

ALMA MATER STUDIORUM – UNIVERSITA' di BOLOGNA
SCUOLA di FARMACIA, BIOTECNOLOGIE e SCIENZE MOTORIE

Corso di laurea in Scienze Motorie

TESI di LAUREA
in
Teoria e Didattica degli sport di squadra

LA “COSTRUZIONE” DELLA FORZA MUSCOLARE
NEL PORTIERE DI CALCIO DEL SETTORE GIOVANILE

Relatore:
Chiar.mo Prof. Christian Ferrante

Candidato:
Luca Malaguti
(matr. 0000600110)

Anno accademico 2012-2013
Sessione Terza

INDICE

| | | |
|--|------|----|
| Abstract | Pag. | 3 |
| Introduzione | “ | 4 |
| Capitolo 1 - IL MUSCOLO SCHELETRICO | | |
| 1.1 Struttura del muscolo scheletrico | “ | 5 |
| 1.2 Anatomia delle fibre muscolari | “ | 6 |
| 1.3 Meccanica muscolare | “ | 9 |
| 1.4 Innervazione del muscolo scheletrico | “ | 12 |
| 1.5 Tipi di fibre muscolari | “ | 14 |
| 1.6 Tipi di contrazione muscolare | “ | 16 |
| 1.7 Fattori condizionanti la forza | “ | 17 |
| Capitolo 2 - LA FORZA MUSCOLARE IN ETA' EVOLUTIVA | | |
| 2.1 Principi generali della forza in età giovanile | “ | 20 |
| 2.2 Linee guida per l'allenamento della forza nei giovani | “ | 28 |
| 2.3 Rischi nell'allenamento della forza nei giovani .. | “ | 29 |
| Capitolo 3 - IL PORTIERE DI CALCIO E LA FORZA MUSCOLARE | | |
| 3.1 Modello di prestazione del portiere di calcio | “ | 31 |
| 3.2 La forza del portiere | “ | 32 |
| 3.3 Sistema energetico del portiere | “ | 35 |
| 3.4 Perché allenare la forza nei giovani portieri | “ | 36 |
| 3.5 Mezzi di allenamento della forza per portieri in età evolutiva ... | “ | 37 |
| Capitolo 4 – LA FORZA NEI GIOVANI PORTIERI: RICERCHE SCIENTIFICHE | | |
| 4.1 Test sul campo: forza esplosiva | “ | 48 |
| 4.2 L'allenamento pliometrico del portiere | “ | 53 |
| 4.2.1 Pliometria: test sul campo | “ | 57 |
| 4.3 Correlazione tra forza, velocità e salto nei giovani portieri | “ | 61 |
| 4.4 Relazioni tra l'allenamento di forza e la prestazione nei giovani portieri | “ | 62 |
| Conclusioni | “ | 65 |
| Bibliografia | “ | 66 |

ABSTRACT

Il portiere di calcio è un ruolo in cui è richiesto un intenso lavoro muscolare, soprattutto dei muscoli degli arti inferiori, durante l'esecuzione dei gesti tecnici tipici del ruolo, i quali devono essere resi propri con l'allenamento settimanale per poi essere messi in pratica nel contesto della partita. Pertanto, uno degli obiettivi dei preparatori che lavorano con i portieri è quello di ottenere informazioni rilevanti sulle caratteristiche fisiche e quindi sull'anatomia e la fisiologia umana, al fine di programmare al meglio il proprio lavoro e non incorrere in errori che potrebbero poi andare a danneggiare le prestazioni del portiere.

E' necessario quindi per una migliore pianificazione della stagione e per raggiungere gli obiettivi prefissati, affidarsi a dati scientifici derivanti da studi sul ruolo e dalla match analysis da cui estrapolare gli scout di gara sui quali poi andare ad impostare ed adattare le metodologie di allenamento.

Gli interventi in cui è chiamato in causa il portiere sono pochi e di grande intensità e richiedono tensioni muscolari altissime, per cui è da tutti riconosciuta l'importanza del miglioramento dei vari parametri di forza. Lavorare nel settore giovanile è un compito molto arduo in quanto i preparatori si trovano ad avere a che fare con un individuo sempre in continuo cambiamento sia dal punto di vista fisico che psico-sociale.

La competenza e la professionalità in questo settore devono essere sicuramente superiori rispetto al lavoro con gli adulti. I contenuti dell'allenamento di un giovane non possono, e non devono, essere gli stessi di un adulto, in quanto il giovane non è un adulto in miniatura, pertanto, noi preparatori di settore giovanile col nostro lavoro dobbiamo aiutare, sostenere e accompagnare la crescita armonica dei nostri ragazzi. In questo quadro la forza riveste un ruolo fondamentale, a patto che sia allenata in modo adeguato alle esigenze dei giovani atleti.

Un allenamento di forza appropriato e supervisionato può offrire vantaggi notevoli per bambini e adolescenti. Prima di parlare in modo più specifico sulla costruzione della forza muscolare nel portiere in ambito giovanile, ritengo doveroso e fondamentale analizzare in termini più generali come avviene il movimento umano, e quindi prendere in esame aspetti anatomici e fisiologici del muscolo scheletrico. Senza queste conoscenze scientifiche di base è difficile poi operare bene sul campo; troppo spesso si vedono realtà in cui ragazzi in età evolutiva non sono affiancati da figure professionali preparate e con laurea in Scienze Motorie. Così facendo si fa il male del ragazzo oggi e dell'uomo adulto domani.

In questa tesi approfondirò poi la progressione di lavoro da utilizzare con giovani portieri, dalla prima età scolare fino alla maggiore età per quel che concerne la costruzione della forza muscolare, il tutto avvalorato da risultati provenienti da ricerche scientifiche svolte sul campo.

DEFINIZIONI DI FORZA MUSCOLARE

La forza muscolare rappresenta la qualità condizionale di base, necessaria per migliorare qualsiasi altra qualità muscolare e per eccellere in qualsiasi gesto atletico. Ecco, come diversi grandi autori definiscono la forza muscolare:

Per capacità di forza, si deve intendere la capacità dell'uomo di vincere o di contrastare un'opposizione grazie alla sua attività muscolare (Platonov).

La forza è la capacità posseduta dal muscolo umano di sviluppare tensioni utili a superare o ad opporsi a resistenze esterne (Vittori, 1978).

La forza è definita come la capacità del muscolo scheletrico di produrre tensione nelle varie manifestazioni (Verchosanskij, 1970).

Capitolo 1 - IL MUSCOLO SCHELETRICO

1.1) STRUTTURA DEL MUSCOLO SCHELETRICO

Il corpo umano contiene circa 600 muscoli, ossia circa il 50% del peso totale del corpo.

Le cellule muscolari sono capaci di sviluppare tensione e di contrarsi, cioè di accorciarsi. Attraverso la loro capacità altamente sviluppata di contrarsi, gruppi di cellule muscolari che cooperano all'interno di un muscolo scheletrico sono capaci di produrre movimento esercitando una trazione sui segmenti scheletrici su cui sono inseriti tramite tendini, determinando l'avvicinamento dei capi ossei.

Il muscolo scheletrico è un muscolo striato volontario, ossia quando lo si osserva al microscopio ottico presenta striature, bande chiare (bande I) e bande scure (bande A) alternativamente ripetute ed è innervato dal sistema nervoso somatico e quindi soggetto al controllo volontario.

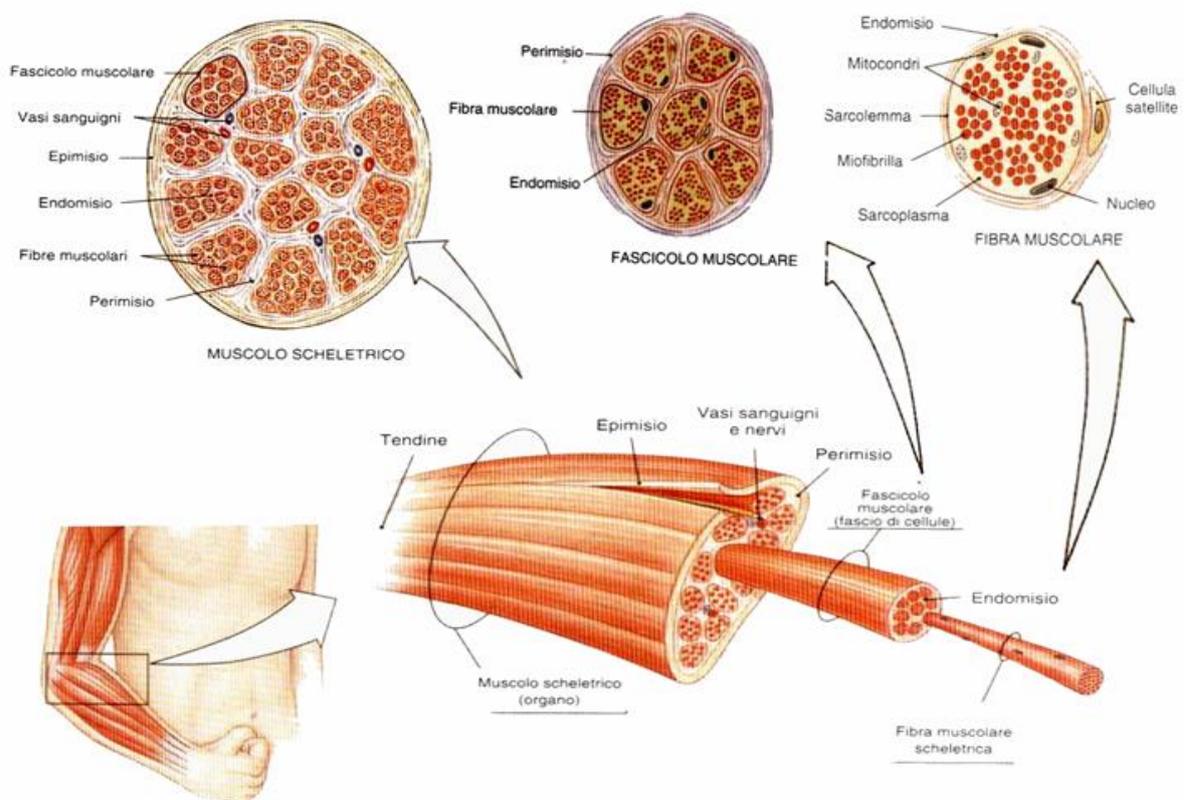
Il muscolo è costituito da due parti ben distinte: il ventre muscolare, di colore rosso, contrattile, che rappresenta la parte attiva e termina alle due estremità con cordoni molto resistenti e leggermente elastici (possono allungarsi solo di circa il 6% della propria lunghezza senza danno) detti tendini, di colore bianco, che servono all'inserzione del muscolo sui segmenti scheletrici.

Le ossa costituiscono la componente passiva del movimento, mentre i muscoli scheletrici rappresentano la componente attiva, in quanto possiedono la capacità di contrarsi sotto stimolo nervoso e di generare forza motrice.

Il muscolo scheletrico è formato da un insieme di cellule piuttosto lunghe, cilindriche e con estremità fusiformi, chiamate fibre muscolari, raggruppate in fascicoli (fascicolo muscolare) ed avvolte da tessuto connettivo. Tra un fascicolo e l'altro decorrono fibre elastiche, nervi e vasi sanguigni, che si ramificano per distribuirsi alle varie cellule muscolari. L'intera massa muscolare è rivestita da una guaina di connettivo fibro-elastico detta epimisio (guaina che riveste l'intero muscolo), che ha il compito di contenerlo e proteggerlo durante l'esecuzione del movimento. Questa guaina si addentra nel ventre muscolare a costituire il perimisio (guaina che riveste i fasci di fibre muscolari) e l'endomisio (guaina che riveste le singole fibre muscolari); così ogni fascicolo è rivestito da una membrana di connettivo lasso detta perimisio, mentre ogni singola cellula muscolare è rivestita da una delicata membrana connettivale detta endomisio. Ogni fibra muscolare è composta a sua volta da numerose miofibrille; ogni miofibrilla è costituita da filamenti spessi (miosina) e filamenti sottili (actina).

Pertanto i livelli di organizzazione in un muscolo scheletrico possono essere riassunti come segue:

Muscolo intero -> fasci muscolari -> fibra muscolare -> miofibrilla -> filamenti spessi e sottili -> miosina e actina.



1.2) ANATOMIA DELLE FIBRE MUSCOLARI

Un muscolo scheletrico è costituito da numerose fibre muscolari disposte parallelamente l'una all'altra e riunite da tessuto connettivo.

Le fibre muscolari, al pari delle altre cellule dell'organismo, sono circondate da una membrana plasmatica, chiamata sarcolemma, la quale racchiude il sarcoplasma (citoplasma).

La massa delle fibre muscolari è per il 75% rappresentata da acqua e il restante 25% è quasi completamente costituito da proteine.

All'interno della cellula muscolare notiamo innanzitutto numerosi nuclei. Ogni fibra muscolare, infatti, deriva dall'unione di molteplici cellule, dette mioblasti, che si fondono insieme durante lo sviluppo embrionale.

Vi sono inoltre numerosi mitocondri, organelli deputati alla produzione dell'energia (ATP) necessaria per la contrazione del muscolo.

Sempre nel citoplasma vi è la presenza di granuli sparsi di glicogeno (substrato energetico di riserva), gocce lipidiche (riserva di energia) e mioglobina (proteina deputata al trasporto e all'immagazzinamento dell'ossigeno).

Ogni fibra muscolare è formata da circa 1000 miofibrille, elementi contrattili disposti in parallelo e avvolte dal reticolo sarcoplasmatico, un sistema complesso di vescicole e tubuli con lo scopo di accumulare il calcio necessario per la contrazione.

Le miofibrille sono a loro volta composte da mio filamenti paralleli di due tipi: spessi (miosina) e sottili (actina). Si può inoltre osservare una caratteristica striatura lungo l'asse maggiore della miofibrilla, dovuta all'alternarsi regolare di bande chiare e scure.

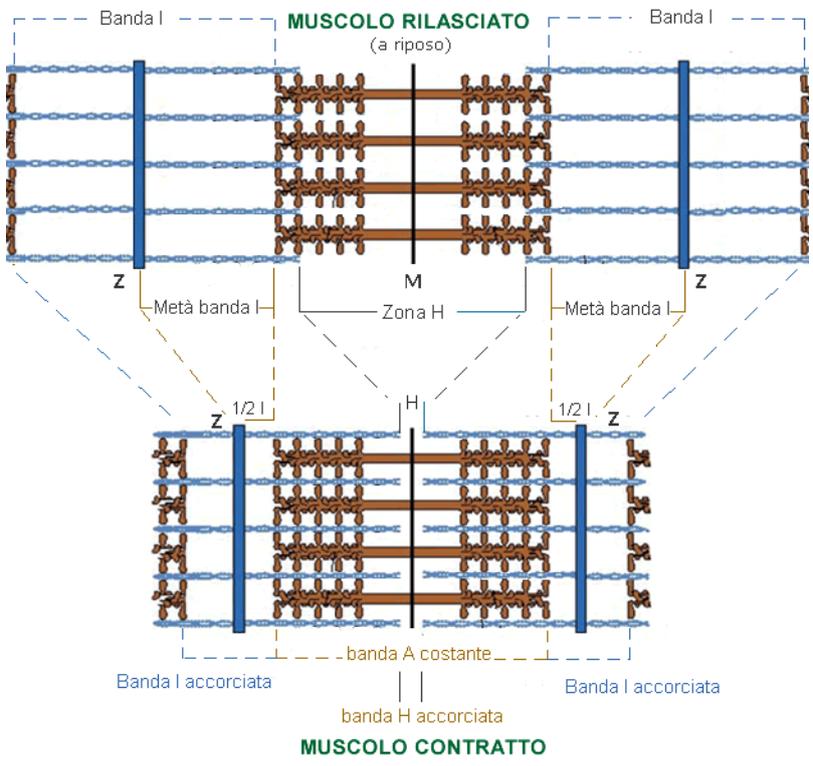
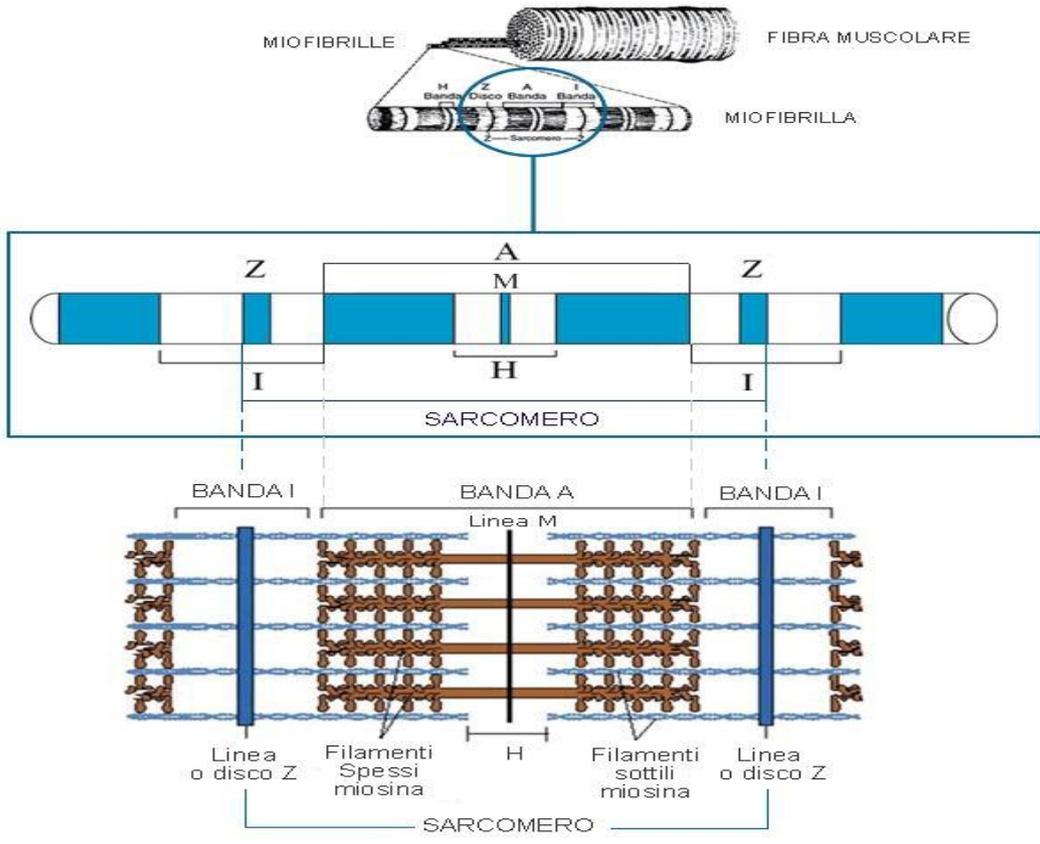
Le bande scure sono dette bande A; le bande chiare sono dette bande I.

I filamenti spessi (miosina) sono localizzati soltanto nella banda A e si estendono per l'intera larghezza della banda. Una banda A è costituita da una serie di filamenti spessi impilati insieme alle parti dei filamenti sottili sovrapposte a entrambe le estremità dei filamenti spessi. Una banda I è costituita dalla porzione restante dei filamenti sottili (actina) che non si protendono nella banda A. Ciascuna banda I risulta divisa in due da una linea Z. Il tratto di miofibrilla compreso tra due linee Z adiacenti prende il nome di sarcomero, unità strutturale e funzionale della miofibrilla, vale a dire la più piccola unità del muscolo in grado di contrarsi.

Osservato al microscopio, ogni sarcomero appare formato da un fascio di filamenti, disposti longitudinalmente e paralleli tra loro. Le componenti di questi mio filamenti sono due proteine, chiamate actina e miosina. Al centro di ciascun sarcomero è presente circa un migliaio di filamenti spessi, costituiti da miosina. Alle loro estremità, queste molecole traggono rapporti con filamenti sottili, costituiti da un'altra proteina, l'actina.

Questa complessa struttura sta alla base della contrazione muscolare, resa possibile dallo scorrimento dei filamenti sottili su quelli spessi.

Durante la contrazione, il sarcomero si accorcia per avvicinamento dei due filamenti Z: mentre la lunghezza dei filamenti e della banda A rimane invariata si ha una riduzione della banda I e della banda H. La generalizzazione del fenomeno determina l'accorciamento di miofibrille, delle fibre muscolari, dei fascicoli e dell'intero muscolo.



1.3) MECCANICA MUSCOLARE

La miosina è il motore delle miofibrille. Le sue catene proteiche si intrecciano a formare una coda terminale, rigida, a spirale con le due teste che si espongono da un' estremità. Le teste globulari della miosina formano i ponti trasversali che mediano l'interazione con i filamenti sottili di actina, quali fungono da "funi".

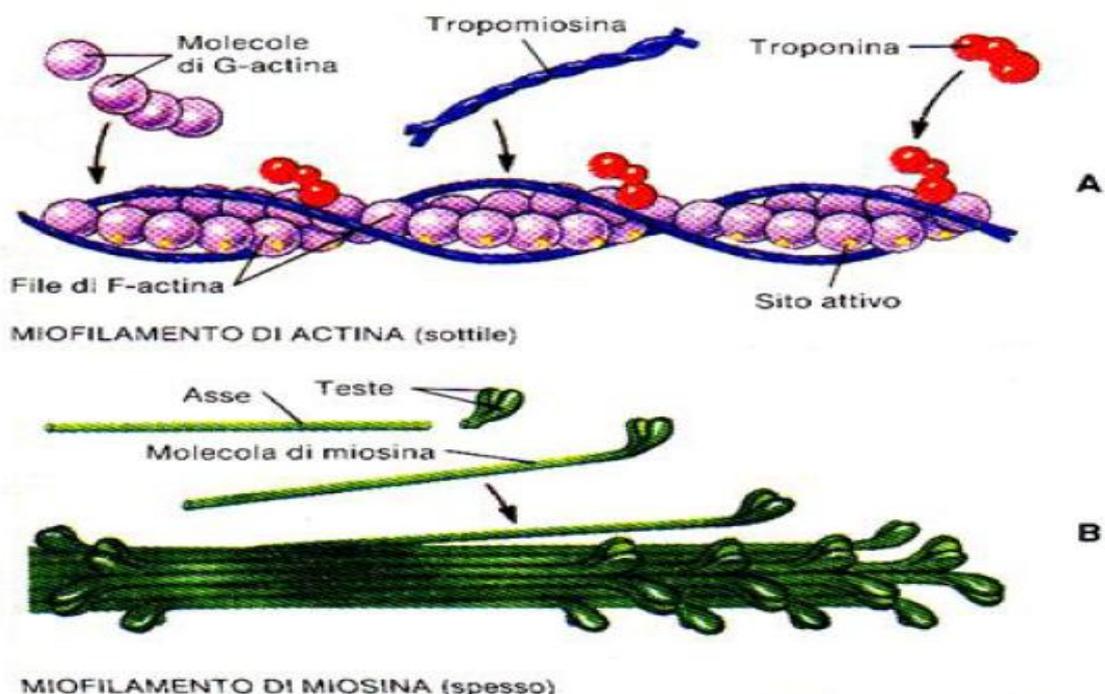
Ogni molecola della miosina presenta due siti di legame, uno per una molecola di ATP ed uno per l'actina. La sua attività ATPasica le consente di idrolizzare l'ATP ad ADP + Pi (fosfato inorganico) e di utilizzare l'energia così sviluppata per generare il movimento.

Il fenomeno della contrazione può essere diviso in due fasi: aggancio e formazione dei ponti trasversali tra filamenti spessi e sottili e il successivo scorrimento dei filamenti.

I filamenti sottili sono costituiti da tre proteine: actina, tropomiosina e troponina.

L'actina, principale proteina strutturale del filamento sottile è di forma simile a una sfera (G-actina). Molte di queste molecole si associano tra loro per comporre lunghi e sottili granuli (F-actina).

Due di queste catene si avvolgono elicodalmemente l'una sull'altra, come due collane di perle, dando origine al filamento sottile. Ogni molecola di G-actina contiene un sito di legame per la testa della miosina, che, in condizioni di riposo, si trova di fatto bloccato da due proteine: i filamenti sottili sono infatti costituiti, oltre che dall'actina, da tropomiosina e troponina.



Tropomiosina che nel muscolo a riposo impedisce il contatto tra molecole di G-actina e le rispettive teste di miosina, mantenendo il muscolo rilassato.

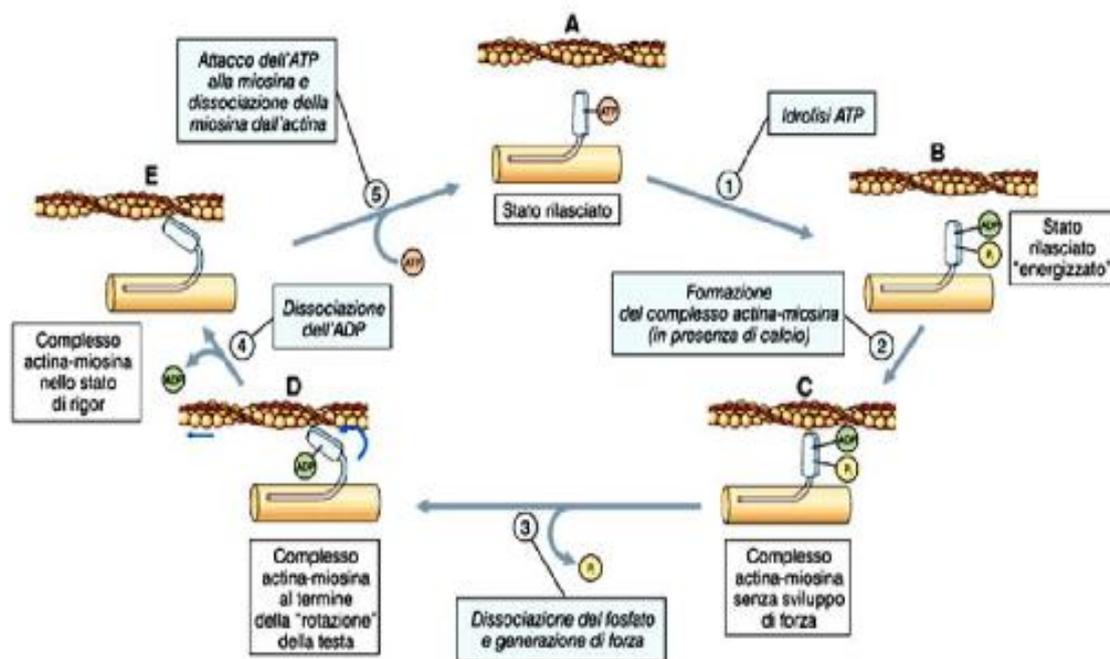
Troponina che quando lega il calcio, responsabile della formazione dei ponti trasversi, cambia la propria conformazione e sposta la tropomiosina permettendo l'aggancio con la miosina e quindi la loro interazione per indurre la contrazione muscolare.

L'interazione tra actina e miosina a livello dei ponti trasversali miosinici induce la contrazione muscolare mediante il meccanismo di scorrimento dei filamenti.

Il tutto avviene con un ciclo di eventi molecolari, vediamo ora le varie fasi:

1. Nella fibra muscolare rilasciata non è possibile l'interazione con i ponti trasversali perché i siti sull'actina sono fisicamente ostruiti dal complesso troponina-tropomiosina. La testa della miosina è posizionata circa a 90° rispetto all'actina;
2. L'ancoraggio dell'ATP nella specifica sede di legame sulla testa della miosina porta al distacco di quest'ultima dalla molecola di G-actina;
3. L'ATP, legata alla testa miosinica, viene idrolizzata ad ADP e fosfato inorganico (Pi), entrambi i prodotti rimangono strettamente collegati alla miosina che perciò ha un alto livello energetico nel ponte trasversale che si trova ora in uno stato rilasciato energizzato;
4. La testa della miosina si lega con l'actina senza generazione di forza; il tutto può avvenire grazie alla liberazione del calcio da parte del reticolo sarcoplasmatico che scansando lievemente le molecole di troponina e tropomiosina, espone i siti di legame sulle molecole di G-actina affinché possano legarsi debolmente con i ponti trasversali con un angolo di 90° ;
5. Il rilascio del fosfato inorganico provoca un cambiamento conformazionale nella testa della miosina, che fa un movimento di 45° , ruota per tirare il filamento sottile verso l'interno generando il cosiddetto colpo di forza. Il filamento di actina viene così tirato verso il centro del sarcomero;
6. La testa della miosina si stacca, rilascia anche la molecola di ADP, ma rimane strettamente ancorata all'actina, in uno stato di riposo che dura soltanto pochi istanti, prima che il ciclo ricominci con l'ennesimo legame miosina-ATP. Il ponte trasversale si lega a una molecola di actina più distale e il ciclo si può ripetere.

L'attività dei ponti trasversali tira verso l'interno, verso il centro del sarcomero, i filamenti sottili rispetto ai filamenti spessi stazionari.



Affinchè possa avvenire lo scorrimento dei filamenti è necessario che vi sia molto calcio. Gli ioni calcio si legano alla troponina, la quale è legata alla tropomiosina e quindi provocano lo spostamento del complesso troponina-tropomiosina per esporre il sito di legame dell'actina per il ponte trasversale: avviene così l'interazione tra la testa miosinica e l'actina. Il rilascio degli ioni calcio, responsabili della contrazione muscolare, avviene grazie alla presenza del reticolo sarcoplasmatico, struttura canalicolare a rete, che avvolge completamente ogni fibra muscolare, insidiandosi negli spazi interni tra una miofibrilla e l'altra.

Reticolo sarcoplasmatico in cui è possibile notare due particolari strutture:

- reticoli, formati da canalicoli longitudinali che confluiscono tra loro in strutture tubulari più ampie, chiamate cisterne terminali, che concentrano ioni calcio per poi liberarlo al sopraggiungere di uno stimolo adeguato.
- tubuli trasversi a T, ossia invaginazioni della membrana plasmatica (sarcolemma), strettamente associate alle cisterne terminali. La loro struttura permette la rapida trasmissione del potenziale d'azione all'interno della fibra muscolare.

L'impulso nervoso, originato centralmente e trasportato dai motoneuroni, perviene a livello della placca motrice e si propaga all'interno della fibra muscolare grazie al sistema tubolare membranoso. Il potenziale d'azione e la conseguente depolarizzazione del sarcolemma determinano la liberazione di ioni calcio dalle cisterne terminali del

reticolo sarcoplasmatico. Questi ioni, interagendo con il sistema di regolazione troponina – tropomiosina, provocano la liberazione del sito attivo sull'actina e la conseguente formazione dei ponti actomiosinici.

Una volta esaurito lo stimolo che ha dato origine alla contrazione, e col ritorno degli ioni calcio all'interno del reticolo sarcoplasmatico si sciolgono i ponti actomiosinici e vi è il rilassamento del muscolo.

1.4) INNERVAZIONE DEL MUSCOLO SCHELETRICO

Il muscolo scheletrico è innervato dai motoneuroni: i terminali assonici dei motoneuroni liberano acetilcolina, che causa eccitazione (presenza di un potenziale d'azione in una fibra muscolare) e contrazione delle cellule muscolari.

La contrazione delle fibre muscolari è il risultato di uno stimolo nervoso che percorre un motoneurone alfa sino a raggiungere la placca motrice (o giunzione neuromuscolare o placca neuromuscolare) fra terminazioni dei motoneuroni e fibre muscolari.

La placca neuromuscolare consente la trasmissione dell'impulso nervoso tra una terminazione del nervo motore (assone del motoneurone alfa) ed il muscolo e in risposta a questo stimolo avviene la contrazione muscolare. Le terminazioni finali della fibra nervosa costituiscono il cosiddetto terminale presinaptico. Il loro rapporto con la superficie esterna della fibra muscolare corrispondente (sarcolemma), detta superficie postsinaptica, non è diretto, ma mediato da uno spazio, detto spazio sinaptico.

Affinchè l'impulso superi tale spazio è necessaria la liberazione di un neurotrasmettitore, nello specifico di acetilcolina, da parte del terminale presinaptico; il suo compito è di attraversare lo spazio sinaptico e di consegnare il “messaggio contrattile” alla fibra muscolare. La sinapsi chimica tra nervo e muscolo è chiamata giunzione neuromuscolare.

L'acetilcolina, dopo essere stata riversata nello spazio sinaptico, viene captata da specifici recettori posti sulla superficie postsinaptica.

L'interazione tra acetilcolina e recettore causa un aumento di permeabilità del sarcolemma agli ioni sodio e potassio, da cui risulta una parziale depolarizzazione della membrana postsinaptica. Se tale depolarizzazione è sufficientemente ampia da superare una determinata soglia, si innesca il cosiddetto potenziale d'azione.

Il potenziale d'azione, così generato, si propaga all'interno della cellula e dei tubuli trasversi, grazie all'apertura dei canali del sodio voltaggio dipendenti. L'attivazione di recettori presenti nella membrana di questi tubuli T fa aprire specifici canali per il rilascio del calcio, situati nelle cisterne terminali del reticolo sarcoplasmatico.

Il calcio liberato dalle cisterne diffonde quindi nel citosol, raggiungendo concentrazioni elevate e dando inizio alla contrazione muscolare. La comparsa del calcio in prossimità della troponina provoca la liberazione del sito attivo sull'actina e la conseguente formazione dei ponti actomiosinici.

Quando la concentrazione citoplasmatica di calcio libero scende, lo ione si stacca dalla troponina, ripristinando l'effetto inibitorio del sistema troponina – tropomiosina; la contrazione termina e il muscolo si rilascia in quanto viene a mancare il calcio restituito alle cisterne terminali.

Un singolo motoneurone che viene dal midollo spinale quando si avvicina al muscolo si sfiocca e tutte le fibre muscolari raggiunte da ciascuna terminazione si comportano come un'unica unità funzionale.

Il complesso costituito dal motoneurone alfa, dalla sua fibra efferente (che esce e va alla periferia trasmettendo l'impulso ad alta velocità di conduzione) e dalle fibre muscolari innervate dalle sue terminazioni assoniche, costituisce la più semplice unità neurofunzionale del muscolo, l'unità neuromotoria (o motrice o motoria).

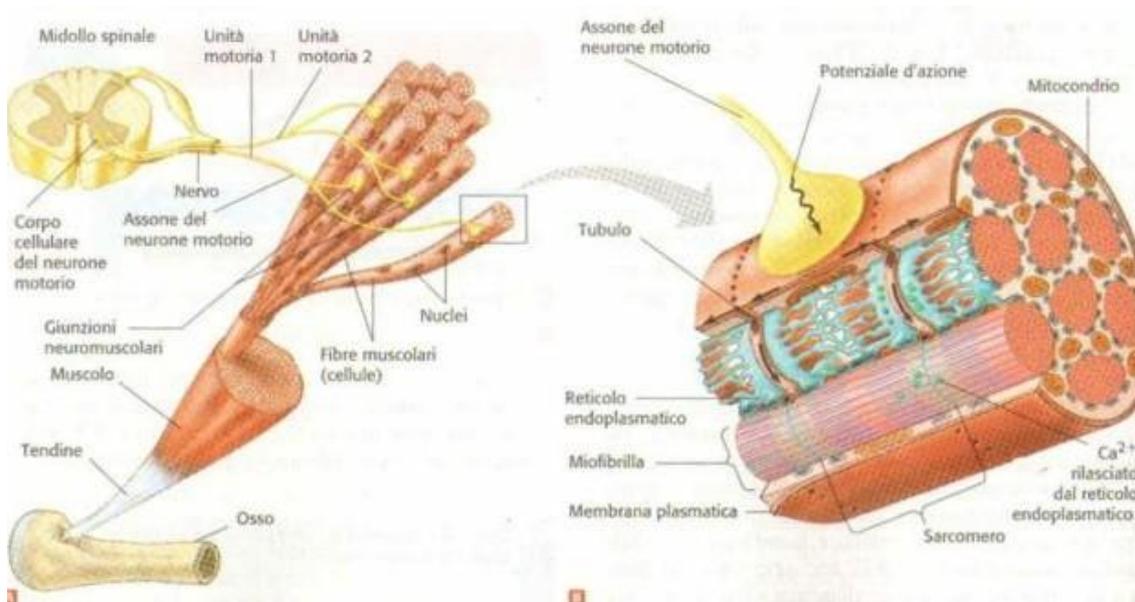
L'unità motoria rappresenta la vera unità funzionale del sistema neuromuscolare e tutte le fibre muscolari dell'unità motoria hanno caratteristiche strutturali, biochimiche e fisiologiche simili. Ogni motoneurone può raggiungere varie fibre muscolari che si contraggono tutte insieme contemporaneamente. In base alla forza sviluppata per contrazioni più forti e in base alla precisione vengono innervate rispettivamente più o meno fibre muscolari.

Le unità motorie differiscono in dimensioni (poche o molte fibre innervate da un motoneurone) e in tipo di fibre (veloci, lente, intermedie). Il numero di fibre muscolari per ogni unità motrice e il numero di unità motrici per ogni muscolo variano a seconda della funzione specifica del muscolo. Nel caso dei muscoli che producono movimenti precisi, delicati, quali i muscoli oculari, una singola unità motrice può contenere soltanto una decina di fibre muscolari. Per contro, nei muscoli destinati all'esecuzione di movimenti potenti, controllati grossolanamente, come quelli degli arti inferiori, una singola unità motrice può contenere 1500-2000 fibre muscolari. Ogni muscolo intero è innervato da numerosi differenti motoneuroni.

Quando entra in un muscolo, un motoneurone si ramifica, e ciascuna terminazione assonica innerva una singola fibra muscolare. Un singolo motoneurone innerva più fibre muscolari in quanto l'assone ha più terminazioni (rapporto 1 a tanti), ma ogni fibra muscolare è innervata da un unico motoneurone. Quando un motoneurone si attiva, tutte le fibre muscolari che esso innerva sono stimulate a contrarsi contemporaneamente.

Per una contrazione debole del muscolo intero, vengono attivate soltanto una o poche unità motrici. Il numero di fibre che si contraggono in un muscolo dipende dall'entità del reclutamento delle unità motrici.

Maggiore è il numero delle fibre che si contraggono, maggiore è la tensione muscolare totale, perciò, per contrazioni forti, vengono reclutate, ossia stimulate a contrarsi, un numero alto di unità motrici (reclutamento).



1.5) TIPI DI FIBRE MUSCOLARI

Esistono tre tipi di fibre muscolari scheletriche, classificate da Burke (1973) e Heuleu (1988) in base alle loro capacità biochimiche:

- fibre ossidative lente (tipo I) (rosse)
- fibre ossidative rapide (tipo IIa intermedie) (bianche)
- fibre glicolitiche rapide (tipo IIb) (bianche)

Le due differenze principali fra questi tipi di fibre sono la loro velocità di contrazione (fibre lente o rapide) e il tipo di meccanismo enzimatico che usano principalmente per la formazione di ATP (fibre ossidative o glicolitiche).

Poiché l'ATP è l'unica fonte energetica che possa essere utilizzata direttamente per la contrazione, deve essere fornita continuamente.

Nel tessuto muscolare sono disponibili immediatamente soltanto riserve limitate di ATP, ma tre vie forniscono ATP aggiuntiva secondo necessità durante la contrazione muscolare:

- il trasferimento di un gruppo fosforico ad alta energia dalla fosfocreatina all'ADP
- la fosforilazione ossidativa (fonte principale in presenza di ossigeno)

- la glicolisi (fonte principale in assenza di ossigeno)

Nell'uomo, la maggior parte dei muscoli contiene una miscela di tutti e tre i tipi di fibre; la percentuale di ciascun tipo in un individuo è determinata da fattori genetici, dal tipo di allenamento, inoltre varia da muscolo a muscolo a seconda del tipo di attività nella quale è più specializzato.

Le fibre rapide presentano un'attività ATPasica (di scissione dell'ATP) miosinica più elevata di quella delle fibre lente. Più elevata è l'attività ATPasica, più elevata è la velocità a cui l'ATP viene scissa e più elevata è la velocità a cui viene resa disponibile l'energia per i cicli dei ponti trasversali. Il risultato è una scossa più rapida, rispetto alle scosse più lente delle fibre che scindono più lentamente l'ATP.

Alla velocità massima, una fibra glicolitica rapida si contrae circa 10 volte più rapidamente di una fibra ossidativa lenta. Perciò, la velocità a cui si contrae un muscolo è determinata da due fattori: il carico (relazione carico-velocità) e l'attività ATPasica miosinica delle fibre in contrazione. I tipi di fibre differiscono anche nella capacità di sintesi dell'ATP. Quelle che hanno una maggiore capacità di sintetizzare ATP sono più resistenti alla fatica.

Alcune fibre sono meglio dotate per la fosforilazione ossidativa, mentre altre fanno affidamento principalmente sulla glicolisi anaerobica per sintetizzare ATP.

Le fibre muscolari ossidative sono più resistenti alla fatica rispetto alle fibre glicolitiche. Dato che un'ossigenazione adeguata è essenziale per sostenere la fosforilazione ossidativa, le fibre ossidative sono copiosamente irrorate da capillari.

Le fibre ossidative, sia lente sia rapide, contengono abbondanti mitocondri, inoltre hanno anche un alto contenuto di mioglobina, la quale, non soltanto aiuta a sostenere la dipendenza delle fibre ossidative da ossigeno, ma conferisce loro un colore rosso, perciò queste fibre muscolari sono dette fibre rosse. Le fibre rapide specializzate nelle glicolisi, per fornire le grandi quantità di glucosio necessarie per la glicolisi, contengono molto glicogeno di riserva.

Dato che le fibre glicolitiche necessitano di una quantità relativamente minore di ossigeno per funzionare, la loro irrorazione capillare è relativamente modesta rispetto a quella delle fibre ossidative. Le fibre glicolitiche contengono pochissima mioglobina e quindi hanno un colore pallido; perciò, sono dette fibre bianche.

1.6) TIPI di CONTRAZIONE MUSCOLARE

Per realizzare il lavoro di forza si distinguono le seguenti forme di tensioni muscolari (Weineck, 2001):

ContraZIONE isometrica

In una contraZIONE isometrica (lavoro muscolare statico) il muscolo non può accorciarsi e quindi la tensione muscolare si sviluppa a lunghezza muscolare costante. Si crea tensione senza accorciamento del muscolo.

Se ad esempio cerchiamo di sollevare un oggetto troppo pesante per noi, il muscolo non può accorciarsi e sollevare l'oggetto, ma mantiene costante la sua lunghezza, benché sviluppi una tensione.

ContraZIONE isotonica

In una contraZIONE isotonica la tensione muscolare rimane costante (carico costante) mentre varia la lunghezza muscolare.

Esistono due tipi di contraZIONI isotoniche: concentriche ed eccentriche.

Nel caso delle contraZIONI isotoniche concentriche (lavoro muscolare superante), il muscolo si accorcia sviluppando tensione. Le inserzioni tendinee estreme del muscolo si avvicinano ed il carico viene spostato o sollevato.

Nel caso delle contraZIONI isotoniche eccentriche (lavoro muscolare cedente), il muscolo si allunga e le inserzioni tendinee estreme del muscolo si allontanano durante la contraZIONE. Il post carico è il peso che il muscolo deve vincere per iniziare ad accorciarsi. La forza costante sviluppata nella contraZIONE isotonica è uguale al postcarico, pertanto una volta che il muscolo raggiunge il postcarico può accorciarsi e la tensione muscolare prodotta (forza contrattile) rimane costante. Più aumenta il postcarico e più si sviluppa forza e più è elevato il carico, minore sarà la velocità di sviluppo della forza.

Quindi la velocità di accorciamento durante una contraZIONE concentrica diminuisce all'aumentare del carico, presumibilmente perché, per sollevare un carico maggiore, i "colpi di forza" dei ponti trasversali devono agire più a lungo.

ContraZIONE isocinetica

La contraZIONE isocinetica si ha quando il muscolo sviluppa il massimo sforzo per tutta l'ampiezza del movimento, accorciandosi a velocità costante (tensione variabile); si ottiene solo con particolari macchine, definite isocinetiche.

1.7) I FATTORI CONDIZIONANTI LA FORZA

Da cosa dipende la forza generata dalle singole unità motorie e quindi la modulazione della forza??

La tensione nel muscolo intero dipende non soltanto dal numero di fibre muscolari che si contraggono, ma anche dalla tensione sviluppata da ciascuna fibra che si contrae.

La forza generata da singole fibre che poi di conseguenza incide sulla forza della contrazione muscolare (tensione), dipende da diversi fattori, quali:

NERVOSI:

- sommazione delle contrazioni (frequenza di stimolazione): contrazioni di maggiore durata e maggiore tensione si possono ottenere mediante la stimolazione ripetuta della fibra. Se la fibra viene stimolata una seconda volta dall'insorgere di un altro potenziale d'azione prima che si sia rilasciata completamente dalla prima scossa, il secondo potenziale d'azione causa una seconda risposta contrattile che si aggiunge alla prima scossa.

Le due scosse prodotte dai due potenziali d'azione si sommano per produrre nella fibra muscolare una tensione maggiore di quella prodotta da un singolo potenziale d'azione; se una fibra muscolare viene stimolata così rapidamente da non avere alcuna possibilità di rilasciamento tra uno stimolo e il successivo, avviene una contrazione prolungata, costante, di forza massima detta contrazione tetanica.

La sommazione delle scosse è determinata da un innalzamento prolungato della concentrazione citosolica (liquido intracellulare) di Ca^{++} .

Questa disponibilità prolungata di calcio nel citosol permette a un maggior numero di ponti trasversali di continuare a partecipare più a lungo al ciclo dei ponti trasversali e di conseguenza sviluppare un corrispondente aumento di tensione.

L'organismo può quindi modulare la forza sommando i potenziali d'azione.

- reclutamento delle unità motorie e del numero quindi di fibre attive: il reclutamento delle unità motorie dipende dal centro motore del muscolo, e dall'interazione tra tutti i motoneuroni del centro. Se incrementiamo il valore del segnale, si attiverà un numero maggiore di motoneuroni perché viene raggiunta la loro soglia.

- sincronizzazione delle unità motorie

- coordinazione intermuscolare (capacità del sistema nervoso di reclutare i muscoli coinvolti nel movimento in maniera efficiente; il potenziale di forza dei singoli muscoli può essere sfruttato pienamente solo se c'è una interazione ottimale di tutti i muscoli coinvolti in un movimento)

- coordinazione intramuscolare (capacità del sistema nervoso di reclutare le fibre muscolari che compongono il singolo muscolo per contrarsi in maniera più efficiente)

STRUTTURALI:

- lunghezza di partenza dei sarcomeri (relazione lunghezza-tensione): la contrazione tetanica massima può essere ottenuta quando una fibra muscolare ha la sua lunghezza ottimale prima dell'inizio della contrazione, perché questo è il punto di sovrapposizione ottimale dei ponti trasversali: i filamenti sottili si sovrappongono in modo ottimale alle regioni dei filamenti spessi.

In corrispondenza di questa lunghezza, alle molecole di actina è accessibile un numero massimo di siti per i ponti trasversali per il legame e la rotazione dei ponti. Nel corpo i muscoli sono posizionati in modo tale che la loro lunghezza nello stato rilasciato sia all'incirca uguale alla loro lunghezza ottimale; perciò, essi sono in grado di raggiungere quasi sempre la contrazione tetanica.

Poiché l'attacco sullo scheletro impone limitazioni, un muscolo non può essere stirato o accorciato di più del 30% della sua lunghezza ottimale a riposo. Anche ai limiti esterni (130% e 70% della lunghezza ottimale), i muscoli sono ancora capaci di generare la metà della loro tensione massima.

- numero dei sarcomeri in parallelo (diametro della fibra, ossia quante miofibrille ci sono in una fibra)
- ipertrofia delle fibre/sezione muscolare
- tipi di fibre muscolari attivate (presenza di unità motorie a contrazione rapida rispetto a quelle a contrazione lenta);

STIRAMENTO:

- riflesso miotatico (o riflesso da stiramento): quando il muscolo subisce un rapido allungamento, la risposta riflessa si manifesta con una contrazione involontaria del muscolo stesso.
- energia elastica (pliometria): nella fase eccentrica del movimento, infatti, soprattutto il tendine immagazzina energia elastica, che poi restituisce sotto forma di lavoro meccanico nella successiva fase concentrica.

Durante la fase eccentrica della corsa, ad esempio, il tendine di Achille è allungato di circa il 6%, pari a circa 1.5 cm rispetto alla sua lunghezza iniziale, e restituisce circa il 90% dell'energia elastica potenziale immagazzinata, sotto forma di lavoro meccanico, nella successiva fase concentrica del movimento.

In tal modo, il rendimento muscolare passa dal 25% a oltre il 40%, l'energia elastica è infatti "metabolicamente gratuita", per questo motivo riveste un ruolo essenziale, sia nel potenziamento sia nell'economia del gesto del muscolo stesso.

Il fatto di eseguire un movimento attraverso un ciclo stiramento-accorciamento (SSC), ottiene come risultato un aumento della forza, della velocità e della potenza espressa durante la fase concentrica .

Capitolo 2 - LA FORZA MUSCOLARE IN ETA' EVOLUTIVA

2.1) PRINCIPI GENERALI DELLA FORZA IN ETA' GIOVANILE

La NSCA (National Strength and Conditioning Association) sostiene che molti dei vantaggi derivanti da programmi di allenamento della forza per adulti sono perseguibili anche da bambini e adolescenti, ovviamente modificando il tipo di allenamento in base alle esigenze delle diverse fasce d'età e dal soggettivo sviluppo corporeo.

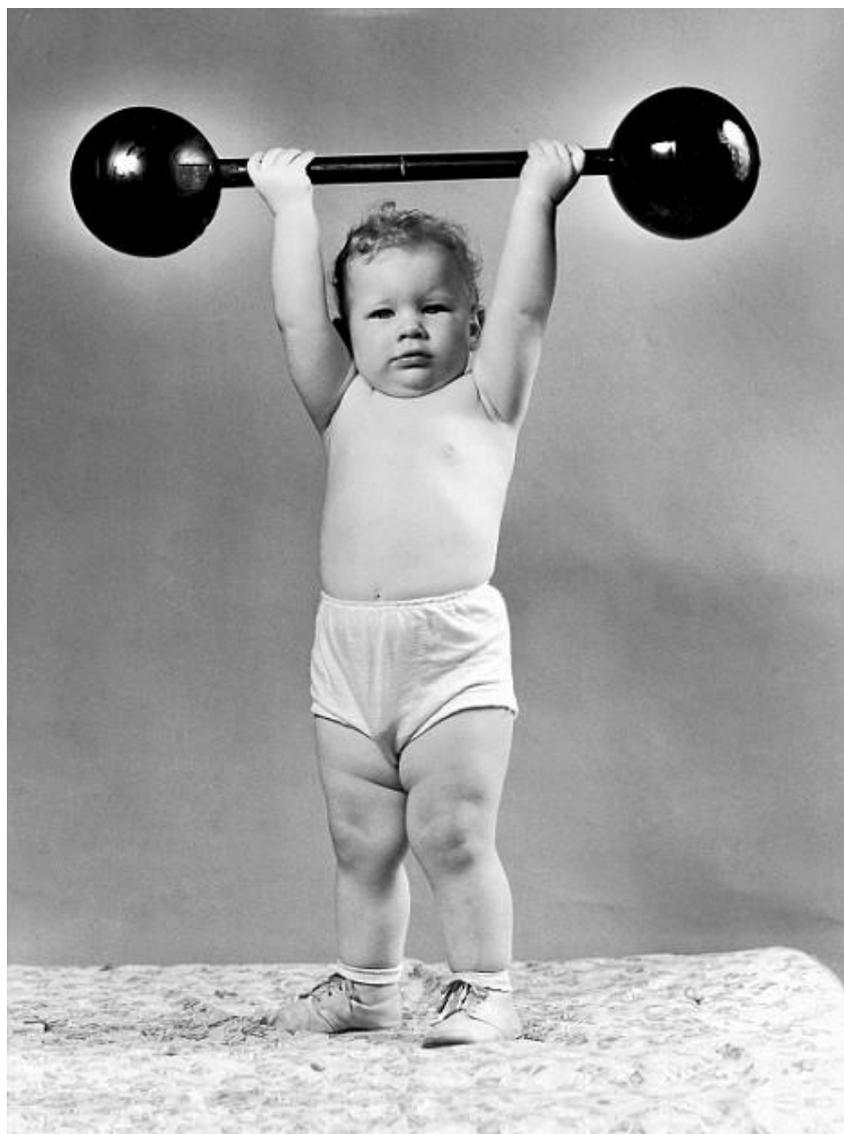
La NSCA ha pubblicato un documento, il quale viene ripreso da Avery Faigenbaum nel 2009, al riguardo dell'allenamento della forza in età giovanile dove viene data grande importanza ai seguenti argomenti:

- i rischi e le controindicazioni associati all'allenamento di forza in età giovanile
- i potenziali benefici di questo tipo di allenamento nei giovani
- i metodi e i carichi di allenamento necessari per le diverse fasce d'età scolare
- considerazioni sulla programmazione dell'allenamento per ottenere adattamenti a lungo termine

L'attuale posizione della NSCA definisce che:

1. Un programma di allenamento di forza con sovraccarichi correttamente progettato e supervisionato è relativamente sicuro per i giovani
2. Un programma di allenamento di forza correttamente progettato e supervisionato può migliorare la forza muscolare e la potenza in età giovanile
3. Un programma di allenamento di forza correttamente progettato e supervisionato è in grado di diminuire il rischio di contrarre malattie cardiovascolari
4. Un programma di allenamento di forza correttamente progettato e supervisionato è in grado di migliorare le prestazioni delle capacità motorie e contribuisce a migliorare le prestazioni sportive dei giovani
5. Un programma di allenamento di forza correttamente progettato e supervisionato può diminuire il rischio di subire infortuni
6. Un programma di allenamento di forza correttamente progettato e supervisionato migliora la composizione corporea (riduzione della massa grassa)
7. Un programma di allenamento di forza correttamente progettato e supervisionato incrementa la densità ossea (minor rischio di fratture ed osteoporosi in età avanzata)
8. Un programma di allenamento di forza correttamente progettato e supervisionato può contribuire a migliorare il benessere psicosociale dei giovani

9. Un programma di allenamento di forza correttamente progettato e supervisionato può contribuire a promuovere e sviluppare uno stile di vita attivo durante l'infanzia e l'adolescenza



Spesso si creano falsi allarmismi sugli allenamenti di forza nei più giovani.

Ciò che tutti ritengono ovvio è che andare ad agire con sovraccarichi su una struttura ossea ancora in crescita può incrementare notevolmente il rischio di subire traumi vari.

Gli studiosi sono preoccupati maggiormente di tutti quei possibili traumi a carico delle zone di accrescimento, cioè quelle in cui si manifesta il processo di crescita ossea delle estremità, che si possono verificare svolgendo un allenamento di forza in modo non corretto. Il timore è quello di produrre lesioni nelle zone di accrescimento che possono portare a variazioni della crescita in lunghezza delle epifisi (estremità delle ossa lunghe).

Altri studi sostengono che eccessivi lavori di forza protratti per lungo periodo possono causare un incremento della secrezione naturale di testosterone; un aumento dei livelli plasmatici di questo ormone facilita la prematura saldatura dei dischi epifisari delle ossa lunghe.

L'aumento in altezza durante lo sviluppo è il risultato della crescita in senso longitudinale delle ossa lunghe. I dischi epifisari permettono l'accrescimento longitudinale dell'osso e si fondono con esso in un periodo che va dall'inizio della pubertà (10-11 anni) al termine in età adulta (18-20 anni); saldandosi prematuramente le metafisi delle ossa lunghe si ha una conseguente diminuzione della crescita in altezza.

I lavori di forza accelerano inoltre la sintesi proteica che in questi anni è già naturalmente sollecitata dal processo di accrescimento.

Pur considerando tutti questi possibili effetti dannosi, occorre tenere presente che si parla di casi estremi, in cui le sollecitazioni a carico dell'organismo sono notevoli e ripetute nel tempo. Un programma di allenamento di tipo estensivo, caratterizzato da esercizi di tipo concentrico, svolti per lo più a carico naturale da al bambino lo stimolo giusto per la formazione della forza in età adulta.

In fase adolescenziale (dai 13-14 anni circa) si può iniziare l'allenamento a corpo libero, o al massimo con piccoli sovraccarichi, per sfruttare il naturale picco di ormoni anabolici che si verifica in questo periodo. Nell'età prepuberale (fino agli 11 anni circa) è corretto parlare di educazione alla forza, in quanto l'allenamento vero e proprio della forza deve avvenire solo dopo l'età puberale (dopo i 14 anni circa), quando la struttura corporea (tendini, legamenti, ecc.) è in grado di sopportare carichi e sovraccarichi.

Quest'ultimo punto rappresenta una questione di primaria importanza e quindi sarà necessario valutare minuziosamente l'età biologica e le soggettive classi di maturazione (cioè l'effettivo grado di sviluppo psico-fisico) piuttosto che l'età cronologica.

Per esempio a 15 anni un ragazzo potrebbe già aver terminato la crescita, mentre un altro potrebbe averla appena iniziata.

Gli stimoli, pertanto, dovranno essere sempre adattati al soggetto in questione, in base alle sue capacità, alla sua struttura e al suo grado di allenamento ricercando in ogni esercizio la corretta esecuzione tecnica.

Jablonowskij afferma che la forza:

- fino a 11 anni è insignificante
- dai 12 ai 15 anni aumenta considerevolmente
- dai 15 ai 18 anni ha uno sviluppo intenso

Da ciò deriva che il periodo evolutivo è particolarmente adatto allo sviluppo della forza tramite l'allenamento.

Di fondamentale importanza per la sicurezza del ragazzo sarà stare attenti alla postura del soggetto durante l'esecuzione dei gesti atletici e tenere conto delle particolari caratteristiche delle componenti passive dell'apparato muscolo scheletrico.

Vista la possibile evoluzione dello sviluppo della forza, andiamo a classificare gli allenamenti in 4 stadi il più possibile vicini alle necessità del giovane atleta:

1° PERIODO fra 9 e 11 anni (fanciullezza) (Cat. : Pulcini-Esordienti): è cosa buona apportare la pratica motoria fin dai primi anni di vita; in questa fascia d'età l'attività sportiva dei bambini è caratterizzata prevalentemente dal gioco, l'allenamento ludico vuole essere soprattutto un potenziamento armonico dell'apparato locomotore e posturale. L'attività segue esclusivamente il metodo dinamico perchè l'organismo infantile, a causa delle basse capacità anaerobiche, non ha le basi fisiche che richiederebbe il lavoro statico. La tipologia di forza che si sviluppa è quindi quella istantanea, veloce.

L'obiettivo sarà quello di un miglioramento della coordinazione generale e specifica (allenamento capacità coordinative) con un approccio multilaterale in modo che vengano appresi dei movimenti che, in futuro, verranno eseguiti ad un livello più elevato di esplosività senza disturbi coordinativi che comporterebbero uno spreco di energia. I ragazzi devono potersi sentire liberi di provare qualsiasi tipo di attività.

Weineck, nella prima età scolare (6-10 anni) suggerisce di allenare la forza solo attraverso giochi di lotta, di spinta e di trazione o circuit training. Quest'ultimo asseconda il bisogno infantile di prestazioni di breve durata e garantisce una buona formazione dell'apparato muscolare.

Le stazioni non devono essere più di 5-7, durare oltre i 20", con una pausa di 40" e la velocità di esecuzione il più rapida possibile. Nella seconda età scolare (10-12 anni) l'autore, nell'ambito del rafforzamento generale, propone ancora un lavoro a carico naturale o con sovraccarichi leggeri (palloni medicinali, cerchi pesanti, sacchi di sabbia...). Ma anche esercizi con il partner per allenare muscoli dorsali e addominali e esercizi di appoggio degli arti superiori (carricola, verticale, palleggiare un pallone...). Nei bambini l'allenamento di forza non produce un aumento di massa muscolare perché, come scrive Weineck, in un muscolo in via di accrescimento si produce un aumento dei sarcomeri collegati in serie e quindi un adattamento in lunghezza.

Allenare la forza nei bambini produce un allungamento del muscolo senza che vi corrisponda un aumento della sezione trasversa, cioè della massa muscolare.

Il tutto a patto che l'allenamento sia dinamico (e non isometrico) con ampi movimenti in allungamento e in accorciamento della muscolatura.

2° PERIODO fra 12 e 14 anni (prima adolescenza) (Cat.: Giovanissimi): questa età è abbastanza complessa dal punto di vista motorio, essa coincide con una grande crescita staturale (in media il picco di crescita per i ragazzi lo si ha ai 14 anni) a scapito di quella ponderale (periodo di proceritas, ossia alterato equilibrio tra peso e statura), tale situazione provoca una disarmonia temporanea delle proporzioni corporee ed un peggioramento nella coordinazione.

Il ragazzo si deve abituare ad una nuova situazione con notevoli difficoltà sia a livello coordinativo, sia alla carenza di forza specialmente della muscolatura posturale.

In questa fascia d'età sono di difficile individuazione le fasi sensibili, essendo molto incerte per il divario tra età cronologica ed età biologica. Le lamine epifisarie dovranno subire ancora cambiamenti morfologici, causati dagli ormoni della crescita e da quelli sessuali, che diminuiscono la loro portata meccanica; perciò a questa età i giovani sono molto sensibili a sollecitazioni sbagliate o troppo intense soprattutto a carico della colonna vertebrale.

Nell'allenamento della forza dobbiamo avere un'attenzione maggiore per quei soggetti con crescita ritardata; sono da dosare con cautela i lavori a coppie poco controllabili.

La spinta ormonale comunque crea in questo periodo una buona disponibilità per l'allenamento della forza di salto e di lancio, il ragazzo può migliorare in modo significativo; tanto è facile aiutare il giovane ad aumentare la forza quanto lo è danneggiarlo.

Il periodo puberale (11-14 anni circa) è indicato per l'allenamento della forza esplosiva, favorita dall'incremento di testosterone che favorirebbe la fenotipizzazione delle fibre veloci. Secondo alcune ricerche statunitensi, una particolare attenzione deve essere posta al periodo che va da 12 a 14 anni, in quanto, in questo periodo la percentuale delle fibre intermedie ammontano tra i maschi al 14%. Mediante un allenamento adeguato tali fibre possono essere trasformate in fibre FT, dopo questa età non sembra sia più possibile la loro trasformazione.

Verso i 13 anni la forza degli estensori delle gambe aumenta molto generando uno squilibrio con i flessori: ciò potrebbe provocare dei problemi alla muscolatura degli ischio-crurali se non si effettuano lavori specifici per la muscolatura posteriore (*Fowler e Gardner, '67, in Cometti, '02*).

Dai 13 anni di età si possono inserire gradualmente esercizi di formazione pliometrica “piccola” (i salti vengono effettuati senza mezzi supplementari o superando ostacoli molto bassi) a bassa intensità con poche ripetizioni eseguiti su superfici morbide (erba, materassi da ginnastica). Si inizia a lavorare in modo più specifico e distrettuale, utilizzando esercizi che prevedono l'utilizzo di palle mediche, un compagno, il proprio peso corporeo.

Non deve essere trascurato il rafforzamento della muscolatura posturale e l'allenamento della mobilità articolare. La possibilità di compiere movimenti articolari di grande ampiezza, costituisce per il portiere il presupposto fondamentale per una esecuzione corretta, rapida ed economica dei movimenti, oltre a rappresentare un presupposto fondamentale per la prevenzione degli infortuni. L'età ottimale per il suo allenamento è tra gli 11 ed i 14 anni (*Sermejew, 1964*).

3° PERIODO fra 14 e 16 anni (adolescenza) (Cat.: Allievi): è questo il momento biologicamente più favorevole per l'inizio di un allenamento per la costruzione muscolare: si passa da fasi di apprendimento della tecnica a fasi di allenamento vero e proprio (*Bosco, '97*).

Verso i 16 anni si ha il maggior aumento della produzione di somatomedine, ormone della crescita e testosterone che favoriscono la sintesi proteica e la costruzione della massa muscolare (ipertrofia) e quindi l'incremento della forza esplosiva raggiunge il suo massimo sviluppo (*Bosco, '97*).

La forza esplosiva è legata alla capacità del sistema nervoso (invio di treni d'impulso con frequenze rapide e sincrone) che proprio nella pubertà completa il suo stadio di maturazione (*Bosco, '97*). È il periodo della massima allenabilità della forza e del suo massimo tasso d'incremento (*Komadell 1975; Zurbrügg 1982; da Weineck 1981*).

Per Verchoshanskij ('97, in *Marella '02*) la forza veloce è la capacità tipica dei giovani fino a 14-15 anni.

Secondo Cometti ('02) il momento nel quale la forza aumenta maggiormente nei maschi è situato un anno dopo il picco di crescita (quindi mediamente intorno ai 15 anni).

L'allenamento della forza rimane ancora indirizzato verso il lavoro dinamico a carico naturale (forza istantanea, forza di accelerazione e di frenata).

L'allenabilità della forza diventa notevole e negli adolescenti l'aumento della tolleranza del carico risulta più evidente (*Winter, '87, Farfel, '59, Stemmler, '77, Crasselt, '82, in Marella, '02*). In questo periodo possono essere inseriti gradualmente i pesi.

Non deve essere trascurato il rafforzamento della muscolatura posturale e l'allenamento della mobilità articolare.

4° PERIODO fra 16 e 18 anni (Cat. Primavera-Berretti-Juniores): fino ai 18 anni si procederà con allenamenti del terzo periodo sempre più specifici, fino ad arrivare ai 18 anni dove l'intensità potrà essere sempre maggiore e più specifica.

Grazie alla crescente stabilizzazione del sistema scheletrico si possono utilizzare sempre più i carichi ed i metodi d'allenamento degli adulti modulando le scelte sulle caratteristiche del soggetto e del suo grado di allenamento.

Si inizieranno ad introdurre in modo sistematico esercitazioni di pliometria classica.

Si potranno iniziare specifici lavori di potenziamento con sovraccarichi; solo dai 18 anni sarà consigliabile andare a lavorare sui massimali (forza massima).

Non deve essere trascurato il rafforzamento della muscolatura posturale e l'allenamento della mobilità articolare.

Le condizioni biologiche favorevoli allo sviluppo di varie espressioni di forza, tra cui quella esplosiva, durano fino all'età di 30-35 anni; dopo questo periodo si determina un declino di queste capacità fisiologiche che decorrono parallele al decremento dell'incremento di testosterone.

Il declino della forza esplosiva è più accentuato rispetto a quello delle altre capacità di forza, una spiegazione potrebbe essere suggerita dal fatto che con il progredire dell'età sembra che la percentuale di fibre veloci diminuisca (*Larsson e coll. 1978, 1979*).

Si è sempre detto che allenare la forza nei bambini non portasse a dei risultati considerevoli a causa della mancanza di ormoni androgeni legati allo sviluppo della massa muscolare; inoltre si sostiene che venga inibito lo sviluppo delle cartilagini di accrescimento e quindi che vi sia un ridotto accrescimento staturale del bambino.

Da studi di Cahill (1998) e Malina (2006) emerge chiaramente come un programma di allenamento per la forza ben progettato, nel quale i carichi, le serie e le ripetizioni sono state ben studiate in rapporto all'età biologica del giovane atleta, non porti ad uno stress dannoso per le cartilagini di accrescimento.

Non esiste una correlazione diretta tra l'allenamento della forza e l'incidenza di infortuni in giovani atleti. La partecipazione a un programma di allenamento di forza può ridurre indirettamente il rischio di infortuni relativi ad un determinato sport.

Proporre programmi di allenamento di forza può prevenire eventuali infortuni; il rafforzamento degli ischio crurali e dei quadricipiti femorali è fondamentale nel calcio,

in quanto un allenamento di questo tipo è in grado di portare ad una diminuzione delle lesioni dei muscoli sopra citati.

Molto indicativo è uno studio (*Hamil, 1994*) che, in seguito a numerose osservazioni ha mostrato che un bambino è 1500 volte più esposto al rischio di traumi giocando a calcio che non con allenamenti di forza (se correttamente eseguito).

Allenando la forza tramite allenamenti isometrici, isotonici, isocinetici impiegando attrezzi diversi, pesi liberi e carichi naturali, i bambini hanno dimostrato un aumento di forza (metanalisi di 28 ricerche condotta da Falk, Tenenbaum, 1996).

Quali incrementi di forza si sono registrati nei bambini?

Un incremento dal 14% al 30% secondo uno studio di Falk e Tenenbaum del 1996.

Gli studi di Faigenbaum (2007) hanno osservato nei bambini sottoposti ad allenamenti di forza un aumento della stessa dal 30 al 40% (allenamento durato meno di 8 settimane). Numerosi medici sostenevano che l'allenamento della forza non è efficace nei bambini in quanto non possiedono nell'organismo livelli significativi di testosterone circolante, il quale è necessario per ipertrofizzare il muscolo.

Studi hanno dimostrato che i bambini possono migliorare la forza dal 30 al 50% dopo solo 8-12 settimane di un allenamento di forza ben progettato e supervisionato (*Faigenbaum, 2002; Sewall, 1986; Weltman, 1987*).

Bambini in età prepuberale e adolescenti in quella post-puberale rispondono all'allenamento della forza in modo diverso; infatti gli adolescenti sono in grado di un maggior incremento di forza a causa di alti livelli di androgeni circolanti.

Mancando la base ormonale legata all'ipertrofia, quali altri meccanismi possono giustificare l'incremento di forza nei bambini allenati?

Si ipotizza che il miglioramento sia legato ad un adattamento neuromuscolare, cioè ad una migliore cooperazione tra sistema nervoso e muscolare (*Blinkie et al 1989; Hassan 1991; Mc Govern 1984; Ramsay et al. 1990; Sailor, Berg 1987; Siegel et al. 1989; Weltman et al.1986*). Il trend attuale suggerisce che con un allenamento di forza i soggetti in età prepuberale abbiano miglioramenti, ma sostanzialmente per meccanismi di adattamento neuromuscolare (*Faigenbaum 1993; Matos, Winsley 2007*).

2.2) LINEE GUIDA PER L'ALLENAMENTO DELLA FORZA NEI GIOVANI PROPOSTE DALL' AAP (AMERICAN ACADEMY OF PEDIATRICS - "Strength Training by Children and Adolescents")

L'associazione dei pediatri americani ha definito una serie di punti cardine sulla modalità di allenamento della forza nei giovani, quali :

- allenare la forza 2-3 volte a settimana e non in giorni consecutivi per rispettare i processi di recupero e non sollecitare troppo articolazioni e tendini;
- 10-15 minuti di riscaldamento dinamico;
- 10-15 minuti di defaticamento a fine seduta;
- 20/30 minuti per ogni allenamento;
- prima corpo libero e poi aumentare i carichi gradualmente;
- iniziare con carichi leggeri che hanno l'obiettivo dell'apprendimento della corretta esecuzione tecnica;
- 8-15 ripetizioni per set (carichi dal 30% al 60% di 1 RM, Faigenbaum 2008)
- individualizzazione del carico di lavoro;
- prendere nota dei carichi di lavoro per monitorare i progressi;
- 2-3 serie per esercizio aumentando il carico quando il bambino è in grado di eseguire correttamente 15 ripetizioni (*Willmore e Costill, 2005*) con incrementi del 10%;
- allenarsi per almeno 8 settimane;
- un programma generale di muscolazione deve interessare tutti i principali gruppi muscolari (forza generale), compreso il tronco con particolare attenzione al core. Solo in seguito si pone l'attenzione ai gruppi muscolari specifici dello sport praticato (forza specifica);
- lavorare nel massimo ROM (range of motion/escursione articolare);
- non iniziare l'allenamento della forza prima dei 6-8 anni perché solo allora inizia l'età d'oro dell'apprendimento motorio e l'equilibrio e il controllo posturale del bambino raggiungono una maturità pari a quella di un adulto;
- privilegiare i pesi liberi, sia perché le macchine sono tarate su misure adulte, sia per il maggior controllo dell'equilibrio che impongono questi attrezzi;
- per il limitato numero di ricerche, l'AAP si oppone però alle alzate di potenza, al body building o all'uso di carichi massimali (1RM);
- sintomi di malore o di traumi dovuti dall'allenamento della forza devono essere valutati con la massima attenzione prima di consentire la ripresa dell'attività;
- mantenere bassi carichi e ripetizioni (10-15 rip.) quando teoricamente se ne potrebbero eseguire 20 o più. Il lavoro ad esaurimento o con contrazioni eccentriche è sconsigliato

perché pericoloso;

- si può iniziare con un solo set. Quando si è in grado di eseguire 10 ripetizioni in modo corretto possiamo aumentare prima il numero delle ripetizioni, portandole gradualmente a 15, quindi tornare a 10 aumentando il carico. L'obiettivo è quello di arrivare ad eseguire in modo corretto le 15 ripetizioni con un peso maggiore rispetto all'inizio. Raggiunto questo non bisogna aumentare né il peso, né le ripetizioni, ma il numero di set (due o tre al massimo);
- i giovani atleti devono assumere una corretta quantità di fluidi (idratazione), devono seguire un'alimentazione sana e devono avere un sonno corretto in quanto si tratta di tre fattori fondamentali per mantenere le riserve energetiche, la prestazione e il recupero;
- portare gli allenamenti a più di 4 a settimana non aumenta i benefici, ma solo il rischio di traumi;
- per la sicurezza del bambino è necessaria un'accurata assistenza e tecnica d'esecuzione. Il rapporto istruttore-bambini non deve essere superiore a 1:10. La supervisione da parte di un preparatore qualificato è una componente fondamentale per permettere al giovane atleta di svolgere il programma di forza in piena sicurezza;
- combinare l'allenamento della forza con uno di allenamento aerobico se l'obiettivo è il miglioramento della salute;
- consultare un medico in caso di patologie cardiache congenite (cardiomiopatie, ipertensione polmonare arteriosa o sindrome di Marfan);
- controindicazioni all'allenamento della forza nei bambini: ipertensione non controllata, epilessia, storia di tumori infantili e chemioterapia.

L'American Academy of Pediatrics raccomanda che i bambini e gli adolescenti affetti da cardiomiopatia (in particolare, cardiomiopatia ipertrofica) non dovrebbero seguire programmi di forza.

2.3) RISCHI NELL'ALLENAMENTO DELLA FORZA NEI GIOVANI

Nello sviluppo della forza, occorre fare attenzione alle particolarità dell'organismo in via d'accrescimento: la struttura delle ossa dei giovani, a causa dello scarso contenuto di calcio, è più elastica, ma meno resistente alla pressione ed al piegamento.

L'ossificazione del sistema scheletrico si conclude generalmente tra il 17° ed il 20° anno d'età, di conseguenza la capacità di carico nei giovani è ridotta rispetto a quella degli adulti. Attraverso sollecitazioni di pressione e trazione delle ossa, prodotte dall'attività muscolare, si possono applicare stimoli "formativi" e provocare fenomeni

d'adattamento sulla struttura dell'osso e sulla resistenza alla trazione del tessuto connettivale.

Nell'allenamento della forza dei giovani occorre attenersi ad alcune indicazioni:

- si deve sempre tener conto delle capacità di carico delle ossa e del tessuto cartilagineo, nella scelta e nel dosaggio del carico di lavoro (valutare l'età biologica);
- evitare di sollecitare in modo scorretto l'apparato locomotore e in particolare la colonna vertebrale, durante l'esecuzione dei singoli esercizi;
- ogni esercizio, anche il più semplice, se non ben eseguito contiene sempre pericoli per il giovane atleta (soprattutto a carico della colonna vertebrale);
- non conviene, per motivi di prudenza utilizzare esercizi a coppie, vale a dire quelli che utilizzano il peso del corpo di un compagno;
- se il carico può essere aumentato, lo si deve fare sul numero delle ripetizioni;
- la massa muscolare e quindi la forza, aumentano con l'età (fino ai 30-35 anni);
- i periodi di maggior rischio per le ossa sono quelli compresi tra gli 11 e i 14 anni circa, ma soprattutto 6 mesi prima dell'inizio della pubertà, quando si registra il massimo picco di crescita staturale.

Capitolo 3 –IL PORTIERE DI CALCIO E LA FORZA MUSCOLARE

3.1) MODELLO di PRESTAZIONE del PORTIERE DI CALCIO

Per predisporre un certo programma di allenamento indirizzato all'estremo difensore, occorre analizzare il modello di prestazione del portiere, vale a dire quello che egli compie in partita, il volume muscolare richiesto. Dall'analisi di questo modello si possono individuare quali sono le abilità motorie che servono al portiere di calcio e, pertanto, come vada poi allenato.

Nel portiere la forza e la velocità rappresentano dei fattori condizionanti la prestazione.

Studi svolti sui portieri della Premier League inglese tra il 2003 e il 2006 (sono stati analizzati 62 portieri appartenenti a 28 diverse squadre in 109 match, *Di Salvo et al.*) hanno dimostrato che nel corso di una partita il portiere ricopre mediamente 5.611 ± 613 mt (secondo *Stolen et al.* il portiere di alto livello, durante la gara, percorre circa 4 Km, mentre dalla match analysis delle squadre italiane sappiamo che il portiere ricopre mediamente circa 3,5 Km).

La maggior parte di questa distanza è stata ricoperta camminando (4.025 ± 440 mt, circa il 73% dell'intero match, ad una velocità compresa tra 0.3 - 7.2 Km/h) e in corsa leggera (1.223 ± 256 mt, ad una velocità compresa tra 7.3 - 14.4 Km/h), con solo una piccola parte del match ricoperta di corsa (221 ± 90 mt, ad una velocità compresa tra 14.5-19.8 Km/h), in esecuzione ad alta velocità (56 ± 34 mt, ad una velocità compresa tra 19.9-25.2 Km/h) e sprint (11 ± 12 m, con una velocità maggiore di 25.2 Km/h).

La maggior parte degli sprint in partita sono compresi tra 0-5 mt e comunque ricoprendo al massimo un range che va da 0 a un massimo di 15/20 mt.

In seguito ad analisi delle azioni difensive di 34 portieri in 54 match nei campionati del mondo di Giappone e Corea del 2002 (*Di Baranda et al.*), si è visto che il portiere interviene principalmente in area di rigore (44,4%), a difesa e a copertura della porta (17,7%) e al di fuori dell'area di rigore (6,6%).

Si sono distinte in media in 23,4 azioni difensive tecniche a partita.

I gesti tecnici più comuni sono stati di tecnica prensile e quindi di bloccaggio di un tiro o di un cross in presa aerea, controllo con i piedi e trasmissione al compagno e interventi in deviazione.

Le azioni fisiche dei portieri a partita sono state di $6,2 \pm 2,7$ tuffi a partita, $3,8 \pm 2,3$ salti a partita e $18,7 \pm 6$ spostamenti in ogni direzione. Inoltre, gli spostamenti si sono dimostrati essere le azioni fisiche più comuni prima di eseguire un gesto tecnico.

3.2) LA FORZA DEL PORTIERE

Harre classifica la forza in base all'entità della tensione muscolare, alla velocità esecutiva e alla durata in tre tipologie: forza massima, forza rapida, forza resistente.

In particolare, secondo Weineck (1998), una delle espressioni di forza più importanti per il portiere è la forza istantanea (o rapida o veloce): essa indica la capacità del sistema neuromuscolare di superare resistenze con un'elevata velocità di contrazione e di sviluppare altissimi gradienti di forza in pochissimo tempo.

Dipende soprattutto da fattori nervosi (velocità di contrazione – reclutamento – sincronizzazione delle fibre) e dalla coordinazione (le capacità coordinative presentano il massimo sviluppo fino ai 12/13 anni). La forza istantanea è il tipo di forza maggiormente utilizzata dal portiere.

In relazione alla modalità con cui viene espressa si suddivide in:

- forza esplosiva: quando il sollevamento o lo spostamento veloce di un carico (anche del corpo) inizia da situazione di immobilità (esempio: partenza da fermo in uno sprint, salti e balzi con partenza da fermo da un angolo articolare prestabilito). Rilevante risulta la capacità di riuscire a reclutare il maggior numero di unità motorie all'inizio della contrazione (forza iniziale) e quindi realizzare una rapida salita della curva forza-tempo. Weineck definisce la forza esplosiva come “la capacità del sistema neuromuscolare di accrescere in modo massimale la forza e la velocità di contrazione nello svolgimento di un movimento (salto, calcio)” (*J. Weineck 1994*).

La potenza meccanica muscolare, calcolata come prodotto di forza x velocità e che esprime la capacità di sviluppare energia in tempi brevi è uno dei fattori che più di tutti influiscono sul rendimento di qualunque sportivo. Il miglioramento della forza esplosiva prevede anche l'incremento della forza massimale (o massima, ossia la forza più elevata che il sistema neuromuscolare è in grado di esprimere attraverso una contrazione muscolare volontaria).

- forza esplosiva elastica quando vi è azione pliometrica della muscolatura con movimenti articolari accentuati (es.: salto in alto, balzi) eseguiti alla massima velocità. Nell'azione pliometrica, ad una veloce azione eccentrica segue una rapidissima azione concentrica; questo permette di utilizzare una ulteriore percentuale di forza espressa dalla componente elastica dei muscoli (surplus di energia accumulata in fase eccentrica o di “caricamento”)

- forza esplosiva elastica riflessa (stiffness) quando vi è azione pliometrica con movimenti articolari molto ridotti e rapidissimi (es.: corsa, saltelli). Solitamente si riferisce all'appoggio e rapida spinta a terra del piede.

La forza rappresenta una delle capacità indispensabili per la prestazione del portiere.

Il portiere esprime forza durante il gioco prevalentemente in monopodalico (piede scaccia piede, sprint, passo-spinta, passo stacco, passo a recuperare), come pure in posizione bipodalica, ma sempre con un arto che domina le spinte .

Non bisogna trascurare che lo sviluppo della muscolatura in generale, e del tronco in particolare, conferisce al portiere una certa solidità. Al portiere occorre un potenziamento muscolare d'ordine generale, perché non solo i muscoli degli arti inferiori, ma di tutto il corpo, devono essere in grado di sviluppare forza, soprattutto in forma esplosiva.

Infatti, se è vero che i muscoli degli arti inferiori sono quelli maggiormente impegnati, non bisogna trascurare l'importanza che ricopre la muscolatura delle braccia, del dorso, dell'addome e del tronco negli scatti, negli arresti, nei cambi di direzione, nell'elevazione, nelle respinte di pugno, nei contrasti corpo a corpo. Altre espressioni di forza molto interessanti si manifestano soprattutto in due momenti: nelle uscite e nei tuffi.

Ma è soprattutto la potenza o forza esplosiva della muscolatura degli arti inferiori, in particolare del quadricipite e del tricipite surale, che permette di innalzare il più possibile il baricentro del corpo da terra. La muscolatura, nello stacco, viene impegnata in un doppio e differente lavoro: nella fase d'ammortizzazione, durante la quale viene stirata, ed in quella dinamica di spinta, durante la quale si ha la contrazione vera e propria della muscolatura e, quindi, l'estensione dell'arto.

Nella fase di stiramento i muscoli, sollecitati nella loro componente elastica in serie, immagazzinano una certa quantità di energia che sfruttano nella successiva contrazione concentrica, rinforzandone l'intensità e quindi permettendo una maggiore espressione di elevazione. Un discorso analogo vale per i gesti acrobatici: la richiesta di forza si manifesta in un tempo molto breve ed anche in questo caso il carico è rappresentato unicamente dal peso del corpo.

Inoltre gli arti superiori possono intervenire ad attutire l'impatto con il terreno, da cui la necessità di non trascurare l'allenamento della forza per le braccia in generale e del cingolo scapolo-omerale in particolare.

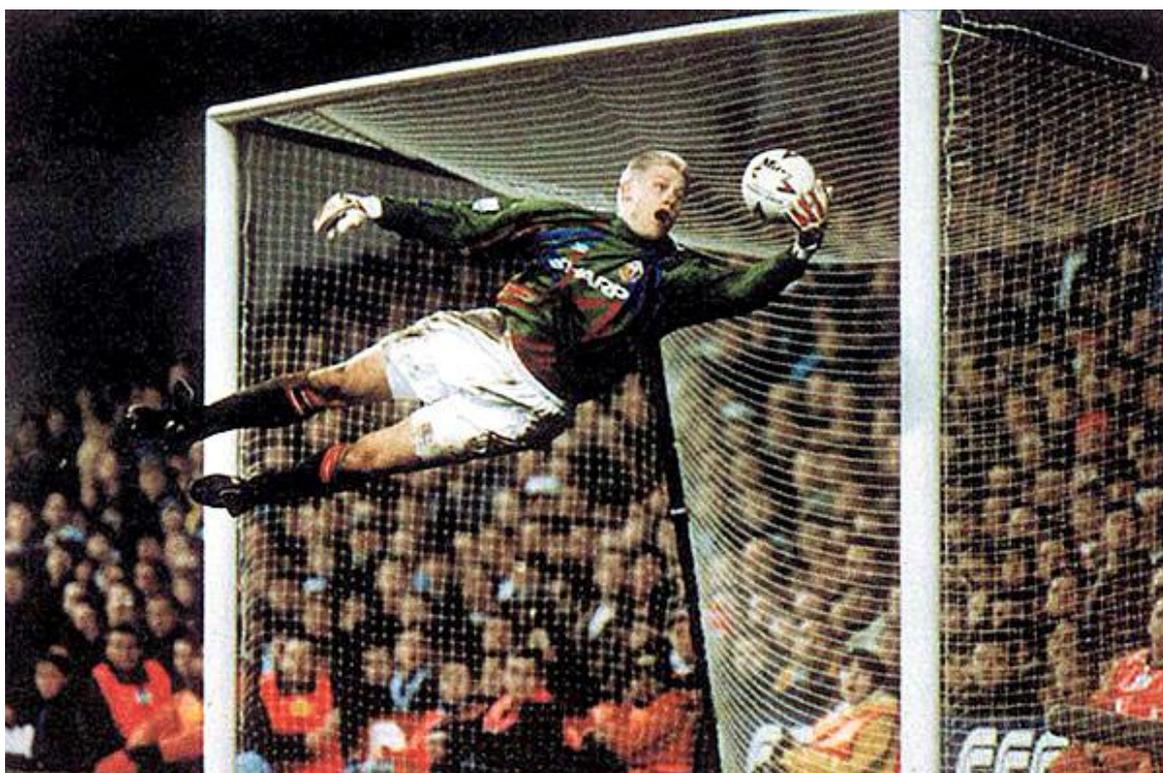
In generale quindi, nel portiere prevalgono i movimenti dinamici, e spesso esplosivi, che richiedono una muscolatura molto sviluppata per la forza istantanea (o forza rapida) e delle sue sub categorie (forza esplosiva, forza esplosiva elastica, forza esplosiva elastica riflessa) che rappresentano la capacità del sistema neuromuscolare di produrre

nel minore tempo possibile grandissimi impulsi di forza. La parata è un gesto tecnico che richiede uno sforzo fisico molto breve e intenso. Il meccanismo energetico richiesto è quello anaerobico lattacido. Pertanto le capacità richieste sono:

- forza esplosiva, esplosivo-elastica (salti, tuffi, partenza da fermo);
- capacità di scatto e rapidità sugli spostamenti su brevi e molto brevi distanze (sprint, cambi di direzione);
- velocità di reazione;
- potenziamento fisico generalizzato e in particolare su muscolatura addominale, dorsale e del cingolo scapolo-omerale;
- mobilità articolare;
- equilibrio, agilità, acrobatica;
- coordinazione motoria e generale.

L'allenamento deve essere specifico, indirizzato al miglioramento o al mantenimento della tecnica e delle capacità motorie utilizzate dal portiere.

Durante l'allenamento con la palla il portiere deve evitare di lavorare sulla resistenza, eseguendo esercitazioni a ritmo blando, svolte a lungo e con un elevato numero di ripetizioni. L'allenamento per essere specifico deve prevedere poche ripetizioni di un esercizio, ma svolte alla massima intensità; se si vuole elevare il carico di lavoro sarà bene aumentare il numero delle serie piuttosto che il numero delle ripetizioni, lasciando sempre fra le serie un'adeguata pausa di recupero.



3.3) SISTEMA ENERGETICO DEL PORTIERE

Il movimento di ogni segmento corporeo è causato dalla contrazione e dal rilassamento di gruppi di muscoli che sono denominati rispettivamente agonisti ed antagonisti.

Affinchè i due processi possano accadere è necessario utilizzare energia biochimica.

L'energia di base è fornita al muscolo da un composto chiamato ATP.

Nel processo di contrazione muscolare è richiesta continuamente ATP, fonte energetica direttamente utilizzabile dal muscolo. La concentrazione di ATP presente nel muscolo può fare in modo che il muscolo si possa contrarre non più di 6-7 volte, dopo queste contrazioni la concentrazione di ATP diminuisce completamente.

Il meccanismo energetico più utilizzato dal portiere è il "sistema anaerobico lattacido", sistema capace di produrre tensioni muscolari altissime in assenza di ossigeno e senza che vi sia la produzione di acido lattico.

In questo meccanismo, il quale non necessita della presenza di ossigeno, l' ATP (adenosintrifosfato...tre molecole di fosfato legate all'adenosina), perde un fosfato (P) trasformandosi così in ADP, con la reazione chimica mediata dall'enzima ATPasi.

Subito dopo si riformerà l' ATP in quanto riceverà la terza molecola di P dalla fosfocreatina (CP). Quest' ultima è presente in quantità molto limitata nell' organismo e per questo motivo la massima tensione muscolare può essere protratta per un tempo difficilmente superiore ai 10 secondi.

L'utilizzazione della fosfocreatina permette di formare ATP rapidamente ed è perciò la prima fonte più immediata per fornire ATP quando comincia l'esercizio fisico.

Le riserve di fosfocreatina energizzano tipicamente il primo minuto o meno dell'esercizio fisico, in quanto poi vi è una deplezione della creatina fosfato nel muscolo. Se viene richiesto di mantenere per un periodo di tempo più lungo una intensità di lavoro molto elevata, l'energia biochimica richiesta viene fornita dalla scissione anaerobica del glicogeno muscolare.

Un lavoro prolungato con questo meccanismo (circa 40-100 secondi) non può essere mantenuto dato che la scissione anaerobica del glicogeno porta all'accumulo di acido lattico, e questo provoca una diminuzione delle capacità contrattile del muscolo e quindi un peggioramento della prestazione.

Tutti i gesti tecnici dell'estremo difensore in partita non superano mai gli 8-10 secondi e i movimenti sono prevalentemente esplosivi. Le esercitazioni che verranno proposte ai portieri devono ricalcare quanto più possibile questa durata.

Le fibre muscolari coinvolte sono quelle bianche di tipo IIb e non necessitano di ossigeno. In un muscolo la percentuale di fibre a contrazione rapida (FT) e a contrazione lenta (ST) è determinata geneticamente.

Da uno studio di Bosco è emerso chiaramente che maggiore è la percentuale di fibre veloci migliore è il profilo di sviluppo della curva forza-tempo nei movimenti esplosivi. Cometti afferma che con l'allenamento è difficilissimo trasformare le fibre rosse a contrazione lenta (ST) in fibre bianche a contrazione rapida (FT), però, al contrario, le bianche si possono trasformare in rosse per via di un allenamento sbagliato, andando a far lavorare il nostro portiere in aerobiosi o sottoponendolo a esercitazioni sub massimali per un periodo di tempo prolungato. Creeremo così un danno molto grave al nostro allievo che perderà tantissimo in forza esplosiva (necessaria al suo gesto tecnico), per avere vantaggi (?) in termini di resistenza.

Essendo la velocità di contrazione una delle caratteristiche più importanti di un portiere sarebbe quindi necessaria la presenza di un buon numero di fibre bianche.

Accennando brevemente agli altri due meccanismi (aerobico e anaerobico lattacido) possiamo dire che non occorre inserire esercitazioni di durata tale da utilizzare questi sistemi. Durante la partita il portiere non ricorre mai in modo importante al meccanismo energetico anaerobico lattacido (difficilmente produce più di 3-4 mml di lattato), i suoi interventi, infatti, sono rapidi, durano pochi secondi e raramente sono consecutivi.

Tuttavia, possiamo proporre ogni tanto esercitazioni tecnico-situazionali lattacide (la soglia anaerobica del portiere è mediamente compresa fra 12,5 e 13 Km/h circa) con la palla, come ad esempio le partitelle in "gabbia".

Sarebbero da evitare serie di tiri e parate a ripetizione senza pause, che allenano prevalentemente il meccanismo lattacido e che aumentano il rischio di infortuni muscolari, ma che ancora oggi si vedono troppe volte sui campi.

Situazioni di tipo aerobico le possiamo proporre esclusivamente durante la fase di preparazione estiva o come defaticamento a fine seduta, con il fine di creare una condizione fisica generale, il tutto chiaramente svolto a ritmo blando (FC al di sotto della soglia aerobica, che nel portiere è in media attorno ai 10 Km/h).

3.4) PERCHE' ALLENARE LA FORZA NEI GIOVANI PORTIERI

I motivi per i quali la forza è una caratteristica fondamentale del portiere sono i seguenti:

- E' importante proporre allenamenti di educazione alla forza in età giovanile poiché l'acquisizione di qualsiasi gesto tecnico richiede una dose più o meno grande di forza.

Il periodo dagli 8 agli 11 anni, detto “turgor secundus” è considerato l’età d’oro dell’apprendimento motorio, nel quale si deve acquisire un grande patrimonio di movimenti che condizionerà il bagaglio motorio a venire. Un’adeguata dose di forza li faciliterà nell’applicazione del gesto. Insomma, il giovane atleta risulta facilitato nel risolvere compiti complessi in cui sono richiesti impegni muscolari intensi.

- L’allenamento della forza aiuta nello sviluppo dello scheletro (*British Association of Exercise and Sport-BASES-in “Position of Guidelines for Resistance Exercise in Young People; Yu et al, 2005*);
- Ha un importante aspetto preventivo: previene soprappeso, traumi e riduce i sintomi di dolori cronici alla schiena (*J.Weineck, “L’allenamento ottimale”; Jones, 2002- tesi presentata al John Moores University di Liverpool*);
- La forza permette di incrementare le prestazioni determinanti nell’ambito del gioco, quali il saltare, il calciare, il lanciare, l’accelerare (*Weineck, 1998, 2001*);
- Avere una muscolatura ben sviluppata consente una maggiore protezione dell’apparato muscolo-scheletrico (*Weineck, 1998, 2001*);
- Il lavoro sulla forza migliora indirettamente la muscolatura posturale (*Weineck, 1998, 2001*);
- Anche Proietti (1997) sostiene che la forza è importante per il portiere per la sua funzione di sostegno e supporto, ma soprattutto, perché permette di migliorare in maniera determinante l’accelerazione su brevi tratti e la velocità.

3.5) MEZZI DI ALLENAMENTO DELLA FORZA PER PORTIERI IN ETA’ EVOLUTIVA

La cosa più importante per un portiere è quella di arrivare in tempo sulla palla, altrimenti prende gol. Per arrivare puntuale, il nostro atleta oltre ad un’esecuzione biomeccanica del gesto atletico-tecnico perfetta, dovrà sviluppare la giusta forza muscolare. In tutto ciò, indiscussi protagonisti sono gli arti inferiori e le loro unità muscolo tendinee.

Sappiamo che, muscoli della coscia e della gamba sviluppano potenza e questa affinché, ad esempio, un tuffo sia veramente esplosivo deve essere trasmessa al terreno nel minor tempo possibile ed in questo giocano un ruolo fondamentale due tendini importantissimi: il tendine di Achille (deputato alla spinta del piede) e il tendine rotuleo. La forza generale, ossia la forza di tutti i gruppi muscolari, costituisce il fondamento su cui deve essere costruita quella specifica.

Con forza specifica nel portiere si intende la forza dei muscoli (innanzitutto primari) direttamente interessati alla prestazione. Per ottimizzare l'allenamento della forza esplosiva del portiere va ricercato un metodo che preveda l'utilizzo di esercizi che richiamino il gesto tecnico eseguito in partita (allenamento funzionale).

Pertanto prima di proporre esercitazioni sul campo è bene:

- 1- analizzare com'è strutturato il movimento (direzione, angolazione e posizione degli arti);
- 2- stabilire quali muscoli primari siano interessati al movimento;
- 3- scegliere esercizi che coinvolgano muscoli primari e riproducano il movimento tecnico da migliorare per quanto riguarda la direzione e l'angolo al quale avviene la contrazione.

Ricerche svolte da numerosi studiosi hanno dimostrato che i massimi incrementi di forza si producono sempre nell'angolo con il quale ci si allena; per questo motivo quando si scelgono gli angoli con i quali allenarsi, debbono essere scelte quelle posizioni che rappresentano la posizione iniziale: per i numeri 1 l'angolo fondamentale è quello delle gambe nel momento di attesa del tiro ovvero la cosiddetta "posizione di base", questa può variare con la distanza dell'avversario dalla porta.

Che la forza e quindi anche il suo aumento, dipendente dalla posizione che assumono gli arti inferiori, non abbia un andamento lineare, è dovuto soprattutto al cambiamento dei rapporti delle leve ed al fatto che, nelle diverse posizioni angolari, vengono impiegate parti diverse del muscolo e persino muscoli diversi.

Per questo motivo si è pensato di scoprire l'esistenza di un angolo prediletto, ottimale, utilizzato dai portieri nel momento di partenza per l'esecuzione di un tuffo.

L'angolo di partenza ottimale per un portiere va da 90° a 105° quindi l'allenamento della forza esplosiva di un portiere di calcio deve dare la precedenza a queste angolazioni delle ginocchia che prevalgono nel gesto tecnico del portiere.

Ciò permette inoltre di sollecitare la muscolatura nelle sue diverse parti, a causa della sovrapposizione dei filamenti di actina e di miosina; la sovrapposizione delle componenti di contrazione varia in relazione all'angolazione di flessione delle ginocchia (relazione tensione-lunghezza).

E' bene tenere conto che programmi di allenamento della forza richiedono almeno 8-10 settimane con 2/3 sedute settimanali.

Per migliorare le caratteristiche di forza, l'allenamento deve essere effettuato in modo sistematico e costante sia all'interno del microciclo settimanale (almeno una volta a

settimana all'inizio della seduta), ma anche durante tutta la stagione (mantenimento) una volta raggiunto uno standard del volume di lavoro.

Importante quando si eseguono allenamenti di forza esplosiva è anche il tempo di recupero, che deve essere ampio e completo, non farlo significherebbe spostare l'obiettivo dell'allenamento verso la forza resistente (oltre al maggior rischio di infortunio).

Analizziamo ora i mezzi, ossia esercitazioni che costituiscono l'allenamento:

▪ ESERCIZI A CARICO NATURALE (in regime isotonico, isometrico, pliometrico): il mezzo di allenamento (carico) è determinato dal solo peso del corpo (es.: affondi sagittali o laterali, squat).

Fra i mezzi di allenamento a corpo libero a carico naturale più efficaci e di applicazione pratica concreta che favoriscono un miglioramento sicuro dei processi metabolici del versante anaerobico lattacido e quindi delle funzioni neuromuscolari, possiamo inoltre annoverare:

- esercizi di sprint su brevi tratti (accelerazioni) 10-30 metri, per esempio: 5x10 mt; 5x30 mt (recupero completo);
- esercizi di accelerazione su 10-20-30 mt, ad ogni scatto segue una decelerazione improvvisa (arresti in spazi brevissimi) (recuperi completi);
- corsa in salita su spazi brevi (inferiore ai 20-30 mt);
- sprint con traino (allena la forza esplosiva elastica con valorizzazione della componente concentrica);
- cambi di direzione dove vengono sollecitate tensioni eccentriche (in frenata) e tensioni concentriche (nella successiva accelerazione);
- esercizi a carico naturale in regime isometrico: importante per la posizione di base scegliendo bene l'angolazione di lavoro; sono sufficienti 5 contrazioni massimali al giorno da 3/5 secondi (*MacDougall*), ma solo per 1 o 2 mesi all'anno in quanto disturba la coordinazione;
- balzi: come si evince da alcuni studi effettuati nel decennio scorso (*Lambertz (2003) e Grosset (2007)*), i preadolescenti (10-11 anni) possiedono nei loro muscoli una maggiore elasticità, la quale costituisce una sorta di effetto protettivo nelle esercitazioni di pliometria. Attività di apprendimento di balzi sono quindi consigliate per bambini di 10-11 anni, mentre invece sono meno indicate per giovani atleti dai 12 ai 15 anni, in quanto l'impatto con il terreno può rappresentare, a causa della perdita di questa elasticità, un evento particolarmente traumatico. Invece nelle successive fasi,

ossia dopo i 16 anni, si ripresentano le giuste condizioni strutturali e ormonali per riprendere un lavoro di balzi.

Per quanto riguarda i bambini di 10-11 anni l'allenamento di balzi deve essere effettuato in un soggetto ancora riposato, quindi l'ideale sarebbe eseguirlo dopo una buona messa in moto. È importante non effettuare balzi a fine seduta, o comunque quando il soggetto è stanco, in quanto ciò porterebbe a perdere il corretto controllo del gesto tecnico.

Nei ragazzi dai 12 ai 15 anni, vista l'alta possibilità di subire traumi effettuando un allenamento di balzi, è consigliato svolgere attività propedeutiche per il miglioramento della potenza muscolare.

Tutte le pause tra le ripetizioni o quelle più lunghe tra le serie debbono essere effettuate con un recupero attivo. Pertanto il portiere finita la prova non dovrebbe aspettare la prova successiva stando fermo, ma cercare di mantenere il corpo in uno stato di riposo attivo. Questo favorisce una più veloce utilizzazione dell'eventuale acido lattico e mantiene il sistema nervoso su una soglia di attivazione ottimale per poter successivamente eseguire un'altra prova.

Con questi mezzi vengono sollecitate e migliorate prevalentemente le qualità di forza esplosiva e di rapidità di esecuzione oltre logicamente ai processi metabolici di natura anaerobica.

▪ **ESERCIZI CON SOVRACCARICHI:** se non si dispone di una palestra si possono utilizzare sovraccarichi quali bilancieri, palloni medicinali, sacchi di sabbia, cavigliere, elastici, giubbotti zavorrati, ecc.

Per l'allenamento della forza nei giovani ci si chiede sempre se sia meglio utilizzare come mezzo d'allenamento esercizi a “carico naturale” o con sovraccarichi.

Appare chiaro come utilizzare carichi liberi, come per esempio un bilanciere, possa portare ad un aumento di difficoltà dal punto di vista coordinativo e quindi l'attivazione di tanti gruppi muscolari per stabilizzare la posizione del corpo, quindi sarà necessario che al giovane atleta venga insegnato come utilizzare tale attrezzo.

È sconsigliato far utilizzare pesi liberi ad atleti che hanno meno di 15-16 anni, in quanto non hanno ancora completato lo sviluppo fisico. L'istruttore dovrà essere particolarmente attento all'apprendimento della corretta tecnica di esecuzione da parte del ragazzo e, solo dopo che la tecnica sarà affinata, allora il preparatore potrà pensare eventualmente di aumentare il carico.

Per quanto riguarda l'età prepuberale come carico è consigliato utilizzare il peso del proprio corpo in modo da ridurre la possibilità di subire traumi o danni osteo-artromuscolari.

In questa fascia d'età è corretto parlare di educazione alla forza, in quanto l'obiettivo primario è quello di sensibilizzare il giovane atleta a percepire il proprio corpo ed imparare la corretta tecnica di esecuzione.

Anche se non c'è piena concordanza tra gli autori, dall'analisi effettuata la tendenza che emerge è quella di ritenere utile il lavoro di forza anche in età precoce purchè venga supervisionato da un esperto in Scienze Motorie, il quale avrà il compito di pianificare, controllare e rendere sicuro ed efficiente l'allenamento del giovane atleta.

▪ ESERCIZI CON MACCHINE ISOTONICHE: metodo utilizzato da chi dispone di una palestra con macchine che permettono lo sviluppo della forza dei vari distretti muscolari. Il movimento è il risultato della coordinazione tra il SNC ed i distretti dell'apparato muscolare. Non basta contrarre i muscoli, aumentare la forza per migliorare il movimento.

Lo sviluppo della forza deve quindi mirare a migliorare la qualità delle tecniche e non rischiare di diventare fine a se stesso, si va verso quindi una coordinazione del movimento. Per migliorare il movimento non basta aumentare gli indici di forza muscolare, ma è il controllo di esso che ci permette di aumentare la prestazione sportiva in base allo sport che facciamo. Le macchine isotoniche non lavorano sul movimento ma isolano settori muscolari lavorando in posizioni non consone all'attività di gara.

Nel settore giovanile pertanto è importante la forza tecnica (coordinazione intermuscolare). L'allenamento deve essere coerente con la gara, il portiere deve prepararsi per affrontare ciò che troverà in partita.

Possedere un buon livello di forza massima (capacità posseduta dal muscolo di sviluppare la massima tensione e quindi di vincere il massimo carico possibile in fase di sollevamento -1 RM-) è un presupposto fondamentale per poter sviluppare alti gradienti di forza esplosiva; occorre però fare attenzione: sebbene l'allenamento di forza massima crei le basi per la formazione delle capacità di forza rapida, se viene impiegato in modo unilaterale può impedire l'espressione ottimale della forza esplosiva, in quanto l'allenamento della forza massima che provoca l'ipertrofia causa una massiccia trasformazione di fibre IIb (fibre veloci, caratteristiche della forza esplosiva) in fibre IIa (fibre intermedie tra lente e veloci). Per cui il problema è quello di combinare in modo ottimale l'allenamento della forza massima e quello della forza esplosiva.

I carichi devono essere idonei al tipo di forza che si intende migliorare. L'intensità del carico rispetto al massimale (1 RM) per l'allenamento della forza esplosiva è del 60-65% (comunque in un range che va dal 30 al 70% del massimale).

Il ritmo di esecuzione nella fase eccentrica deve essere lento e controllato per poi enfatizzare al massimo la fase concentrica dell'esercizio cercando quindi di invertire il più rapidamente possibile in modo da concentrarsi al massimo sulla velocità esecutiva.

Tra le serie vi deve essere un recupero completo (4-6 minuti) con la possibilità di occupare questi tempi morti con esercizi a carattere tecnico ma di bassa intensità per non ostacolare il processo di ripristino energetico.

Il numero di serie deve essere compreso tra 3 e 5 e il numero delle ripetizioni per serie tra 6 e 10. Per la forza esplosiva ogni ripetizione prevede la partenza da posizione statica (corpo fermo) dopo aver raggiunto gli angoli articolari previsti.

Per la forza esplosiva-elastica la fase che precede il caricamento deve essere sempre fluente e controllata, quindi rapida inversione del movimento per terminare alla massima velocità possibile (*Harre, 1977*).

Un metodo molto valido per allenare la forza veloce/esplosiva è il "metodo dei carichi a contrasto". Si ottiene attraverso l'utilizzo di un primo carico pesante (circa l'80% di 1 RM) che risveglia e attiva le fibre veloci (le fibre FT sono fisiologicamente pigre) e le costringe ad intervenire nel movimento, seguito da un secondo carico leggero (circa il 40-50% del massimale) che consente la contrazione rapida e veloce.

In rapporto alle varie fasce d'età le percentuali di carico da adottare in un esercizio come lo squat sono (*Journal of Strength & Conditioning Research, 2013*):

- da 11 a 12 anni – il 75% del peso corporeo
(se il fanciullo pesa 30 Kg, squat con 22 Kg)
- da 13 a 15 anni – il 150% del peso corporeo
(se l'adolescente pesa 50 Kg, squat con 75 Kg)
- da 16 a 19 anni – il 200% del peso corporeo
(se il ragazzo pesa 65 Kg, squat con 130 Kg)

▪ ESERCIZI CON ABBINAMENTO DELLA COMPONENTE TECNICA:
esercitazioni che sviluppano componenti atletiche tramite un forte riferimento tecnico (forza con tecnica).

“Vi sono prove tali da suggerire che l'allenamento dei giovani calciatori non necessita di essere localizzato sul miglioramento delle prestazioni fisiche. Spesso i giovani calciatori ricevono sufficienti stimoli per lo sviluppo della prestazione fisica praticando le abituali

partite ed esercitazioni” (*Martin e Junger, 97, in Marella '02*). Le componenti tecniche e fisiche vengono allenati sinergicamente all'interno dello stesso esercizio in ogni seduta di allenamento.

FARE FORZA SUL CAMPO!!

▪ ALLENAMENTO PLIOMETRICO: Weineck (1998) afferma che quest'ultimo è il metodo più importante e diffuso per lavorare sulla forza istantanea, essendo un metodo, oltretutto, che consente di ottenere un potenziamento rapido ed elevato della forza senza incremento della massa muscolare.

Con la pliometria si sollecitano i fattori che determinano la forza istantanea:

1. la capacità di contrazione delle fibre muscolari impegnate;
2. il numero di unità motorie mobilitate contemporaneamente all'inizio del movimento (coordinazione intramuscolare);
3. la velocità di contrazione delle fibre muscolari attivate;
4. la qualità di coordinazione intermuscolare.

▪ ESERCIZI PROPRIOCETTIVI (su superfici instabili): molto utilizzati per il recupero degli infortunati, oggi è considerata un'attività importante anche per lo sviluppo della forza e della coordinazione. Consentono di evitare traumi o microtraumi articolari (caviglia-ginocchio) da sovraccarico e allo stesso tempo di allenare “funzionalmente” il portiere. Si cercherà di proporre esercitazioni che prevedono balzi o balzelli, ma in condizioni di instabilità, ad esempio utilizzando tappeti elastici, skimmy, bosu. Tutto questo permette all'atleta di “insegnare” alla sua muscolatura a reagire a stimoli diversi ed alle condizioni di instabilità che spesso possono incontrarsi in un terreno di gioco, come ad esempio campo scivoloso, piccoli avvallamenti, spinte degli avversari, ecc.

▪ SUPERFICI COMPLIANTI (sabbia): l'allenamento sulla sabbia riduce la velocità e l'accelerazione, quindi non è adatto allo sviluppo della forza esplosiva ed esplosivo/elastica.

Può essere utilizzato come mezzo nel recupero in quanto riduce la stiffness, ovvero vi è una minore traumaticità a livello osteo-articolare e muscolo-tendineo, grazie ad un appoggio molto più “soft” del piede.

▪ PROTOCOLLO DI BOSCO: gli esercizi che formano la batteria dei test di Bosco per la valutazione delle varie forme di forza vengono utilizzati come mezzo di sviluppo

della forza specifica partendo dalla considerazione che quasi tutti i movimenti del portiere sono preceduti da prestiramento (tuffo, uscite alte, rilanci mani, spostamenti, ecc.) e gli esercizi che formano la batteria dei test presentano un elevato grado di specificità con la biomeccanica dei movimenti del portiere.

Andiamo ora ad analizzarli:

1. SJ (squat jump): il portiere deve effettuare un salto verticale partendo dalla posizione di ½ squat (ginocchia piegate a 90°), con il busto eretto e tenendo le mani ai fianchi. L'atterraggio deve avvenire con i piedi iperestesi e un angolo al ginocchio di 180°. Lo SJ permette di valutare la forza esplosiva degli arti inferiori.

2. CMJ (salto con contromovimento): è una prova in cui l'azione di salto verso l'alto viene realizzata grazie al ciclo stiramento-accorciamento. Il soggetto si trova in posizione eretta con le mani ai fianchi e deve effettuare un salto verticale dopo contro movimento verso il basso (si devono piegare le gambe fino a 90°): durante l'azione di piegamento il busto deve rimanere il più eretto possibile per evitare ogni possibile influenza sulla prestazione degli arti inferiori. Si valuta la forza esplosiva con riuso di energia elastica e sfruttamento del riflesso miotatico.

3. DJ (Drop Jump): il soggetto deve effettuare una azione di salto verticale dopo caduta da uno scalino di 40 cm.

L'elevazione del soggetto in questo caso è prodotta dalla componente contrattile, dal riuso di energia elastica accumulata durante la fase frenante e dal surplus di forza ottenuto grazie al reclutamento per via riflessa di ulteriori unità motorie. Il DJ valuta la forza esplosiva reattiva balistica degli arti inferiori.

▪ **FORZA FUNZIONALE:** con il termine forza funzionale si intende la forza sprigionata dai muscoli in un determinato movimento che rispecchia dal punto di vista biomeccanico il modello prestativo dello sport praticato.

Inoltre l'esecuzione di un determinato esercizio per lo sviluppo della forza oltre a rispecchiare meccanicamente il modello prestativo cercherà di avvicinarsi più possibile alla velocità di esecuzione che avviene nella prestazione.

L'allenamento funzionale viene definito come “quella serie di movimenti integrati svolti su più piani di movimento che coinvolgono l'accelerazione, la stabilizzazione e la decelerazione. Il tutto con lo scopo di migliorare agilità, destrezza ed efficienza neuromuscolare del portiere”. L'allenamento funzionale è finalizzato quindi al miglioramento del movimento e non al potenziamento del singolo muscolo.

Il Functional Training ad oggi è più un concetto che si basa su:

- allenare azioni che si verificano durante il gioco;
- seguire le richieste fisico-motorie-situazionali della disciplina;
- gesti effettuati con maggior frequenza durante la partita;
- allenare i muscoli nello stesso modo in cui sono “utilizzati” in partita.

L'allenamento quindi deve essere funzionale allo sport praticato e nel nostro caso alle azioni tipiche del ruolo del portiere con lo scopo di creare effetti positivi riproducibili nel momento della gara. Le variabili a cui il sistema nervoso del portiere è sottoposto sono molteplici ma soprattutto il movimento sinergico di centinaia di muscoli rende il compito veramente complesso.

Per questi motivi dovremmo vedere il suo allenamento come un'unità integrale in cui si ricreano le condizioni di gara affinché il SNC riconosca ed elabori il movimento che poi cercherà di rieseguire e controllare in gara.

Ricreare in palestra ciò che avverrà in campo non servirà al nostro scopo e non salvaguarderà di certo l'atleta dal rischio di infortuni.

Questo perché in gara i movimenti non avvengono certo su di un unico piano ed in una unica direzione. L'allenamento funzionale riprende il movimento a corpo libero ed è caratterizzato da movimenti globali che coinvolgono più articolazioni; inoltre stimola la propriocettività e il controllo del corpo, il core e utilizza l'instabilità per il controllo motorio e posturale. Mezzi per l'allenamento funzionale (vedi nella figura sottostante) possono essere: bande elastiche (TRX), fitball, bosu, skimmy (cuscini morbidi), stuoie, step, kettlebells (palle di ghisa col manico), palle medicinali, sandbag (sacco di sabbia), tavolette instabili propriocettive, tappeti elastici, ostacoli, cerchi, bilancieri e manubri.



▪ CORE TRAINING: le articolazioni del corpo ed i muscoli non sono stati creati in natura per funzionare in isolamento, pensate a quanti muscoli e quante articolazioni entrano in gioco simultaneamente quando ci si appresta ad effettuare una qualsiasi azione tecnica. Dovremo quindi entrare nell'ottica di incominciare a pensare al corpo del portiere come ad una grande ed unica orchestra.

Il cosiddetto "CORE", rappresentato da quella fascia centrale che include il complesso coxo-lombo-pelvico, una sorta di centro funzionale del corpo è un vero e proprio sistema di appoggio per l'equilibrio funzionale. Tale corsetto muscolare che collega la parte superiore del corpo a quella inferiore favorisce infatti una migliore postura, azioni dinamiche più potenti ed esplosive e stabilità durante la fase di volo e quindi un atterraggio corretto che consente di limitare i traumi al rachide. Il portiere durante la gara compie movimenti rapidi, esplosivi, cambi di direzione repentini, accelerazioni fulminee, e decelerazioni altrettanto rapide.

Quando si parla di giovani calciatori l'attenzione deve assolutamente focalizzarsi su quel che riguarda la formazione e la prevenzione. Molti autori concordano che esercizi che sviluppino il core stability, l'equilibrio e il controllo posturale rappresentino un imprescindibile mezzo di allenamento per la prevenzione degli infortuni.

Oltre a quest'ultima, questa tipologia di esercizi è un mezzo utilissimo per migliorare la performance di potenza muscolare, cambi di direzione e agility.

Le catene muscolari della parte inferiore e della parte superiore del corpo hanno in comune un punto di raccordo, ossia il core. Di quest'ultimo fanno parte la muscolatura addominale anteriore, i muscoli paraspinali, gli obliqui dell'addome, il diaframma, i glutei nella zona posteriore e i muscoli della cintura pelvica e dell'anca, ma più in generale tutti i muscoli compresi fra spalle e pelvi.

Avere un core stabile permette una efficiente trasmissione delle forze prodotte durante le attività di locomozione (corsa, salti, lanci, ecc.) fornendo una solida base di ancoraggio funzionale che evita la dissipazione di energia. Inoltre, una buona stabilità del core, tende a preservare il rachide da tutti quei traumi negativi che si verificano durante le prestazioni sportive.

Nel calcio, uno sport dove cambi di direzione, gesti esplosivi come il tuffo, effettuati in una condizione di instabilità e in appoggio monopodalico, risulta parte fondamentale del programma di allenamento rafforzare la cintura del core in modo da migliorare la fisicità, la performance e prevenire, o comunque ridurre la possibilità, di subire infortuni.



- MACCHINE ISOINERZIALI (Yo-Yo, VersaPulley): rispetto ad un esercizio con le macchine isotoniche si avvicinano di più alla “prestazione” muscolare del gesto tecnico, inoltre consentono un più rapido incremento della forza e sono un metodo molto efficace di prevenzione delle lesioni muscolari.
- MACCHINE ISOCINETICHE (utilizzate soprattutto in ambito fisioterapico nella fase di riabilitazione post infortuni), PEDANE VIBRATORIE, ELETTROSTIMOLATORI

Concludendo, è bene fare notare che nel calcio moderno, rispetto a qualche anno fa è cambiata la concezione dell'allenamento della forza muscolare.

Se prima si riteneva che l'incremento della massa muscolare e lo sviluppo della forza massima fossero indispensabili per la prestazione e quasi tutti i mezzi, quali bilancieri, macchine isotoniche con carichi molto alti, elettrostimolazioni, erano indirizzati verso tali obiettivi, ora, invece si è orientati di più sull'allenamento situazionale della forza con metodi e mezzi che rispecchiano di più il gesto tecnico del portiere.

Lo sviluppo della forza deve mirare a migliorare le qualità tecniche e non rischiare di diventare fine a se stesso.

Nel ruolo del portiere il concetto di sviluppo della forza deve essere inteso soprattutto come miglioramento della coordinazione (miglioramento del meccanismo nervoso) dell'attività dei gruppi muscolari che determinano e modulano il movimento.

Vi deve essere quindi un maggior equilibrio tra il sistema nervoso e l'apparato muscolare.

Parola chiave: *coordinazione*. Obiettivo il *movimento*.

Capitolo 4 - LA FORZA NEI GIOVANI PORTIERI: RICERCHE SCIENTIFICHE

4.1) TEST SUL CAMPO: FORZA ESPLOSIVA

Dopo aver parlato in generale dei benefici e degli svantaggi che possono derivare da un allenamento di forza in età giovanile, quindi se fosse consigliato o meno proporre attività di questo tipo a bambini e ragazzi, ora l'attenzione verrà spostata verso una serie di ricerche scientifiche che studiano gli effetti di programmi di allenamento di forza in giovani portieri.

La capacità del sistema neuromuscolare di produrre la massima potenza utilizzando gli arti inferiori è sicuramente una componente fondamentale nel gioco del calcio. Infatti alcuni studi (*Wisloff et al., 1998; Cometti et al., 2001; De Proft et al., 1988*) confermano che una delle principali differenze tra portieri dilettanti e portieri professionisti sia proprio la capacità di sviluppare la massima forza e potenza muscolare ad elevate velocità di contrazione. Altre ricerche hanno esaminato gli adattamenti che si verificavano nei giovani portieri in seguito ad allenamenti di forza esplosiva (*De Proft et al. 1988; Aagaard et al. 1994*).

In questa direzione si è mosso uno studio particolarmente interessante effettuato da alcuni studiosi spagnoli (*Gorostiaga et al., 2004*), i quali avevano come obiettivo quello di analizzare gli adattamenti ottenuti in seguito ad un allenamento di forza sia dal punto di vista della performance fisica sia da quello del livello di ormoni. Sono stati studiati giovani portieri (17 anni) i quali sono stati valutati attraverso determinati test prima e dopo le undici settimane di allenamento.

I giovani atleti sono stati divisi in un gruppo sperimentale formato da otto ragazzi. Il programma di allenamento consisteva in due sedute di allenamento alla settimana per undici settimane. Questi allenamenti di forza esplosiva duravano circa 25-30 minuti. I principali esercizi per gli allenamenti mirati a sviluppare la forza esplosiva sono lo squat completo, esercitazioni di forza pura, il contro movimento jump (CMJ), sprint e balzi su ostacoli.

Durante le esercitazioni di forza pura e gli squat completi, i soggetti sono stati istruiti minuziosamente per eseguire l'esercizio correttamente da un punto di vista tecnico e ad effettuarlo alla massima velocità possibile durante la fase di contrazione concentrica.

La tabella seguente mostra in dettaglio le esercitazioni, la frequenza settimanale, il numero di ripetizioni, il numero di serie e il carico (in kg) del programma di

allenamento di forza esplosiva. I tempi di recupero tra ogni serie erano di circa due minuti.

Table 1 Schedule of exercises, weekly training frequency (*WTF*), number of sets (*Sets*), number of repetitions (*Reps*), intensity (*I*), and distance (*D*) during the 11-week periodized explosive-type strength training program (*CMJ* counter-movement jump)

| Exercises | Weeks 1-4 | | | | | Weeks 5-8 | | | | | Weeks 9-11 | | | | |
|----------------------|-----------------|------|------|--------|-------|-----------------|------|------|--------|-------|-----------------|------|------|--------|-------|
| | WTF (days/week) | Sets | Reps | I (kg) | D (m) | WTF (days/week) | Sets | Reps | I (kg) | D (m) | WTF (days/week) | Sets | Reps | I (Kg) | D (m) |
| Squat lifts | 2 | 2-3 | 6 | 20-38 | | 2 | 3 | 3-4 | 30-46 | | 1 | 3 | 2-3 | 36-52 | |
| Power clean | 2 | 4 | 4 | 16-24 | | 2 | 3-4 | 3 | 20-28 | | 1 | 3 | 3 | 26-28 | |
| Maximal CMJ to box | 1 | 3 | 5-6 | | - | 1 | 3-5 | 5-8 | | - | - | - | | - | |
| Repeated Sprint runs | 1 | 1 | 3-5 | | 40 | 1 | 1 | 2-5 | | 15-40 | 1 | 1 | 2-3 | | 15-30 |
| Hurdles | - | - | - | | - | - | - | - | | - | 1 | 3 | 4 | | |
| Vertical Jumps | | | | | | | | | | | | | | | |

È stata scelta questa metodologia di allenamento perché è stato dimostrato che allenarsi con carichi leggeri eseguiti alla massima velocità è il modo più efficace per incrementare la forza veloce-esplosiva (*Kraemer e Ratamess 2000*, *Wilson et al 1993*). Questo tipo di allenamento della forza induce solo lievi modificazioni ipertrofiche (*Hakkinen et al. 1985*). Durante la fase eccentrica invece la richiesta era quella di eseguire l'esercizio ad una velocità bassa. I soggetti del gruppo eseguivano anche esercizi di rafforzamento per i muscoli del tronco e arti superiori. Inoltre venivano svolti alcuni esercizi di stretching per il tricipite surale, i quadricipiti femorali, i muscoli ischiocrurali, gli adduttori, e veniva stimolata la muscolatura del core, il tutto con lo scopo di prevenire eventuali infortuni.

RISULTATI DELLO STUDIO

Le dimensioni corporee sono aumentate durante il periodo di formazione di 11 settimane: da 177,5 a 178,0 cm. Per quanto riguarda la massa corporea dopo le undici settimane di allenamento non si è verificato nessun cambiamento significativo: da 70,3 a 71,9 kg.

Per essere confermata l'attendibilità dello studio i soggetti dovevano partecipare a un minimo del 80% delle sedute di allenamento nell'arco delle undici settimane.

Ora andiamo ad analizzare nel dettaglio quali sono stati i miglioramenti di alcuni dei test proposti, ossia il vertical jump e lo sprint.

VERTICAL JUMP TEST (CMJ) - RISULTATI OTTENUTI

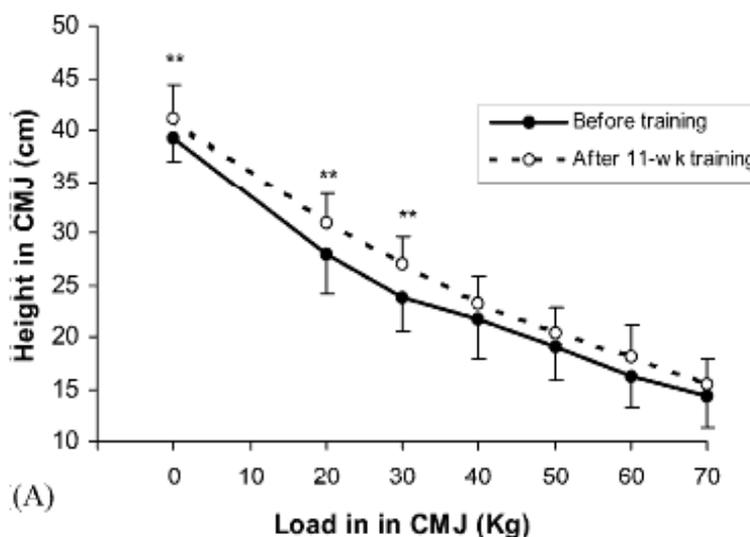
Il programma di allenamento di undici settimane incentrato sull'incremento della forza esplosiva ha portato a notevoli incrementi; come si evince dal grafico seguente gli aumenti maggiori si sono riscontrati quando il carico era ancora moderatamente basso; infatti i maggiori incrementi in percentuale si sono verificati nel CMJ 0(Kg) (5.1%), CMJ 20(Kg) (7.5%) e nel CMJ 30(Kg) (13.9%).

Successivamente, con l'aumentare del carico, gli incrementi di forza esplosiva rispetto al periodo precedente l'allenamento, si riducono gradualmente.

Gli incrementi di forza esplosiva per quanto riguarda il CMJ 0(Kg) e CMJ 20(Kg) sono stati studiati nelle settimane numero 0, 4, 8 e 11.

Gli incrementi maggiori, per quel che riguarda il

CMJ 0(Kg) si sono verificati dalla settimana zero alla quarta, mentre successivamente, dalla quarta alla ottava settimana c'è stato un incremento quasi pari a zero, ed un peggioramento all'undicesima settimana. Un andamento simile si riscontra anche per quanto riguarda il CMJ 20(Kg).



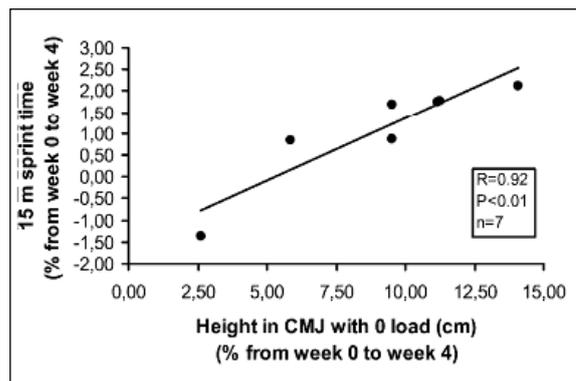
SPRINT- RISULTATI

Per quanto riguarda lo sprint, sono stati valutati i tempi dei giovani portieri sui 5 e sui 15 metri.

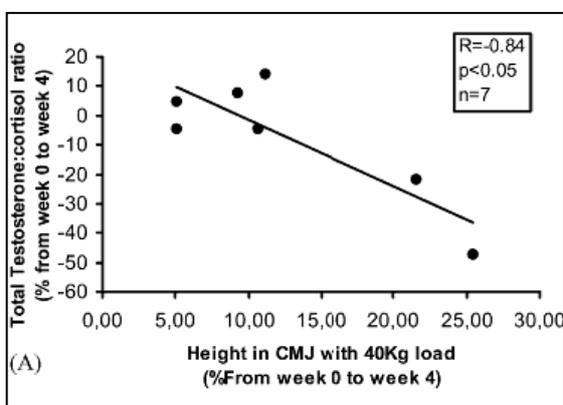
Dopo il programma di allenamento di undici settimane non risultano esserci cambiamenti significativi. Nel gruppo, per quanto riguarda lo sprint sui 5 metri c'è stata una qualche variazione durante le prime quattro settimane (da 0.96 s 0.95); al contrario non sono state osservate variazioni, dalla settimana zero all'ottava, e dalla settimana zero alla undicesima sia per quel che riguarda gli sprint sui cinque e sui quindici metri.

RELAZIONI TRA LA FORZA ESPLOSIVA E LA VELOCITA DI CORSA

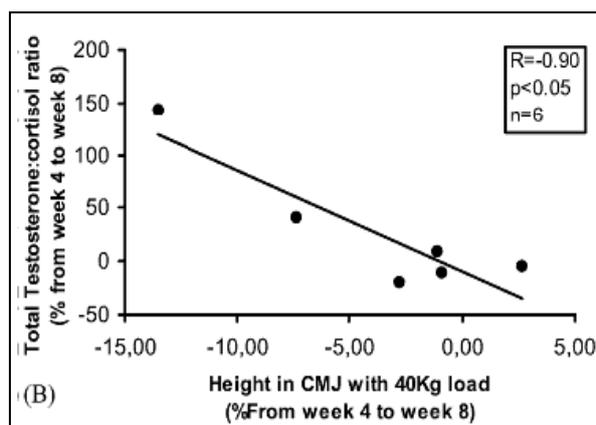
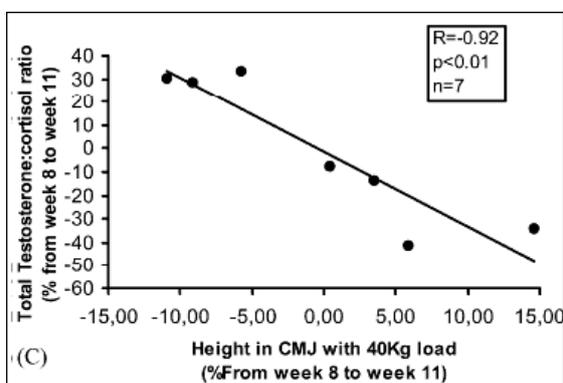
Nel gruppo sono state osservate importanti correlazioni, nel periodo delle prime quattro settimane, tra quel che riguarda l'altezza di salto del CMJ 10(Kg) e la velocità sia sui 5 sia sui 15 metri. Invece non sono state riscontrate significative correlazioni nel periodo trascorso tra l'ottava e l'undicesima settimana.



RELAZIONE TRA LE CONCENTRAZIONI DI ORMONI E LA FORZA ESPLOSIVA



Non sono state osservate significative correlazioni tra gli incrementi di forza esplosiva e i cambiamenti delle



concentrazioni di ormoni nel periodo delle 11 settimane di lavoro. Tuttavia, sono state osservate significative correlazioni tra i centimetri saltati nel CMJ 40 (Kg) e le variazioni relative all'aumento della concentrazione di testosterone.

Durante le undici settimane di allenamento, non sono state riscontrate importanti variazioni per quel che riguarda la concentrazione di cortisolo.

Si passa da una concentrazione di 431 nM all'inizio dell'allenamento per arrivare, all'undicesima settimana, ad una concentrazione di 393 nM.

CONCENTRAZIONE DELL'ORMONE TESTOSTERONE PRIMA E DOPO L'ALLENAMENTO DI FORZA ESPLOSIVA

Durante le 11 settimane di allenamento, la concentrazione di testosterone è aumentata significativamente nel gruppo (7.5 %).

L'aumento è avvenuto principalmente tra la quarta e l'undicesima settimana, mentre invece il testosterone tendeva a diminuire (non in modo significativo) tra l'inizio dell'allenamento e la quarta settimana.

CONCLUSIONI DELLO STUDIO

Il risultato principale di questo studio (*Gorostiaga et al., 2004*) consiste nella dimostrazione del fatto che combinare i classici allenamenti del portiere ad un programma di forza esplosiva della durata di undici settimane può portare a notevoli miglioramenti per quanto riguarda la potenza espressa dagli arti inferiori.

Ciò è facilmente deducibile dai significativi incrementi illustrati prima sul CMJ a carico basso.

Questi risultati confermano il fatto che la migliore metodologia di allenamento per incrementare la forza veloce-esplosiva è rappresentata dall'utilizzo di carichi leggeri eseguiti alla massima velocità (*Kraemer e Ratamess, 2000, Wilson et al., 1993*).

Durante il programma di allenamento si è osservato un miglioramento della forza esplosiva dovuto principalmente ad un aumento dell'attivazione neurale dei muscoli allenati, nello specifico nelle fibre veloci (FT) del muscolo; ciò è correlato ad un aumento di numero e ad un maggior reclutamento di unità motorie, le quali si attivavano con la stessa frequenza sprigionando così più potenza (*Hakkinen & Komi 1985*).

I miglioramenti ottenuti per quanto riguarda il CMJ ci suggeriscono che inserendo un programma di forza esplosiva, a bassa frequenza (2 sedute a settimana) e con carichi inizialmente bassi (quasi carico naturale), all'interno dei normali allenamenti dei giovani portieri, quest'ultimi possono incrementare significativamente la loro forza esplosiva. Inoltre, questo tipo di programma di allenamento della forza esplosiva sembra essere più efficace nel trasferire gli adattamenti neurali ottenuti durante le sedute di CMJ rispetto ad altri programmi di allenamento della forza con carichi pesanti (*Taiana et al., 1992; Gorostiaga et al., 1999*).

Durante le prime quattro settimane di allenamento sono stati riscontrati significativi miglioramenti per quel che riguarda le prestazioni sulla velocità sui 5 metri. Questi miglioramenti sono stati ottenuti in concomitanza con i maggiori incrementi di salto verticali nel CMJ a carico basso.

Quindi come confermano alcuni studi (*Delecluse et al., 1995*) esiste una differente correlazione tra i vari tipi di allenamento di forza e le performance sugli sprint di breve distanza. Da queste ricerche si è dedotto che l'allenamento di forza esplosiva risulta importante per migliorare la velocità sulle distanze brevi.

Analizzando lo sprint dal punto di vista biomeccanico è risultato chiaro come aumentare la forza e la potenza degli arti inferiori risulti una componente fondamentale per ottenere performance migliori. Queste analisi hanno dimostrato come sia importante la capacità di sprigionare elevate percentuali di forza in poco tempo per muscoli come gli estensori del ginocchio, gli estensori dell'anca e il tricipite surale (*Frick et al. 1995*).

Inoltre, durante le prime otto settimane dell'allenamento di forza esplosiva, sono state osservate evidenti correlazioni tra gli incrementi di altezza nel CMJ a carico naturale e gli incrementi di velocità negli sprint sui 5 e 15 metri.

Da ciò è possibile dedurre come un incremento di forza esplosiva nei muscoli degli arti inferiori, ottenuta attraverso il CMJ a carico naturale, sia facilmente trasferibile negli sprint su distanze brevi aumentando così la performance del giovane portiere.

Dopo il notevole incremento durante le prime 4 settimane di l'allenamento, è stata riscontrata una fase di plateau (stasi) sia per quanto riguarda la performance nel CMJ sia per quel che concerne la velocità sulle brevi distanze. È stato osservato come i soggetti del gruppo, durante le ultime sette settimane di allenamento, non riuscivano più a migliorare la loro performance, o addirittura, in alcuni, peggiorava leggermente. Ciò potrebbe essere collegato allo stato di forma dell'individuo prima dell'inizio del programma di allenamento di forza esplosiva.

4.2) L'ALLENAMENTO PLIOMETRICO DEL PORTIERE

Le qualità e le proprietà fisiche che deve possedere il portiere per poter eccellere sono quelle che appartengono al sistema neuromuscolare.

Per esaltare queste qualità negli ultimi decenni sono state utilizzate le cosiddette esercitazioni pliometriche (*"metodo d'urto", Verchosanskij 1970*).

Anche se il termine "pliometria" definisce una particolare metodologia di allenamento che sfrutta il "prestiramento" muscolo-tendineo (forza esplosiva-elastica), va evidenziato che gran parte dei movimenti del corpo, sportivi e non, presentano questa caratteristica (corsa, saltelli, salti, balzi, lanci, ecc.).

Le proprietà stimolate che si cerca di migliorare con questo tipo di attività, si identificano nel sistema nervoso sia centrale che periferico, nella struttura contrattile del

muscolo e principalmente nelle componenti elastiche che possiede il muscolo (elementi elastici della struttura proteica “miosina”, i tendini ed i legamenti).

Andiamo a vedere in dettaglio quali sono le caratteristiche delle esercitazioni pliometriche.

L'azione pliometrica è costituita da tre momenti fondamentali:

1. fase eccentrica (di stiramento);
2. fase isometrica (di inversione del movimento);
3. fase concentrica (di accorciamento).

I fattori caratterizzanti il ciclo stiramento-accorciamento sono:

- l'azione di restituzione elastica da parte delle componenti elastiche in serie (di cui il 72% proviene dal tendine e il 28% dalla porzione S2 della testa miosinica, *Bisciotti, 2000*);
- il riflesso di stiramento (*Bosco, 1985, 1997*).

In quasi tutte le attività di movimento, il muscolo viene attivamente stirato (lavoro eccentrico). Invece dello scivolamento dei filamenti di actina verso il centro (accorciamento), si ha uno stiramento di questi verso l'esterno. In tal modo si ha un allungamento degli elementi elastici in serie, con relativo immagazzinamento all'interno del muscolo di energia elastica.

Questa energia viene restituita sotto forma di lavoro meccanico se alla contrazione eccentrica segue repentinamente il lavoro concentrico (lavoro positivo - accorciamento del muscolo).

Se allo stiramento non segue l'accorciamento e se questo avviene dopo un periodo di tempo relativamente lungo (100-200 ms, secondo gli studi di *Bosco 1982, Bosco e coll. 1982*), l'energia elastica immagazzinata si perde sotto forma di calore (*Fenn 1935*).

Quindi durante il ciclo muscolare “stiramento-accorciamento”, si ha immagazzinamento e ri-uso di energia elastica. Il ri-uso di questa energia in termini di costo energetico è molto basso o nullo (*Cavagna 1977; Bosco 1982*). Pertanto, durante questo tipo di attivazione, si ha un rendimento meccanico di gran lunga più efficiente rispetto al lavoro puramente concentrico.

L'esercizio classico di pliometria consiste nell'esecuzione massimale di un salto verticale eseguito in proseguimento di una caduta da una predeterminata altezza.

Nel momento in cui i piedi toccano il terreno gli estensori delle gambe (quadricipite femorale e tricipite surale) sono già elettricamente attivi e vengono stirati (lavoro

eccentrico) con una certa velocità e immagazzinano una notevole quantità di energia elastica che poi viene utilizzata durante la fase di spinta (lavoro concentrico).

Questo stiramento favorisce il riflesso miotatico (o da stiramento) che a sua volta potenzia il reclutamento delle miofibrille.

Proprio questo potenziamento del sistema nervoso periferico favorisce uno sviluppo altissimo di tensione (fino a 500-600% della forza isometrica massima, *Bosco 1982*) che si manifesta prevalentemente sotto forma di elasticità muscolare e che coincide con la fase eccentrica o di ammortizzazione del salto.

L'attivazione precoce delle miofibrille dei muscoli estensori della gamba fa in modo che i ponti actomiosinici vengano attivati durante la fase eccentrica del movimento.

Durante questa fase di allungamento viene immagazzinata energia elastica dentro queste miofibrille, oltre che nei tendini, che a sua volta può essere restituita in forma di energia meccanica, se alla fase eccentrica segue immediatamente la fase concentrica.

Pertanto l'effetto combinato del potenziamento del sistema nervoso attraverso il riflesso miotatico ed il riutilizzo di energia elastica determinano condizioni eccezionali per lo sviluppo della tensione muscolare che viene estrinsecata sotto forma di forza esplosiva e reattiva che si realizza non solo durante il lavoro eccentrico, ma anche durante quello positivo (concentrico) o di spinta.

Per ogni atleta esiste un'altezza di caduta ottimale, ossia l'altezza cadendo dalla quale il soggetto riesce ad estrinsecare la migliore risposta neuromuscolare ottenendo il salto verticale più elevato.

Studi effettuati su centinaia di atleti hanno evidenziato che il carico di lavoro (altezza di caduta) ottimale per i portieri non è molto alto, anzi è relativamente basso 30-40 cm circa (*Bosco, Komi 1979*).

Questo suggerisce di non usare altezze superiori ai 40-50 cm se non si vuole sollecitare in modo pericoloso le strutture muscolo-scheletriche coinvolte. Le esercitazioni pliometriche classiche consistono nella caduta da determinate altezze (sui 40 cm per i portieri) arrivo a terra a gambe quasi dritte (angolo al ginocchio sui 170°), quindi per effetto dell'energia cinetica, che deve assorbire il sistema di locomozione del soggetto, viene provocata una leggera flessione delle gambe prima che una forte spinta massimale verso l'alto proietti il soggetto in aria.

Gli stimoli provocati dalle esercitazioni pliometriche e gli adattamenti che ne derivano non solo provocano miglioramenti nello sviluppo della forza esplosiva e reattiva, ma nello stesso tempo rafforzano e quindi proteggono tutto il sistema muscolo-tendineo del

portiere da sollecitazioni pericolose che vengono manifestate durante lo svolgimento dei gesti tecnici realizzati in partita.

Conosciuto il fatto che le variazioni angolari delle articolazioni dei portieri durante la prestazione vengono continuamente modificate, affinché quindi le esercitazioni pliometriche possano apportare dei benefici specifici occorre utilizzare una metodica particolare che prenda in considerazione le sollecitazioni a cui sono sottoposti i sistemi di locomozione dei portieri.

Pertanto si consiglia di usare questa metodologia:

- esercitazioni di pliometria classica (metodo d'urto): caduta da 40 cm arrivo a terra tenendo le gambe dritte (angolo al ginocchio sui 170°) quindi ammortizzare (lavoro eccentrico) e spinta verso l'alto;
- Metodo di Bosco e Pittera: caduta da 40-50 cm partendo ed arrivando a terra con le ginocchia piegate (angolo al ginocchio attorno ai $90-110^\circ$) quindi ammortizzare (lavoro eccentrico) e spinta verso l'alto. Dai risultati presentati dagli studi di Bobbert e coll. (1987) in un lavoro pubblicato nella prestigiosa rivista scientifica *Medicine and Science in Sport* che è l'organo ufficiale della Federazione USA di medicina dello sport, si evidenzia che con il metodo di Bosco e Pittera le forze che agiscono a livello delle articolazioni delle ginocchia e delle caviglie sono di gran lunga minori di quelle che vengono sviluppate con la pliometria classica;
- cadute da altezze di circa 20-30 cm con pliometria classica, ma si arriva in appoggio monopodalico, quindi si avrà ammortizzazione (lavoro eccentrico) e spinta (lavoro concentrico) sia verso l'alto sia lateralmente;
- cadute da altezze di 20-30 cm, arrivo in appoggio monopodalico (flessa, angolo al ginocchio sui $90^\circ-110^\circ$) ammortizzazione e spinta verso l'alto o laterale;
- corsa balzata prevalentemente su gambe alternate in spinta monopodalica (non più di 10 -15 mt) e con deviazioni laterali.

Per quel che riguarda gli aspetti pratici dei lavori di pliometria, diversi autori hanno indicato delle direttive da rispettare per rendere quanto più efficace possibile questo tipo di allenamento.

Sulle ripetizioni per serie da eseguire, gli autori sono abbastanza concordi nel ritenere un numero minimo di 5-8 (per i principianti) e massimo di 10-12 (per gli atleti evoluti) (*Verchoshansky, 1997, Cometti, 1997b, Weineck, 1998, 2001*).

Per quanto riguarda le serie, gli stessi autori concordano su un numero che va dalle 2-3 per i principianti alle 6-10 per gli atleti evoluti, mentre Wisløff, Salveson e Sigmundstad (2001) consigliano ai calciatori 3-5 serie di 10 ripetizioni.

Infine, sul tempo di recupero, pur concordando tutti sulla necessità di un recupero completo, perché questi esercizi non si possono eseguire in stato di affaticamento (ci deve essere freschezza muscolare), i vari autori danno dei tempi abbastanza variabili dall'1,5'-2' (Verchoshansky, 1997, Weineck, 1998, 2001) ai 2'-5' (Bellotti e Matteucci, 1999), ai 7' (Cometti, 1997), fino ai 10' (Wisløff, Salveson e Sigmundstad, 2001): anche in questo caso bisogna tener conto dello stato di allenamento dell'atleta.

Infine, sul periodo di recupero necessario in seguito a sedute d'allenamento con il metodo d'urto, Verchoshansky sostiene che servono almeno 10 giorni per un recupero completo.

Bosco (1997) invece, indica per i calciatori di eseguire la seduta settimanale di pliometria almeno 4 giorni prima della gara.

4.2.1 PLIOMETRIA: TEST SUL CAMPO

Cesar Meylan e Davide Malatesta, nel 2009, hanno studiato come un breve programma di allenamento pliometrico potesse essere inserito positivamente all'interno dei classici allenamenti di calcio svolti da giovani portieri di circa 13 anni.

Quattordici ragazzi sono stati scelti come partecipanti del gruppo sperimentale, mentre altri undici formavano il gruppo di controllo.

Nella tabella seguente vengono espressi i valori antropometrici dei ragazzi prima e dopo il programma di allenamento pliometrico della durata di undici settimane.

| | Training group (n = 14) | | Control group (n = 11) | |
|----------------|-------------------------|------------------|------------------------|-----------------|
| | Pre-T | Post-T | Pre-T | Post-T |
| Age (years) | 13.3 \pm 0.6 | 13.5 \pm 0.51 | 13.1 \pm 0.6 | 13.3 \pm 0.6 |
| Stature (m) | 1.59 \pm 0.09 | 1.61 \pm 0.09* | 1.63 \pm 0.1 | 1.65 \pm 0.1* |
| Body mass (kg) | 48.6 \pm 9.6 | 49.5 \pm 9.62* | 47.4 \pm 9.6 | 48.3 \pm 9.8* |

Pre-T: pre-training; post-T: post-training.
*Significant difference from pre-test within the group ($p < 0.05$).

Tutti questi ragazzi giocavano allo stesso livello e si allenavano due volte alla settimana per 90 minuti. Il gruppo sperimentale, oltre alle classiche esercitazioni calcistiche, ha svolto un programma di pliometria della durata di otto settimane.

Prima e dopo il programma di allenamento pliometrico sono stati effettuati sei test: sprint sui 10 metri, test sull'agilità, 3 test sul salto verticale (squat jump, CMJ, contact test) e multiple 5 bounds test.

Il gruppo sperimentale, per un periodo di otto settimane, ha svolto 20-25 minuti di esercitazioni pliometriche che sono andati a sostituire le classiche esercitazioni calcistiche.

Essendo consapevoli che questa tipologia di allenamento può essere traumatica per l'unità muscolo-tendinea, il carico di allenamento è stato aumentato gradualmente per evitare danni alle strutture osteo-artro-muscolari dei giovani portieri. Sempre in questa direzione le prove sono state svolte sul manto erboso in modo che l'atterraggio venisse ammortizzato. Ogni seduta di pliometria prevedeva 4 diverse esercitazioni, ognuna delle quali era composta da 2-4 serie per 6- 12 ripetizioni.

PROCEDURA E TIPI DI TEST

I test sono stati effettuati prima e dopo il programma di allenamento pliometrico di otto settimane. Tra questi test sono stati utilizzati lo squat jump (SJ), il contromovimento jump (CMJ), e il contact test (CT). Ai giovani portieri che partecipavano ai test veniva chiesto di tenere gli arti superiori lungo il corpo in modo da non aiutarsi nella fase di volo. Inoltre i soggetti dovevano lasciare il terreno con le ginocchia e le anche estese ed atterrare nella stessa posizione in modo da rendere il test più attendibile possibile.

- Squat Jump: questa prova consiste nel saltare in verticale da una posizione statica di squat con angolo del ginocchio di 120°.
- CMJ: questa prova è molto simile alla precedente con la differenza che prima di saltare il soggetto effettua un rapido movimento verso il basso raggiungendo circa la stessa angolazione del ginocchio dello squat jump. È chiaro come in questa prova, grazie al caricamento prima del salto, l'altezza raggiunta dal salto sarà maggiore.
- Contact Test: consiste nel saltare un ostacolo di 20 cm e subito dopo l'atterraggio effettuare nuovamente un salto verticale il più in alto possibile.
- Cinque salti multipli: questa prova consiste nel saltare consecutivamente cinque volte cercando di coprire la massima distanza possibile.
- Sprint sui 10 mt: bisogna partire con un piede avanti e uno indietro e la velocità viene catturata da delle fotocellule poste all'inizio e alla fine della prova.
- Test di agilità: questo test è stato effettuato sul campo, utilizzando scarpe da calcio, e prevede quattro cambi di direzioni di 60° per un totale di 10 metri di lunghezza. È stata scelta questa tipologia di prova, in quanto in questo test è fondamentale avere buone

capacità di accelerazione, decelerazione, equilibrio e controllo del proprio corpo.

RISULTATI DEI TEST

Vertical Jump Test: è importante dire che prima dell'inizio dell'allenamento, i giovani calciatori del gruppo sperimentale saltavano di più rispetto a quelli del gruppo di controllo. Come emerge dalla tabella, nel gruppo sperimentale, rispetto al gruppo di controllo, l'altezza dei salti nel contro movimento jump (CMJ) è significativamente aumentata.

Dopo le otto settimane di allenamento pliometrico, nel gruppo sperimentale, è stato riscontrato un aumento del 7.9% per il CMJ, mentre invece nel gruppo di controllo le differenze risultano minime.

TABLE 2. Results of squat jump (SJ) and countermovement jump (CMJ) (mean \pm SD).

| | Training group (n = 14) | | | Control group (n = 11) | | |
|----------|-------------------------|-----------------|------------|------------------------|-----------------|------------|
| | Pre-T | Post-T | % Δ | Pre-T | Post-T | % Δ |
| SJ (cm) | 30.1 \pm 4.1 | 30.5 \pm 3.2 | +0.6 | 27.5 \pm 3.7† | 26.0 \pm 3.6† | -4.5 |
| CMJ (cm) | 34.6 \pm 4.4 | 37.2 \pm 4.5* | +7.9 | 30.9 \pm 3.1† | 29.6 \pm 1.9† | -3.8 |

Pre-T: pre-training; Post-T: post-training; % Δ : difference between Post-T and Pre-T (%).
 *Significant difference from pre-test within the group.
 †Significant difference between the 2 groups ($p < 0.05$).

Al contrario non sono stati riscontrati, in nessuno dei due gruppi, significativi miglioramenti per quel che riguarda lo squat jump.

Per quanto riguarda il *contact test* (CT) è importante sottolineare il fatto che prima dell'inizio delle otto settimane di allenamento, il tempo di contatto con il terreno del gruppo di controllo era minore rispetto a quello del gruppo sperimentale.

Quest'ultimo, grazie al programma di allenamento pliometrico, hanno incrementato del 10.9% l'altezza del salto in verticale dopo il salto dell'ostacolo di 20 cm.

Per quanto riguarda il gruppo di controllo non sono da segnalare significative variazioni tra prima e dopo l'allenamento.

TABLE 3. Results of contact test (CT) (mean \pm SD).

| | Training group (n = 14) | | | Control group (n = 11) | | |
|-------------|-------------------------|-----------------|------------|------------------------|-----------------|------------|
| | Pre-T | Post-T | % Δ | Pre-T | Post-T | % Δ |
| Height (cm) | 31.1 \pm 4.4 | 34.1 \pm 3.4* | +10.9 | 29.0 \pm 5.9 | 28.2 \pm 3.6† | -0.9 |
| GCT (ms) | 243 \pm 45 | 232 \pm 40 | -2.6 | 203 \pm 39† | 192 \pm 34† | -3.5 |
| RS (cm/s) | 132 \pm 28 | 152 \pm 31 | +17.6 | 148 \pm 38 | 151 \pm 30 | +6.7 |

Pre-T: pre-training; Post-T: post-training; % Δ : difference between Post-T and Pre-T (%); GCT: ground contact time; RS: reactive strength.
 *Significant difference from pre-test within the group.
 †Significant difference between the 2 groups ($p < 0.05$).

Nel test sui *cinque salti multipli* sono state registrate, dopo le otto settimane di allenamento pliometrico, differenze importanti tra il gruppo di controllo e quello

sperimentale, infatti in quest'ultimo c'è stato un miglioramento del 4%, mentre nel gruppo di controllo non sono da segnalare incrementi degni di nota.

Sprint sui 10 metri: prima del programma di allenamento, i soggetti del gruppo sperimentale risultavano notevolmente più veloci rispetto a quelli del gruppo di controllo.

I soggetti del primo gruppo, alla fine degli allenamenti, risultavano aver abbassato il loro tempo di percorrenza del 2.1% (quindi sono migliorati), mentre invece per il gruppo di controllo non risultavano particolari variazioni.

Test di agilità': i soggetti del gruppo sperimentale sono migliorati notevolmente, infatti è stato possibile registrare un abbassamento del tempo di durata del test di circa il 9.6%, mentre, nel gruppo di controllo, il tempo impiegato per effettuare il test è aumentato del 2.8%. Il programma di otto settimane di allenamento pliometrico ha portato significativi decrementi per quel che riguarda la performance di velocità sui 5 metri (-2.1%) e sul test di agilità (-9.6%), mentre sono stati riscontrati miglioramenti per quel che riguarda l'altezza del salto in verticale del CMJ (7.9%) e per il contact test (10.9%).

Per quel che concerne il gruppo di controllo non sono stati registrati incrementi significativi per quel che riguarda la forza esplosiva.

Questo studio ha dimostrato come un breve programma di allenamento pliometrico, combinato con i regolari allenamenti calcistici, possa risultare positivo in età giovanile per incrementare tutte quelle azioni esplosive, come il cambio di direzione e il salto, che sono componenti presenti all'interno del ruolo del portiere.

CONCLUSIONI DELLO STUDIO

Lo studio effettuato da Cesar Meylan e Davide Malatesta, nel 2009, ci ha dimostrato come un programma di allenamento pliometrico della durata di otto settimane, associato ai normali allenamenti calcistici, può portare a significativi incrementi per quel che riguarda le azioni esplosive di giovani portieri. Sono stati riscontrati notevoli miglioramenti negli sprint sui 10 metri, nel test di agilità, nel contromovimento jump, e nel salto dopo un rimbalzo (contact test).

Non sono stati riscontrati significativi miglioramenti per quel che riguarda il gruppo di controllo; ciò dimostra l'importanza di un programma specifico di allenamento di forza, da combinare con gli allenamenti calcistici classici, per incrementare tutti quei movimenti esplosivi, come i cambi di direzione e i salti.

Nel test di sprint sui 10 metri è stato riscontrato un abbassamento della velocità di percorrenza del 2.1%, mentre nel test di agilità una diminuzione della durata del 9.6%. Dai miglioramenti ottenuti da questi due test si deduce chiaramente come un allenamento pliometrico possa avere influenze positive sulla performance dei giovani portieri.

4.3) CORRELAZIONI TRA FORZA, VELOCITA' E SALTO NEI GIOVANI PORTIERI

Paul Comfort, Al Stewart, Laurence Bloom e Ben Clarkson hanno condotto uno studio particolarmente interessante riguardante le correlazioni che si possono riscontrare tra un allenamento di forza, la velocità e la performance di salto in giovani portieri.

L'idea di questo studio nasce dal fatto che, negli adulti, questa correlazione era stata dimostrata da diversi studi, mentre per quanto riguarda i giovani sono pochi gli studi che discutono questo argomento.

L'obiettivo dello studio è quello di determinare la relazione che c'è tra la forza sprigionata attraverso lo squat, la performance sui 5 e 20 metri, e la performance sul salto, in giovani portieri ben allenati.

È stato ipotizzato che la forza relativa, più che la forza assoluta, è particolarmente correlata con la performance di velocità e salto.

I soggetti scelti per lo studio consistevano in giovani portieri ben allenati dell'età di circa 17 anni. Questa ricerca è stata svolta circa a metà stagione, quando gli atleti effettuavano circa 4-5 allenamenti a settimana specifici per il calcio, più 2 allenamenti di forza. I test sono stati effettuati prima e dopo il mesociclo di allenamento.

PROCEDURA E TIPI DI TEST

Per tutti i test è stato predisposto un riscaldamento della durata di circa 10 minuti da effettuare prima della prova in modo da preparare l'organismo al test e, quindi, scongiurare eventuali infortuni.

- *Test di velocità*: consisteva in uno sprint sui 20 metri; ogni atleta poteva effettuare tre prove con un recupero della durata di 2' tra una prova e l'altra. È stata misurata la velocità di corsa grazie a delle fotocellule poste all'inizio e alla fine del percorso.
- *Vertical Jumps*: erano rappresentati dallo squat jump (SJ) e dal contro movimento jump (CMJ). Anche in questo caso i tentativi erano tre; si teneva in considerazione la prova migliore delle tre.

Il recupero tra un salto e l'altro era di 1' e per considerare la prova valida era fondamentale tenere gli arti superiori lungo le anche per evitare di aiutarsi nel salto.

▪ *Back Squat*: lo scopo era quello di calcolare la forza sprigionata dagli arti inferiori con carichi elevati. Per motivi di sicurezza non è stato utilizzato il carico pari ad 1RM, bensì a 5RM.

RISULTATI DEI TEST

Da questo studio è emerso come la forza massima sia correlata con la performance di velocità sui 5 metri, squat jump e con il CMJ, mentre la forza relativa (si riferisce alla tensione muscolare massima messa in relazione al peso corporeo) è stata dimostrata essere particolarmente correlata con gli sprint sui 20 metri.

Questa ricerca ha confermato il fatto che ci sia una buona correlazione tra la forza massima sprigionata dallo squat e la performance di salto e di velocità. La forza relativa ha una correlazione leggermente maggiore, rispetto alla forza assoluta, con la prestazione dello sprint sui 20 metri.

In contrasto con le precedenti ipotesi, la forza assoluta è stata dimostrata essere maggiormente legata alla performance della velocità sui 5 metri, dello squat jump e del contro movimento jump.

Questi risultati sono particolarmente interessanti visto che ci si aspettava che fosse la forza relativa ad essere maggiormente correlata a prestazioni riguardanti la velocità e il salto. Quest'ultimo risultato è stato confermato anche da altri studi (*Wisloff e Castagna, 2004*), i quali confermano forti correlazioni tra la forza massima riscontrata dal back squat e la performance di velocità sui 10 e 30 metri in giovani portieri ben allenati.

Questo studio dimostra l'importanza di allenare la forza al fine di migliorare lo sprint e le prestazioni di salto in giovani portieri, in quanto sono azioni sempre presenti all'interno del gioco del calcio, e avere prestazioni maggiori di velocità e salto porta sicuramente notevoli vantaggi.

4.4) RELAZIONI TRA L'ALLENAMENTO DI FORZA E LA PRESTAZIONE NEI GIOVANI PORTIERI

A conferma di come sia positivo un allenamento di forza correttamente programmato e ben supervisionato altri autori (*Christou et al.*) hanno effettuato uno studio su 18 giovani portieri d'età compresa tra i 12 e i 15.

I ragazzi sono stati divisi in due gruppi, gli appartenenti al primo, chiamato SOC (soccer), venivano sottoposti cinque volte alla settimana e per sedici settimane ad

allenamento specifico calcistico, evitando però mezzi specifici per la forza muscolare; gli appartenenti al secondo gruppo, chiamato STR (strength soccer) si sottoponevano alle medesime sedute del gruppo precedente però si sommarono anche due allenamenti a settimana per la forza muscolare. Inoltre era presente un terzo gruppo, il gruppo di controllo (CON), ossia ragazzi di pari età che non partecipavano ad attività sportive. Prima di intraprendere il programma, i ragazzi non presentavano notevoli differenze dal punto di vista dell'allenamento.

I test di valutazione sono stati effettuati all'inizio, dopo 8 e dopo 16 settimane.

Gli esercizi di forza utilizzati dal gruppo STR erano leg press, leg flexors, leg extension, calf rais, sit-up più altri esercizi per il tronco e gli arti superiori.

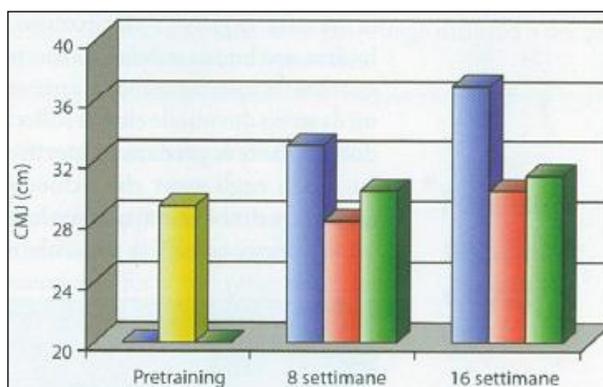
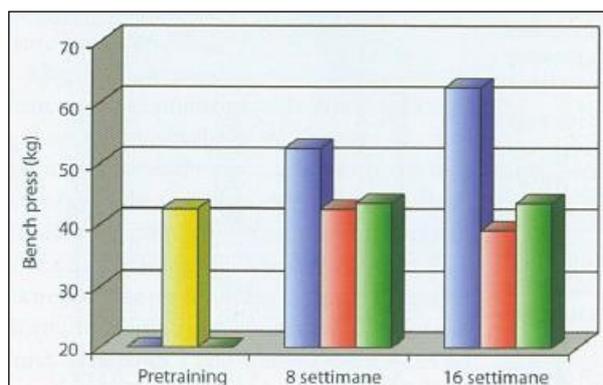
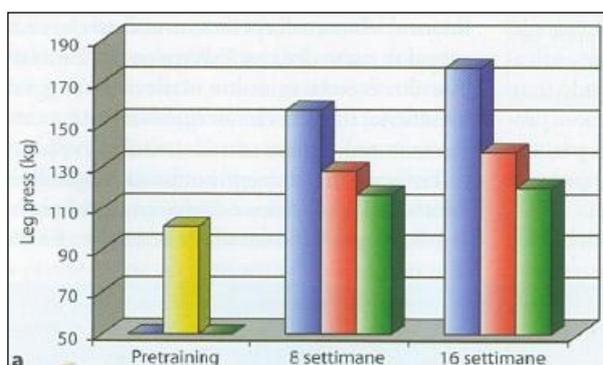
Il carico di allenamento prevedeva un range che andava dal 55% al 80% di 1RM e 2-3 serie di 8-15 ripetizioni per una durata di 45' a seduta.

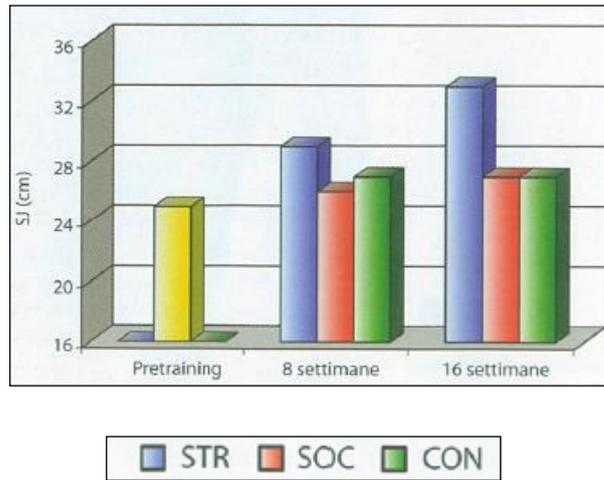
RISULTATI

I risultati hanno dimostrato che le prestazioni sia del gruppo SOC sia di quello STR sono incrementate notevolmente per quel che riguarda le prove di 1RM leg press, agility e test tecnico, rispetto al gruppo di controllo.

Altri risultati sottolineano come il gruppo STR, rispetto agli altri due gruppi, mostrava incrementi più marcati nel test di 1RM leg e bench press, squat jump e contro movimento jump e 30 metri di sprint.

Non sono stati riscontrati grossi miglioramenti per quel che riguarda il test di agilità e il test tecnico.





CONCLUSIONE DELLO STUDIO

Christou et al. concludono affermando che il solo allenamento calcistico produce significativi benefici per giovani ragazzi di pari età che non praticano attività sportiva, ma sottolinea come un programma di allenamento della forza muscolare ben organizzato e supervisionato risulta estremamente positivo per un potenziamento della prestazione.

CONCLUSIONI

Come per gli adulti, anche la prestazione del giovane portiere è contraddistinta da diverse attività che, oltre ad un impegno metabolico, richiedono un notevole sforzo neuromuscolare.

Basti pensare a tutti gli spostamenti, i cambi di direzione, i salti, i tuffi, le accelerazioni e decelerazioni, i lanci richiesti dal ruolo.

Dai diversi studi analizzati in questa tesi è chiaro che la grande maggioranza degli autori ritiene come un allenamento di forza, compreso l'allenamento pliometrico, correttamente pianificato e supervisionato, produca significativi adattamenti in bambini e adolescenti simili a quelli che riportano gli adulti.

Questo non significa assolutamente che i programmi di allenamento di giovani e adulti devono essere gli stessi, bensì la tipologia di allenamento deve essere adattata alle diverse fasce d'età, e nelle stesse deve essere adattata in base all'età biologica del soggetto, la sua esperienza in attività di questo tipo e il suo livello di training iniziale.

Ovviamente nei più giovani e negli adolescenti le precauzioni devono assolutamente essere maggiori visto il non completo sviluppo dell'individuo e la sua relativa fragilità osteo-artro-muscolare.

Quindi, le scelte dei mezzi di allenamento e le metodiche di somministrazione del carico di lavoro devono, soprattutto con i giovani, concentrarsi sulla prevenzione degli infortuni e sull'apprendimento dell'esecuzione corretta della tecnica dell'esercizio.

Per quanto riguarda la prevenzione, come citato sopra, numerosi sono gli studi che dimostrano come un allenamento incentrato sulla core stability, sull'equilibrio e sul controllo posturale possa essere considerato un eccellente mezzo di allenamento per prevenire gli infortuni.

Oltre a quest'ultimo importantissimo punto, è stato dimostrato come esercizi di core stability possano portare a miglioramenti anche in termini di prestazione del giovane portiere, in quanto possedere un core stabile permette una efficiente trasmissione delle forze prodotte durante le attività proprie del gioco del calcio (cambi di direzione, salti) fornendo una solida base di ancoraggio funzionale che evita la dissipazione di energia.

In conclusione, i risultati analizzati in questa tesi portano a ritenere estremamente utile inserire programmi di allenamento di forza nell'attività sportiva dei giovani portieri, ovviamente rispettando le tappe di accrescimento biologico dei ragazzi, e assicurandosi che tale programma sia correttamente pianificato e supervisionato da un esperto in Scienze Motorie.

BIBLIOGRAFIA

1. Aagaard P, Simonsen EB, Trolle M, Klausen K (1994). *Effects of different strength training regimes on moment and power generation during dynamic knee extensions*. European Journal Applied Physiology 69: 382–386
2. American College of Sports Medicine (2001). *Plyometric Training for Children and Adolescents*, Lippincott Williams & Wilkins.
3. Antonelli A., Lovecchio C. *Allenamento di terza generazione del portiere di calcio*.
4. Bellotti P., Matteucci E. – *Allenamento sportivo* – Utet, Torino 1999
5. Beraldo S. *Il metodo pliometrico*.
6. Bisciotti G. N. (2002). *Le basi della forza*. Il nuovo calcio. 117: 102-107, 2002
7. Bobbert M.F. – *Drop jumping as training method for jumping ability* – Sports Medicine, 1990, 7-22
8. Borrelli L. *Adattamento ed applicazione della stiffness dei tendini degli arti inferiori in relazione ai gesti tecnici del portiere*.
9. Bosco C., Società Stampa Sportiva, Roma (1997). *La forza muscolare. Aspetti fisiologici ed applicazioni pratiche*.
10. Bosco C. - *L'effetto del pre-stiramento sul comportamento del muscolo scheletrico e considerazioni fisiologiche sulla forza esplosiva* – Atletica studi Gen.Feb. 1985, 7-117
11. Bosco C., *Elasticità muscolare e forza esplosiva nelle attività fisico-sportive*, Società Stampa Sportiva, Roma, 1985
12. British Association of Sport and Exercise Science (2005). *BASES position statement on guidelines for resistance exercise in young people*, Journal of Sports Sciences, 22, 383-90.
13. Cahill B. R. & Griffith E. H. (1978): *Effect of preseason conditioning on the incidence and severity of high school football knee injuries*, Journal Sports Medicine 6(4): 180-184
14. Capuano S. (2002). *Linee didattiche e metodologiche applicate alla formazione del giovane portiere di calcio*. – notiziario N°6 2002
15. Christou M, Smilios I, Sotiropoulos K, Volaklis K, Piliandis T, and Tokmakidis SP (2006). *Effects of resistance training on the physical capacities of adolescent soccer players*. Journal Strength Conditioning Resistance 20: 783–791
16. Cometti G. – *Metodi moderni di potenziamento muscolare* – Calzetti e Mariucci, Perugia, 1988
17. Comfort P., Stewart A., Bloom L. and Clarkson B. (2013), *Relationships between strength, sprint and jump performance in well trained youth soccer players*, Journal of Strength and Conditioning Research 6: 357- 397
18. Corradi G. (2012). *Allenamento della forza rapida*.
19. De Baranda PS, Ortega E, Palao JM. *Analysis of goalkeepers' defence in the World Cup in Korea and Japan in 2002*. Eur J Sport Sci. 2008;8:127–134.
20. De Proft E., Cabri J., Dufour W., Clarys JP (1988). *Strength training and kick performance in soccer players*. In: Reilly T, Lees A, Davids K, Murphy WS (eds) Science and football. Spon, London, pp 108–113
21. Delecluse C. et al (1995). *Influence of high-resistance and high-velocity training on sprint performance*. Medicine and Science in Sports and Exercise, 27 (8). 1203-1209
22. Di Michele R. (2013). *Analisi dei mezzi di allenamento della forza nel calcio*. Associazione Sportiva «Il Grifone» 3° convegno per Allenatori e Preparatori di Calcio, Alba Adriatica, 07/01/2013
23. Di Salvo V, Benito PJ, Calderon FJ, Di Salvo M, Pigozzi F. *Activity profile of elite goalkeepers during football match-play*. J Sports Med Phys Fitness. 2008; 48:443–446.
24. Faigenbaum A. (2000), *Strength training for children and adolescents*, Pediatric and adolescents sports injuries. 4: 519-620
25. Faigenbaum A. (1990), *Strength training in children and adolescents*. Pediatric Clinic North America 19: 593-619.
26. Faigenbaum A., Kraemer WJ, Blimkie CJ, Jeffreys I., Micheli LJ, Nitka M., Rowland TW (2009), *Youth resistance training: update position statement paper from the national strength and conditioning association*, Journal of Strength and Conditioning Research, (5 Suppl): 60-79
27. Falk B. & Tenenbaum G. (1996): *The effectiveness of resistance training in children: A meta-analysis*; Ribstein Center for Research and Sport Medicine Sciences, 22, 176-186
28. Ferrante C., Belli G. (2012). *Il Core Training per l'allenamento funzionale del portiere di calcio*. www.apport.it – giornalino 16 – novembre 2012.pdf
29. Ferrante C., Bollini A., Calzetti Mariucci, Perugia (2011). *Il Core Training per l'allenamento funzionale nel calcio*.
30. Ferretti F., Arcelli E., Rampini E., et al, (2010) , *L'allenamento fisico nel calcio - Concetti e principi metodologici*, Editoriale Sport Italia, Milano
31. Gorostiaga EM & Izquierdo M. (2004). *Strength training effects on physical performance and serum hormones in young soccer players*. European Journal Applied Physiology (2004) 91: 698–707
32. Häkkinen K, Komi PV, Alen M. *Effect of explosive type strength training on isometric force- and*

- relaxation time, electromyographic and muscle fibre characteristics of leg extensor muscles. Acta Physiol Scand.* 1985; 125(4):587-600.
33. Hamill B. P. (1994): *Relative safety of weightlifting and weight training*, Journal of Strength and Conditioning Research, 1994, 8 (1), 53-57
 34. Hansen L., Bangsbo J, Twisk J and Klausen K.,(1999). *Development of muscle strength in relation to training level and testosterone in young male soccer players*. Journal Applied Physiology 87:1141-1147, 1999.
 35. Journal of Strength & Conditioning Research: February 2013 – Volume 27 – Issue 2 – 357-362
 36. Komi P.V. – *Strength and power in sport* – Boston, Blackwell Scientific, 1992
 37. Kraemer W. And Ratamess N.A. (2000). *Physiology of Resistance Training, Orthopedics and Physical Therapy Clinics in North America*, 467-513
 38. Malina R.M.: *Weight training in youth-growth, maturation, and safety: an evidence-based review*, Clin J Sport Med. 2006; 16:478-487
 39. Meylan C. and Malatesta D.(2009), *Effects of in-season plyometric training within soccer practice on explosive actions of young players*. Journal Strength Conditioning Resistance 23(9): 2605-2613
 40. Perondi F. (2009). *Nuovi orientamenti nella metodologia dell'allenamento della forza*.
 41. Ramsay JA, Blimkie CJ, Smith K, Garner S, MacDougall JD, Sale DG. (1990). *Strength training effects in prepubescent boys*. Medicine Science Sports Exercise 22(5): 605-614.
 42. Rovida A. (2007). *La forza*.
 43. Ruspantini A. (2003). *La preparazione fisico-tecnica nelle categorie giovanissimi ed allievi nel gioco del calcio. La preparazione fisica nei giochi di squadra*, AIPAC Lazio, Roma 18 gennaio 2003
 44. Ruspantini A. (2004). *La pliometria come mezzo di allenamento per lo sviluppo della forza istantanea nel calcio*
 45. Sewall L. and Micheli LJ. (1986), *Strength training for children*, Journal pediatrics Orthopedy; 6(2):143-6.
 46. Sherwood L., Zanichelli, Bologna (2008). *Fisiologia umana. Dalle cellule ai sistemi*.
 47. Toschi G. (2001). *Forza esplosiva: fattori che la influenzano e metodologie per l'allenamento*. – notiziario N°6 2001
 48. Verchosanskij Y. *Mezzi e metodi per l'allenamento della forza esplosiva. Tutto sul metodo d'urto* – Società Stampa Sportiva, Roma 1997
 49. Weineck J., Calzetti Mariucci, Perugia (2009). *L'allenamento ottimale*.
 50. Weineck J., Calzetti-Mariucci, Perugia (1998). *La preparazione fisica ottimale del calciatore*.
 51. Weltman A. et al. (1986): *The effects of hydraulic resistance strength training in pre-pubertal males*, Medicine Science Sports Exercise, 14: 134-143
 52. Wilmore J.H., Costill D.L. – *Fisiologia dell'esercizio fisico e dello sport* – Calzetti e Mariucci, Perugia 2005
 53. Wisloff U., (1998). *Strength and endurance of elite soccer players*. Medicine Science Sports Exercise.; 30(3):462-467
 54. Wisloff U., Castagna C., Helgerud J., Jones R., & Hoff J. (2004). *Strong correlation of maximal squat strength with sprint performance and vertical jump height in elite soccer players*. British Journal Sports Medicine, 38(3), 285-288
 55. Wisløff U., Salveson R., Sigmundstad E., *Lo sviluppo della prestazione nel calcio*, Teknosport Libri, Ancona, 2.