e le forze applicate al terreno. L'utilizzo di strumenti quali piattaforme di forza e sistemi di analisi video consente di approfondire i meccanismi alla base della prestazione, anche se tali metodologie risultano maggiormente complesse rispetto ai tradizionali test da campo.

Per garantire l'affidabilità della valutazione è necessario standardizzare la superficie di esecuzione, le calzature, il riscaldamento, la distanza di avvicinamento, il numero di prove e il tempo di recupero. Anche la familiarizzazione con il test riveste un ruolo importante, poiché l'apprendimento della tecnica di esecuzione può determinare miglioramenti indipendenti dagli adattamenti prodotti dall'allenamento.

3.6. Valutazione della resistenza

La resistenza rappresenta un'altra componente fondamentale della prestazione calcistica. Il calciatore deve infatti essere in grado di sostenere un'attività intermittente di elevata intensità per tutta la durata della partita, alternando periodi di corsa a bassa intensità ad accelerazioni, sprint, decelerazioni, cambi di direzione e azioni tecnico-tattiche. La valutazione della capacità aerobica e della capacità di sostenere attività intermittenti ad alta intensità risulta pertanto fondamentale per descrivere il profilo fisiologico del calciatore.

Tradizionalmente, la capacità aerobica viene valutata attraverso la determinazione del massimo consumo di ossigeno (VO₂max). La misurazione diretta del VO₂max mediante analisi degli scambi gassosi rappresenta il riferimento per la valutazione della capacità cardiorespiratoria, ma richiede apparecchiature specifiche e condizioni di laboratorio che ne limitano l'utilizzo nella pratica quotidiana.

Per questo motivo, nel calcio sono stati sviluppati numerosi test da campo, caratterizzati da maggiore semplicità e specificità. Tra questi, lo Yo-Yo Intermittent Recovery Test rappresenta uno degli strumenti maggiormente utilizzati. Il test prevede l'esecuzione di corse intermittenti a velocità progressivamente crescente, intervallate da brevi periodi di recupero attivo. La prova termina quando l'atleta non riesce più a mantenere il ritmo prestabilito e il risultato viene generalmente espresso attraverso la distanza totale percorsa. Il particolare interesse nei confronti dello Yo-Yo Test deriva dalla sua capacità di riprodurre, almeno parzialmente, le caratteristiche intermittenti dell'attività calcistica. La prestazione ottenuta risulta infatti associata alla capacità del calciatore di sostenere attività ad alta intensità e di recuperare rapidamente tra sforzi consecutivi (*Krustrup et al., 2003*).

Un'altra metodologia largamente utilizzata è il 30-15 Intermittent Fitness Test, caratterizzato da periodi di corsa della durata di 30 secondi alternati a 15 secondi di recupero. Il test consente di valutare la capacità dell'atleta di sostenere ripetuti sforzi intermittenti e presenta caratteristiche particolarmente interessanti per gli sport di squadra, nei quali il lavoro è caratterizzato da frequenti variazioni di intensità (*Buchheit, 2008*).

La scelta tra differenti test di resistenza deve essere effettuata considerando gli obiettivi della valutazione. Se l'obiettivo è stimare prevalentemente la capacità aerobica, possono essere utilizzati test continui o incrementali, mentre per valutare la capacità di sostenere attività intermittenti risultano maggiormente indicati protocolli specifici come lo Yo-Yo o il 30-15 IFT.

È inoltre importante considerare che la prestazione nei test di resistenza non dipende esclusivamente dalla capacità aerobica. La capacità di recuperare tra sforzi ad alta intensità è influenzata dall'interazione tra sistemi energetici aerobici e anaerobici, dalla capacità neuromuscolare e dall'efficienza del gesto di corsa. Per questo motivo, la valutazione della resistenza dovrebbe essere

interpretata all'interno del profilo complessivo dell'atleta e non considerata come un indicatore isolato della prestazione.

Nel calcio moderno, la valutazione della resistenza può inoltre essere integrata con il monitoraggio della risposta interna all'esercizio attraverso la frequenza cardiaca, la percezione dello sforzo e altri indicatori fisiologici. Questo approccio consente di ottenere informazioni non soltanto sulla capacità prestativa dell'atleta, ma anche sulla risposta individuale al carico di lavoro.

4. IL MONITORAGGIO DEL CARICO

Il monitoraggio del carico di allenamento rappresenta uno degli strumenti fondamentali attraverso i quali il preparatore atletico può controllare la risposta dell'atleta agli stimoli allenanti e orientare il processo di programmazione. Nel calcio, caratterizzato dalla contemporanea presenza di richieste fisiche, tecniche, tattiche e psicologiche, la semplice quantificazione del lavoro svolto non è sufficiente a descrivere la complessità della risposta individuale all'allenamento. È pertanto necessario adottare un sistema di monitoraggio in grado di considerare sia lo stimolo applicato sia la risposta dell'organismo (*Impellizzeri et al., 2019; Bourdon et al., 2017*).

Il monitoraggio permette di verificare se il carico programmato sia effettivamente coerente con quello percepito dall'atleta, di individuare eventuali condizioni di affaticamento e di valutare l'adattamento nel medio e lungo periodo. L'obiettivo non consiste semplicemente nell'accumulare il maggior numero possibile di dati, ma di utilizzare informazioni affidabili e facilmente interpretabili per supportare le decisioni relative alla programmazione dell'allenamento. Una recente revisione sul monitoraggio degli atleti sottolinea proprio la necessità di distinguere tra la semplice raccolta di dati e un vero processo di monitoraggio, nel quale le misurazioni vengono ripetute nel tempo e interpretate in relazione al contesto individuale dell'atleta (*Rebello et al., 2026*).

Nel calcio questa esigenza assume particolare importanza a causa dell'elevata variabilità delle richieste durante la settimana. Una stessa seduta può infatti determinare risposte differenti in atleti diversi, in funzione del livello di allenamento, del ruolo, della condizione fisica, dello stato di recupero e degli stress non direttamente legati all'attività sportiva. Il monitoraggio individualizzato consente quindi di comprendere non soltanto quanto lavoro sia stato svolto, ma anche come tale lavoro sia stato percepito e tollerato dal singolo atleta (*Halsen, 2014*).

Un sistema efficace dovrebbe inoltre essere sufficientemente semplice da poter essere applicato con continuità. L'utilizzo di numerosi strumenti non garantisce necessariamente una migliore gestione del carico; al contrario, un'eccessiva quantità di informazioni può rendere più complessa l'interpretazione dei dati. Per questo motivo, nella pratica sportiva viene generalmente privilegiata l'integrazione di un numero limitato di indicatori, scelti in funzione degli obiettivi e delle risorse disponibili.

4.1. Carico esterno e carico interno

Il carico di allenamento può essere concettualmente suddiviso in carico esterno e carico interno.

Il carico esterno rappresenta il lavoro effettivamente svolto dall'atleta e può essere quantificato attraverso variabili oggettivamente misurabili. Nel calcio rientrano in questa categoria, ad esempio, la distanza totale percorsa, la distanza ad alta velocità, il numero di sprint, le accelerazioni e

decelerazioni, il numero di cambi di direzione, il volume degli esercizi con sovraccarichi e il numero di contatti durante l'allenamento pliometrico. I sistemi GPS e i dispositivi di tracking permettono di raccogliere numerose di queste informazioni durante allenamenti e partite (*Impellizzeri et al., 2019*). Il carico interno, invece, descrive la risposta individuale dell'organismo allo stimolo esterno. Esso può essere valutato attraverso parametri fisiologici, come la frequenza cardiaca e il lattato, oppure attraverso misure percettive e psicofisiche, tra cui la RPE. A parità di carico esterno, due giocatori possono infatti manifestare risposte interne differenti; per questo motivo l'analisi combinata delle due dimensioni permette di ottenere una rappresentazione più completa della risposta all'allenamento. La relazione tra carico esterno e interno può inoltre fornire informazioni sullo stato dell'atleta. Una modificazione della risposta interna a fronte di uno stimolo esterno relativamente stabile può indicare un cambiamento dello stato di recupero o della capacità di tollerare il carico. Al contrario, un aumento del carico esterno non necessariamente determina un incremento proporzionale della risposta interna. La dissociazione tra queste due dimensioni può quindi essere utile nell'interpretazione dello stato di fatica e di adattamento dell'atleta (*Halsen, 2014*).

Nel calcio moderno, pertanto, l'approccio maggiormente efficace non consiste nella scelta tra carico esterno e interno, ma nella loro integrazione, associandoli quando possibile anche a indicatori di benessere e recupero. Una recente revisione sistematica condotta specificamente nel calcio ha evidenziato come gli studi più recenti utilizzino combinazioni di GPS, sRPE, frequenza cardiaca e indicatori di wellness quali Hooper Index e TQR (*Afonso et al., 2025*).

4.2. Rating of Perceived Exertion (RPE)

La Rating of Perceived Exertion (RPE) rappresenta uno strumento semplice, non invasivo e ampiamente utilizzato per la valutazione dell'intensità percepita dell'esercizio. Essa si basa sulla percezione soggettiva dell'atleta e consente di sintetizzare in un singolo valore numerico la risposta psicofisica complessiva allo stimolo allenante. Il concetto di RPE è stato introdotto da Borg attraverso l'omonima scala di percezione dello sforzo e, nel corso degli anni, è stato sviluppato attraverso differenti strumenti di valutazione. Tra le scale maggiormente utilizzate in ambito sportivo rientrano la Borg 6-20 e la CR10, quest'ultima caratterizzata da un intervallo di valori compreso tra 0 e 10. Nel contesto calcistico, la scala CR10 è frequentemente utilizzata per la sua semplicità, rapidità di somministrazione e facilità di interpretazione. L'utilizzo della RPE presenta numerosi vantaggi nell'ambito del monitoraggio dell'allenamento. Non richiede strumentazione specifica, comporta costi contenuti e può essere somministrata simultaneamente a più atleti, risultando pertanto particolarmente adatta al contesto degli sport di squadra. Inoltre, consente di valutare l'intensità percepita di attività caratterizzate da richieste fisiologiche differenti e difficilmente riconducibili a un

singolo indicatore oggettivo, come le esercitazioni tecnico-tattiche, le attività intermittenti e l'allenamento con sovraccarichi. La letteratura ha evidenziato l'ampio utilizzo della RPE come strumento per la quantificazione del carico interno nell'allenamento calcistico (Rago et al., 2019).

La RPE deve tuttavia essere considerata una misura individuale della percezione dello sforzo, poiché il medesimo valore numerico può riflettere risposte fisiologiche e psicologiche differenti tra gli atleti. La percezione dello sforzo può infatti essere influenzata da numerosi fattori, tra cui lo stato di recupero, la qualità del sonno, lo stress psicologico, la motivazione e le condizioni ambientali.

È inoltre importante distinguere la RPE riferita a una specifica esercitazione dalla valutazione dell'intensità complessiva della seduta di allenamento. Nel primo caso, l'atleta esprime una valutazione relativa a uno specifico esercizio; nel secondo, fornisce una stima globale dell'intensità percepita dell'intera sessione. Quest'ultima modalità costituisce la base metodologica della Session Rating of Perceived Exertion (sRPE), ampiamente utilizzata per il monitoraggio del carico interno negli sport di squadra.

SCALA RPE (Rate of Perceived Exertion) – 0-20		
Punteggio	Descrizione dello sforzo	
0	Nessuno sforzo	RIPOSO
1	Sforzo molto, molto leggero	
2	Sforzo molto leggero	MOLTO LEGGERO
3	Sforzo leggero	
4	Sforzo leggero	LEGGERO
5	Sforzo medio	
6	Sforzo medio	MEDIO
7	Sforzo moderato	
8	Sforzo moderato	MODERATO
9	Sforzo abbastanza duro	
10	Sforzo duro	DURO
11	Sforzo duro	
12	Sforzo abbastanza duro	MOLTO DURO
13	Sforzo molto duro	
14	Sforzo molto duro	MOLTO, MOLTO DURO
15	Sforzo molto, molto duro	
16	Sforzo molto, molto duro	ESTREMAMENTE DURO
17	Sforzo estremamente duro	
18	Sforzo estremamente duro	MASSIMO
19	Sforzo massimo	
20	Sforzo massimo	

Figura 1. Scala di Borg (0-20)

SCALA RPE (Rate of Perceived Exertion)	
Punteggio	Descrizione dello sforzo
0	Nessuno sforzo
1	Sforzo molto leggero
2	Sforzo leggero
3	Sforzo moderato
4	Sforzo moderato
5	Sforzo forte
6	Sforzo forte
7	Sforzo molto forte
8	Sforzo molto forte
9	Sforzo estremamente forte
10	Sforzo massimale

Figura 2. Scala Cr10 (0-10)

4.3. Session Rating of Perceived Exertion (sRPE)

La Session Rating of Perceived Exertion (sRPE) rappresenta un metodo di monitoraggio del carico interno basato sulla valutazione soggettiva dell'intensità complessiva percepita dall'atleta durante una seduta di allenamento. A differenza della RPE riferita a una singola esercitazione, la sRPE considera la sessione nel suo complesso e fornisce pertanto una stima globale dello stress percepito associato all'allenamento.

La sRPE è particolarmente utilizzata negli sport di squadra, incluso il calcio, poiché consente di monitorare il carico interno attraverso una procedura semplice, rapida, economica e non invasiva. Il metodo può essere applicato a differenti tipologie di allenamento, indipendentemente dalla specifica combinazione di componenti tecniche, tattiche, fisiche e neuromuscolari presenti nella seduta. Questa

caratteristica rende la sRPE uno strumento particolarmente utile per il monitoraggio longitudinale del carico di allenamento sia a livello individuale sia di gruppo.

La valutazione della sRPE viene generalmente effettuata al termine della seduta o dopo un breve intervallo di tempo, chiedendo all'atleta di attribuire un valore alla propria percezione globale dello sforzo utilizzando una scala validata, frequentemente la Borg CR10. La risposta fornita rappresenta quindi una sintesi della percezione dell'intera sessione e non deve essere riferita esclusivamente al momento di maggiore intensità o alla fase conclusiva dell'allenamento.

La sRPE consente inoltre di monitorare l'evoluzione del carico interno nel tempo e di confrontare la risposta percettiva dell'atleta a differenti programmi o condizioni di allenamento. La sua interpretazione deve tuttavia tenere conto della natura soggettiva della misura e dei numerosi fattori, fisiologici e psicologici, che possono influenzare la percezione dello sforzo. Tra questi rientrano il livello di fatica, lo stato di recupero, la qualità del sonno, lo stress psicologico, la motivazione e le condizioni ambientali.

Nel complesso, la sRPE costituisce uno strumento pratico e affidabile per la quantificazione e il monitoraggio del carico interno, particolarmente utile quando si intende valutare la risposta dell'atleta a programmi di allenamento complessi o caratterizzati da differenti modalità di stimolazione.

4.4. Total Quality Recovery (TQR)

La valutazione del carico di allenamento dovrebbe essere accompagnata dalla valutazione dello stato di recupero, poiché l'interpretazione del carico risulta incompleta se non viene considerata la capacità dell'atleta di recuperare dallo stimolo ricevuto.

La Total Quality Recovery (TQR) è una scala sviluppata proprio con l'obiettivo di monitorare la percezione soggettiva dello stato di recupero dell'atleta. Il concetto alla base della TQR è quello di mettere in relazione il processo di carico con quello di recupero, fornendo un indicatore semplice e ripetibile dello stato psicofisico dell'atleta.

La scala originale è generalmente compresa tra 6 e 20, analogamente alla scala RPE di Borg, con valori più elevati corrispondenti a una migliore percezione dello stato di recupero. Il valore viene raccolto generalmente prima della seduta e permette di identificare eventuali variazioni rispetto al livello abituale dell'atleta (*Kentta & Hassmén, 1998*).

La TQR non deve essere considerata una misura diretta della capacità fisiologica di recupero, ma piuttosto una valutazione soggettiva dello stato di recupero percepito. Il suo principale vantaggio consiste nella semplicità e nella possibilità di utilizzarla quotidianamente.

Nel calcio, l'utilizzo della TQR è stato associato al monitoraggio del carico e della prestazione. Studi condotti su calciatori hanno utilizzato congiuntamente RPE, durata dell'allenamento e TQR per analizzare la relazione tra carico, recupero e prestazione nel corso della stagione (*Brink et al., 2010*). L'interesse per questo strumento deriva soprattutto dalla possibilità di confrontare carico percepito e recupero percepito. Un incremento del carico accompagnato da una progressiva riduzione dei valori di TQR può rappresentare un segnale utile per approfondire lo stato dell'atleta e valutare l'opportunità di modificare il carico programmato.

È tuttavia importante evitare interpretazioni automatiche. Un singolo valore basso non è necessariamente indicativo di uno stato di sovraccarico e dovrebbe essere interpretato considerando l'andamento individuale nel tempo e le altre informazioni disponibili.

SCALA TQR (Total Quality Recovery) – Recupero percepito globale		
Punteggio	Descrizione	Significato
1	Recupero estremamente basso	Mi sento completamente esausto, molto affaticato, stressato o con dolori importanti.
2	Recupero molto scarso	Mi sento molto stanco, con poca energia e motivazione.
3	Recupero scarso	Mi sento ancora molto affaticato e non completamente recuperato.
4	Recupero sotto la media	Mi sento stanco, con alcuni segni di affaticamento.
5	Recupero medio	Mi sento nella norma, né particolarmente riposato né affaticato.
6	Recupero discreto	Mi sento abbastanza recuperato, con buona energia.
7	Recupero buono	Mi sento bene, con buona energia e motivazione.
8	Recupero molto buono	Mi sento molto bene, fresco e pronto ad allenarmi.
9	Recupero eccellente	Mi sento al top, in ottima forma, molto energico.
10	Recupero massimo	Mi sento al massimo del recupero e della condizione.

Figura 3. Scala TQR (Total Quality Recovery)

PARTE SPERIMENTALE

OBIETTIVI E IPOTESI DELLO STUDIO

La prestazione calcistica richiede elevate capacità di forza esplosiva, sprint e cambio di direzione. Sebbene l'allenamento della forza, la pliometria e le esercitazioni specifiche di cambio di direzione siano ampiamente utilizzati per il miglioramento della prestazione neuromuscolare (Cuthbert et al., 2023; Van Den Tillaar & Larsen, 2020), dalla letteratura consultata non emergono studi che abbiano confrontato, in calciatori dilettanti, gli effetti di un programma di cambio di direzione associato alla pliometria (COD + pliometria) con quelli di un programma di allenamento della forza associato alla pliometria (pesi + pliometria).

L'obiettivo principale dello studio è pertanto confrontare gli effetti di due protocolli di allenamento di sei settimane, con due sedute settimanali, sulla forza esplosiva degli arti inferiori, sulla velocità di sprint e sulla capacità di cambio di direzione. Le prestazioni saranno valutate mediante specifici test effettuati prima e dopo il periodo di intervento.

Un ulteriore obiettivo è confrontare la risposta percettiva ai due protocolli attraverso la session-RPE (sRPE) e la Total Quality Recovery (TQR), al fine di analizzare rispettivamente il carico interno percepito e lo stato di recupero degli atleti durante le sei settimane di intervento.

Si ipotizza che entrambi i protocolli producano miglioramenti nelle capacità prestative analizzate. In particolare, si prevede un maggiore miglioramento della capacità di cambio di direzione nel gruppo COD + pliometria, in ragione della maggiore specificità dello stimolo allenante, mentre il gruppo pesi + pliometria potrebbe ottenere maggiori miglioramenti nelle capacità maggiormente dipendenti dalla produzione di forza esplosiva degli arti inferiori. Per la velocità di sprint si ipotizza un miglioramento in entrambi i gruppi, senza prevedere a priori una superiorità di uno dei due protocolli.

Per quanto riguarda le variabili percettive, si ipotizza che la sRPE non differisca significativamente tra i gruppi, ma possa variare nel corso delle settimane di allenamento, riflettendo l'evoluzione della percezione dello sforzo. Al contrario, si ipotizza che la TQR possa differire tra i due gruppi nel corso dell'intervento, in relazione alla diversa natura degli stimoli allenanti.

L'analisi congiunta di sRPE e TQR consentirà infine di fornire una valutazione complementare della risposta soggettiva all'allenamento, considerando sia il carico interno percepito sia lo stato di recupero degli atleti.

5. MATERIALI E METODI

Partecipanti

Lo studio è stato condotto su un gruppo di calciatori dilettanti di sesso maschile, con età compresa tra 18 e 37 anni, in linea con l'età media di una prima squadra a livello dilettantistico. I partecipanti sono stati suddivisi in due gruppi sperimentali, ciascuno sottoposto a un differente protocollo di allenamento della durata di sei settimane.

Prima dell'inizio dello studio, a ogni soggetto è stato somministrato un breve questionario conoscitivo per raccogliere le principali informazioni anagrafiche, antropometriche e relative all'esperienza sportiva e allenante: età, peso corporeo, altezza, piede dominante ed eventuale pregressa esperienza con l'allenamento contro resistenza. Ai soggetti con esperienza in palestra è stato inoltre chiesto di specificare la tipologia di esercizi abitualmente svolti.

Questa raccolta dati ha permesso di caratterizzare in modo completo il campione, tenendo conto delle differenze individuali a livello antropometrico e del grado di familiarità con l'allenamento con sovraccarichi — un'informazione particolarmente rilevante, dato che uno dei due protocolli sperimentali si basa proprio su esercizi di questo tipo. Tutti i partecipanti sono stati preventivamente informati sulle finalità dello studio, sulle modalità delle valutazioni e sulle caratteristiche del programma di allenamento, e hanno preso parte allo studio su base volontaria.

Parametri	Gruppo Pesì	Gruppo CDD	P-value
Età (anni)	28.2 ± 5.2	29.4 ± 5.8	0.896
Massa corporea (kg)	74.2 ± 7.5	76.4 ± 7.8	0.091
Altezza (m)	1.77 ± 0.6	1.8 ± 0.6	0.519
CMJ (cm)	36.8 ± 4.4	35.7 ± 3.8	0.553
10-m sprint (s)	1.9 ± 0.1	2.0 ± 0.1	0.095
30-m sprint (s)	5.1 ± 0.1	5.2 ± 0.2	0.287
3RM Back squat (Kg)	80.2 ± 16.5	74.5 ± 14.2	0.432
3RM Hip trust (Kg)	82.8 ± 17.2	74.4 ± 19.5	0.324
505 test (s)	2.6 ± 0.2	2.7 ± 0.2	0.484

Tabella 1. Caratteristiche dei partecipanti e risultati delle valutazioni al basale

I valori sono riportati come medie ± deviazione standard.

CMJ, Countermovement Jump; CDD, Cambi di direzione; RM, Ripetizioni massimali; 10-m sprint, tempo di sprint sui 10 metri; 30- sprint, tempo di sprint sui 30 metri.

Disegno sperimentale

Lo studio ha previsto un intervento di sei settimane, con due sedute settimanali di allenamento specifico per ciascun partecipante. I due gruppi condividevano una componente pliometrica comune e si differenziavano per la modalità di allenamento principale:

- Gruppo COD: esercitazioni di cambio di direzione + componente pliometrica
- Gruppo Pesi: allenamento con sovraccarichi + componente pliometrica

Mantenere costante lo stimolo pliometrico in entrambi i protocolli ha permesso di concentrare il confronto sperimentale sulla variabile di reale interesse, ossia la diversa modalità di stimolazione neuromuscolare (cambio di direzione vs. sovraccarichi).

Le valutazioni sono state effettuate prima dell'intervento (Pre) e al termine delle sei settimane (Post), attraverso una batteria di test volta a misurare le principali componenti della prestazione neuromuscolare e fisica:

- Forza esplosiva degli arti inferiori → Countermovement Jump (CMJ)
- Velocità di sprint → test sui 10 e 30 metri
- Capacità di cambio di direzione → 505 test
- Forza massima → 3RM in Back Squat e Hip Thrust

Durante le sei settimane sono state inoltre monitorate le risposte percettive al carico e allo stato di recupero tramite session-RPE (sRPE) e Total Quality Recovery (TQR), integrando così le misure prestative con l'evoluzione della risposta soggettiva all'allenamento.

Per ridurre la variabilità legata a fattori esterni, tutte le sessioni di allenamento e le valutazioni sono state svolte, per quanto possibile, alla stessa ora del giorno e nelle medesime condizioni ambientali, limitando così l'influenza di variazioni circadiane, temperatura, umidità e altri fattori di contesto. Le procedure operative sono state mantenute costanti tra le sessioni Pre e Post, per garantire condizioni di testing comparabili e un'interpretazione corretta delle modificazioni osservate.

Protocollo di allenamento

Entrambi i gruppi hanno seguito un programma di sei settimane, con due sedute settimanali, strutturato per mantenere costante la componente pliometrica e differenziare la modalità di allenamento principale — confrontando così gli effetti di un lavoro specifico sui cambi di direzione con quelli di un programma orientato all'incremento della forza tramite sovraccarichi.

Gruppo Pesi (forza + pliometria)

Gli esercizi principali con sovraccarichi per lo sviluppo della forza degli arti inferiori sono stati Back Squat e Hip Thrust, entrambi eseguiti con 3 serie da 6 ripetizioni a un'intensità dell'85% dell'1RM

circa, con 2 minuti di recupero tra le serie. Al fine di determinare il carico corrispondente, è stato preliminarmente eseguito il test delle 3RM per gli esercizi di Back Squat e Hip Trust. Il valore di 1RM è stato successivamente stimato mediante la Formula di Epley, secondo la quale:

$$1RM = \text{carico } 3RM \times (1 + n^{\circ} \text{ rip}/30)$$

dove n° rappresenta il numero delle ripetizioni completate. Il valore di 1RM così stimato è stato quindi utilizzato per determinare il carico individuale corrispondente all'85% dell'1RM, impiegato durante la sessione di allenamento con sovraccarichi.

L'uso di carichi elevati e un volume di ripetizioni contenuto sono stati scelti per stimolare lo sviluppo della capacità di esprimere elevati livelli di forza.

HIP TRUST	3x6	2' di recupero tra serie
BACK SQUAT	3x6	2' di recupero tra serie

Tabella 2. Programma di allenamento con sovraccarichi

Gruppo COD (cambio di direzione + pliometria)

Il lavoro sui cambi di direzione ha previsto variazioni a 45°, 90° e 135° su distanze di circa 5 metri, escludendo i 180° per concentrare lo stimolo sulle modificazioni di traiettoria previste dal protocollo. Ogni seduta prevedeva 53 cambi di direzione totali.

COD 90°	4X5	COD totali 20 (10 DX e 10 SX)	10'' di recupero tra ripetizioni 1' di recupero tra serie
COD 135°	3x6	COD totali 18 (9 DX e 9SX)	10'' di recupero tra ripetizioni 1' di recupero tra serie
ZIG ZAG	3x5	COD totali 15	10'' di recupero tra ripetizioni 1' di recupero tra serie

Tabella 3. Programma di allenamento con cambi di direzione

Componente pliometrica comune

Presente in entrambi i protocolli, comprendeva:

POGOS BIPODALICI	3x10	1' di recupero tra serie
SINGLE LEG HOPS (alternati)	2x5dx+5sx	1' di recupero tra serie
BROAD JUMP	2x4	1' di recupero tra serie
SQUAT JUMP	2x4	1' di recupero tra serie

Tabella 4. Programma di allenamento pliometria

Il volume pliometrico è stato quantificato tramite il numero di contatti a terra, con un massimo previsto di circa 60 contatti per seduta, così da controllare il carico e garantire una distribuzione coerente dello stimolo.

L'aver mantenuto identica la componente pliometrica nei due gruppi rappresenta un elemento metodologico chiave: consente infatti di attribuire eventuali differenze tra i gruppi principalmente alla variabile discriminante dello studio, ossia il lavoro di COD rispetto all'allenamento con sovraccarichi.

Monitoraggio del carico di allenamento

Durante il periodo sperimentale, la percezione globale dello sforzo associata a ciascuna seduta di allenamento è stata monitorata mediante la Session Rating of Perceived Exertion (sRPE), rilevata attraverso la scala di Borg CR10 — uno strumento ampiamente utilizzato e ritenuto affidabile per il monitoraggio del carico di allenamento nei giovani calciatori. La rilevazione è stata effettuata 15-30 minuti dopo il termine di ogni seduta, in modo da consentire la parziale attenuazione delle risposte fisiologiche acute indotte dall'esercizio e ottenere così una stima più stabile dell'intensità complessiva della sessione.

Ai partecipanti è stato chiesto di fornire una valutazione globale dello sforzo percepito durante l'intera seduta, considerando complessivamente le attività svolte. Prima dell'inizio dello studio, tutti i soggetti hanno ricevuto un'adeguata familiarizzazione con la scala CR10 e con le relative procedure di ancoraggio, al fine di garantire una corretta comprensione dello strumento e favorire valutazioni soggettive coerenti e accurate.

Calcolo del training load

Al fine di ottenere una misura quantitativa del carico di allenamento, il valore di sRPE è stato moltiplicato per la durata (in minuti) di ciascuna seduta, secondo il metodo di Foster:

$$\text{Training Load} = \text{sRPE} \times \text{durata della seduta (min)}$$

Questo approccio ha permesso di esprimere il carico allenante in un'unica unità di misura (arbitrary units, UA), integrando l'intensità percepita con il volume temporale della seduta. Il training load ha così rappresentato l'indicatore principale per il confronto tra i due gruppi sperimentali, consentendo di verificare se, a fronte di modalità di allenamento differenti (COD vs. sovraccarichi), il carico complessivo percepito dai due gruppi fosse comparabile o presentasse differenze significative nel corso delle sei settimane di intervento. Il monitoraggio del training load ha inoltre permesso di seguire l'andamento settimanale del carico allenante, individuando eventuali picchi o riduzioni non

pianificate e verificando la coerenza tra il carico programmato e quello effettivamente percepito dagli atleti.

Monitoraggio del recupero

Parallelamente, lo stato di recupero percepito è stato monitorato mediante la Total Quality Recovery (TQR) Scale, uno strumento di valutazione soggettiva finalizzato a quantificare il livello globale di recupero fisico e psicofisico dell'atleta. La TQR è stata somministrata la mattina successiva a ciascuna seduta di allenamento, fornendo un'informazione complementare rispetto alla percezione dello sforzo rilevata tramite la sRPE.

Integrazione delle misure

L'utilizzo congiunto di training load e TQR ha consentito di monitorare due aspetti complementari della risposta individuale all'allenamento: da un lato il carico complessivo — inteso come combinazione di intensità percepita e durata della seduta — associato a ciascun protocollo, dall'altro il livello di recupero percepito nei giorni successivi allo stimolo allenante. Questo approccio integrato ha permesso di mettere in relazione la risposta soggettiva degli atleti con le modificazioni osservate nelle variabili prestative e neuromuscolari, offrendo al contempo un criterio oggettivo per confrontare il carico di lavoro effettivamente svolto dai due gruppi durante le sei settimane di intervento.

Analisi dati

Le analisi statistiche sono state condotte mediante il software IBM SPSS Statistics, versione 28.0 (IBM Corp., Armonk, NY, USA). In via preliminare, la normalità della distribuzione delle variabili dipendenti è stata verificata mediante il test di Shapiro-Wilk. L'omogeneità delle matrici di covarianza tra i gruppi è stata valutata mediante il test M di Box, mentre l'omogeneità delle varianze è stata verificata attraverso il test di Levene ai diversi tempi di rilevazione.

Per ciascuna variabile dipendente è stata condotta un'ANOVA mista a due fattori per misure ripetute, considerando il fattore Tempo come fattore intra-soggetto (within-subjects), con due livelli (Pre e Post intervento), e il fattore Gruppo come fattore inter-soggetto (between-subjects), con due livelli: Pesi e COD. L'analisi ha permesso di valutare gli effetti principali del Tempo e del Gruppo, nonché la loro interazione Tempo $\times$ Gruppo, al fine di verificare se le variazioni tra Pre e Post differissero in funzione del protocollo di allenamento.

In presenza di un'interazione Tempo $\times$ Gruppo statisticamente significativa, sono stati effettuati confronti a coppie (pairwise comparisons) con correzione di Bonferroni, al fine di identificare le differenze intra-gruppo tra i due tempi di rilevazione e le eventuali differenze inter-gruppo pesi

ciascun time-point. L'entità degli effetti è stata quantificata mediante eta quadrato parziale (η^2p). I valori sono stati interpretati secondo i criteri convenzionali di Cohen, considerando un effetto piccolo per $\eta^2p \geq 0,01$, medio per $\eta^2p \geq 0,06$ e grande per $\eta^2p \geq 0,14$.

I risultati sono stati espressi come media $\pm$ deviazione standard ($M \pm SD$). Ove appropriato, sono stati inoltre riportati l'errore standard della media (SE) e gli intervalli di confidenza al 95% (IC95%). Per tutte le analisi, il livello di significatività statistica è stato fissato a $p < 0,05$.

6. RISULTATI

Countermovement Jump (CMJ)

L'ANOVA mista ha evidenziato un effetto principale significativo del Tempo ($F(1,18) = 95,30$; $p < 0,001$; $\eta^2p = 0,841$), indicando un incremento significativo dell'altezza del salto al termine del periodo di intervento. Non è stato osservato un effetto principale significativo del Gruppo ($F(1,18) = 2,15$; $p = 0,160$; $\eta^2p = 0,107$). È stata invece rilevata un'interazione Tempo $\times$ Gruppo statisticamente significativa ($F(1,18) = 13,24$; $p = 0,002$; $\eta^2p = 0,424$), indicando una diversa entità della variazione della prestazione nei due gruppi. I confronti post hoc con correzione di Bonferroni hanno evidenziato un incremento significativo dell'altezza del salto in entrambi i gruppi, pari a +5,09 cm nel Gruppo Pesi ($p < 0,001$) e +2,33 cm nel Gruppo COD ($p < 0,001$). Non sono emerse differenze significative tra i gruppi al baseline ($p = 0,553$), mentre nella valutazione post-intervento il Gruppo Pesi ha mostrato valori significativamente superiori rispetto al Gruppo COD ($p = 0,030$). L'interazione significativa Tempo $\times$ Gruppo indica pertanto una diversa entità della variazione della prestazione tra i due protocolli, con un incremento più marcato nel Gruppo Pesi.

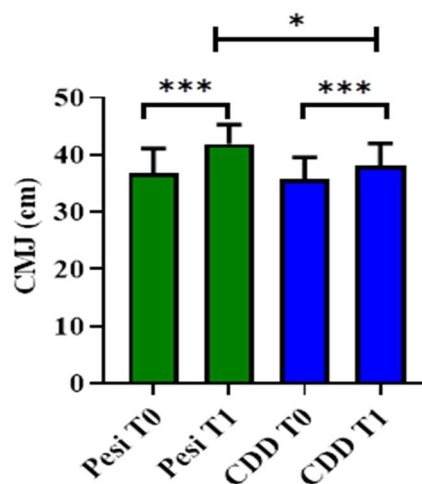


Figura 4. Valori del CMJ nei gruppi Pesi e CDD. I valori sono riportati come medie $\pm$ deviazione standard.

*** $p < 0,001$; * $p < 0,05$.

CMJ, Countermovement Jump; CDD, Cambi di direzione.

Sprint sui 10 metri

Per lo sprint sui 10 m è stato osservato un effetto principale significativo del Tempo ($F(1,18) = 20,04$; $p < 0,001$; $\eta^2p = 0,527$), indicando una riduzione significativa del tempo di percorrenza al termine dell'intervento. Non sono stati rilevati un effetto principale significativo del Gruppo ($F(1,18) = 4,26$; $p = 0,054$) né un'interazione Tempo $\times$ Gruppo significativa ($F(1,18) = 0,01$; $p = 0,924$). Tali risultati

indicano che la prestazione sui 10 m è migliorata nel corso dell'intervento, senza evidenza di una diversa entità della variazione tra il Gruppo Pesi e il Gruppo COD.

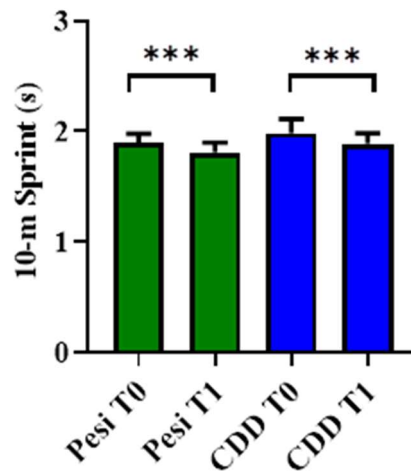


Figura 5. Valori del tempo di sprint sui 10 metri nei gruppi Pesì e CDD. I valori sono riportati come medie $\pm$ deviazione standard. *** $p < 0,001$.

CMJ, Countermovement Jump; CDD, Cambi di direzione.

Sprint sui 30 metri

Per lo sprint sui 30 m sono stati osservati un effetto principale significativo del Tempo ($F(1,18) = 206,83$; $p < 0,001$; $\eta^2p = 0,920$) e un effetto principale significativo del Gruppo ($F(1,18) = 5,51$; $p = 0,030$; $\eta^2p = 0,234$). È stata inoltre rilevata un'interazione Tempo $\times$ Gruppo statisticamente significativa ($F(1,18) = 5,46$; $p = 0,031$; $\eta^2p = 0,233$), indicando una diversa entità della variazione della prestazione nei due gruppi.

I confronti post hoc hanno evidenziato una riduzione significativa del tempo di percorrenza in entrambi i gruppi. Il Gruppo Pesì ha ridotto il tempo di 0,66 s, mentre il Gruppo COD ha mostrato una riduzione di 0,47 s. Non sono emerse differenze significative tra i gruppi al baseline, mentre nella valutazione post-intervento il Gruppo Pesì ha registrato tempi significativamente inferiori rispetto al Gruppo COD ($p = 0,009$). Nel complesso, l'interazione Tempo $\times$ Gruppo indica una diversa entità della variazione della prestazione tra i due protocolli, con una riduzione del tempo di percorrenza più marcata nel Gruppo Pesì.

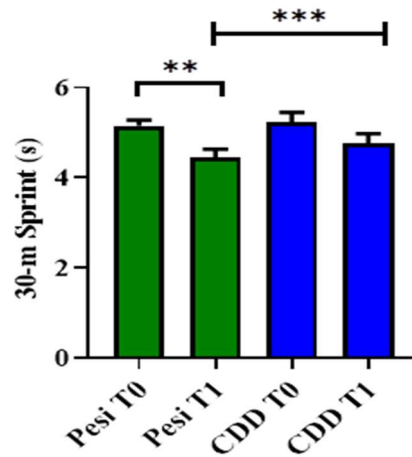


Figura 6. Valori del tempo di sprint sui 30 metri nei gruppi Pesì e CDD. I valori sono riportati come medie $\pm$ deviazione standard. ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$.

CMJ, Countermovement Jump; CDD, Cambi di direzione.

3RM Back Squat

L'analisi del 3RM Back Squat ha evidenziato un effetto principale significativo del Tempo ($F(1,18) = 94,23$; $p < 0,001$; $\eta^2p = 0,840$), indicando un incremento della forza massima al termine del periodo di intervento. È stata inoltre osservata un'interazione Tempo $\times$ Gruppo statisticamente significativa ($F(1,18) = 11,88$; $p = 0,003$; $\eta^2p = 0,398$), indicando una diversa entità della variazione della forza massima in funzione del protocollo di allenamento. Il Gruppo Pesì ha mostrato un incremento medio di 14,5 kg, mentre il Gruppo COD ha evidenziato un incremento medio di 6,9 kg. L'interazione significativa Tempo $\times$ Gruppo indica pertanto una maggiore variazione della forza massima nel Gruppo Pesì rispetto al Gruppo COD.

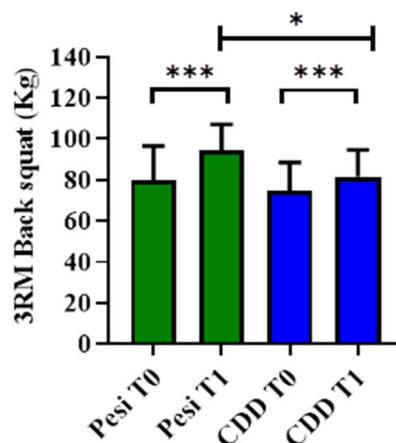


Figura 7. Valori del 3RM del back squat nei gruppi Pesì e CDD. I valori sono riportati come medie $\pm$ deviazione standard. * $p < 0,05$; *** $p < 0,001$.

RM, Ripetizioni massimali; CDD, Cambi di direzione.

3RM Hip Trust

Per il 3RM Hip Trust è stato osservato un effetto principale significativo del Tempo ($F(1,18) = 108,32$; $p < 0,001$; $\eta^2p = 0,858$), indicando un incremento della forza massima al termine dell'intervento. È stata inoltre rilevata un'interazione Tempo $\times$ Gruppo statisticamente significativa ($F(1,18) = 7,41$; $p = 0,014$; $\eta^2p = 0,292$), evidenziando una diversa entità della variazione della forza massima tra i due protocolli. Il Gruppo Pesi ha mostrato un incremento medio di 22,78 kg, mentre il Gruppo COD ha evidenziato un incremento medio di 13,33 kg. Nella valutazione post-intervento, il Gruppo Pesi ha raggiunto valori significativamente superiori rispetto al Gruppo COD ($p = 0,044$). L'interazione significativa indica una diversa entità della variazione della prestazione tra i due gruppi, con un incremento significativo nel Gruppo Pesi.

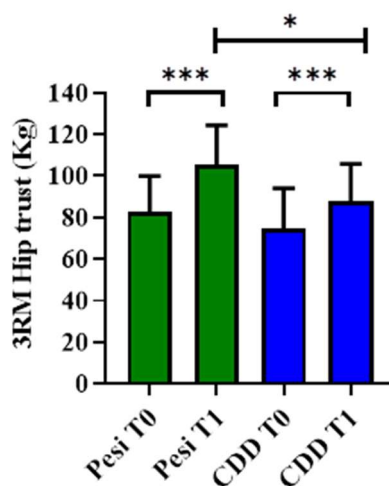


Figura 8. Valori del 3RM dell'hip trust nei gruppi Pesi e CDD. I valori sono riportati come medie $\pm$ deviazione standard. * $p < 0,05$; *** $p < 0,001$.

RM, Ripetizioni massimali; CDD, Cambi di direzione.

505 test

L'analisi del test di cambio di direzione ha evidenziato un effetto principale significativo del Tempo ($F(1,18) = 52,63$; $p < 0,001$; $\eta^2p = 0,745$), indicando un miglioramento della prestazione al termine del periodo di intervento. È stata inoltre osservata un'interazione Tempo $\times$ Gruppo statisticamente significativa ($F(1,18) = 5,79$; $p = 0,027$; $\eta^2p = 0,243$), indicando una diversa entità della variazione della prestazione nei due gruppi.

Entrambi i gruppi hanno ridotto significativamente il tempo di esecuzione del test. Il Gruppo COD ha mostrato una maggiore riduzione percentuale del tempo rispetto al Gruppo Pesi (-10,1% vs -5,1%).

Tuttavia, i confronti post hoc non hanno evidenziato differenze statisticamente significative tra i gruppi né al baseline né nella valutazione post-intervento.

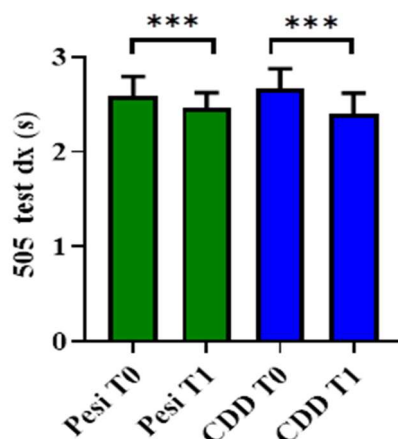


Figura 9. Valori del 505 test nei gruppi Pesì e CDD. I valori sono riportati come medie $\pm$ deviazione standard.

*** $p < 0,001$.

CDD, Cambi di direzione.

Session-RPE (sRPE)

L'analisi della session-RPE (sRPE) settimanale ha evidenziato un effetto principale significativo del Tempo ($F(5,90) = 116,28$; $p < 0,001$; $\eta^2p = 0,866$), indicando una progressiva riduzione dello sforzo percepito nel corso delle sei settimane di intervento. Non sono stati rilevati un effetto principale significativo del Gruppo ($F(1,18) = 0,92$; $p = 0,351$; $\eta^2p = 0,049$) né un'interazione Tempo $\times$ Gruppo statisticamente significativa ($F(5,90) = 0,56$; $p = 0,731$; $\eta^2p = 0,030$). Tali risultati indicano che la percezione dello sforzo si è modificata nel corso dell'intervento in maniera comparabile tra i due protocolli di allenamento.

I confronti post hoc con correzione di Bonferroni hanno evidenziato una riduzione significativa dello sRPE nel corso dell'intervento, con differenze statisticamente significative a partire dalla quarta settimana. Complessivamente, il valore medio dello sRPE si è ridotto da 7 nella prima settimana a 6 nella sesta settimana ($p < 0,001$), evidenziando una riduzione dello sforzo percepito nel corso del periodo di allenamento, indipendentemente dal gruppo di appartenenza.

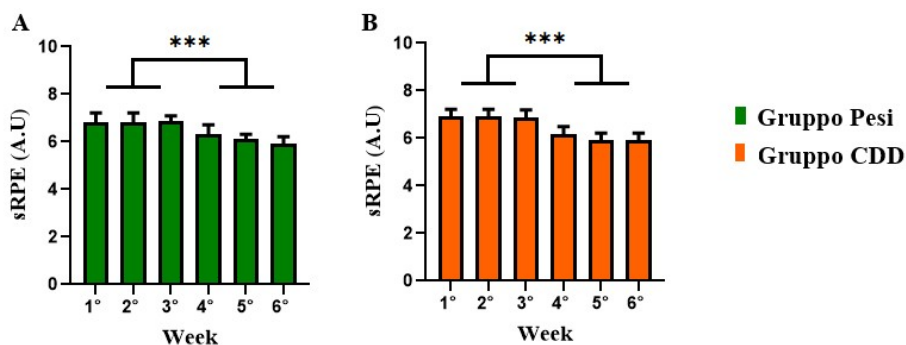


Figura 10. Andamento della session RPE settimanale nel corso delle sei settimane di intervento nei due gruppi di allenamento. I valori sono riportati come medie $\pm$ deviazione standard.

*** $p < 0,001$.

sRPE, Session Rating of perceived exertion; CDD, Cambi di direzione.

Total Quality Recovery (TQR)

L'andamento temporale della TQR è risultato prevalentemente lineare, come evidenziato dal contrasto lineare statisticamente significativo ($F(1,18) = 1627,24$; $p < 0,001$; $\eta^2p = 0,989$).

È stato inoltre osservato un effetto principale significativo del Gruppo ($F(1,18) = 87,10$; $p < 0,001$; $\eta^2p = 0,829$), con il Gruppo COD che ha mostrato valori medi di TQR significativamente più elevati rispetto al Gruppo Pesi nel corso del periodo di osservazione. Non è stata rilevata un'interazione Tempo $\times$ Gruppo statisticamente significativa ($F(5,90) = 1,30$; $p = 0,273$; $\eta^2p = 0,067$).

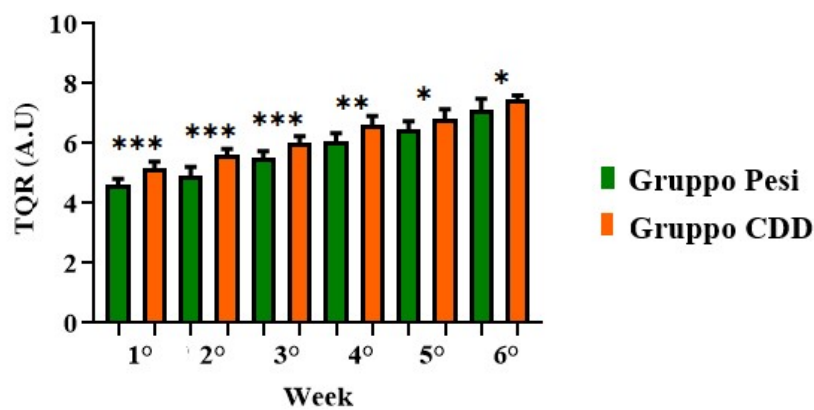


Figura 11. Andamento della TQR settimanale nel corso delle sei settimane di intervento nei due gruppi di allenamento.

I valori sono riportati come medie $\pm$ deviazione standard.

* $p < 0.05$; ** $p < 0.01$; *** $p < 0,001$.

TQR, Total quality recovery; CDD, Cambi di direzione.

7. DISCUSSIONE

Lo studio aveva lo scopo di mettere a confronto due protocolli di allenamento differenti per verificare l'impatto sulle capacità neuromuscolari e sulla prestazione in soggetti adulti dediti ad attività sportiva amatoriale. Entrambi i programmi condividevano una componente pliometrica, ma si distinguevano per lo stimolo dominante: nel Gruppo Pesi il lavoro principale era basato su esercizi con sovraccarico, mentre nel Gruppo COD prevalevano esercitazioni di cambio di direzione. Il periodo di allenamento è durato sei settimane, durante le quali si è voluto capire se stimoli allenanti di natura diversa portassero ad adattamenti differenti in termini di forza, esplosività, velocità e agilità, oltre a valutarne l'impatto sul carico percepito e sulla qualità del recupero.

L'ipotesi di partenza era che entrambi gli approcci producessero benefici misurabili nelle variabili neuromuscolari e prestative prese in esame, proprio per la presenza condivisa dello stimolo pliometrico. I dati raccolti vanno in questa direzione: in tutte le variabili di prestazione si sono registrati miglioramenti significativi legati al tempo. Ciò nonostante, in diversi casi è emersa un'interazione significativa tra tempo e gruppo, segno che il tipo di stimolo utilizzato ha portato a risposte non del tutto equivalenti tra i due gruppi.

Forza esplosiva

Guardando alla forza esplosiva degli arti inferiori, misurata con il Countermovement Jump, i dati confermano quanto ipotizzato: entrambi i gruppi hanno aumentato in modo significativo l'altezza del salto al termine delle sei settimane, partendo da condizioni iniziali comparabili.

Il progresso è stato però più marcato nel Gruppo Pesi, al punto che a fine intervento questo gruppo ha raggiunto valori superiori rispetto al Gruppo COD. La presenza di un'interazione tempo-gruppo conferma quindi che l'entità del miglioramento nel salto non è stata la stessa nei due protocolli.

Questo dato si spiega bene considerando lo stimolo ricevuto dal Gruppo Pesi. Unire lavoro con sovraccarichi e pliometria genera infatti effetti che si completano a vicenda: da un lato l'allenamento contro resistenza aumenta la capacità di produrre forza, dall'altro la pliometria migliora la rapidità con cui tale forza viene espressa, sfruttando meglio il ciclo stiramento-accorciamento muscolare. La combinazione di questi due stimoli nello stesso programma potrebbe quindi spiegare il vantaggio osservato nel salto verticale.

Anche il progresso registrato nel Gruppo COD è comunque in linea con l'ipotesi iniziale. Pur senza un lavoro specifico sulla forza massima, gli esercizi di cambio di direzione impongono comunque richieste elevate in termini di produzione e assorbimento della forza nelle fasi di frenata, cambio di senso e ripartenza. A questo si aggiunge la componente pliometrica, presente in entrambi i gruppi, che rappresenta di per sé un ulteriore stimolo per gli adattamenti neuromuscolari.

L'ipotesi relativa al miglioramento della forza esplosiva in entrambi i gruppi può dunque dirsi confermata, con un effetto però più marcato per il protocollo che abbina sovraccarichi e pliometria.

Forza massima

I dati sulla forza massima confermano in modo particolarmente netto l'ipotesi secondo cui il gruppo allenato con sovraccarichi e pliometria avrebbe ottenuto i progressi più consistenti nelle qualità di forza.

Sia nel test di 3RM Back Squat che nel 3RM Hip Thrust, entrambi i gruppi hanno aumentato in modo significativo il carico sollevato. Tuttavia, in entrambi i casi si è osservata un'interazione tempo-gruppo significativa: il Gruppo Pesi ha ottenuto guadagni più consistenti rispetto al Gruppo COD, arrivando a superare quest'ultimo, in modo statisticamente rilevante, nel test di Hip Thrust al termine dell'intervento.

Il dato è coerente con la specificità dello stimolo: essendo stato esposto direttamente a esercizi con sovraccarico, il Gruppo Pesi ha ricevuto uno stimolo particolarmente orientato alla produzione di forza, e i progressi ottenuti nei test possono essere letti come una risposta mirata a quel tipo di allenamento.

Va comunque sottolineato che anche il Gruppo COD ha migliorato in modo significativo la propria prestazione in entrambi i test di forza. Questo suggerisce che pure un programma incentrato su cambio di direzione e pliometria sia in grado di produrre adattamenti positivi sulla capacità di forza, anche se in misura minore rispetto a un lavoro che preveda un'esposizione diretta all'allenamento con i sovraccarichi.

Complessivamente, quindi, i dati confermano l'ipotesi di un vantaggio più marcato nelle qualità di forza per il gruppo allenato con sovraccarichi e pliometria.

Cambio di direzione e agilità

Per la capacità di cambio di direzione, l'ipotesi prevedeva un miglioramento in entrambi i gruppi, con un possibile vantaggio per il Gruppo COD, data la maggiore aderenza dello stimolo alla capacità testata.

I risultati del test mostrano un miglioramento significativo nel tempo per entrambi i gruppi, insieme a un'interazione tempo-gruppo significativa. I confronti diretti tra i due gruppi, però, non hanno rilevato differenze statisticamente affidabili né all'inizio né alla fine dell'intervento.

Sul piano puramente descrittivo, il Gruppo COD ha comunque mostrato una riduzione percentuale del tempo più ampia rispetto al Gruppo Pesi — un dato di un certo interesse, coerente con la specificità del lavoro svolto da questo gruppo. Gli esercizi di cambio di direzione richiedono infatti di

produrre e assorbire forza in tempi ridotti, gestire la decelerazione, cambiare rapidamente direzione e poi riaccelerare: l'esposizione ripetuta a questo tipo di richieste potrebbe aver favorito adattamenti mirati proprio alle capacità coinvolte nel test.

Detto questo, l'assenza di una differenza statisticamente affidabile tra i gruppi a fine intervento non permette di concludere che il protocollo COD sia stato superiore a quello con i sovraccarichi. L'ipotesi iniziale trova quindi solo una conferma parziale: entrambi i gruppi sono migliorati e il Gruppo COD ha mostrato un guadagno percentuale maggiore, ma questo vantaggio non si traduce in una differenza statisticamente solida tra i protocolli. Ciò mette in evidenza quanto sia importante non confondere l'entità di un miglioramento percentuale con l'affidabilità statistica della differenza osservata tra i gruppi.

Velocità di sprint

Per la velocità di sprint, l'ipotesi era che entrambi i gruppi migliorassero, senza prevedere in anticipo un vantaggio per uno dei due protocolli.

Sui 10 metri l'ipotesi trova piena conferma: si è registrato un miglioramento generale legato al tempo, senza differenze legate al gruppo né un'interazione tempo-gruppo. I due protocolli hanno quindi prodotto un miglioramento paragonabile su questa distanza, un risultato spiegabile con la presenza in entrambi i gruppi dello stimolo pliometrico, che agendo sulla rapidità di espressione della forza potrebbe aver favorito allo stesso modo la fase di accelerazione iniziale.

Un quadro diverso emerge invece sui 30 metri. Anche qui entrambi i gruppi hanno migliorato significativamente la prestazione, confermando la prima parte dell'ipotesi; tuttavia, diversamente da quanto previsto, è emersa una risposta differente tra i due protocolli. Il Gruppo Pesi ha ottenuto una riduzione del tempo di percorrenza superiore a quella del Gruppo COD, arrivando a registrare, a fine intervento, tempi significativamente più bassi.

Il vantaggio ottenuto dal Gruppo Pesi può essere collegato ai progressi di forza massima riscontrati nei test di Back Squat e Hip Thrust: la capacità di applicare forza al suolo è infatti un fattore chiave nella prestazione di sprint, in particolare nelle fasi successive alla partenza. L'aumento di forza indotto dal lavoro con sovraccarichi, unito alla pliometria, potrebbe quindi aver migliorato la capacità di esprimere rapidamente forza durante la corsa.

Interessante è anche il confronto tra i due test di sprint: se sui 10 metri i miglioramenti dei due gruppi sono risultati equivalenti, sui 30 metri il vantaggio del Gruppo Pesi diventa evidente. Questo potrebbe indicare che il maggiore sviluppo di forza in questo gruppo si traduca in un beneficio più visibile man mano che aumenta la distanza percorsa, anche se questa lettura va considerata con prudenza.

Nel complesso, l'ipotesi di un miglioramento dello sprint in entrambi i gruppi è confermata, mentre sui 30 metri emerge un vantaggio del protocollo con sovraccarichi non previsto inizialmente.

Percezione dello sforzo (session-RPE)

Per quanto riguarda la percezione dello sforzo, i dati mostrano una diminuzione progressiva dello sRPE settimanale nel corso delle sei settimane, senza differenze legate al gruppo né interazioni tra tempo e gruppo. La riduzione percepita dello sforzo è quindi risultata simile nei due protocolli, con differenze che diventano rilevabili a partire dalla metà circa del periodo di allenamento.

Questo andamento può essere interpretato come segno di un adattamento progressivo al carico di lavoro, indipendentemente dal tipo di stimolo proposto. Sia il programma con sovraccarichi sia quello basato su cambio di direzione, entrambi affiancati dalla pliometria, sembrano aver portato a un percorso di adattamento percettivo analogo, coerente con un aumento della tolleranza al carico allenante nel corso delle settimane.

Stato di recupero (Total Quality Recovery)

L'andamento della TQR nel corso dell'intervento segue prevalentemente un pattern lineare, indicando un progressivo miglioramento della qualità di recupero percepita nel tempo, a prescindere dal protocollo seguito.

È emersa però una differenza tra i due gruppi: il Gruppo COD ha riportato valori medi di TQR costantemente più alti rispetto al Gruppo Pesi lungo tutto il periodo osservato, senza che questa differenza cambiasse in modo significativo nel tempo. Ciò suggerisce che il lavoro con sovraccarichi, pur producendo adattamenti di forza più marcati, possa essere stato percepito come più impegnativo dal punto di vista del recupero rispetto al lavoro basato su cambio di direzione. Questa lettura è coerente con la natura dei due stimoli: l'allenamento con carichi elevati comporta generalmente uno stress meccanico e neuromuscolare maggiore, che può tradursi in una percezione di recupero meno favorevole rispetto a un lavoro orientato prevalentemente al cambio di direzione.

Limiti dello studio

I risultati devono essere interpretati considerando alcune limitazioni. Innanzitutto, la numerosità campionaria ridotta limita la generalizzabilità dei risultati e potrebbe aver influenzato la capacità di rilevare differenze statisticamente significative tra i due protocolli, in particolare nel test di agilità. Inoltre, la durata dell'intervento, pari a sei settimane, rappresenta un periodo relativamente breve e non consente di stabilire se gli adattamenti osservati possano essere mantenuti nel lungo periodo.

Un ulteriore elemento riguarda la popolazione considerata, composta da soggetti dilettanti. I risultati ottenuti non possono quindi essere automaticamente estesi a popolazioni con caratteristiche differenti, come atleti professionisti o soggetti non allenati. Studi futuri potrebbero ampliare la numerosità del campione, aumentare la durata dell'intervento e includere popolazioni caratterizzate da differenti livelli di esperienza nell'allenamento.

8. CONCLUSIONI

Nel complesso, i risultati del presente studio supportano l'ipotesi generale secondo cui entrambi i protocolli di allenamento possano determinare miglioramenti nelle capacità neuromuscolari e prestative dopo sei settimane di intervento. La presenza della componente pliometrica in entrambi i programmi sembra infatti essere compatibile con i miglioramenti osservati nella forza esplosiva e nella velocità.

Allo stesso tempo, i risultati evidenziano che la diversa natura dello stimolo principale può determinare adattamenti differenti. Il protocollo forza + pliometria ha prodotto miglioramenti maggiormente marcati nella forza massima, nel CMJ e nello sprint sui 30 metri, mentre il protocollo COD + pliometria ha mostrato una maggiore riduzione percentuale del tempo nel test di agilità, senza tuttavia evidenziare una superiorità statisticamente significativa rispetto al Gruppo pesi.

Pertanto, i risultati sembrano confermare il ruolo della specificità dello stimolo allenante nel determinare gli adattamenti prestativi e suggeriscono che l'integrazione della pliometria con differenti modalità di allenamento possa rappresentare una strategia utile per orientare gli adattamenti verso specifiche componenti della prestazione fisica.

BIBLIOGRAFIA

- Asimakidis, A., Ramirez-Campillo, R., Moran, J., et al. (2024). Assessment of strength and power characteristics in soccer players: A systematic review. *Sports Medicine*, 54, 1385-1412.
- Broadbent, D. P., Causer, J., Williams, A. M., & Ford, P. R. (2015). Perceptual-cognitive skill training and its transfer to expert performance in sport. *Frontiers in Psychology*, 6, 328.
- Deci, E. L., & Ryan, R. M. (2000). The "what" and "why" of goal pursuits: Human needs and the self-determination of behavior. *Psychological Inquiry*, 11(4), 227-268.
- Impellizzeri, F. M., Marcora, S. M., & Coutts, A. J. (2020). Internal and external training load monitoring: Concepts and applications in football. (Inserisci il riferimento bibliografico esatto del testo o capitolo che utilizzerai).
- Memmert, D. (2015). *Teaching Tactical Creativity in Sport: Research and Practice*. Routledge.
- Sarmiento, H., et al. (2024). Physical, physiological, technical and tactical demands of elite soccer: An umbrella review. *Sports Medicine*, 54, 2279-2310.
- Silva, H., et al. (2023). Acceleration and deceleration demands during training and competition in football: A systematic review. *Biology of Sport*, 40, 455-470.
- Suchomel, T. J., Nimphius, S., & Stone, M. H. (2018). The importance of muscular strength in athletic performance. *Sports Medicine*, 48(4), 765-785.
- Vestberg, T., Reinebo, G., Maurex, L., Ingvar, M., & Petrovic, P. (2017). Core executive functions are associated with success in young elite soccer players. *PLOS ONE*, 12(2), e0170845.
- Weinberg, R. S., & Gould, D. (2019). *Foundations of Sport and Exercise Psychology* (7th ed.). Human Kinetics.
- Williams, A. M., & Ford, P. R. (2008). Expertise and expert performance in sport. *International Review of Sport and Exercise Psychology*, 1(1), 4-18.
- Ferretti, F., & Arcelli, E. (2011). *L'allenamento fisico nel calcio. Concetti e principi metodologici*. Milano: Correre Edizioni
- Impellizzeri, F. M., Rampinini, E., Coutts, A. J., Sassi, A., & Marcora, S. M. (2004). Use of RPE-based training load in soccer. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 36(6), 1042-1047.
- Osgnach, C., Poser, S., Bernardini, R., Rinaldo, R., & di Prampero, P. E. (2010). Energy cost and metabolic power in elite soccer: A new match analysis approach. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 42(1), 170-178.
- Oliva-Lozano, J. M., et al. (2023). Position-specific match physical demands in professional football: A systematic review.

- Gualtieri, A., Rampinini, E., Dello Iacono, A., & Beato, M. (2023). High-speed running and sprinting in professional adult soccer: Current thresholds definition, match demands and training strategies. A systematic review. *Frontiers in Sports and Active Living*, 5.
- Rico-González, M., et al. (2022). Current trends and future directions in GPS and tracking technologies in football.
- Comfort, P., Dos'Santos, T., Thomas, C., et al. (2019). Strength and Conditioning for Soccer.
- Contreras, B., et al. (2017). Effects of Hip Thrust versus Back Squat on Performance in Adolescent Male Soccer Players. *Journal of Strength and Conditioning Research*.
- Cormie, P., McGuigan, M. R., & Newton, R. U. (2011a). Developing maximal neuromuscular power: Part 1. *Sports Medicine*.
- Cormie, P., McGuigan, M. R., & Newton, R. U. (2011b). Developing maximal neuromuscular power: Part 2. *Sports Medicine*.
- Seitz, L. B., & Haff, G. G. (2016). Factors Modulating Post-Activation Potentiation. *Sports Medicine*.
- Van Dyk, N., et al. (2019). Including the Nordic Hamstring Exercise in Injury Prevention Programmes Halves the Rate of Hamstring Injuries. *British Journal of Sports Medicine*.
- Weakley, J., et al. (2021). Velocity-Based Training: From Theory to Application. *Strength & Conditioning Journal*.
- Asadi, A., et al. (2016). Effects of Plyometric Training on Explosive Performance: A Systematic Review. *Journal of Human Kinetics*.
- Cross, M. R., Samozino, P., Brown, S. R., et al. (2018). Optimal loading for maximizing power during sled-resisted sprinting. *International Journal of Sports Physiology and Performance*.
- Komi, P. V. (2000). Stretch-shortening cycle: A powerful model to study normal and fatigued muscle. *Journal of Biomechanics*.
- Markovic, G. (2007). Does plyometric training improve vertical jump height? A meta-analytical review. *British Journal of Sports Medicine*.
- Markovic, G., & Mikulic, P. (2010). Neuro-musculoskeletal and performance adaptations to lower-extremity plyometric training. *Sports Medicine*.
- Moran, J., et al. (2023). Effects of Plyometric Training on Physical Performance in Soccer Players: An Updated Systematic Review.
- Petrakos, G., Morin, J.-B., & Egan, B. (2016). Resisted Sled Sprint Training to Improve Sprint Performance: A Systematic Review. *Sports Medicine*.

- Ramírez-Campillo, R., et al. (2022). Plyometric Jump Training in Soccer: A Systematic Review and Meta-analysis. Sports Medicine.
- Dos'Santos, T., Thomas, C., Jones, P. A., & Comfort, P. (2018). Biomechanical determinants of change of direction performance: A review. Sports Medicine.
- Falch, H. N., et al. (2019). Relationship between strength and change of direction performance in athletes: A systematic review. Sports Medicine.
- Freitas, T. T., et al. (2021). Change of direction training in team sports: A systematic review. Journal of Sports Sciences.
- Sheppard, J. M., & Young, W. B. (2006). Agility literature review: Classifications, training and testing. Journal of Sports Sciences.
- Young, W. B., Dawson, B., & Henry, G. J. (2015). Agility and change-of-direction speed are independent skills. International Journal of Sports Science & Coaching.
- Atkinson, G., & Nevill, A. M. (1998). Statistical methods for assessing measurement error (reliability) in variables relevant to sports medicine. Sports Medicine.
- Bishop, C., Turner, A., Read, P., et al. (2021). Interpreting change in athletic performance: A practical framework for practitioners. Strength & Conditioning Journal.
- Impellizzeri, F. M., & Marcora, S. M. (2009). Test validation in sport physiology: Lessons from football. (oppure altri lavori di Impellizzeri sul monitoraggio e la valutazione).
- McGuigan, M. (2017). Monitoring Training and Performance in Athletes. Human Kinetics.
- Turner, A. N., Bishop, C., Comfort, P., et al. (2022). Testing and Monitoring in Sport: Principles and Applications.
- Morin, J.-B., et al. (2012). *Mechanical determinants of sprint acceleration performance*. Medicine & Science in Sports & Exercise.
- Faude, O., Koch, T., & Meyer, T. (2012). *Straight sprinting is the most frequent action in goal situations in professional football*. Journal of Sports Sciences.
- Buchheit, M. (2008). *The 30-15 Intermittent Fitness Test: accuracy for individualizing interval training of young intermittent sport players*. Journal of Strength and Conditioning Research.
- Dos'Santos, T., Thomas, C., Comfort, P., & Jones, P. A. (2019). *The effect of angle and velocity on change of direction biomechanics*. Journal of Sports Sciences.
- Krustup, P., Mohr, M., Amstrup, T., et al. (2003). *The Yo-Yo intermittent recovery test: physiological response, reliability, and validity*. Medicine & Science in Sports & Exercise.
- Dos'Santos, T., Thomas, C., Jones, P. A., & Comfort, P. (2018). *Mechanical determinants of change of direction performance in athletes*. Sports Medicine.

- Halson, S. L. (2014). Monitoring Training Load to Understand Fatigue in Athletes. *Sports Medicine*, 44(Suppl 2), S139-S147.
- Afonso, P., Forte, P., Branquinho, L., Ferraz, R., Garrido, N. D., & Teixeira, J. E. (2025). Shaping Training Load, Technical-Tactical Behaviour, and Well-Being in Football: A Systematic Review. *Sports*, 13(8), 244.
- Impellizzeri, F. M., Marcora, S. M., & Coutts, A. J. (2019). Internal and External Training Load: 15 Years On. *International Journal of Sports Physiology and Performance*.
- Bourdon, P. C., Cardinale, M., Murray, A., Gustin, P., Kellmann, M., Varley, M. C., Gabbett, T. J., Coutts, A. J., Burgess, D. J., Gregson, W., & Cable, N. T. (2017). Monitoring Athlete Training Loads: Consensus Statement. *International Journal of Sports Physiology and Performance*.
- Kenttä, G., & Hassmén, P. (1998). Overtraining and recovery. A conceptual model. *Sports Medicine*, 26(1), 1-16.
- Moalla, W., Fessi, M. S., Farhat, F., Nour, S., Wong, D. P., & Dupont, G. (2016). Relationship between daily training load and psychometric status of professional soccer players. *Research in Sports Medicine*, 24(4), 387-394.
- Foster, C., Florhaug, J. A., Franklin, J., Gottschall, L., Hrovatin, L. A., Parker, S., Dolesh, P., & Dodge, C. (2001). A new approach to monitoring exercise training. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 15(1), 109-115.

RINGRAZIAMENTI

Arrivato alla fine di questo percorso, mi fermo un momento a pensare a tutte le persone che, in modi diversi, hanno contribuito a portarmi fino a qui. Questa tesi porta il mio nome, ma dentro queste pagine c'è anche una parte di tutte loro.

Alla mia famiglia.

A mamma e papà, grazie per esserci sempre stati, per avermi sostenuto in ogni scelta e per avermi dato la possibilità di inseguire ciò che desideravo. Grazie per la pazienza, per i sacrifici e per aver creduto in me anche nei momenti in cui magari ero io il primo a non farlo. So che dietro ogni mio traguardo c'è anche una parte di tutto quello che avete fatto per me.

A mio fratello, grazie per esserci sempre stato in questo mio percorso, anche nelle piccole cose, per tutti i favori, le stampe, gli aiuti dell'ultimo minuto e per tutte quelle volte in cui, magari senza nemmeno farci troppo caso, mi hai dato una mano durante questo percorso. Sono tutte piccole cose che, messe insieme, hanno avuto un valore enorme.

Ora che anche tu hai iniziato il tuo percorso universitario, spero che possa essere bello e importante almeno quanto lo è stato per me. Ti auguro di viverlo fino in fondo, di affrontare le difficoltà senza mollare e di toglierti tutte le soddisfazioni che meriti.

Ti voglio bene e spero di poter essere per te almeno una parte del sostegno che tu sei stato per me. Questo traguardo è anche vostro.

Ai miei nonni.

Alle mie nonne, grazie per l'affetto, la presenza e per tutto quello che mi avete trasmesso nel corso degli anni.

Ai miei nonni che oggi non possono essere qui fisicamente, ma che sento comunque parte di questo momento: mi sarebbe piaciuto potervi vedere assistere a questo traguardo. Sono sicuro che sareste stati orgogliosi di me. Vi porto con me, in questo giorno e in tutto quello che verrà.

Agli amici.

A tutti gli amici che hanno condiviso con me questi anni, sia quelli conosciuti all'università sia quelli che fanno parte della mia vita da molto prima. Grazie per le giornate passate insieme, per le risate, per le serate, per le chiacchiere e anche per quei momenti in cui, magari senza nemmeno rendervene conto, siete riusciti a rendere più leggere le giornate più difficili.

L'università mi ha dato tanto, ma una delle cose più belle che mi lascia sono sicuramente le persone che ho incontrato lungo il percorso. E agli amici che invece mi accompagnano da anni, grazie per esserci stati anche mentre la mia vita cambiava e io crescevo.

Al mio relatore, grazie per la disponibilità, la pazienza e per avermi accompagnato nella realizzazione di questo lavoro. Grazie per avermi dato la possibilità di concludere questo percorso con una tesi che rappresenta non soltanto il termine dei miei studi, ma anche qualcosa che sento profondamente vicino a quello che voglio fare nel futuro.

A tutti i professori che mi hanno accompagnato in questo percorso e che mi hanno aiutato a modo loro a capire la strada da intraprendere migliore per me.

Un grazie a chi mi ha accompagnato per la maggior parte di questo percorso condividendo anni fondamentali della mia vita. Sei stata una parte importante di questo cammino, mi hai sostenuto, incoraggiato e visto crescere mentre cercavo di costruire il mio futuro. Anche se oggi le nostre strade sono diverse, non posso dimenticare quanto tu abbia contribuito a rendere possibile questo traguardo. Per questo, in un giorno così importante per me, un piccolo spazio è anche per te.

Infine, voglio ringraziare me stesso.

Forse è il ringraziamento più strano da scrivere, ma credo sia anche quello che sento maggiormente in questo momento. In questi anni ho fatto tante cose, ho preso decisioni, ho cambiato direzione, ho avuto momenti in cui tutto sembrava andare nel verso giusto e altri in cui ho dovuto rimboccarmi le maniche e ricominciare. Ho studiato, lavorato, giocato a calcio, allenato, fatto esperienze che mai avrei pensato di vivere e, soprattutto, ho continuato a cercare la mia strada.

Non è stato sempre semplice conciliare tutto, ma ogni esperienza mi ha lasciato qualcosa e mi ha portato, passo dopo passo, verso quello che oggi voglio diventare.

Per questo, più che ringraziarmi per il risultato, voglio ringraziarmi per non aver smesso di provarci.

Questa tesi chiude un capitolo importante della mia vita, ma non rappresenta un punto di arrivo. È semplicemente l'inizio di qualcosa di nuovo, di una strada che spero di poter percorrere facendo ciò che amo.

Grazie a tutti voi che, in un modo o nell'altro, avete fatto parte del mio percorso.