

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA

Dipartimento di Scienze Biomediche

Corso di Laurea Triennale in Scienze Motorie

Tesi di Laurea

**LA PROGRAMMAZIONE E PERIODIZZAZIONE ATLETICA:
UN APPROCCIO SCIENTIFICO DELL'ALLENAMENTO
FUNZIONALE COME STRUMENTO DI PREVENZIONE DEGLI
INFORTUNI E MIGLIORAMENTO DELLA PRESTAZIONE NELLO
SPORT E NELLA VITA**

Relatore: Prof.ssa Serena Dalle Palle

Laureando: Leonardo Francesco Dalla Torre

N° di matricola: 1236739

Anno Accademico 2021/2022

INDICE

Abstract

Introduzione

Capitolo 1: Allenamento funzionale definizioni e principi

1. Introduzione all'allenamento funzionale
- 1.1. Allenare la funzione significa allenare il *Movimento*
- 1.2. I pilastri del movimento: primal pattern
- 1.3. Teorie sulla forma-funzione del corpo: il modello bioarchitettone
- 1.4. Ipertrafia "estetica" e Ipertrafia "funzionale"

Capitolo 2: I meridiani miofasciali

2. Definizione di fascia
- 2.1. La filosofia del sistema miofasciale
- 2.2. Descrizione e analisi del concetto di "meridiani miofasciali"
- 2.3. Descrizione anatomico-funzionale della Linea Superficiale Posteriore
 - 2.3.1. Funzione motoria e posturale della Linea Superficiale Posteriore
- 2.4. Descrizione anatomico-funzionale della Linea Superficiale Frontale
 - 2.4.1. Funzione motoria e posturale della Linea Superficiale Frontale
- 2.5. Descrizione anatomico-funzionale della Linea Laterale
 - 2.5.1. Funzione motoria e posturale della Linea Laterale
- 2.6. Descrizione anatomico-funzionale della Linea Spirale
 - 2.6.1. Funzione motoria e posturale della Linea Spirale
- 2.7. Introduzione descrittiva delle Linee del Braccio
 - 2.7.1. Descrizione anatomico-funzionale della Linea Profonda Frontale
 - 2.7.2. Descrizione anatomico-funzionale della Linea Superficiale Frontale
 - 2.7.3. Descrizione anatomico-funzionale della Linea Profonda Posteriore
 - 2.7.4. Descrizione anatomico-funzionale della Linea Superficiale Posteriore
 - 2.7.5. Funzioni motorie e posturali delle Linee del Braccio

2.8. Introduzione descrittiva delle Linee Funzionali

2.8.1. Descrizione anatomico-funzionale della Linea Funzionale Posteriore

2.8.2. Descrizione anatomico-funzionale della Linea Funzionale Frontale

2.8.3. Descrizione anatomico-funzionale della Linea Funzionale Ispilaterale

2.8.4. Funzione motoria e posturale delle Linee Funzionali

2.9. Descrizione anatomico-funzionale della Linea Profonda Frontale

2.9.1. Funzione motoria e posturale della Linea Profonda Frontale

Capitolo 3: I tre pilastri dell'allenamento funzionale: core, catena estensoria e cingolo scapolo-omerale

3. Descrizione anatomica del core

3.1. Funzione del core

3.2. Applicazioni pratiche dell'allenamento del core

3.3. Descrizione anatomica della catena estensoria dell'anca

3.4. Funzione e allenamento della catena estensoria dell'anca

3.5. Descrizione anatomica del cingolo scapolo-omerale

3.6. Funzione e allenamento cingolo scapolo-omerale

Capitolo 4: Principi metodologici dell'allenamento, periodizzazione della preparazione atletica e allenamento funzionale

4. Basi metodologiche e principi generali dell'allenamento sportivo

4.1. L'importanza della periodizzazione dell'allenamento

4.2. Analisi teorico-pratica: seduta allenante, microciclo, mesociclo e macrociclo

4.3. Anamnesi e valutazione funzionale dell'atleta

4.4. Modello di analisi sistematica dello sport

4.5. Programmazione dell'allenamento della forza

4.5.1. Fase di adattamento anatomico

4.5.2. Fase di ipertrofia funzionale

4.5.3. Fase della forza massima

- 4.5.4. Fase di conversione alla forza specifica
- 4.5.5. Analisi del metodo balistico per lo sviluppo della potenza
- 4.5.6. Analisi del metodo pliometrico per lo sviluppo della potenza
- 4.5.7. Fase di mantenimento e compensazione

Capitolo 5: Ipertrofia funzionale e resistance training per prevenire l'insorgenza precoce dei fenomeni di sarcopenia e osteoporosi: basi teoriche e protocolli pratici

- 5. Definizioni di sarcopenia, dynapenia e osteoporosi
 - 5.1. Processi fisiologici legati all'inattività e al disuso muscolare
 - 5.2. L'allenamento contro resistenza e la reinnervazione
 - 5.3. Protocolli pratici dell'allenamento funzionale contro resistenza

Conclusioni

Bibliografia

Ringraziamenti

Abstract

L'allenamento funzionale, ossia quell'allenamento relativo alla funzione per cui una catena cinetica esiste e si è evoluta, possiede nella sua natura intrinseca la capacità di adattarsi ad una considerevole moltitudine di situazioni e contesti. È proprio grazie a questa sua plasticità, che esso può essere applicato ad un'infinità di programmi di allenamento, che essi si pongano obiettivi prestazionali, preventivi o riabilitativi. Nella presente tesi verrà descritta ed analizzata, attraverso dettagliati riferimenti anatomici e metodologici, l'importanza dell'allenamento funzionale ai fini della programmazione atletica negli sport, in particolare la sua applicazione pratica. Infine, l'elaborato si soffermerà sull'applicazione di diverse metodologie di resistance training nei soggetti anziani, al fine di prevenire i processi fisiologici di sarcopenia e osteoporosi e, di conseguenza, garantire loro una qualità della vita migliore.

Introduzione

Lo scopo del presente elaborato è quello di verificare e confermare l'importanza che assume l'allenamento funzionale all'interno dei percorsi di preparazione atletica, di formazione degli atleti, di prevenzione e riduzione del rischio infortuni, e di miglioramento generale della vita delle persone giovani e anziane. *In primis*, verranno analizzate e descritte tutte le fondamenta su cui si basa l'allenamento funzionale. Verranno prese in esame, quindi, le ideologie, i temi principali e la filosofia di questa visione dell'allenamento, mettendo in evidenza tutti gli aspetti teorici, che ci permetteranno poi di avviarcisi verso la loro applicazione pratica all'interno dei protocolli allenanti. All'interno del presente testo si farà riferimento ad una visione olistica dettagliata dell'intero sistema miofasciale, dell'anatomia funzionale e delle connessioni corporee tra componente muscolare e fascia. Più precisamente, le intenzioni di questi capitoli sono quelle di studiare come le tensioni comunicano attraverso la rete miofasciale, favorendo l'atteggiamento posturale e l'equilibrio nel movimento e nello sport. L'analisi anatomico-funzionale dei tre pilastri dell'allenamento funzionale - core, catena estensoria e cingolo scapolo-omeroale - assumerà una grande importanza nella costruzione di programmi d'allenamento capaci di rispettare l'anatomia, la genetica e le capacità psicofisiche di ogni atleta, garantendo, allo stesso tempo, un miglioramento prestativo legato alla disciplina che esercitano o all'obiettivo che si pongono, in termini di salute e prevenzione. Successivamente, ci si occuperà dell'analisi dei principi generali dell'allenamento, mettendo così in evidenza le caratteristiche chiave di un buon protocollo di allenamento. Più dettagliatamente, all'interno del testo verranno trattate in modo approfondito tutte le prime fasi di anamnesi e conoscenza dell'atleta, che saranno indispensabili per poter attuare dei protocolli allenanti personalizzati in relazione alle esigenze e caratteristiche morfologiche dell'atleta. Successivamente, all'interno dell'elaborato si proporrà un'analisi sistematica degli sport, necessaria ed efficace per poter studiare le caratteristiche tecniche e pratiche di uno sport in esame, con l'obiettivo di garantire al preparatore atletico la capacità e possibilità di lavorare in modo concreto e specifico alla programmazione di protocolli allenanti finalizzati al miglioramento prestativo relativo a qualsiasi tipologia di sport. Dopo aver concluso la trattazione dei temi dell'allenamento generale, dell'anamnesi, e dell'analisi funzionale ci

si sposterà verso l'applicazione teorico-pratico di tutti questi elementi, verranno quindi descritti tutti i cicli di allenamento e come dovrebbe essere impostata una programmazione dell'allenamento secondo il modello Bompa-Buzzichelli.

Infine, l'ultima parte della trattazione è dedicata all'analisi di articoli tratti dalla letteratura scientifica, sull'importanza del *resistance training*, in particolare sull'applicazione di protocolli di *functional resistance training* nella popolazione fragile degli anziani, al fine di indagare se tale stimolazione possa essere in grado di ridurre e prevenire i fenomeni fisiologici di sarcopenia e osteoporosi, garantendo loro, in questo modo, una migliore condizione di vita, di indipendenza e salute.

L'analisi e lo sviluppo di queste argomentazioni è il risultato di un'esperienza teorico-pratica svolta presso il corso di Allenamento Funzionale tenuto dalla Professoressa Serena Dalle Palle, presso l'Università di Padova. Ciò mi ha permesso di mettere in pratica tutte le teorie, i concetti e le strategie studiate durante l'intero corso e, allo stesso tempo, ho avuto la possibilità di avvicinarmi e di interessarmi al campo dell'allenamento funzionale.

Capitolo 1

Allenamento funzionale: definizioni e principi metodologici

1. Introduzione all'allenamento funzionale

L'allenamento funzionale trae il suo fondamento nella necessità di associare all'allenamento la ricerca di una funzione. Con il termine funzione si fa riferimento allo scopo per il quale qualcosa o qualcuno si è evoluto o è stato creato. Se si applica il termine funzione all'allenamento sportivo, si intende dire che l'allenamento svolto è finalizzato ad uno scopo. Quale scopo? Lo scopo dell'allenamento funzionale è certamente quello di rispettare le linee evolutive della nostra specie e quindi, tramite l'esecuzione di determinati esercizi, o meglio movimenti, permette di allenare l'organismo in modo globale e sinergico, al fine di farci ripercorrere tutte le tappe della nostra evoluzione, richiamando quindi attività come la corsa, il salto, la spinta, il lancio, il rotolamento, l'accovacciamento e molto altro.

Dal punto di vista del movimento, come verrà analizzato in seguito, l'utilizzo dell'allenamento funzionale permette di attivare in modo totale le catene cinematiche che costituiscono il nostro corpo, richiamando schemi motori innati, che solitamente vengono dimenticati.

Dal punto di vista prestazionale, il functional training assume una grande importanza quando viene applicato alla programmazione dei mesocicli di preparazione atletica. Ciò è possibile perché questa metodologia di allenamento propone una serie di "esercizi" che si pongono l'obiettivo di rendere gli atleti più forti e migliori dal punto di vista globale della condizione atletica. L'allenamento funzionale, infatti, permette di portare l'atleta in condizione, conservarla e migliorarla; di conseguenza permette di migliorare la prestazione atletica e il suo livello generale di salute.

In aggiunta, in virtù della sua natura duttile e versatile, l'allenamento funzionale può essere considerato come una metodologia di allenamento sport-generico, piuttosto che sport specifico. Questo avviene perché, come verrà analizzato nei capitoli successivi, gli sport

possiedono delle caratteristiche specifiche, che li rendono unici e che devono essere allenate mediante simulazioni di situazioni di gioco e in condizioni più verosimili possibile alla circostanza di gara, ma, allo stesso tempo, essi possiedono delle caratteristiche comuni, che, invece, costituiscono le basi atletiche della prestazione. Proprio queste capacità condizionali e coordinative comuni alla maggior parte degli sport possono essere allenate mediante l'applicazione di alcuni modelli di allenamento del *functional training*. Rinnovando la domanda di tesi introdotta nell'abstract, l'obiettivo del mio elaborato è quello proprio di capire come l'allenamento funzionale sia in grado di inserirsi in modo ottimale, in tutti i programmi di allenamento e preparazione atletica nello sport.

1.1. Allenare la funzione significa allenare il *Movimento*

Questo incipit è stato fondamentale per far chiarezza su quello che è, in breve l'allenamento funzionale. Tuttavia, l'allenamento funzionale non si ferma qui, ma si fonda su tutta una filosofia di pensiero secondo la quale l'allenamento non è il solo potenziamento del muscolo, delle ossa, dell'organo, del cuore o dei polmoni, ma diventa l'allenamento al *MOVIMENTO*¹.

Come viene citato all'interno del libro "Oltre l'allenamento" di Andorlini, allenare il movimento implica un'acquisizione cosciente: si deve assumere che il corpo sia lo strumento (con il quale), il movimento il mezzo (tramite il quale) e il corpo in movimento il fine (al quale). Cosa significa, però, allenare il movimento? L'allenamento del movimento implica la capacità di padroneggiare il corpo, producendo un movimento efficiente, che si pone l'obiettivo di legare assieme la routine della vita quotidiana, l'estetica della gestualità espressiva e l'efficienza sportiva. Questo ci permette di dire che non può esistere un movimento compartimentalizzato, etichettato e categorizzato. Bensì un movimento interpretato, che deve sempre essere adattabile in modo plastico alle situazioni e alle improvvisazioni quotidiane. L'allenamento funzionale, come abbiamo discusso nell'apertura del capitolo, è quel tipo di allenamento relativo alla funzione per cui un muscolo, o meglio, una catena cinetica esiste e si è evoluta in un certo modo. Nella sua applicazione pratica vengono sollecitate le catene e i sistemi articolari che ne fanno parte, secondo lo scopo

¹ ANDORLINI, A. (2016). Oltre l'allenamento: dalla teoria delle idee all'esercizio dei movimenti. Torgiano (PG), Calzetti Mariucci.

per cui sono stati “costruiti” e si sono evoluti. Proprio per questo motivo, possiamo dire che uno dei più importanti fondamenti dell’allenamento funzionale è il cosiddetto principio dell’*azione-funzione*. Questo principio colloca l’allenamento funzionale su un piano totalmente differente rispetto a quello in cui si trova, ad esempio, l’allenamento tradizionale in sala pesi. La differenza sostanziale tra queste due tipologie di allenamento non sta tanto nell’efficacia maggiore di una, piuttosto che dell’altra e non è relativa agli obiettivi finali che questi percorsi ricercano, dato che spesso gli obiettivi si equivalgono. La differenza sostanziale risiede nelle metodologie con le quali questi traguardi vengono raggiunti, nella modalità con la quale vengono classificati gli esercizi, sulla base di una visione del corpo umano del tutto differente tra le due ideologie. Gli obiettivi comuni alla base delle due metodologie di allenamento, come è stato accennato precedentemente, spesso sono i medesimi. Per citarne alcuni, ad esempio, possiamo menzionare: la ricerca dell’ipertrofia muscolare, del dimagrimento e del rinforzo muscolare, la ricerca del miglioramento della prestazione in termini di forza, velocità, esplosività, dinamicità ed equilibrio. Tuttavia, anche se gli obiettivi, nella maggior parte dei casi corrispondono, le metodologie differiscono di molto. L’approccio tradizionale all’allenamento cerca di raggiungere questi “*goals*” tramite esercizi, metodologie e tecniche di isolamento e attivazione esclusiva di singoli gruppi muscolari. Al contrario, quando si parla di “*functional training*” si deve tenere conto che i movimenti che attivano singoli muscoli in maniera isolata sono definiti “non funzionali” e viceversa, i movimenti definiti “funzionali” coinvolgono e ricercano l’attivazione di catene cinematiche quanto più possibile estese, composte da vari muscoli che vengono attivati contemporaneamente. Le proposte dell’allenamento funzionale, dunque, contengono tutta una serie di esercizi “funzionali”, che difficilmente possono essere catalogati come esercizi per un distretto muscolare singolo. Questi esercizi vanno in questo modo a coinvolgere grandi aree muscolari, e, anche se alcuni esercizi prevedono la prevalenza di un distretto muscolare rispetto ad un altro, il lavoro fisico richiesto per la loro esecuzione mira sempre alla sinergia tra diverse concatenazioni di muscoli. È possibile dire che all’interno del termine “*funzione*”, integrato nell’espressione motoria di una catena cinematica, rientrano tutta una serie di attivazioni miofasciali, elastiche, neurali e muscolari che rendono completa, ovvero totale, l’espressione neuro-motoria della catena cinematica stessa. Questo è esattamente quello che non avviene nel “classico” lavoro in palestra, dove l’accento ricade sulla semplice *azione*

perdendo di vista, parzialmente o completamente, la *funzione* delle diverse catene cinematiche e delle componenti articolari che caratterizzano la nostra struttura anatomica. In termini pratici e in ottica di miglioramento prestativo, non è errato esercitare un distretto muscolare isolando la sua azione principale, come ad esempio nell'esercizio delle alzate laterali con manubri; tuttavia, ci si trova a svolgere un movimento incompleto e limitato. Questo perché, anche se l'azione principale esercitata dai fasci laterali del deltoide, ossia l'abduzione a 90° dell'omero sul piano ibrido "scapolare", viene eseguita, allo stesso tempo viene però esclusa la funzione principale del cingolo scapolo-omerale, ossia la trasduzione di forze provenienti dagli arti inferiori. A tal proposito, esistono degli esercizi più funzionali, che includono dei movimenti completi, come ad esempio nel "*clean and press*" o nel "*landmine press*". Questi esercizi sono ottimali per l'allenamento del compartimento della spalla, perché, oltre a ricercare le azioni di flessione o abduzione dell'omero, tipiche della muscolatura della spalla, rispettano la funzione fondamentale della catena cinematica. Nel momento in cui si comincia ad indagare la funzione del corpo, anche se può apparire come un argomento scontato, in realtà ci si sta dirigendo verso un campo molto complesso, in cui la ricerca della corretta interpretazione diventa molto ardua e variabile, tanto che ci possono essere le più disparate interpretazioni e visioni. Per cercare di mantenere una corretta direzione, ci si deve sempre ricordare che, dal punto di vista evolutivo e culturale, la funzione primaria dell'essere umano è la sopravvivenza attraverso una vita di relazione. Relazionarsi con le persone e con le cose, proiettando i propri movimenti verso sé stessi o verso l'esterno, è l'elemento fondante della nostra comunità e società. Pertanto, attivare sequenze motorie finalizzate al conseguimento di un obiettivo e mantenendo il controllo sul proprio corpo rappresenta in modo conciso quello che intendiamo con il termine "Funzione".

Riassumendo quanto detto finora, la funzione relazionale, quotidiana o sportiva, altro non è che il prodotto dell'attivazione coordinata, successiva e sequenziale di segmenti interconnessi e interdipendenti che concorrono a collegare il segmento più lontano (mano, piede, testa) nella posizione richiesta, alla velocità necessaria, con il timing adeguato al conseguimento dell'obiettivo prefissato. L'onda motoria sincrona, simultanea e sinergica, di accelerazione, stabilizzazione e decelerazione, che percorre i volumi viaggiando sugli anelli delle catene cinematiche, genera un flusso coordinato che trasmette forze e genera il movimento finale. In tal senso e con tale connotazione e funzionale del corpo, il

movimento può diventare agente abilitante ed ottimizzare la performance, ma allo stesso tempo può assumere la forma di agente deabilitante inducendo il corpo a subire una deformazione e una conseguente disfunzione.²

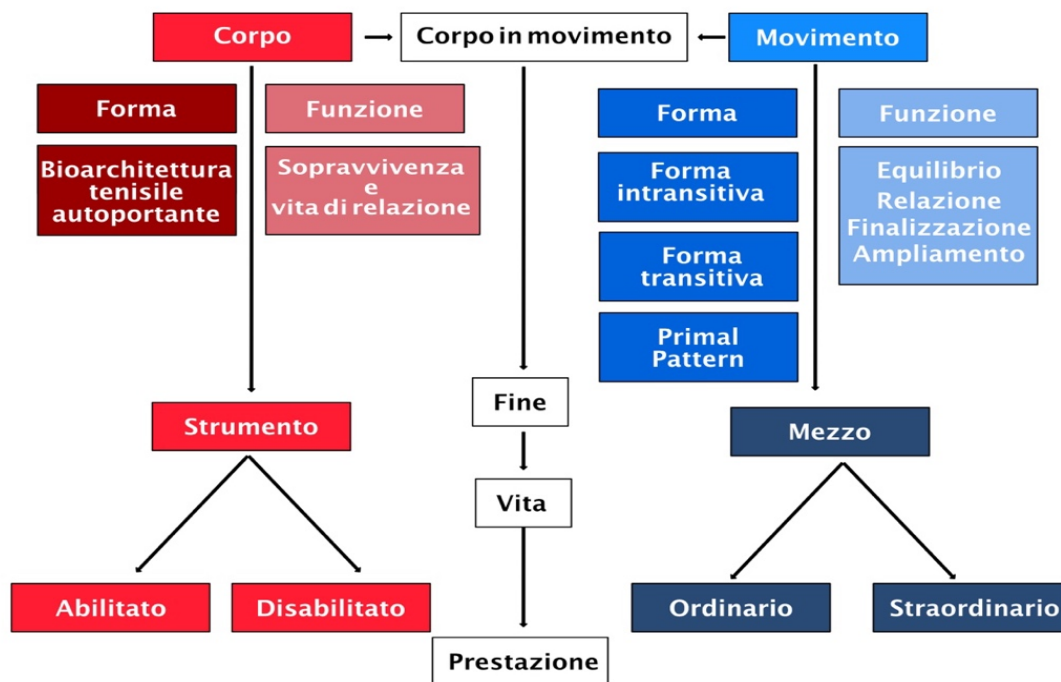


Figura 1: Rappresentazione grafica dell'interrelazione Forma-Funzione – La relazione ottimale tra termini concorrenti al miglioramento della performance

La reazione a catena che permette al corpo di muoversi è l'espressione cinematica dell'attivazione di una o più catene muscolari o miofasciali. Sottolineiamo il concetto che non esistono delle catene pure, ossia soltanto aperte o soltanto chiuse, ma combinazioni cinetiche che orientano il corpo nello spazio e definiscono equilibrio e postura dinamica. Le catene miofasciali, che andremo ad analizzare nel capitolo successivo, grazie a dei pattern di attivazione diagonali, creano una risultante cinetica ad effetto spiraliforme, dalla caviglia fino alla spalla controlaterale, agiscono localmente su di una o più articolazioni, attivano co-contrazioni che controllano le perturbazioni articolari e infine stabilizzano, generano e trasmettono forze lungo tutti e tre piani di movimento.

² ANDORLINI, A. (2016). Oltre l'allenamento: dalla teoria delle idee all'esercizio dei movimenti. Torgiano (PG), Calzetti Mariucci.

1.2. I pilastri del movimento: primal pattern

Un'altra caratteristica fondamentale dell'allenamento funzionale è quella di definire l'obiettivo dell'allenamento del movimento non come la ricerca di elementi originali o nuovi, ma piuttosto come la riesumazione di una lunga serie di strutture "primitive", innate e insite nell'uomo, che nel caso dell'allenamento funzionale acquisiscono il nome di "Primal Pattern".

Nella visione dell'allenamento funzionale, il movimento umano si fonda su quattro pilastri cinetici fondamentali da cui prendono forma gli otto movimenti primordiali (*primal pattern*). I pilastri cinetici di cui stiamo parlando sono i seguenti: spostarsi (locomozione), alzarsi-abbassarsi (cambiare il livello del centro di massa), spingere-tirare e girarsi (rotazione). Ognuno di questi pilastri assume una propria attuazione secondo due forme: transitiva e intransitiva. La forma transitiva prevede che sia il soggetto a muovere qualcosa verso di sé, mentre, al contrario, la forma intransitiva prevede che sia l'individuo a muoversi verso qualcosa. Queste due forme hanno a loro volta una duplice manifestazione: ordinaria e straordinaria. La forma ordinaria si esplica quando il movimento asseconda le richieste vitali legate alla quotidianità, come ad esempio: camminare, piegarsi per prendere qualcosa, sollevare e trasportare qualcosa, girarsi; mentre la manifestazione straordinaria si esprime tutte le volte che vengono assecondate richieste diverse da quelle relative alla vita, come ad esempio nel caso delle prestazioni sportive. I gesti atletici come correre il più velocemente possibile, saltare più in alto possibile, lanciare qualcosa il più lontano possibile o con la maggior precisione possibile assumono forma straordinaria.

Tutti gli infiniti e indefinibili casi in cui ordinario e straordinario incontrano transitivo e intransitivo, il risultato finale è comunque un movimento finalizzato ad un obiettivo, che si esprime in una forma unica ed irripetibile. Il movimento umano, pertanto, si adatta incessantemente ad un ambiente in costante trasformazione ed evoluzione che tiene conto dei quattro pilastri fondamentali, che poi trovano maggiore espressione negli otto primal pattern, da cui si può costituire il paradigma essenziale del Movimento.

Questi pattern sono innati, sono il risultato dell'evoluzione della nostra specie e contengono al loro interno i seguenti movimenti:

1. Rotolare (*Rolling*);
2. Accovacciarsi (*Squatting*);
3. Tirare (*Pulling*);
4. Spingere (*Pushing*);
5. Allungarsi in affondo (*Lunging*);
6. Piegarsi (*Bending*);
7. Girarsi, ruotare su sé stessi (*Twisting*);
8. Muoversi secondo schemi motori terrestri: camminare, correre, arrampicarsi, muoversi in quadrupedia (andature / *crawling*).

Per concludere questo breve paragrafo, possiamo dire che, solamente l'allenamento funzionale ci permette di allenare questi schemi motori, che molto spesso vengono abbandonati. Essi rappresentano il corredo motorio essenziale, che consente una varietà infinita di associazioni, che a loro volta, andranno a costituire sinergicamente una serie di azioni umane fondamentali, come mantenere la postura, mantenere l'equilibrio, alzarsi, sedersi, rotolare, correre, accelerare, arrampicarsi. Ognuna di queste abilità corrisponde all'associazione sincrona e simultanea di questi movimenti fondamentali.³

³ ANDORLINI, A. (2016). Oltre l'allenamento: dalla teoria delle idee all'esercizio dei movimenti. P.43 Torgiano (PG), Calzetti Mariucci.

1.3. Teorie sulla forma-funzione del corpo: il modello bioarchitettone

Nel seguente paragrafo verranno trattate brevemente tre differenti teorie che tentano di descrivere quale sia il legame tra la forma che assume il nostro corpo e la funzione che esercita. La prima di queste teorie si basa sui canoni estetici (non anatomici) e definisce la forma del corpo come risultato dell'unione di tre differenti volumi: i volumi prossimali rappresentati dal tronco, dall'addome, dalla pelvi, i volumi distali composti da arti inferiori e superiori ed infine i segmenti finalizzatori formati da mani, piedi e testa. Secondo questa teoria, ognuno di questi volumi è connesso a quello adiacente attraverso una concatenazione cinetica da cui deriva la funzione del corpo.

La seconda teoria si basa su una prospettiva prettamente anatomica, che definisce e rappresenta l'interrelazione tra forma e corpo in modo più classico, ossia definisce il corpo come un edificio di mattoni in cui ad ogni piano corrisponde un volume diverso che è legato all'altro da un rapporto di crescente compressione. Questa teoria, per quanto sia più avanzata rispetto a quella esposta in precedenza, non può ugualmente essere considerata sufficiente e corretta per descrivere l'interrelazione tra forma e funzione del corpo, in quanto l'edificio di mattoni preso come esempio, a differenza del nostro corpo, non può muoversi e pertanto assume un carattere inanimato e incorretto.

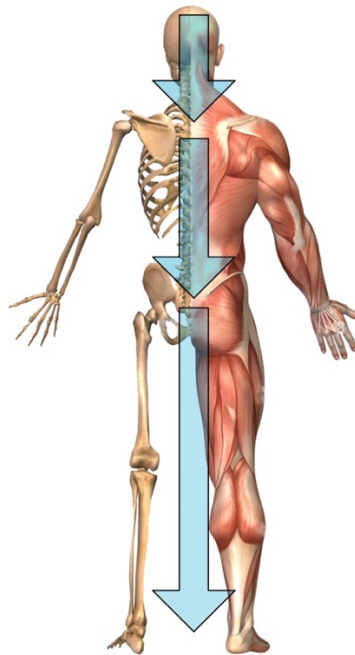


Figura 2: Riproduzione grafica del modello di compressione continua: dove l'intero corpo poggia, come un muro di mattoni, poggia sui piedi

Se si analizzano le leggi fisiche che descrivono come gli oggetti nel nostro universo si sostengano si noterà che esistono essenzialmente due modi per sostenere gli oggetti: tensione e compressione. Se ad esempio un muro è sostenuto tramite una crescente compressione, una gru riesce a sollevare gli oggetti tramite la tensione dei cavi.

Proprio su questo principio si fonda il modello che più si avvicina alla reale plasticità e fluidità del nostro corpo, il cosiddetto “modello bioarchitetonico”. Questo modello fa riferimento alla cupola geodetica di Buckminster Fuller, e con ciò definisce il corpo umano come una struttura di tensegrità forte ed efficiente, nella quale è la tensione continua, intorno ad una compressione localizzata, a sostenere la struttura.

Quando si parla di "tensegrità", Buckminster Fuller si riferisce all'unione del termine tensione ed integrità al fine di indicare che l'integrità di una struttura derivava dall'equilibrio dei membri di tensione e non dai montanti di compressione. Il modello bioarchitetonico a cui facciamo riferimento, enuncia che gli elementi della compressione (stecche) fluttuano senza toccarsi reciprocamente all'interno di un “mare” continuo di elementi in tensione bilanciata (elastici). Nel momento in cui, questa struttura viene deformata in seguito al contatto con un elemento esterno o a causa di forze esterne, lo sforzo viene distribuito all'intera struttura (Fig. 3).

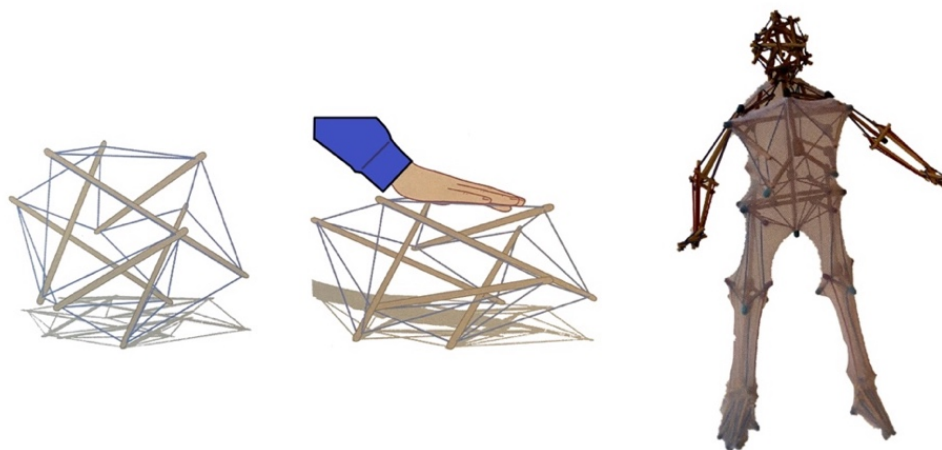


Figura 3: Modello grafico di tensegrità e tensostruttura

Questo stress meccanico, perciò, può essere trasferito sia sulle strutture di livello superiore che su quelle inferiori della gerarchia di tensegrità. Se applichiamo questo modello alla forma umana, ne conseguirà che le ossa funzionano come distanziatori interni (stecche), piuttosto che come raggi destinati a sopportare la compressione. Il corpo diviene così una struttura tensile autoportante, che si muove grazie a reazioni a catena, e sta in piedi non grazie alle sue fondamenta, ma grazie alla tensione costante esercitata da

sistema miofasciale sugli elementi rigidi. Le ossa sono concepite come spaziatori e non più come mattoni immobili; esse assolvono la funzione di leve nel complesso adattamento di trazione affidato ai “tiranti”, che sono rappresentati dal sistema miofasciale.

1.4. Ipertrofia “estetica” e ipertrofia “funzionale”

Nella società odierna, in cui l’aspetto estetico ha assunto un valore predominante e di conseguenza l’apparire è più importante dell’essere, il tema dell’ipertrofia assume spesso un valore meramente estetico, che si allontana quindi dalla ricerca dell’efficienza e funzionalità del corpo. Molte persone, infatti, tuttora pensano che più un soggetto è “grande e grosso”, più esso sia forte. Tuttavia, non è sempre così. L’immagine di un fisico atletico e muscoloso richiama ancora, come nel passato, l’idea di salute, di giovinezza e di un fisico capace di rispondere alla richiesta di sopravvivenza a cui la nostra specie è chiamata. Ma non tutte le tipologie di fisico rappresentano la forma e la funzione ottimale per il conseguimento dello stesso obiettivo.

Non è raro vedere un *weightlifter* sollevare carichi molto maggiori di quanto possa sollevare un bodybuilder notevolmente più grande e muscoloso. È proprio questo il motivo per il quale gli atleti dovrebbero ricercare un aumento della massa magra funzionale al proprio sport, in quanto una certa ipertrofia, soprattutto delle fibre muscolari a contrazione rapida, contribuisce ad aumentare l’espressione della forza. Più precisamente, se andiamo ad analizzare il fisico degli atleti di qualsiasi disciplina, passando dal “*weightlifting*” al bodybuilding, al calcio e alla corsa, non possiamo soffermarci solamente sul valore estetico dell’ipertrofia, ma dobbiamo cambiare la prospettiva da cui analizziamo tale fenomeno (Fig. 4).



Figura 4: Rappresentazione grafica differenza ipertrofia funzionale e ipertrofia estetica

In questa rappresentazione grafica semplificata si evidenzia come l'ipertrofia e lo sviluppo muscolare siano il prodotto di un allenamento specifico basato sul modello prestativo dello sport praticato dall'atleta e di conseguenza il "modello ipertrofico" che ne deriva assume una forma molto variabile e differente. È necessario tenere conto che lo stimolo ipertrofico non può essere il medesimo, ma deve mutare in relazione all'obiettivo prestativo, che ne determina in modo diretto il risultato. Oltre a ciò, è bene sottolineare che i calciatori, i maratoneti o i weight-lifters non pongono l'ipertrofia come il principale fine del proprio percorso di allenamento e miglioramento fisico, bensì come un mezzo per poter arrivare al vero fine prefissato, che è il miglioramento prestativo legato alla disciplina che praticano. Questi atleti avranno una struttura anatomica e morfologica capace di adattarsi alle richieste del proprio sport. Di conseguenza, il maratoneta avrà dei muscoli ricchi di fibre rosse di tipo I, presenterà un volume muscolare ridotto e un fisico definito e asciutto, proprio perché la sua disciplina richiede l'utilizzo di bassi livelli energetici per un periodo di tempo molto prolungato. Più la struttura muscolare è contenuta, più facilmente il suo sistema cardiovascolare riuscirà ad essere efficiente e facilitato nel compito di trasportare il sangue ricco di nutrienti ai muscoli target e, viceversa, il sangue ricco di cataboliti nella circolazione polmonare. Diversamente, un centometrista, avrà dei muscoli ricchi di fibre bianche di tipo IIa e IIx, con dei sarcomeri più voluminosi capaci di produrre velocemente e con una potenza maggiore l'energia richiesta nel suo sport. Se andiamo ad analizzare la richiesta energetica e i meccanismi energetici che vengono utilizzati nelle due discipline notiamo facilmente che la richiesta è completamente diversa. Com'è possibile, pertanto, pensare di ricercare lo stesso tipo di ipertrofia muscolare? Questo ci mette in evidenza come la ricerca dell'ipertrofia funzionale sia la scelta più corretta in quanto offre i risultati migliori in termini atletici ad ognuno dei due atleti. In opposizione a quanto detto fin ora, se andiamo a studiare quali sono gli obiettivi di un atleta che pratica il bodybuilding, che sia esso "natural" o "doped", non possiamo considerare la ricerca della prestazione atletica di forza, esplosività, velocità o destrezza come degli obiettivi principali del suo percorso di allenamento. Tuttavia, è solamente attraverso un allenamento che comprende una certa tipologia di stimolazioni, che provocano uno stress meccanico e un corretto protocollo alimentare, che essi possono ambire al raggiungimento del loro obiettivo primario, che è quello della maggiore crescita muscolare in termini estetici di proporzione, simmetria, equilibrio e voluminosità.

Pertanto, possiamo dire che tra gli obiettivi fondanti dell'allenamento funzionale, soprattutto se applicato alla preparazione atletica e all'allenamento degli atleti appartenenti a sport di situazione e contatto, troviamo quello di fornire uno stress sistemico, che coinvolga in modo globale i sistemi organici, al fine di sviluppare le capacità condizionali e le qualità motorie *in toto*. È possibile così formare un atleta in grado di esprimere la massima forza, potenza, velocità e resistenza in modo specifico ed inerente alla domanda prestativa dello sport che pratica. Perciò, un atleta "funzionale" deve rientrare entro certi parametri di composizione corporea, deve sviluppare le capacità condizionali e coordinative, deve sviluppare la propriocettività e il controllo motorio.

L'ipertrofia funzionale assume un valore importante anche negli atleti non professionisti e/o "amatori". Il raggiungimento di una buona condizione fisica e di uno sviluppo muscolare ottimale permette di migliorare la composizione corporea, supportare il metabolismo e soprattutto liberare questi soggetti dal dolore cronico che spesso li caratterizza. Gli esercizi proposti all'interno dei protocolli di allenamento funzionale e l'ipertrofia che ne derivano, spesso, consentono di prevenire notevolmente il rischio di infortuni e lesioni, garantendo, di conseguenza, un miglioramento sostanziale della vita di tutti i giorni.

All'interno dell'ultimo capitolo di questo elaborato, andremo ad analizzare l'importanza del *resistance training* e nello specifico l'utilizzo di esercizi tipici del *functional training* sulla popolazione anziana, al fine di prevenire il rischio di infortuni, di cadute e di lesioni, migliorare sostanzialmente la capacità di movimento e vita di relazione, garantendo una maggiore autonomia e invertire e/o ridurre i fenomeni associati all'invecchiamento, quali sarcopenia, dynapenia, cachessia, atrofia e perdita di mobilità.

Capitolo 2

I meridiani miofasciali

2. Definizione di fascia

Il sistema fasciale è un *continuum* tridimensionale di tessuti connettivi propriamente detti (tessuto connettivo lasso e denso), tessuti connettivi specializzati (tessuto adiposo, cartilagineo, osseo, connettivo liquido) e tessuti connettivi embrionali (mesenchima), che insieme pervadono il corpo. La fascia include al suo interno una lunga serie di tessuti, tra i quali possiamo elencare: il tessuto adiposo, le tonache avventizie, le guaine neurovascolari, le apoeneurosi, le fasce profonde e superficiali, l'epinevrio, le capsule articolari, i legamenti, le membrane, le meningi, le espansioni miofasciali, le periostie, i retinacoli, i setti, i tendini, le fasce viscerali e tutte i tessuti connettivi intermuscolari inclusi endomisio, perimisio ed epimisio. Dal punto di vista istologico, tutti gli organi, i muscoli, le ossa e le fibre nervose sono interconnessi e circondati dal sistema fasciale, che fornisce al corpo una struttura funzionale e crea un ambiente che consente a tutti i sistemi corporei di funzionare in modo sinergico. Con il termine *continuum*, citato in apertura del capitolo, si fa riferimento alla continuità strutturale tridimensionale che costituisce il sistema fasciale. Questa parola assume un'importanza fondamentale al fine di comprendere il ruolo del sistema fasciale nella generazione e trasmissione di sollecitazioni biomeccaniche e nella trasmissione di altre forme di informazioni corporee di natura neurologica e biochimica.⁴

2.1. La filosofia del sistema miofasciale

Il seguente capitolo vuole basarsi sull'ipotesi concreta, che qualsiasi azione possa esercitare individualmente un muscolo, in realtà influenza anche, dal punto di vista funzionale, tutte le continuità integrate che si estendono lungo tutto il corpo all'interno di una fitta

⁴ Adstrum, Sue, Gil Hedley, Robert Schleip, Carla Stecco, e Can A. Yucesoy. 2017. «Defining the Fascial System». *Journal of Bodywork and Movement Therapies* 2: <https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2016.11.003>.

rete fasciale. Se ad esempio andiamo ad analizzare quanto viene riportato nella maggior parte dei testi di anatomia ed istologia, generalmente, si analizza il sistema muscolo-scheletrico da un punto di vista analitico, semplicistico, segmentario e circoscritto, nel quale ogni muscolo agisce separatamente dalle sue connessioni superiori ed inferiori ed esercita semplicemente le azioni relative alle sue inserzioni prossimali e distali. L'approccio che invece si tratterà in questo capitolo sarà fondamentale al fine di spostare l'attenzione verso un punto di vista olistico dell'anatomia, che esula dalla semplice valutazione anatomica-funzionale standard. Questo approccio non ha l'obiettivo di criticare o negare la visione classica dell'anatomia, ma di integrarla ad una visione della muscolatura più sistemica. Il punto di vista che viene proposto all'interno di questo capitolo è quello di riconoscere il sistema muscolo-scheletrico come un tutt'uno e non più come l'insieme di pezzi separati. Una volta compresi i singoli schemi delle linee miofasciali, che verranno ampiamente trattate nei paragrafi successivi, e individuate le connessioni, è possibile servirsi con facilità per la valutazione e la cura, nei vari approcci terapeutici e educativi di facilitazione al movimento.

2.2. Descrizione e analisi del concetto di “meridiani miofasciali”

Una volta analizzato e compreso cosa si intende per sistema miofasciale, ci si può chiedere come questa fitta rete di connessioni fasciali si possa estendere ed intersecare a livello pratico, anatomico e funzionale in tutto il nostro organismo. A questa domanda, ha risposto in modo molto approfondito il grande autore Thomas Myers all'interno del libro: “Meridiani miofasciali: percorsi anatomici per terapisti del corpo e del movimento”. I meridiani miofasciali, in inglese “*anatomy trains*”, così nominati da Myers, rappresentano un insieme di collegamenti miofasciali estesi longitudinalmente lungo tutto il corpo e coordinati sinergicamente tra loro. Intersecati ed uniti insieme creano una mappa capace di aiutarci a leggere e descrivere il nostro corpo.

Questi “*treni*” a cui si riferisce Myers non sono frutto dell'immaginazione dell'autore, ma sono il risultato dello studio, dell'analisi e del sezionamento di cadaveri e delle ricerche sul tessuto connettivo ad esse associate. La scoperta di queste “strade”, collegate l'un l'altra, ci permette di capire come esse avvolgono il corpo nella sua tridimensionalità e contribuiscono funzionalmente a tutti i principali movimenti e al mantenimento della

postura. Nel momento in cui andremo ad analizzare la funzione pratica di queste linee miofasciali, noteremo che l'esercizio, lo sforzo, la tensione e le compensazioni di cui abbiamo accennato nell'introduzione del capitolo, sono sempre distribuite lungo queste linee, ed è proprio questo il motivo fondante dello studio e dell'analisi di questa nuova prospettiva dell'anatomia. La maggior parte degli spostamenti spaziali è distribuita lungo queste linee e, dal punto di vista strutturale, l'anatomia muscolo-scheletrica tridimensionale è una rete di equilibrio della distribuzione delle forze nell'intero organismo. Pertanto, in ogni programma di allenamento dovrebbe essere tenuto a mente questo nuovo approccio all'anatomia-funzionale (la logica e la struttura su cui si estendono le linee), perché solo in questo modo le linee possono essere poi riconosciute, trovate, percepite ed infine utilizzate per migliorare la vita, la funzione e la prestazione. Da questo punto di vista, l'allenamento funzionale, nella sua concezione più completa, ricerca proprio l'allenamento e l'utilizzo di queste lunghissime catene cinematiche sfruttando appieno la concezione di allenamento globale, multiplanare e funzionale.



Figura 5: "Mappa stradale" dei meridiani miofasciali. Visione anteriore. Rif: Meridiani Miofasciali di T. Myers - P.1

2.3. Descrizione anatomico-funzionale della Linea Superficiale Posteriore

La prima linea che si analizzerà è la Linea Superficiale Posteriore (LSP). La LSP è quella linea che, come una corazza, connette e protegge l'intera superficie posteriore del corpo. Sebbene si parli di LSP al singolare, esistono in realtà due LSP. Infatti, dal punto di vista anatomico, la LSP è organizzata in due tratti che si estendono dalla fascia plantare del piede fino alla porzione frontale del cranio. Più precisamente, la LSP origina a livello della superficie plantare delle falangi, si estende attraverso l'aponeurosi plantare e i flessori brevi delle dita verso il calcagno. Dal calcagno prosegue la sua estensione attraversando il tendine d'Achille e il muscolo gastrocnemio. Passando per i condili del femore, continua la sua corsa sui muscoli ischiocrurali e attraverso la tuberosità ischiatica oltrepassa il sacro e raggiunge la fascia toracolombare. Qui, mediante i muscoli erettori della colonna si estende fino al bordo occipitale, dove conclude la sua estensione tramite la fascia epicranica fino al bordo sopra-orbitale.



Figura 6: Linea Superficiale Posteriore (LSP): visione posteriore e laterale. Riferimento: Meridiani Miofasciali di T. Myers - P.72

2.3.1. Funzione motoria e posturale della Linea Superficiale Posteriore

Dal punto di vista funzionale la LSP media movimenti e posture sul piano sagittale, limitando il movimento in flessione in avanti. Questa funzione posturale antigravitazionale ed estensoria richiede un buon bilanciamento tra contrazione e rilascio della muscolatura, e allo stesso tempo necessita di un'alta concentrazione di fibre muscolari rosse (lente), che le permettono di essere efficiente e funzionale per l'intero arco della giornata.

Dal punto di vista motorio, la LSP esercita principalmente movimenti di estensione. Tuttavia, è bene ricordare, che nel caso in cui ci fosse un'eccessiva attivazione della catena si produrrebbero movimenti estensori eccessivi, provocando un'iperestensione della colonna. Nel dettaglio la catena esercita le seguenti azioni: estensione del capo, estensione della colonna, flessione del sacro (nutazione), estensione del bacino, flessione delle ginocchia e flessione plantare delle caviglie. L'unica eccezione motoria è legata all'articolazione del ginocchio, che viene flessa dalla LSP e non estesa.

Concludendo il paragrafo dedicato alla LSP, è indispensabile citare i principali schemi di compensazione posturale ad essa associati, tra i quali includiamo: la limitazione della dorsi-flessione della caviglia, l'iperestensione del ginocchio, l'accorciamento degli ischiocrurali, l'anteroversione del bacino, lo spostamento del bacino in avanti (ventrale), la nutazione del sacro, l'iperestensione del tratto dorsale (estensori dorsali accorciati).

2.4. Descrizione anatomico-funzionale della Linea Superficiale Frontale

La Linea Superficiale Frontale (LSF) connette in due parti, dalle dita dei piedi alle pelvi e dalle pelvi ai lati del cranio, l'intera superficie anteriore del corpo. Come per la LSP, esistono due LSF speculari. Più precisamente, LSF origina a livello della superficie dorsale delle falangi. Da qui si estende attraverso gli estensori corti delle dita dei piedi e il muscolo tibiale anteriore verso la tuberosità tibiale, dove attraverso il tendine sotto-patellare si estende verso la patella. Dalla patella poi prosegue, tramite il muscolo quadricipite femorale (principalmente il retto del femore), verso il tubercolo pubico e la spina iliaca anteriore inferiore (SIAI). Successivamente, dal tubercolo pubico, mediante il muscolo retto dell'addome, continua verso la quinta costola e la fascia sternale, dove prosegue

lungo il manubrio dello sterno e attraverso i muscoli sternocleidomastoidei, si prolunga fino al processo mastoideo. La LSF termina la sua corsa a livello della fascia dello scalpo.



Figura 7: Linea Superficiale Frontale (LSF): visione posteriore e laterale. Riferimento: Meridiani Miofasciali di T. Myers - P.96

La funzione posturale peculiare del LSF è quella di bilanciare i movimenti esercitati dalla linea superficiale posteriore LSP e di fornire un supporto tensivo alla gabbia toracica, al pube e alla testa (Fig. 8). La miofascia della LSF mantiene anche l'estensione posturale delle ginocchia. I muscoli della LSF difendono le parti morbide e sensibili presenti nella superficie frontale del corpo umano e proteggono le viscere della cavità addominale. Funzionalmente LSF e LSP si oppongono l'un l'altra: la LSP è responsabile della flessione e la LSF dell'estensione. Il bilanciamento posturale sagittale di tutto il corpo viene innanzitutto mantenuto dal rapporto tra tensione e rilascio di queste due linee. (A livello del tronco dovremmo includere la Linea Frontale Profonda per completare l'equilibrio). La funzione principale di movimento della LSF è quello di creare la flessione del tronco e delle anche, l'estensione delle ginocchia e la dorsiflessione del

piede. Al contrario di quanto avveniva nella LSP, la LSF necessita di creare immediati e forti movimenti di flessione nelle varie articolazioni; di conseguenza, la sua ripartizione di fibre, presenterà una prevalenza di fibre bianche a contrazione rapida. Il bilanciamento tra LSP, in cui predomina l'orientamento alla durata, e LSF altamente reattiva, determina l'efficacia posturale statica e dinamica. Per questo motivo, tramite la valutazione posturale laterale dei soggetti, è possibile analizzare lo stato di equilibrio tra la LSP e la LSF e questo ci offre tutta una serie di indicazioni su quali parti devono essere rinforzate e quali parti devono essere allungate. Sottolineiamo che gli squilibri tra LSP e LSF determinano compensi posturali che risultano in un disequilibrio tra momenti flessori, eccessivi, in avanti e movimenti estensori, eccessivi, indietro. I principali scompensi della linea superficiale frontale che possono essere citati sono: limitazione della flessione plantare della caviglia, iperestensione del ginocchio, slittamento pelvico anteriore, restrizione della catena anteriore e postura con protrazione del capo anteriormente. Infine, dal punto di vista strutturale è fondamentale evidenziare la natura disgiunta e separata della linea superficiale frontale, rispetto al congiunto fluire della sua antagonista, LSP. Nel paragone la LSF mostra un funzionamento più discontinuo delle sue parti costituenti: il compartimento crurale anteriore, i quadricipiti, il retto dell'addome e lo sternocleidomastoideo. Sebbene, essi lavorino spesso insieme per creare trazioni consistenti lungo la LSF, tendono a congiungersi effettivamente in una singola banda soltanto in posture relativamente estreme di iperestensione, come la flessione della schiena o la sua estrema contrazione.

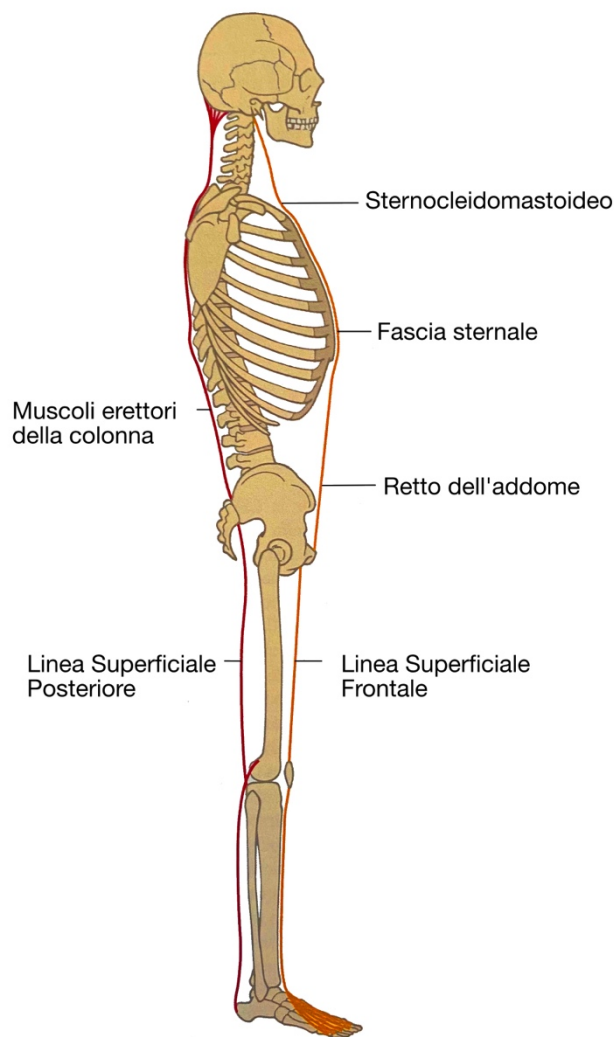


Figura 8: Bilanciamento tra LPF e LSP - Rif: Meridiani Miofasciali di T. Myers - P.98

2.5. Descrizione anatomico-funzionale della Linea Laterale

La linea laterale (LL) assume la forma di un arco ai due lati del corpo. Essa origina a livello della prima e quinta base metatarsale e decorre lungo i tendini del muscolo fibulare lungo e breve. Essa passa all'esterno della caviglia e prosegue tramite il decorso anatomico dei muscoli peronieri lungo il versante laterale gamba fino ad inserirsi a livello del condilo laterale della tibia. Da qui, la linea avanza seguendo la banda ileotibiale sino a raggiungere i muscoli abduttori, il muscolo tensore della fascia lata e la sua relativa rete miofasciale. Attraverso i muscoli grande gluteo, medio gluteo e muscolo tensore della fascia lata, la linea prosegue sino a raggiungere la cresta iliaca, la spina iliaca antero

superiore e la spina iliaca postero superiore. Da qui, la linea continua il suo percorso tramite il passaggio attraverso i muscoli addominali obliqui interni ed esterni, le cui fibre seguono un decorso anatomico a “X”. Le fibre muscolari del muscolo obliquo esterno seguono un andamento obliquo dall’alto (costole) verso il basso (pube e linea alba); mentre quelle del muscolo obliquo interno decorrono obliquamente dal basso (cresta iliaca e bacino) verso l’alto (colonna lombare e ultime costole). Una volta raggiunte le coste inferiori fluttuanti e la miofascia ad esse associata, la linea prosegue la sua ramificazione attraverso i muscoli intercostali interni ed esterni, i quali seguendo pattern simile a quello di una rete a maglie incrociate risalgono tutta la gabbia toracica fino a passare inferiormente al cingolo scapolare e i muscoli ad esso legati. Una volta raggiunta la prima e seconda costa, la linea continua verso il collo e seguendo nuovamente uno schema intrecciato, attraverso i muscoli splenio del collo e sternocleidomastoideo, giunge sino al bordo occipitale e al processo mastoideo, dove termina la sua diramazione.



Figura 9: La Linea Laterale: (LL): visione laterale e posteriore delle linee laterali. Riferimento: Meridiani Miofasciali di T. Myers - P.114

2.5.1. Funzione motoria e posturale della Linea Laterale

La linea laterale funziona posturalmente per bilanciare il piano anteriore con il piano posteriore e bilateralmente per bilanciare il lato sinistro con il lato destro del corpo. La LL media anche le forze tra le altre linee superficiali (LSP; LSF; LB; LS). La LL fissa il tronco e le gambe in maniera coordinata per prevedere la stabilizzazione dalla struttura durante qualsiasi movimento delle braccia. Se analizziamo la struttura anatomica delle LL constatiamo che esse si trovano molto distanti tra loro e dalla linea mediana, tanto che possono esercitare un'influenza maggiore sul rapporto tra i due lati dello scheletro. La LL interagisce con i bordi della LSP e della LSF. Essa è di solito essenziale nel mediare gli sbilanciamenti sinistra-destra del tronco, i quali dovrebbero essere tenuti in considerazione durante le fasi di valutazione posturale statica. La LL contribuisce al piegamento laterale del corpo nello specifico esercita tutte le seguenti azioni: flessione laterale del tronco; abduzione dell'anca; eversione del piede. Inoltre, funge da stabilizzatrice per tutti i movimenti laterali e rotazionali del tronco. I comuni schemi di compensazione associati alla linea laterale includono: pronazione o supinazione; delle caviglie, limitazione nella dorsiflessione della caviglia; ginocchio valgo o varo; restrizione dell'adduzione (contrazione cronica dell'abduzione); inclinazione laterale lombare (side-band) o compressione lombare (contrazione bilaterale della LL) spostamento della gabbia toracica sulla pelvi; diminuzione della profondità tra lo sterno e il sacro; restrizioni della spalla dovuto al suo eccessivo coinvolgimento nella stabilità della testa.

2.6. Descrizione anatomico-funzionale della Linea Spirale

La linea spirale (LS) avvolge il corpo come una doppia elica. In questo caso, verrà presa in esame la catena partendo dall'alto, a differenza delle altre linee che erano state tutte analizzate dal basso, si tenga a mente che ogni linea può essere esaminata da entrambe le estremità, dato che sarà comunque in grado di esercitare le sue funzioni in entrambe le direzioni. La LS parte dalla porzione laterale del cranio (sopra la parte laterale della linea nucale, alla giunzione tra l'occipite e il temporale) e si estende, inferiormente e in profondità, lungo lo splenio del capo in modo da creare un collegamento con la spalla opposta. Nel suo tragitto attraverso lo splenio del collo, incrocia i processi spinosi da C6 a T5.

Essa poi, prosegue attraverso lo strato fasciale del dorso, passando per i processi spinosi processi spinosi e giungendo a livello del grande e piccolo romboide sul lato opposto. Ci si può immaginare un collegamento meccanico tra lo splenio della testa e il piccolo dentato posteriore superiore, che si trova inferiormente ai muscoli romboidi e si inserisce nelle costole, lateralmente agli erettori della colonna. I romboidi indirizzano la linea al bordo mediale della scapola, lungo una stessa traiettoria di trazione, connettendo così la parte sinistra del cranio alla destra della scapola e viceversa. I romboidi, in seguito, si connettono ad una buona porzione del grande dentato anteriore, che è un muscolo complesso che presenta un pattern di direzione delle fibre muscolari articolato. La LS attraversa, in seguito, precisamente la parte inferiore del dentato anteriore (la parte che si inserisce dalla quinta alla nona costola fornisce la continuità della spirale). Da questa posizione, la LS prosegue il suo percorso intorno alle costole e si incrocia a livello dell'ombelico per poi inserirsi a livello dell'anca omolaterale. Dall'anca, la linea prosegue la sua estensione attraverso la porzione anterolaterale di coscia e tibia fino a raggiungere l'arco mediale longitudinale del piede. Essa, poi, passando sotto il piede, ritorna su e si inserisce nella parte posteriore e laterale della gamba fino a giungere a livello della tuberosità ischiatica e alla miofascia degli erettori. La LS termina il suo percorso in una posizione limitrofa al punto da cui ha tratto origine, quindi a livello del cranio.



Figura 10: La Linea a Spirale (LS): visione anteriore, posteriore e laterale delle linee a spirale. Riferimento: Meridiani Miofasciali di T. Myers - P.130

2.6.1. Funzione motoria e posturale della Linea Spirale

Come abbiamo precedentemente analizzato, la linea a spirale avvolge il corpo in una doppia spirale. Questa sua caratteristica garantisce, dal punto di vista posturale, un corretto equilibrio in tutti i piani di movimento. La sua funzione è quella di creare e mediare movimenti spiraliformi e rotazionali nel corpo e allo stesso tempo quella di limitare l'insorgenza di movimenti di rotazione eccessivi. La LS connette gli archi del piede con l'angolo pelvico e aiuta a determinare il movimento del ginocchio nella deambulazione. Inoltre, essa interagisce direttamente con le linee cardinali precedentemente descritte (LSP/LSF/LL) e ha una stretta interrelazione con le Linee delle Braccia e con Linea Profonda Posteriore, che vedremo nel dettaglio nei paragrafi successivi.

Nel caso di disequilibrio a livello della linea ci si deve aspettare tutta una serie di compensazioni a livello rotazionale, nelle torsioni e in tutti spostamenti laterali nel corpo. Se si analizzano la postura e gli schemi di movimento tipici della popolazione, notiamo che la maggior parte delle persone possiede una mano, una gamba e un occhio dominanti, che determinano uno sbilanciamento relativo della linea. Non è, infatti, molto raro che la LS non sia perfettamente bilanciata. Tuttavia, è funzionalmente adattabile nei limiti di una tolleranza relativamente ampia. Dal punto di vista prettamente motorio, invece, la LS esercita un ruolo fondamentale nella deambulazione, poiché promuove tutti i movimenti spirali e rotazioni nel corpo, i quali sono fondamentali per la camminata.

2.7. Introduzione descrittiva delle Linee del Braccio

Le linee del braccio si identificano in quattro differenti meridiani miofasciali che si estendono dallo scheletro assiale a quattro versanti. A causa della struttura anatomico-funzionale del cingolo scapolo-omerale, le linee del braccio presentano differenti connessioni miofasciali, che si incrociano lungo le proprie continuità longitudinali in modo più articolato rispetto a quanto accade nelle gambe. Questa fitta rete di connessioni deriva dalla caratteristica molto mobile dell'articolazione della spalla, la quale possiede molteplici gradi di libertà, che richiedono un sistema di linee di controllo e di stabilizzazione più complesso e più articolato. Le linee delle braccia si suddividono in modo logico in una porzione frontale, in cui sono presenti una linea profonda e una superficiale, e allo stesso

modo, in una porzione posteriore del braccio. La denominazione di ogni linea del braccio è dovuta al percorso che essa percorre lungo la spalla. Nello specifico, di seguito verranno analizzate tutte le linee.

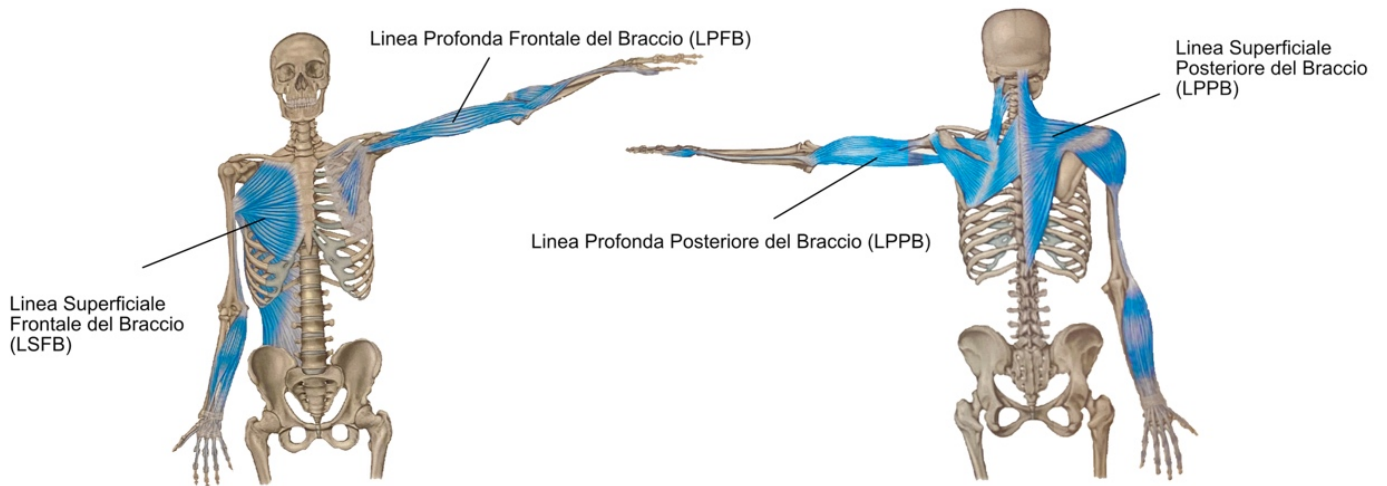


Figura 11: Le linee del braccio: (LSF): visione anteriore e posteriore di tutte e quattro le linee del braccio. Riferimento: Meridiani Miofasciali di T. Myers - P.147

2.7.1. Descrizione anatomico-funzionale della Linea Profonda Frontale del Braccio

La LPFB origina muscolarmente sul versante anteriore della terza, quarta e quinta costola, a livello della fascia clavipettorale, ossia quello strato miofasciale che occupa la zona sottostante al muscolo grande pettorale, dalla clavicola all'ascella. In questa zona, la linea si estende tramite il muscolo piccolo pettorale e il m. succlavio e attraverso le relative connessioni neuro-vascolari e tessuti linfatici di quest'area. La totalità della fascia clavipettorale, larga all'incirca quanto il grande pettorale, costituisce il treno iniziale di questa linea. Il piccolo pettorale, invece, fornisce alla scapola il principale supporto contrattile strutturale di questo complesso ed il muscolo succlavio stabilizza la clavicola. Tramite il muscolo piccolo pettorale, la linea giunge verso il processo coracoideo, dove si intreccia con altri due muscoli: il capo corto del bicipite brachiale e il coracobrachiale. Proseguendo la sua estensione lungo questi muscoli raggiunge la tuberosità radiale, dove si collega con il periostio radiale e giunge fino al processo stiloideo del radio. Da questa zona si estende attraverso i muscoli collaterali radiali e i muscoli tenari a livello dell'osso

scafoide e trapezio del carpo. La linea conclude la sua estensione a livello dell'esterno del pollice.

Dal punto di vista anatomico-funzionale, la continuità miofasciale tra il piccolo pettorale, i muscoli brachiale e il capo breve del bicipite brachiale, secondo le regole dei Meridiani Miofasciali, sembrerebbe non essere rispettata, perlomeno in posizione rilassata. Tuttavia, quando le braccia vengono allungate in posizione orizzontale o più in alto, come in qualsiasi posizione appesa, queste unità miofasciali si collegano per formare una linea unica. In una posizione normale a braccia rilassate, un accorciamento nel LPFB prossimale tira semplicemente in basso il processo coracoideo per creare un tilt anteriore nella scapola, causando la tipica posizione posturale a spalle curve.

La LPFB è fondamentalmente una linea stabilizzante che va dal pollice alla parte frontale del petto. Nella posizione a quattro zampe, ad esempio in una mischia di rugby, questa linea gestisce (restringendo o permettendo) il movimento da lato a lato della parte superiore del corpo. Con il braccio libero, la LPFB controlla l'angolazione della mano, principalmente attraverso il pollice, controllando anche la presa del pollice stesso.

2.7.2. Descrizione anatomico-funzionale della Linea Superficiale Frontale del Braccio

La Linea Superficiale Frontale del Braccio (LSFB) riveste e copre la LPFB. Essa origina con una fascia larga di inserzioni che include i seguenti muscoli: grande pettorale e grande dorsale. Il muscolo grande pettorale possiede un vasto insieme di inserzioni. Il capo clavicolare del pettorale parte dalla metà mediale del margine anteriore della clavicola. Il capo sterno-costale origina dalla superficie anteriore dello sterno e dalle cartilagini costali di tutte le coste vere: dalla prima alla settima costa. Infine, il capo addominale inizia dall'aponeurosi del muscolo obliquo esterno dell'addome. Il gran dorsale, invece, si dirama dai processi spinosi delle toraciche inferiori (T7-L5), dalla fascia lombosacrale, dalla fascia toraco-lombare, dal terzo posteriore del labbro esterno della cresta iliaca, dalle ultime costole laterali (9-12) e da una piccola stria dall'angolo inferiore della scapola.

Tra il gran pettorale e il gran dorsale, la LSFB mostra quasi un cerchio completo di inserzioni, rispecchiando l'importante grado di controllo motorio che la LSFB esercita nel movimento del braccio nella parte frontale e laterale del corpo. Il gran dorsale si interseca

con il grande rotondo sul bordo laterale della scapola. Insieme, tutti e tre muscoli citati si intrecciano e si raggruppano in bande tendinee che si inseriscono a livello della parte inferiore dell'omero anteriore. Dall'omero, la linea continua il suo percorso tramite il setto intermuscolare mediale (una parete fasciale tra il gruppo dei flessori e degli estensori della parte superiore del braccio), che determina l'avanzamento della linea verso la stazione ossea successiva rappresentata dall'epicondilo mediale dell'omero. La linea prosegue tramite molti dei muscoli longitudinali appartenenti alla loggia inferiore dell'avambraccio: i muscoli più brevi appartenenti a questa sezione si diramano verso le ossa carpaliche, i muscoli dei flessori superficiali procedono verso il centro delle dita e i muscoli profondi raggiungono le punte delle dita. Tutti questi muscoli, che raggiungono le dita, attraversano il tunnel carpale, sotto il retinacolo dei flessori, per allargarsi sul lato ventrale dei muscoli carpalici e sul lato palmare delle dita. La LSFB controlla il posizionamento del braccio nel ventaglio di movimenti frontali e laterali. I muscoli larghi del pettorale e del grande dorsale forniscono la forza motrice per i movimenti più ampi di adduzione ed estensione, come ad esempio nella bracciata del nuoto, nella schiacciata del tennis. Poiché la LSFB controlla polso e dita, essa partecipa con la LPFB alla funzione di presa, fondamentale per i movimenti di trazione e sospensione.

2.7.3. Descrizione anatomico-funzionale della Linea Profonda Posteriore del Braccio

La Linea Profonda Posteriore del Braccio (LPPB) si dirama in due origini. La prima di esse nasce a livello dei processi spinosi delle vertebre toraciche alte e dalla settima vertebra cervicale. Questo strato miofasciale, attraverso i muscoli romboidi, si estende verso il bordo mediale della scapola. I muscoli romboidi sono muscoli appartenenti sia alla Linea a Spirale, analizzata in precedenza, che alla LPPB. Il “treno” miofasciale è tuttavia diviso a livello del bordo vertebrale. La Linea a spirale continua in profondità rispetto alla scapola con il muscolo dentato anteriore, mentre la LPPB continua avvolgendo la scapola tramite alcuni muscoli della cuffia dei rotatori, precisamente: i m. romboidi, infraspinato, piccolo rotondo.

La seconda diramazione della LPPB, invece, si estende dalla superficie laterale inferiore dell'occipite tramite il muscolo retto laterale della testa, continuando in giù con l'elevatore della scapola dai tubercoli posteriori dei processi trasversi delle prime quattro cervicali

(C1-C4). La stazione distale di questa linea è l'angolo superiore della scapola, proprio sopra al punto in cui si uniscono i romboidi. Queste fibre fasciali, però, si connettono al muscolo sovraspinato che passa sopra la scapola, nella fossa sovraspinata fino alla cima dell'estremità superiore dell'omero. Tutti e tre i muscoli rotatori della cuffia si inseriscono sul tubercolo maggiore dell'omero. Il muscolo sottoscapolare, appartenente alla cuffia dei rotatori, copre la superficie anteriore della scapola e si estende fino alla testa dell'omero. Esso appartiene alla linea sebbene sia complesso giustificare la sua connessione con il meridiano. Nelle zone limitrofe al punto di inserzione dei muscoli della cuffia dei rotatori, a livello della superficie postero-laterale della diafisi dell'omero, e dal tubercolo sottoglenoideo, traggono origine i tre ventri muscolari del muscolo tricipite brachiale. Nella posizione rilassata, allo stesso modo della linea profonda frontale del braccio, il passaggio dalla cuffia dei rotatori al muscolo tricipite sembra essere sconnesso. Tuttavia, nel momento in cui abduciamo l'omero, come nel caso del rovescio del tennis, questa connessione miofasciale trova la sua massima espressione biomeccanica.

Proseguendo il percorso tramite il muscolo tricipite brachiale, la LPPB giunge al muscolo anconeale e quindi fino all'olecrano dell'ulna. Da questo versante in poi, la linea proseguirà il suo decorso anatomico attraverso una connessione prevalentemente fasciale: il periostio dell'ulna, il quale percorre esternamente l'intera lunghezza dell'avambraccio fino a giungere a livello del processo stiloideo dell'ulna. Dal processo stiloideo, prosegue attraverso il legamento collaterale ulnare fino all'osso uncinato e piramidale del carpo. La linea conclude il suo decorso a livello del mignolo e dei muscoli ipotenari.

La LPPB fornisce stabilità lungo la parte esterna della mano fino al retro della spalla.

2.7.4. Descrizione anatomico-funzionale della Linea Superficiale Posteriore del Braccio

La Linea Superficiale Posteriore del Braccio (LSPB) origina a livello del bordo occipitale del cranio e tramite il legamento nucale e la sua connessione con il muscolo trapezio si estende fino al processo spinoso di T12. Le fibre muscolari convergono verso la spina della scapola, l'acromion della scapola e il terzo laterale della clavicola. In questa zona, le fibre toraciche del trapezio sono collegate con le fibre posteriori del deltoide; le fibre cervicali del trapezio sono collegate con il deltoide laterale e le fibre occipitali del trapezio sono collegate con i fasci anteriori del deltoide.

La LPSB si estende dalla parte posteriore del cranio fino alla parte frontale della spalla e da qui sulla parte posteriore del braccio. Le linee trapezio-deltoide convergono sul tubercolo del deltoide, dove la connessione miofasciale passa sotto il muscolo brachiale per congiungersi con le fibre del setto laterale intermuscolare. Questo setto, che divide gli estensori dai flessori, scende tramite la sua inserzione inferiore fino all'epicondilo laterale dell'omero. Dall'epicondilo, poi, la linea continua il suo decorso attraverso il tendine estensore, raccogliendo vari muscoli longitudinali dell'avambraccio. Passando per i retinacoli dorsali giunge fino al carpo e ai muscoli dorsali delle dita.

2.7.5. Funzioni motorie e posturali delle Linee del Braccio

Dal punto di vista funzionale, le linee del braccio hanno un valore differente rispetto alle linee trattate fino a questo momento. Questo accade perché, nella stazione eretta, esse sono solamente appese alla parte superiore del sistema muscolo-scheletrico. Tuttavia, dato il loro peso e le loro molteplici connessioni dal punto di vista miofasciale, esse possiedono comunque una valenza posturale, dal momento che una tensione generata a livello del gomito influenza direttamente la parte centrale della schiena e, allo stesso tempo, un'erronea posizione della spalla può provocare un effetto disfunzionale sulle costole, sul collo e sulla respirazione.

Inoltre, non possiamo non evidenziare l'importanza motoria di queste linee, proprio perché esse esercitano un ruolo predominante in tutta la miriade di azioni quotidiane, in cui esercitiamo attività manuali e di interazione con l'ambiente. Gli arti, in stretta connessione con gli occhi, si attivano costantemente attraverso queste continuità tensili. Le linee del braccio, nella loro totalità, adempiono numerose funzioni motorie, tra le quali possiamo citare numerose azioni quotidiane, come: portare qualcosa verso di noi, per allontanarlo, tirarlo, spingerla o stabilizzare il nostro corpo, o semplicemente per mantenere fermo qualcosa del mondo esterno per analizzarlo. Inoltre, dal punto di vista prettamente anatomico, queste linee si collegano direttamente alle altre linee, e in particolare: la Linea Laterale, la Linea a Spirale e le Linee Funzionali.

2.8. Introduzione descrittiva delle Linee Funzionali

Le Linee Funzionali (LF) estendono le Linee del Braccio attraverso la superficie del tronco fino alla pelvi e alla gamba controlaterali. Allo stesso modo, dal momento che i nostri meridiani si dirigono in entrambe le direzioni, esse si estendono dalla gamba alla pelvi attraverso la gabbia toracica fino alla spalla e il braccio del lato opposto⁵. Questi meridiani assumono il nome di "Funzionali" perché non contribuiscono in modo predominante alla modulazione della postura eretta, ma entrano in gioco nel momento in cui si ricercano prestazioni atletiche o in tutte le circostanze in cui il complesso appendicolare viene stabilizzato, controbilanciato o alimentato, dalla sua parte complementare controlaterale. Dal punto di vista pratico, la linea funzionale trae molta importanza negli sport di lancio, in cui l'atleta prende potenza dalla gamba e dall'anca controlaterale per impartire una maggiore velocità all'oggetto che viene lanciato con la mano e la spalla opposte. Nei seguenti paragrafi andremo ad analizzare nel dettaglio le seguenti linee funzionali: linee funzionali posteriore, anteriore ed ipsilaterale

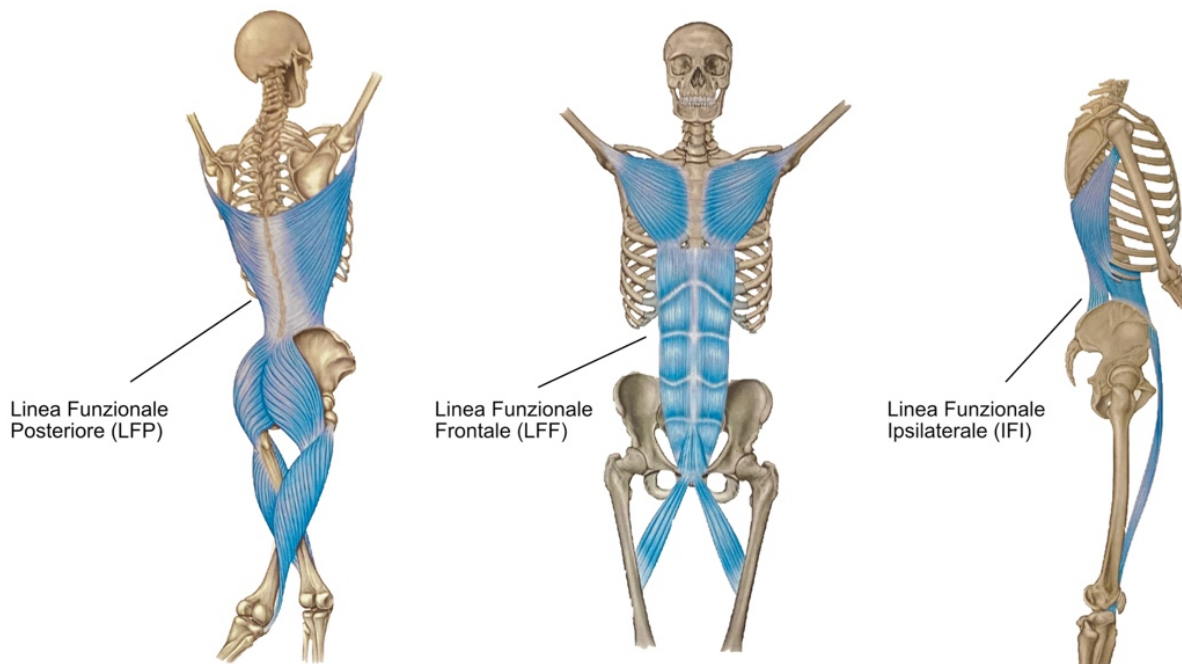


Figura 12: Le linee funzionali (LF): visione anteriore, posteriore e laterale di tutte e tre le linee funzionali. Riferimento: Meridiani Miofasciali di T. Myers - P.171

⁵ Myers, Thomas W. 2016. *Meridiani Miofasciali: percorsi anatomici per i terapeuti del corpo e del movimento*.

2.8.1. Descrizione anatomico-funzionale della Linea Funzionale Posteriore

La Linea Funzionale Posteriore (LFP) origina a livello della diafisi omerale tramite l'inserzione distale del muscolo grande dorsale. La LFP prosegue la sua estensione verso il basso aggregandosi alla fascia sacrolombare. La LFP attraversa la linea mediana approssimativamente a livello dell'articolazione sacro-lombare, passando attraverso la fascia sacrale, per poi connettersi alle fibre inferiori (sacrali e sacrotuberali) del grande gluteo sul lato opposto. Le fibre inferiori del grande gluteo decorrono sotto il bordo posteriore del tratto ileotibiale (TIT) e, quindi, sotto la Linea Laterale, per inserirsi poi nel bordo postero-laterale del femore, a circa un terzo della diafisi femorale. Se continuiamo nella stessa direzione troviamo le fibre fasciali, che si collegano al gluteo e al vasto laterale. Esse, a loro volta, convergono in basso attraverso il tendine del quadricipite fino a giungere a livello della patella. Dalla patella, poi, la linea prosegue e si connette mediante il tendine subpatellare alla tuberosità tibiale. Al fine di mantenere una certa coerenza concettuale con le altre linee miofasciali, il decorso della linea si considererà concluso in questo punto sebbene, avendo raggiunto la tuberosità tibiale, essa dal punto di vista anatomico potrebbe continuare la sua estensione verso il basso fino all'arco mediale (attraverso il muscolo tibiale anteriore e la fascia del comparto anteriore crurale).

2.8.2. Descrizione anatomico-funzionale della Linea Funzionale Frontale

Come la linea funzionale posteriore, La Linea Funzionale Frontale (LFF) origina a livello della diafisi posteriore dell'omero, a livello dell'inserzione distale del grande pettorale. La linea si estende lungo le fibre inferiori del pettorale fino all'inserzione prossimale a livello della quinta e sesta costola. La LFF può essere considerata un'estensione di entrambe le Linee Frontali del Braccio, in quanto anch'essa si connette con la fascia clavi-pettorale. Le fibre pettorali in questione formano una continuità miofasciale con l'aponeurosi addominale che unisce il muscolo obliquo esterno e il muscolo retto dell'addome. La linea decorre lungo il bordo esterno del retto addominale e lungo il bordo interno della fascia obliqua giungendo a livello del pube. Una volta attraversato l'osso pubico, collegandosi con il disco fibrocartilagineo della sinfisi pubica, la linea fuoriesce inferiormente,

nei pressi del tendine dell'adduttore lungo che, passando in basso, esternamente e posteriormente, si estenderà fino alla linea aspra sul lato posteriore del femore.

Allo stesso modo della LFP, la LFF concluderà la sua corsa a livello della linea aspra, bensì essa, anatomicamente, potrebbe proseguire il suo decorso tramite i muscoli bicipite femorale e peronieri fino a giungere lateralmente al piede.

2.8.3. Descrizione anatomico-funzionale della Linea Funzionale Ipsilaterale

La Linea Funzionale Ipsilaterale (LFI) è una linea breve, ma troppo funzionale per essere completamente tralasciata; pertanto, verrà qui trattata quale diramazione delle linee funzionali. Dal punto di vista anatomico, la linea funzionale ipsilaterale nasce a livello della diafisi omerale, più precisamente nel punto di inserzione distale del muscolo gran dorsale. Se seguiamo il decorso delle fibre più laterali del muscolo gran dorsale, troviamo che sono inserite nella porzione esterna delle ultime tre costole inferiori (10-11-12) con una forte connessione di tessuto fasciale collegata alle fibre posteriori del muscolo obliquo esterno dell'addome. Tramite il muscolo obliquo esterno, la linea si dirama verso la spina iliaca antero superiore (SIAS), raggiungendo, attraverso una connessione fasciale che passa superiormente alla SIAS, il muscolo sartorio. La linea, attraverso il sartorio, prosegue inferiormente sino a raggiungere il "*pes anserinus*" (zampa d'oca), sull'epicondilo mediale della tibia. Dal punto di vista percettivo, questa linea può essere visualizzata e percepita nel momento in cui il corpo basa il suo sostegno sul muscolo gran dorsale, come in tutte le attività di sospensione ad una sbarra.

2.8.4. Funzione motoria e posturale delle Linee Funzionali

Come precedentemente accennato, le linee funzionali sono meno coinvolte nella postura a stazione eretta rispetto a tutte le altre esaminate finora. Queste linee attivano sinergicamente tutta una serie di muscoli, prevalentemente superficiali, che nel corso della giornata vengono utilizzati per lo svolgimento di svariate attività.

Nonostante ciò, queste linee possono avere l'effetto posturale di deprimere una spalla e portarla più vicina al fianco opposto, sia frontalmente che dorsalmente. Dal punto di vista correttivo, sebbene questo schema non sia del tutto inusuale, la sua origine di solito va

ricercata nella linea a spirale o negli strati più profondi e nel momento in cui queste linee più profonde vengono bilanciate, le linee funzionali spesso ritornano in equilibrio senza presentare ulteriori complicazioni significative.

Dal punto di vista posturale, queste linee, tuttavia, ricoprono delle importanti funzioni nella stabilizzazione attiva in tutte quelle posizioni dello yoga e in tutte le posture che richiedono la stabilizzazione del cingolo superiore del tronco. Ciò accade perché queste linee trasmettono lo sforzo verso il basso o provvedono alla stabilità verso l'alto, fissando un supporto per l'arto superiore. Al contrario, non vengono utilizzate frequentemente per fornire stabilità all'arto inferiore. Dal punto di vista pratico per lo sport, spesso l'atleta può presentare una rotazione preferenziale, dovuta alla ripetizione di un gesto atletico con netta predominanza oculo-manuale da un lato del corpo. Questo tipo "preferenza sportiva" rappresenta uno schema comune di compensazione posturale collegato alle linee funzionali. Tuttavia, come detto in precedenza, queste compensazioni devono sempre essere indagate oltre alle linee funzionali anche le linee a spirale e laterale. Dal punto di vista motorio, queste linee consentono di esprimere maggiore forza e precisione ai movimenti degli arti, collegandoli attraverso il corpo all'arto e al cingolo opposti. Queste linee ci permettono di sfruttare, ad esempio, il peso di un braccio al fine di imprimere maggiore potenza ad un calcio. Sebbene quando consideriamo queste linee ci vengono subito in mente i gesti sportivi, l'esempio più semplice ed essenziale è invece il bilanciamento controllaterale tra la spalla e il fianco che viene effettuato a ogni passo nella deambulazione⁶. Queste linee appaiono come spirali nel corpo e lavorano sempre secondo degli schemi elicoidali e per questo motivo possono essere considerati delle appendici supplementari delle linee spirali e delle linee del braccio. Le linee funzionali aggiungono alla forza degli arti l'impeto dello slancio muscolare del tronco, che viene stabilizzato dal cingolo controllaterale.

⁶ Myers, Thomas W. 2016. *Meridiani Miofasciali: percorsi anatomici per i terapeuti del corpo e del movimento*.

2.9. Descrizione anatomico-funzionale della Linea Profonda Frontale

La Linea Profonda Frontale (LPF) è interposta sul piano frontale in mezzo alle linee laterali destra e sinistra. Essa è, rispetto al piano sagittale, intrappolata anteriormente e posteriormente tra linea superficiale frontale e la linea superficiale posteriore. Infine, essa è circondata dalle linee elicoidali: Linee Spirale e Funzionali. La LPF rappresenta dal punto di vista anatomico-funzionale il nucleo miofasciale del corpo.



Figura 13: La Linea Profonda Frontale (LPF): visione anteriore, posteriore e laterale della LPF. Riferimento: Meridiani Miofasciali di T. Myers - P.178

La LPF ha origine in profondità a livello della pianta del piede, tra le ossa plantari tarsali e la superficie plantare delle dita. La linea si dirige superiormente tramite i muscoli tibiali posteriori e flessori lunghi delle dita. Essa decorre in modo contiguo/adiacente alle ossa della parte postero-inferiore della gamba, fino a giungere a livello della fossa poplitea e della capsula del ginocchio, per poi proseguire superiormente all'interno della coscia. Da qui la linea si suddivide in due tratti. Il tratto principale della linea passa frontalmente all'articolazione dell'anca, alle pelvi e alla colonna lombare. Questo tratto penetra il muscolo grande adduttore attraverso lo iato tra gli adduttori e il fascio neurovascolare, per

emergere poi nel lato anteriore di questo muscolo, nel setto intermuscolare tra il gruppo degli adduttori e il compartimento del quadricipite femorale. Dal punto di vista strutturale, questo tratto può essere visualizzato come una struttura tridimensionale, piuttosto che una semplice linea. Ciò avviene perché la linea in questa porzione si estende verso l'alto come una vela; il bordo esterno della linea passa in alto sotto il muscolo sartorio proprio sopra la parte interna del ginocchio anteriormente all'anca e al triangolo femorale. Il bordo interno segue, invece, la linea aspra del femore: dal lato posteriore mediale del ginocchio fino al piccolo trocantere.

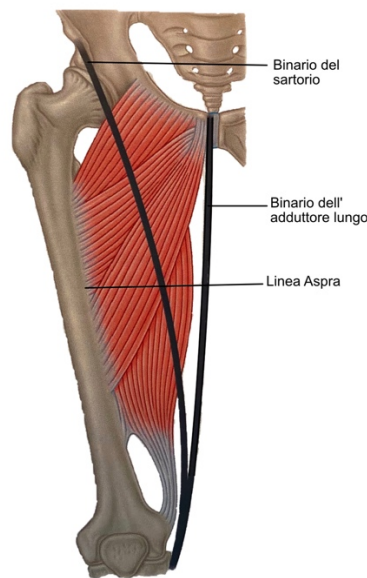


Figura 14: Setto anteriore della coscia

Da qui il binario principale della LPF continua verso l'alto mediante il muscolo grande psoas e la fascia ad esso associata, che si inseriscono anteriormente al piccolo trocantere. Il muscolo g. psoas decorre direttamente frontalmente all'articolazione dell'anca e superiormente alla cresta ileopettinea, per poi affondare posteriormente dietro al sacco peritoneale che avvolge gli organi. Infine, si unisce ai processi trasversi delle vertebre lombari (T12-L5) colonna lombare.

Il secondo tratto inferiore, invece, continua la risalita posteriore all'interno della coscia. Essa origina dalla cavità poplitea, nella parte posteriore del ginocchio. Da qui, il tratto ascende la gamba passando attraverso il fascio neurovascolare del nervo tibiale, l'arteria poplitea e gli strati esterni della capsula fasciale che circonda il retro dell'articolazione del ginocchio. Una volta raggiunta la fascia dei muscoli grande adduttore, ischiocrurali e

adduttori, esso decorre fino a raggiungere la tuberosità ischiatica (punto di inserzione del muscolo g. adduttore e degli ischiocrurali). Dall'ischio, il ramo prosegue con una forte connessione con la miofascia del pavimento pelvico, più precisamente si prolunga tramite il m. elevatore dell'ano e la fascia dell'otturatore interno. Il tratto, infine, raggiunge il livello del coccige, attraverso le porzioni iliococcigee dell'elevatore dell'ano. Questa fascia si unisce al legamento longitudinale passando davanti alla spina dorsale, dove si riunisce al binario anteriore tramite la congiunzione con psoas e pilastri del diaframma.

Dopo aver raggiunto il livello toracico, la linea prosegue il suo decorso attraverso il diaframma, che le permette di attraversa la cavità addominale seguendo tre linee alternative: una centrale, una posteriore ed una anteriore. La linea posteriore è quella più semplice e profonda. Essa include i due muscoli che si inseriscono nel legamento longitudinale anteriore, ossia: lungo della testa e del collo e retto anteriore del capo. Allo stesso modo, anche gli scaleni, seppur non connessi con il legamento longitudinale anteriore, sono associati alla linea. Questo tratto conclude il suo decorso a livello della porzione basilare dell'occipite, anteriormente all'atlante. Il tratto superiore centrale della LPF, invece, si estende dai corpi delle vertebre lombari. Esso prosegue attraverso i pilastri e le fibre posteriori del diaframma fino al tendine centrale. Il tendine centrale è unito al sacco del pericardio e ai tessuti del mediastino, includendo la pleura parietale dei polmoni e i tessuti che avvolgono l'esofago. Tutti questi tessuti, diaframma compreso, si uniscono al legamento longitudinale anteriore sulla superficie anteriore delle vertebre toraciche. La fascia prevertebrale, il rafe faringeo e i tessuti dalla cupola della pleura dei polmoni si estendono in alto e indietro per agganciarsi ai processi trasversi delle vertebre cervicali inferiori, dove si associano con i muscoli scaleni: piccolo scaleno o legamento sospensorio del polmone. In questo modo, il binario superiore entra in contatto con il legamento anteriore longitudinale, con il muscolo lungo della testa e con il tratto posteriore, precedentemente descritto. Infine, il tratto anteriore superiore della LPF segue la curva del diaframma per tutto il percorso fino alla sua inserzione anteriore al processo xifoideo alla base dello sterno. Questa struttura si connette alla miofascia profonda dello sterno, più precisamente dalla porzione anteromediale del diaframma alla fascia endotoracica nel versante posteriore dello sterno. Questo strato miofasciale include il muscolo trasverso toracico (intercostale più interno) e l'intero piano della fascia endotoracica, anteriormente ai visceri ma posteriormente alle cartilagini costali. Questa linea emerge dalla gabbia toracica proprio

dietro al manubrio dello sterno. Da qui, essa prosegue tramite i muscoli infra-ioidei e le cartilagini tiroidee. I muscoli sterno-ioideo, sterno-tiroideo, tirocricoideo e cricoideo decorrono fino ad inserirsi al livello dell'osso ioide. Dall'osso ioide, il muscolo stiloioideo si connette posteriormente al processo stiloioideo dell'osso temporale. Tramite il muscolo digastrico, il tratto si connette sia antero-superiormente a livello del mento, che postero-superiormente a livello del processo mastoideo. Tramite questi due muscoli questo ramo più anteriore della LPF è connesso all'osso temporale del neurocranio.

Due muscoli, il miloioideo e il genioioideo, accompagnano il digastrico nel passaggio antero-superiore all'interno della mandibola, posteriormente al mento. Questi due muscoli formano il "pavimento" della bocca sotto la lingua. Da questi muscoli dell'osso ioide è possibile tracciare una connessione meccanica attraverso la mandibola con i muscoli che chiudono la mascella. Infatti, il muscolo massetere, posizionato a livello dell'arco zigomatico, e il mediale pterigoideo, posizionato a livello dell'osso sfenoidale, formano insieme una cinghia con l'angolo della mascella. Il muscolo temporale, dalla sua larga inserzione sull'osso temporale tira direttamente il processo coronoideo della mandibola. La sua fascia passa coronalmente attraverso il cranio sotto la galea aponeurotica e la fascia dello scalpo (che era coinvolta nelle linee LSF, LSP, LL e LS). Questo tratto della LPF conclude il suo decorso a livello della mandibola. Concludiamo questa dettagliata descrizione anatomica affermando che tutti e tre questi tratti formano un tutt'uno insieme. In quest'analisi sono stati disgiunti solo al fine di un'analisi dettagliata e di una maggior comprensione.

2.9.1. Funzione posturale e motoria della Linea Profonda Frontale

La linea profonda frontale svolge un ruolo principale nel supporto e nella postura globale del corpo. Essa si occupa della stabilizzazione dell'arco plantare mediale, della stabilizzazione del compartimento della gamba e del supporto della colonna lombare anteriormente. Stabilizza il petto e permette la sua espansione e riduzione durante la respirazione. Bilancia e sostiene infine la fragilità del collo e il peso della testa che lo sovrasta.

Se questa linea subisse delle riduzioni, retrazioni o delle mancanze di supporto, tono e bilanciamento, il risultato sarebbe quello di uno sbilanciamento globale del corpo, con conseguenti aggiustamenti compensatori negativi in tutte le altre linee finora descritte.

Se analizziamo dal punto di vista motorio questa linea, ci accorgiamo che non esiste un movimento di stretta pertinenza della LPE, a parte l'adduzione dell'anca e l'onda respiratoria del diaframma. È più appropriato affermare, invece, che tutti i movimenti sono sotto la sua influenza e attivazione. Questo avviene perché la linea è finemente ricoperta ed avvolta da tutti i diversi strati miofasciali precedentemente analizzati. La miofascia della LPF è formata per lo più da fibre muscolari a contrazione lenta ma con grande capacità di sforzo, che riflettono il ruolo che la linea ricopre nel mantenimento della stabilità e in tutti i cambiamenti sottili di posizione a livello della struttura più interna del nostro corpo. Sono tutti quei movimenti che consentono alle strutture e alle linee più superficiali di lavorare facilmente ed efficientemente con lo scheletro. Per questo motivo un lavoro non corretto della LPF non causa necessariamente un'immediata o evidente perdita di funzionalità, specialmente per un occhio poco allenato o per un osservatore poco attento.

Concludendo, il presente capitolo è stato pensato per permetterci di avere una visione del modello umano più completa. Attraverso la comprensione del concetto di tensegrità, precedentemente analizzato, e la descrizione anatomico-funzionale dei meridiani miofasciali dell'intero corpo, risulta decisamente più semplice applicare dei protocolli di trattamento motorio agli atleti. La teoria dei meridiani miofasciali assolve la funzione di mappa anatomica del bilanciamento delle forze e delle tensioni lungo l'intero corpo e durante il suo movimento. Come è possibile intuire, esistono ben pochi movimenti realizzati da una singola linea miofasciale. Al contrario, sono decisamente molti i movimenti che richiedono una stabilizzazione generale e sinergica di più linee. La conoscenza delle linee può essere utilizzata al fine di verificare la presenza o meno di compensazioni e posture scorrette, e come queste, insieme, possano inficiare il movimento integrato o l'effettiva espressione di forza del movimento del corpo. Infine, come verrà ampiamente trattato nel capitolo successivo, durante le fasi di anamnesi e valutazione funzionale, la conoscenza approfondita delle linee e dei percorsi che esse seguono sarà fondamentale per l'applicazione di test di analisi strutturale, posturali sia statici che dinamici.

Capitolo 3

I tre pilastri dell'allenamento funzionale: core, catena estensoria e cingolo scapolo-omeroale

3. Descrizione anatomica del core

Durante l'attivazione di una qualsiasi catena cinetica, il sistema di controllo neuromuscolare ha la funzione di mantenere l'equilibrio, sostenere la postura, creare e adattare il gesto, opporsi a forze improvvise ed assistere la respirazione. Lo snodo smistatore dal quale transitano tutti i percorsi cinetici all'interno del corpo umano è rappresentato da un'unità funzionale specifica, che prende il nome di core, nucleo o *power house*. Con il termine "core" si fa riferimento ad un insieme di muscoli presenti nella sezione centrale del corpo, che uniti formano il cosiddetto complesso coxo-lombo-pelvico. Al fine di avere una rappresentazione visiva immediata del core, possiamo immaginarlo come un secchio, la cui struttura portante cilindrica è costituita da tre strati di muscoli: trasverso, obliqui interni ed esterni. La cerniera che lo chiude anteriormente è rappresentata dal retto dell'addome, muscoli erettori spinali e dai quadrati dei lombi e pavimento pelvico, caratterizzato da un insieme di muscoli che vanno a formare una trama tra le ossa del bacino. Il diaframma chiude il tutto sulla parte superiore.

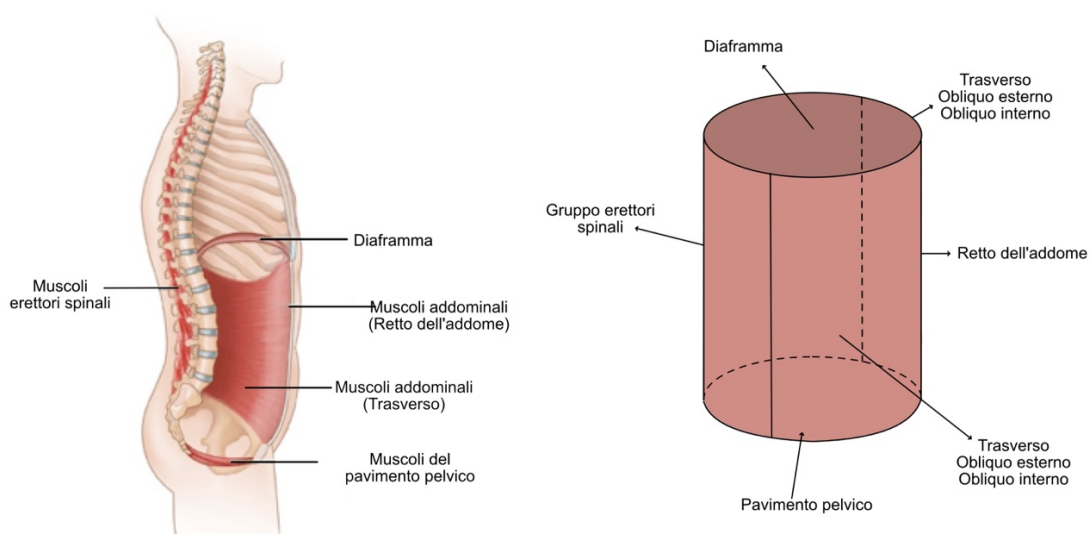


Figura 15: Rappresentazione grafica del core

Nel dettaglio i confini strutturali del core sono costituiti superiormente dal diaframma e inferiormente dal pavimento pelvico, dal multifido e dalle porzioni lombari del lunghissimo e dell'ileocostale e dagli estensori dell'anca nella parte posteriore; dal trasverso e dalle fibre posteriori dell'obliquo interno, anteriormente e lateralmente.

Quando parliamo di core dobbiamo quindi considerare i seguenti muscoli: retto dell'addome, trasverso dell'addome, obliquo interno ed esterno, quadrato dei lombi, erettori spinali (multifido, lunghissimo, ileocostale), pavimento pelvico (complesso coxo-lombo-pelvico), diaframma, glutei e muscoli posteriori della coscia, che attraversano l'articolazione dell'anca.

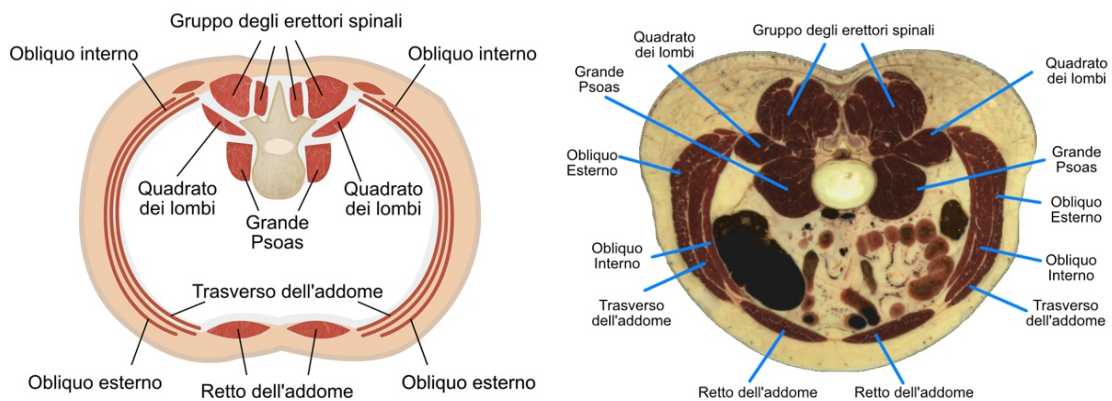


Figura 16: A sinistra abbiamo una mia rappresentazione grafica semplificativa della sezione trasversale dell'addome (L3)(vista inferiore) – A destra, invece, abbiamo la stessa sezione trasversale vista inferiore (da cadavere) - Riferimenti: atlante anatomia digitale 2021

3.1. Funzione del core

Questo breve richiamo dell'anatomia è indispensabile per comprendere come strutturare un allenamento coerente ed efficiente per il core, poiché il rapporto associativo tra forma e funzione deve sempre essere tenuto a mente. I muscoli del core sono per loro natura dei muscoli stabilizzatori, che svolgono anche azioni motorie quali flessione-estensione del tronco e rotazione. Malgrado questi muscoli agiscano e producano questo tipo di movimenti, gli sport e le attività sportive in cui sono previsti i movimenti di piegamento e l'estensione del busto sono davvero pochi. Proprio per questo motivo, durante l'esercizio sportivo ci si concentra più sulla stabilizzazione del core che sul suo movimento.

Più precisamente, analizzando nel dettaglio la funzione stabilizzatrice del core, sarebbe più opportuno citare tutti quei muscoli profondi che lo compongono, muscoli che svolgono, appunto, l'azione prettamente stabilizzatrice.

Di seguito elencati:

1. Il trasverso in sinergia con l'obliquo interno ed erettori spinali;
2. Il multifido che riduce la pressione del peso corporeo sulla cerniera lombare, distribuendolo lungo la colonna;
3. Il quadrato dei lombi che lavora con il medio/gluteo;
4. Il tensore della fascia lata e adduttori per stabilizzare il complesso coxo-lombo-pelvico;
5. Il diaframma che favorisce la stabilità della colonna anteriormente, grazie al controllo della pressione intra-addominale;
6. Il pavimento pelvico che è la struttura che rende stabile l'intero sistema. Questa è la prima parte del core che si attiva, ancor prima del movimento, ed è fondamentale per la ricerca della stabilità.

Come ben sappiamo ogni muscolo esercita una sua azione, tuttavia, come ci insegna l'allenamento funzionale, la cosa che più ci interessa è l'azione sinergica che essi svolgono. Una volta esaminati i muscoli profondi del core, andiamo a citare quelli che sono invece i muscoli superficiali, che al contrario prediligono un'azione motoria e dinamica.

Il grande gluteo, che agisce in sinergia nella stabilizzazione del sistema coxo-lombo-pelvico, il retto dell'addome che si occupa dei movimenti di flessione della colonna, obliquo interno/esterno che spingono il torace verso il basso e comprimono la cavità addominale, aumentando la pressione intra-addominale, gli erettori spinali che estendono il tronco, in sinergia col retto dell'addome (fungono da vera e propria colonna stabilizzatrice), il muscolo ileo-psoas che contribuisce alla stabilizzazione del complesso coxo-lombo-pelvico, i muscoli romboidi che si impegnano nei movimenti di attivazione della scapola, avvicinandola alla parete toracica e contribuendo a mantenere una postura stabile e corretta nei movimenti relativi agli arti superiori, i fasci mediali del trapezio che retraggono la scapola e contribuiscono alla sua stabilizzazione nei movimenti degli arti superiori. Il muscolo dentato anteriore agisce in sinergia con il trapezio per dare stabilità alle scapole, mentre

il muscolo gran dorsale agisce sinergicamente sulla scapola e nei movimenti di inclinazione laterale ed estensione della colonna vertebrale a livello lombare.

Riassumendo in breve le azioni principali del core possiamo dire che: il contenimento dei visceri e la stabilizzazione del core sono garantiti da contrazioni isometriche che fissano il bacino in posizione anatomica. La posizione eretta dovrebbe essere la più frequente da assumere, ecco spiegato il motivo per il quale la posizione principale dell'addome, non dovrebbe essere quella di flessione del busto a terra, come avviene durante l'esercizio di crunch. Dal punto di vista motorio, la funzione dinamica è garantita da contrazioni isotoniche che consentono la flessione, la flessione laterale, la rotazione del tronco e l'elevazione del bacino. Anche in questo caso si parla di movimenti eseguiti in stazione eretta. Se pensiamo alla rotazione del tronco, ci accorgiamo che il gesto più frequente risiede nella camminata. Il core interviene anche nei meccanismi respiratori, in quanto i muscoli della fascia addominale contribuiscono all'espiazione, in particolare a quella forzata e questo assume, in molti sport, un valore fondamentale ai fini prestativi a livello di forza e potenza. Dal punto di vista funzionale, possedere una cintura addominale molto forte e compatta comporta una lunga serie di benefici, tra cui i più importanti sono: la riduzione delle sollecitazioni a carico del rachide lombare; l'espressione di livelli maggiori di forza; la riduzione dello sviluppo di algie al rachide, per l'incrementata funzione stabilizzatrice; la riduzione della ptosi viscerale e una maggiore sinergia tra arti inferiori e superiori nel lavoro sulle catene cinematiche.

3.2. Applicazioni pratiche dell'allenamento del core

Dopo aver discusso delle principali caratteristiche anatomico-funzionali della cintura addominale, è importante proseguire verso il suo rinforzo, al fine di garantire un maggiore controllo motorio del core. Questo è fondamentale perché molto spesso i problemi legati al mal di schiena e alle algie al rachide, negli atleti e non, sono dovuti ad una ridotta capacità di controllo dei movimenti rotazionali a livello del rachide lombare (T12-S1). Più precisamente, spesso diventa più importante possedere la capacità di contrastare la rotazione e/o di prevenirla, rispetto alla capacità di generare i movimenti di rotazione, estensione, flessione, etc. Per questo motivo, nella preparazione fisica degli atleti devono essere tenute a mente tutte queste considerazioni, in modo tale da strutturare un

programma di allenamento per il core che comprenda tre tipologie di movimenti: l'anti-estensione, l'anti-flessione e l'anti-rotazione.

L'anti-estensione è la funzione principale dei muscoli anteriori del core e deve essere affrontata nelle prime due o tre fasi di tutti i programmi. Come è stato detto in precedenza, questi muscoli sono stabilizzatori pensati per mantenere un bacino stabile sotto una gabbia toracica stabile, perciò devono essere allenati, di conseguenza, come stabilizzatori e non come flessori del busto. L'anti-flessione laterale, invece, viene esercitata dal quadrato dei lombi e dagli obliqui ed è necessaria al fine di stabilizzare le anche e il bacino. Infine, il movimento di anti-rotazione è forse il movimento cardinale dell'allenamento del core. La forza di anti-rotazione è sviluppata attraverso progressioni di esercizi di anti-estensione e attraverso l'uso di modelli diagonali e forze rotazionali.⁷

Nell'applicazione pratica, in particolare per gli atleti appartenenti agli sport di situazione, la rotazione del busto è un'azione molto richiesta e per poterla eseguire in sicurezza, senza creare problematiche, deve essere allenata tutta la muscolatura del core, visto che la capacità di rotazione nella regione lombare è molto limitata⁸.

Per confermare l'importanza dell'allenamento funzionale ai fini del miglioramento del livello di allenamento del core ho deciso di prendere in esame il seguente studio: “*Core Muscle Activity during Physical Fitness Exercises: A Systematic Review*” (Oliva-Lozano e Muyor 2020). Questa *systematic review* si pone l'obiettivo di indicare quali siano gli esercizi migliori in grado di garantire la maggiore attivazione muscolare (EMG) sul rispettivo gruppo muscolare preso in esame. Gli esercizi proposti prevedevano esercizi tradizionali per il core, esercizi di core stability, esercizi su una superficie instabile ed esercizi a corpo libero con sovraccarico. In questa review verranno presi in esame singolarmente i seguenti sei gruppi muscolari appartenenti al core: retto dell'addome (AR), obliquo interno (OI), obliquo esterno (OE), erettori spinali (ES), muscolo multifido porzione lombare (MUL), trasverso dell'addome (AT); tuttavia, come ben abbiamo esplicitato nella precedente trattazione, questa suddivisione viene realizzata solo a fini di studio, l'allenamento ottimale del core dovrebbe essere in grado di stimolare l'attivazione sinergica della maggior parte di questi muscoli.

^{7 9} Boyle, Micheal. 2018. *Allenamento funzionale applicato allo sport*. Seconda edizione. Olympian's publishing

Per quanto riguarda il muscolo retto dell'addome (AR), questa review ha messo in evidenza come esercizi a corpo libero con sovraccarico, come lo *squat bulgaro*, il *back squat*, il *roll-out plank* e il *front plank* al TRX siano gli esercizi con un'attivazione elettromiografica maggiore. Il secondo gruppo preso in esame è quello degli obliqui interni OI. Gli autori raccomandano l'applicazione di esercizi di *core stability*, tra i quali inseriscono l'esercizio di *plank frontale* con adduzione scapolare e *tilt pelvico posteriore*. Allo stesso tempo, essi suggeriscono l'esecuzione di esercizi dinamici, balistici ed esplosivi come lo *swing* con kettlebell come alternativa ottimale per l'attivazione dell'OI. L'unico appunto all'esecuzione di questi esercizi riguarda le capacità coordinative e condizionali dell'atleta in questione. Questo perché deve sempre essere valutato il rapporto rischio-beneficio, in modo tale da evitare l'instaurarsi potenziale di movimenti inappropriati e lesivi per la colonna.

Per quanto riguarda l'allenamento dell'obliquo esterno (OE), gli autori consigliano l'esecuzione di esercizi unilaterali a corpo libero con sovraccarico, come sono ad esempio: lo *squat bulgaro* (preferibilmente con peso asimmetrico) o l'affondo in camminata (preferibilmente con peso asimmetrico). Anche l'esecuzione del *military press* con peso asimmetrico, in stazione eretta o in posizione di affondo, determina un'ottima attivazione del core. Allo stesso modo, il *plank anteriore* su una fitball con la variante di muovere gli avambracci in senso orario/antiorario continuo ("*stir-the-pot*") o di fare un'estensione dell'anca mantenendo la stabilità del core sono esercizi alternativi e adatti a questo scopo. Quando si tratta di erettori spinali (ES), si consigliano gli esercizi *bodyweight* con sovraccarico come ad esempio: il *deadlift*, *gli hip-thrust* e il *back squat*; gli esercizi di estensione della schiena sul pavimento: *superman*, *bird-dog* e tutte le varianti di *one leg back extension* e gli esercizi di ponte al TRX. Tutti questi esercizi aumentano significativamente l'attività EMG a favore dei muscoli erettori spinali. Al fine di aumentare, invece, l'attivazione del muscolo multifido (MUL) si suggerisce di eseguire il *plank frontale*, preferibilmente se eseguito su una *swissball* associato all'esercizio di estensione dell'anca, il *rematore* al TRX a 45° di inclinazione, il *deadlift* con il 75% del peso corporeo e il *back-squat* con il 75% del peso corporeo. In conclusione, l'attivazione del trasverso dell'addome (AT) è stata riportata negli esercizi in sospensione al TRX che utilizzano l'impolazione in appoggio su un lato, come nell'esercizio di *plank laterale* in sospensione. Gli

autori consigliano, invece, esercizi di *suspension training* in posizione prona e/o supina per stabilizzare la regione lombare, dato il suo elevato rapporto muscolare locale/globale. I risultati importanti di questo studio ci permettono di evidenziare quanto gli esercizi tipici dell'allenamento funzionale siano estremamente efficaci per quanto riguarda il potenziamento del core, e soprattutto, quanto l'allenamento con i sovraccarichi, in particolare modo se svolto con peso asimmetrico, ponga il core sotto notevole impegno e attivazione. A conferma di quanto detto finora, esamineremo il seguente studio: "*Muscle Activity of the Core during Bilateral, Unilateral, Seated and Standing Resistance Exercise*".⁹

Nel presente studio si conferma la tesi per la quale l'esecuzione di esercizi eseguiti in stazione eretta con carico asimmetrico sia in grado di determinare un'attivazione maggiore della muscolatura del core. Nello specifico, gli autori hanno preso in esame e confrontato l'esercizio di *shoulder press* eseguito in stazione eretta e seduta, con peso simmetrico e/o asimmetrico. Si evidenziano i seguenti risultati elettromiografici:

- Maggiore attività EMG nel retto addominale per gli esercizi in stazione eretta, indipendentemente dalla loro esecuzione bilateralmente o unilateralmente. Questo avviene perché il m. retto addominale in stazione eretta è attivo e deve esercitare una co-contrazione con l'ereettore spinale per evitare la flessione o l'estensione del tronco. Al contrario, in posizione seduta, l'esecuzione unilaterale sembra determinare un'attivazione maggiore del retto addominale.
- Maggiore attività EMG dell'obliquo esterno durante l'esecuzione di esercizi unilaterali rispetto agli esercizi bilaterali sia seduti che in piedi. Nello specifico, l'attivazione massima avviene durante l'esecuzione di *shoulder press* asimmetrica (e senza tenere un carico nel braccio opposto come contrappeso).
- Maggiore attività EMG dell'ereettore spinale durante l'esecuzione di esercizi unilaterali in stazione eretta rispetto all'esecuzione seduta e bilaterale. L'aumentata attivazione neuromuscolare negli erettori spinali è dovuta con ogni probabilità alla necessità di stabilizzare il core.
- Maggiore attività EMG degli abduttori dell'anca nell'esecuzione di esercizi mono podalici a causa della maggiore necessità di stabilizzare il core.

⁹ Saeterbakken, Atle Hole, e Marius Steiro Fimland. «Muscle Activity of the Core during Bilateral, Unilateral, Seated and Standing Resistance Exercise». *European Journal of Applied Physiology* 112, fasc. 5 (maggio 2012): 1671–78. <https://doi.org/10.1007/s00421-011-2141-7>.

Per quanto riguarda l'applicazione di esercizi di equilibrio o forza su superfici instabili, studi precedenti suggerivano una maggiore attivazione neuromuscolare^{10 11}. Tuttavia, per quanto riguarda la programmazione delle attività sportive e le attività funzionali quotidiane, la metodologia di allenamento più vantaggiosa ed efficace è sicuramente quella che comprende l'utilizzo di esercizi in stazione eretta con pesi liberi eseguiti su una superficie stabile. Questo perché la maggior parte delle attività sportive e quotidiane vengono eseguite in stazione eretta e necessitano di una grande capacità di stabilizzare la colonna vertebrale. La capacità di coordinare efficacemente l'attivazione neuromuscolare della muscolatura del core deve essere allenata mediante l'applicazione di esercizi con peso asimmetrico, con esercizi monopodali in moto tale da imitare il più possibile le attività quotidiane.

Concludiamo il paragrafo relativo all'allenamento del core elencando alcuni degli esercizi tipici dell'allenamento funzionale, che in aggiunta a quelli precedentemente citati negli articoli esaminati, possono essere molto efficaci e specifici per l'attivazione globale del core e delle linee miofasciali che lo attraversano.

- *Farmer's walk overhead* o classico
- *Frontsquat overhead* o classico
- Affondi frontali con peso asimmetrico *overhead* o classico
- Rematore *TRX* con busto inclinato
- Rematore in piedi con kettlebell
- *Swing* classico, 1 arm, con cambio mano
- *Clean and press*
- *Hip-Drop al TRX*
- Sollevamenti olimpici

¹⁰ Norwood JT, Anderson GS, Gaetz MB, Twist PW. Electromyographic activity of the trunk stabilizers during stable and unstable bench press. *J Strength Cond Res.* 2007;21(2): 343-347. doi:10.1519/R-17435.1

¹¹ Anderson KG, Behm DG. Maintenance of EMG activity and loss of force output with instability. *J Strength Cond Res.* 2004;18(3):637-640. doi:10.1519/1533-4287(2004)18<637:MOEAAL>2.0.CO;2

3.3. Descrizione anatomica della catena estensoria dell'anca

La catena estensoria è quella catena muscolare che permette al nostro corpo di estendersi attivando in modo sinergico una lunghissima concatenazione di muscoli che si estendono dalla fascia plantare fino alla zona occipitale del cranio. Dal punto di vista anatomico, la catena estensoria dell'anca è composta quindi da una serie di muscoli e strutture tendinee, riportate di seguito in ordine ascendente: m. quadrato plantare, m. interossei plantari, m. flessore lungo dell'alluce, m. flessore lungo delle dita, m. flessore breve dell'alluce, m. flessore breve delle dita, m. flessore breve del V dito, tendine d'Achille, m. tricipite surale, m. ischiocrurali, m. quadricipite, m. tensore fascia lata, legamento sacrotuberoso, m. grande, medio, piccolo gluteo. Da qui in poi, la catena decorre anche superiormente lungo la linea superficiale posteriore attraverso il m. quadrato dei lombi, l'aponeurosi lombare, il m. multifido, il m. lunghissimo del dorso, l'aponeurosi dorsale, l'aponeurosi cervicale e il m. sub-occipitali.

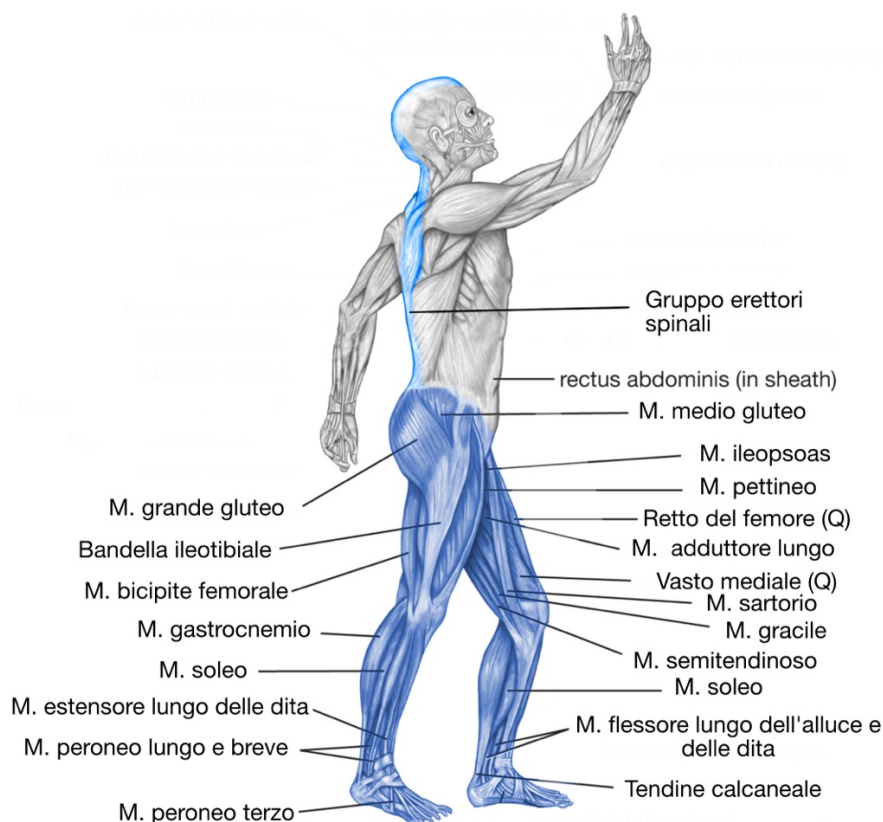


Figura 17: Rappresentazione grafica catena estensoria dell'anca. Rif: Tangen, C. , Wood, . Bernard , Cummings, . Shane W. and Crompton, . Robin Huw. "human muscle system." Encyclopedia Britannica, August 16, 2022. <https://www.britannica.com/science/human-muscle-system>.

3.4. Funzione e allenamento della catena estensoria dell'anca

La funzione principale della catena è quella di estendere il corpo e, per farlo, attua una serie di attivazioni segmentali sinergiche a partire dalla flessione plantare delle dita fino all'estensione della testa. Più precisamente la catena estensoria si occupa di tre movimenti: la propulsione, la stabilizzazione e la decelerazione.

Il movimento di propulsione è quello più importante dal punto di vista atletico e prestativo ed è quella parte dell'allenamento della catena estensoria che molto spesso non viene presa in considerazione nei centri fitness, a causa degli spazi ridotti e dell'approccio all'allenamento incentrato principalmente nella sola azione muscolare. Tuttavia, dal punto di vista prestativo, l'allenamento della catena estensoria nelle sue componenti di propulsione, decelerazione e stabilizzazione assume un valore determinante in tutti gli sport in cui la potenza è un fattore chiave della prestazione. Il calcio, il basket e il rugby, ad esempio, sono tre sport che necessitano di una grande attivazione della catena estensoria dovuta soprattutto ai cambi improvvisi di velocità, alla necessità di saltare in alto o di resistere efficacemente agli urti. Quando andiamo ad analizzare il movimento di estensione, ci rendiamo conto che entrano in gioco tre articolazioni: caviglia, ginocchio e anca. Queste tre articolazioni insieme, tramite la loro triplice estensione, determinano l'efficacia del gesto atletico. Se una di queste articolazioni è lesa o inefficace, deve essere trattata e portata al massimo livello raggiungibile, altrimenti si potrebbe ricadere in un deterioramento sostanziale delle prestazioni. L'allenamento della propulsione è associato al lavoro di forza veloce dei muscoli della catena, tramite l'applicazione di stimoli pliometrici, attraverso scatti ed esercizi balistici (Es: lo swing), esercizi di *step up*, camminata/corsa in salita e le alzate olimpiche (es: strappo). In particolare, il rinforzo dei gruppi muscolari più grandi, quindi citiamo il gluteo, gli ischiocrurali, i quadricipiti e i polpacci, deve essere tenuto notevolmente in considerazione ai fini dei miglioramenti prestativi. Dal punto di vista degli esercizi principali, possiamo citare: l'esecuzione di esercizi classici, come *back squat*, *front squat*, *deadlift*, *bulgarian squat*, *pistol squat*, *hip thrust* e affondi; l'esecuzione di esercizi balistici tramite l'utilizzo di kettlebell (*swing*, *clean*, *clean and press* e *snatch*); esercizi pliometrici e di spinta verticale sul box, come *jump box*, *box in 4d*, *step up sul box alto*, *dropjump*, *squat jump*.

In modo analogo all'allenamento della propulsione, dovremmo tenere a mente che anche l'allenamento della decelerazione assume un valore predominante ai fini prestativi e di una migliore funzionalità. Con il termine decelerazione si può far riferimento a due tipologie di rallentamento del movimento. La prima prevede l'applicazione di una fase di decelerazione del movimento durante l'esecuzione dell'allungamento eccentrico. In questo caso, tramite la riduzione della velocità nella fase eccentrica del movimento, andremo a limitare la possibilità di esprimere potenza e forza nella successiva fase concentrica, a causa della riduzione dell'attivazione delle componenti elastiche del tessuto muscolo-scheletrico. La seconda modalità con la quale si può visualizzare la decelerazione del movimento, invece, prevede la riduzione effettiva della velocità di esecuzione del gesto. Questa modalità avviene, ad esempio, durante la discesa da una montagna, durante la fase di decelerazione dopo una fase di scatto, di salto o di lancio. L'incapacità di rallentare efficacemente il movimento e controllare le fasi di decelerazione determina un deterioramento diretto della prestazione e un aumento relativo del rischio di incorrere in infortuni e lesioni. Il rinforzo dei muscoli stabilizzatori dell'anca, infine, permette di avere un controllo maggiore di tutti i movimenti di flessione-estensione, molto richiesti durante l'attività sportiva. Una catena estensoria stabile permette di garantire all'atleta una migliore integrità nelle strutture dell'anca, del ginocchio e della caviglia e di ridurre lo stress articolare ad esso connesso durante le attività sportive. Per quanto riguarda l'allenamento della catena estensoria, assumono una straordinaria valenza i *kettlebells*, che risultano ottimi strumenti al fine di generare forti accelerazioni, che dovranno poi essere bilanciate e controllate tramite relative stabilizzazioni e decelerazioni. Gli esercizi che possono essere eseguite con i *kettlebells* ci permettono di produrre forze notevoli ad un'elevata velocità, attivando una lunga serie di muscoli, in circostanze di gran lunga superiori rispetto a quelle che si potrebbero generare con attrezzi tradizionali. Il vantaggio principale di questa strumentazione è quello di rispettare il principio cardine dell'allenamento funzionale, ossia quello di generare forza e potenza attraverso quelli che vengono definiti come "*full body lifts*": ovvero quei sollevamenti caratterizzati da una sequenza di attivazioni muscolari, e non attivazioni isolate di pochi muscoli, tali da renderli estremamente efficaci nella preparazione fisica per innumerevoli discipline sportive, perché capaci di promuovere stabilità e mobilità, fondamentali per costruire forza funzionale.

3.5. Descrizione anatomica del cingolo scapolo-omerale

La terza struttura anatomica di grande importanza che andremo ad analizzare è il cosiddetto cingolo scapolo-omerale, ossia quella struttura articolare che costituisce l'articolazione della spalla. La "cintura scapolare" è formata dall'intersezione strutturale di tre ossa, scapola, clavicola e omero, connesse tra loro tramite cinque strutture articolari legamentose: tre articolazioni definite "vere" e due articolazioni definite "false".

Secondo quanto riportato all'interno del manuale: *anatomia funzionale* (Kapandji 2020), queste cinque articolazioni si dividono in due gruppi: articolazioni vere o false.

Le articolazioni "vere" sono caratterizzate dalla presenza di superfici articolari con cartilagine, mentre, al contrario, le articolazioni "false" sono definite tali per l'assenza di cartilagine. Il primo gruppo è composto dalle seguenti tre articolazioni "vere":

- Articolazione gleno-omerale: l'articolazione principale tra omero e scapola;
- Articolazione acromio-clavicolare: articolazione accessoria tra acromion e clavicola;
- Articolazione sterno-costo-clavicolare: articolazione accessoria tra sterno, clavicola e coste;

Il secondo gruppo di articolazioni è composto dalle seguenti due articolazioni "false":

- Articolazione scapolo-toracica: legata meccanicamente all'articolazione acromio-clavicolare e all'articolazione sterno- costo-clavicolare;
- Articolazione sottodeltoidea: legata meccanicamente all'articolazione gleno-omerale.

Riconducendo il discorso sulla stabilità, quando si parla di spalla, si possono considerare due tipologie di stabilizzatori. La spalla è costituita da stabilizzatori "attivi" e "passivi" che hanno il compito di stabilizzare e tenere l'articolazione centrata. Tra gli stabilizzatori passivi troviamo tutti i legamenti gleno-omerale, il legamento coraco-omerale, il capo lungo del bicipite e il cercine glenoideo. Al contrario, tra gli stabilizzatori attivi sono compresi tutti i muscoli della cuffia dei rotatori: sottoscapolare, sovrascapolare, sovraspinato, piccolo rotondo.

Analisi dettagliata delle articolazioni del cingolo scapolo-omerale:

- L'articolazione sterno-claveare è il risultato dell'interazione tra l'estremità mediale della clavicola, la faccetta claveare dello sterno e parte della prima cartilagine costale;
- L'articolazione acromion-claveare ha origine dall'unione tra l'estremità distale della clavicola e l'acromion della scapola;
- L'articolazione gleno-omerale deriva dalla congiunzione tra la glena della scapola e la testa dell'omero;
- L'articolazione scapolo-toracica origina dal rapporto tra la faccia anteriore della scapola e il piano di scorrimento osseo della porzione posteriore della gabbia toracica;
- L'articolazione acromion-omerale assiste il piano di scorrimento tra la volta coraco-acromiale e la testa dell'omero.

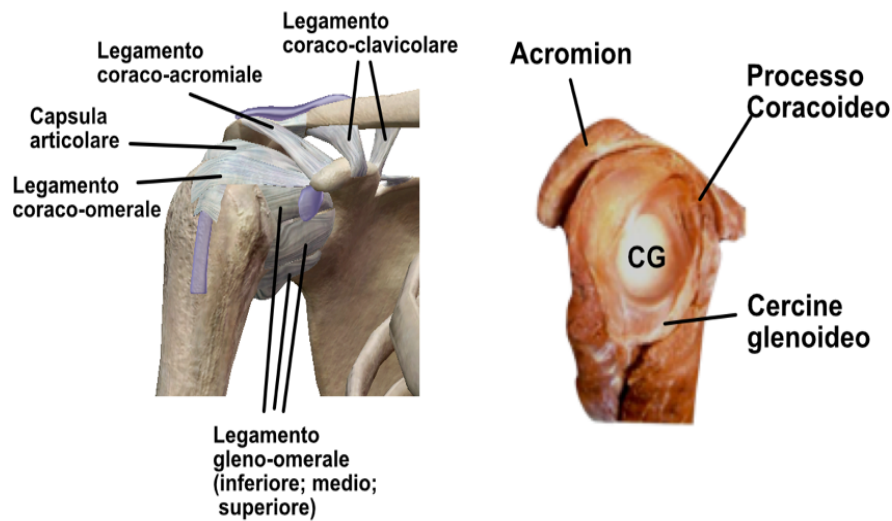


Figura 18: A sinistra vista anteriore laterale della componente tendinea del complesso della spalla; a destra vista laterale di dissezione anatomica da cadavere.

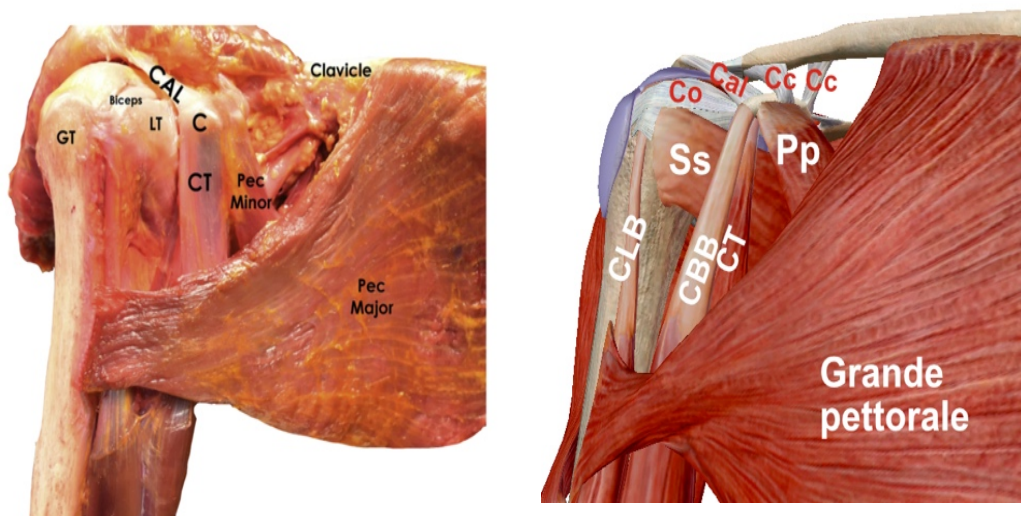


Figura 19: A sinistra troviamo la vista anteriore della sezione anatomica da cadavere di una spalla destra che mostra le inserzioni muscolari del grande pettorale (Pec), tendine congiunto del capo breve del bicipite e coracobrachiale (CT) e del piccolo pettorale (Pec) minore. Il deltoide è stato dissezionato e spostato al fine di poter visualizzare le strutture anatomiche più profonde, quali: processo coracoideo, legamento coracoacromiale (CAL), Tuberosità maggiore (GT) e piccola tuberosità dell'omero (LT). Rif: " Qualitative and Quantitative Anatomy of the Proximal Humerus Muscle Attachments and the Axillary Nerve: A Cadaveric Study (Moatshe et al. 2018). A destra, invece, troviamo una mia rappresentazione grafica della medesima vista anteriore della spalla, nella quale vengono evidenziati in rosso i legamenti: coraco omerale (CO), coracoacromiale (CAL), coraclavicolare porzione trapezoide (Cc a sx) e coraclavicolare porzione conoide (Cc a dx). Allo stesso modo, in bianco troviamo la suddivisione muscolare: tendine del capo breve del bicipite (CBB), tendine del capo lungo del bicipite (CLB), tendine del muscolo coracobrachiale (CT), muscolo piccolo pettorale (Pp) e muscolo sottoscapolare (Ss).

3.6. Funzione e allenamento del cingolo scapolo-omerale

Per quanto riguarda la funzione del cingolo scapolo-omerale, è di fondamentale importanza ricordare che l'articolazione della spalla è un'artrosi, vale a dire un sistema articolare con un ampio range di movimento, nel quale la nostra storia evolutiva ha fatto una scelta: favorire la mobilità articolare a discapito della stabilità. Secondo quanto riporta il libro "anatomia funzionale"(Kapandji 2020), all'interno del cingolo scapolo-omerale, l'omero è essenzialmente "appeso" al tronco. Questo lo si deduce semplicemente analizzando la struttura anatomica del cingolo e il rapporto esistente tra scapola e omero. La testa dell'omero è più grande della cavità glenoidea, pertanto se non fosse presente il cercine glenoideo, essa avrebbe notevoli difficoltà a aderire in modo sufficientemente saldo. La presenza del cercine glenoideo determina un ampliamento cartilagineo della

cavità glenoidea, indispensabile per permettere l'interrelazione tra dinamicità e sicurezza nei movimenti dell'omero. La stabilità di quest'ultimo è dovuta soprattutto allo sviluppo della muscolatura contigua, rappresentata soprattutto dai muscoli appartenenti alla cuffia dei rotatori, e ad una stabilità passiva, assicurata da tutti i tendini e legamenti che abbiamo citato precedentemente.

Se andiamo ad analizzare, poi, la ripartizione delle fibre muscolari dei muscoli che si inseriscono a livello della spalla, notiamo la presenza di una netta prevalenza di fibre bianche. Sorge una domanda spontanea: come può un'articolazione così instabile presentare una netta prevalenza di muscoli esplosivi, dinamici e forti. Per citarne alcuni: capo lungo del tricipite possiede il 67% di fibre bianche, trapezio con 64% fibre bianche, gran dorsale e grande pettorale con 50-58% fibre bianche e deltoide anteriore con 43%-47 % di fibre bianche. La risposta a questa domanda, in realtà, è più semplice di quanto si possa pensare. Il motivo di questo rapporto tra fibre veloci e struttura molto mobile sta nel fatto che il cingolo scapolo-omerale esercita la funzione di trasduttore di forze, ossia ha lo scopo di trasmettere agli arti superiori le forze provenienti dagli arti inferiori o dal tronco. Di seguito esposto un esempio pratico di applicazione del modello funzionale del cingolo scapolo-omerale. Dal punto di vista dell'allenamento, sarebbe corretto assicurarsi che l'azione di "spinta" parta dagli arti inferiori e venga poi trasmessa agli arti superiori attraversando le articolazioni scapolo-omerale. Ad esempio, alcuni esercizi che richiamano questo principio sono i seguenti: *push press, clean, clean & jerk, jerk e snatch*.

Solamente in questo modo, possono essere sollevati grandi carichi, tramite movimenti esplosivi, ma in una breve finestra di tempo. Esattamente come prevede la conformazione strutturale e muscolo-tendinea stessa dell'articolazione in oggetto.

Ai fini di prevenire l'insorgenza di infortuni o lassità a livello della spalla e quindi del cingolo scapolo-omerale, è necessario rinforzare i muscoli della cuffia, quali: sovraspinato, sottospinato, piccolo rotondo, sottoscapolare; e tutti i muscoli che concorrono alla funzione di stabilizzazione, quali: pettorale, gran dorsale e trapezio.

Capitolo 4:

Principi metodologici dell'allenamento, periodizzazione della preparazione atletica e allenamento funzionale

4. Basi metodologiche e principi generali dell'allenamento sportivo

Dopo aver analizzato la filosofia che giace alle fondamenta dell'allenamento funzionale e dopo aver spostato l'attenzione verso una nuova visuale dell'anatomia in ottica funzionale, l'elaborato si pone come nuovo obiettivo quello di indagare l'applicazione pratica di quanto detto (all'interno dei capitoli precedenti), in tutti i programmi di preparazione atletica e dell'allenamento generale di tutti gli atleti (e non). Quando si analizza l'allenamento sportivo, si nota fin da subito, che su di esso agiscono una pluralità di stimoli differenti di natura biologica, pedagogica, psicologica, fisiologica e biochimica. Nel momento in cui ci si avvicina al processo di costruzione di un protocollo di allenamento capace di rispettare tutte le necessità psicofisiche dell'uomo, si deve essere in grado di riconoscere quei fattori chiave che influenzano direttamente l'allenamento e tutto ciò che lo circonda. Per essere più precisi, è bene sottolineare che tutti questi fattori non devono essere considerati isolatamente, ma devono essere raccolti in un unico gruppo e padroneggiati e applicati nella loro globalità.

Per introdurre il tema della preparazione atletica e del miglioramento prestativo ad essa associato, risulta fondamentale descrivere i principi cardine per lo sviluppo di un protocollo di allenamento efficace. Quando si parla di allenamento, si può affermare che, al fine di ottenere un aumento prestativo, non si possono separare tra loro i seguenti tre elementi caratterizzanti l'allenamento: il carico, il recupero e il successivo aumento della capacità di prestazione. Per raggiungere questo obiettivo, l'allenamento sportivo non può prescindere dai seguenti principi:

1. Principio dello stimolo allenante;
2. Principio della relazione ottimale tra carico e recupero;
3. Principio del carico crescente;
4. Principio del carico individualizzato;

5. Principio della corretta successione del carico;
6. Principio del carico variabile;
7. Principio dell'alternanza del carico.

Il principio dello stimolo allenante (1) determina che, per ottenere un incremento della prestazione, è necessario che lo stimolo rappresentato dal carico superi una determinata soglia. La grandezza dello stimolo necessaria dipende dallo stato di allenamento dell'atleta. Ciò è evidenziato dalla cosiddetta regola della graduazione dello stimolo (Tabella 1), alla quale è strettamente collegata la regola dello stato funzionale. Più è elevato il livello funzionale o lo stato di allenamento di una persona, di un organo o di un sistema di organi, maggiori e più globali devono essere gli stimoli necessari al mantenimento o al miglioramento dello stato funzionale in questione.¹²

Intensità dello stimolo	Spiegazione tipo di stimolo	Effetto
Stimolo subliminale	Stimolo neurosensoriale d'intensità inferiore al valore di soglia, che non in grado di essere percepito a livello della corteccia motoria, ma che comunque può attivare le vie afferenti sensitive	Stimolo inefficace che non provoca alcun effetto
Stimolo poco intenso	Stimolo neuromuscolare d'intensità leggermente superiore alla soglia, che è in grado di essere percepito sia a livello sensoriale, che motorio	Effetto di mantenimento
Stimolo intenso	Stimolo neuromuscolare d'intensità superiore alla soglia, che è in grado di essere percepito sia a livello sensoriale, che motorio	Effetto di adattamento e miglioramento della prestazione
Stimolo eccessivamente intenso	Stimolo troppo intenso, che va a ledere la funzione	Effetto di mal adattamento, peggioramento della prestazione

Tabella 1: La regola della graduazione dello stimolo. Rif: L'allenamento ottimale (Weineck 2009)

Appurato che per ottenere un adattamento sia necessario applicare un determinato stimolo all'organismo, risulta fondamentale analizzare la relazione esistente tra carico e recupero.

¹² Weineck, Jürgen. *L'allenamento ottimale: una teoria dell'allenamento basata sui principi della fisiologia del movimento, con particolare riferimento all'allenamento infantile e giovanile*. Seconda Edizione Italiana. Torgiano (PG): Calzetti-Mariucci Editori, 2009.

Il principio della relazione ottimale tra carico e recupero (2) descrive proprio il processo di adattamento determinato dal fenomeno di supercompensazione. Questo procedimento presuppone due fasi distinte: la fase del carico e la successiva fase di recupero, che include quella della supercompensazione. In seguito all'applicazione di un adeguato carico esterno al nostro organismo si producono una serie di effetti adattativi a livello della componente muscolo-tendinea, neuromuscolare, cardiovascolare, ormonale e fisiologica, che vanno ad alterare i livelli omeostatici a cui il nostro corpo cerca di mantenersi. Pertanto, nella fase successiva al carico, l'organismo subirà una diminuzione transitoria della capacità di prestazione sportiva, che verrà poi recuperata ed aumentata una volta trascorso un tempo di recupero ottimale. Questo stato di maggiore capacità energetica di prestazione, successivo al periodo di recupero, assume il nome di supercompensazione. Tuttavia, se durante o dopo la fase di supercompensazione non si applica alcun carico di allenamento, allora gradualmente si ritorna al livello di partenza e non si avranno effetti positivi sulla prestazione (Fig. 20). Nel momento in cui, invece, vengono applicati in successione ottimale ulteriori stimoli, allora la capacità di prestazione aumenta gradualmente fino a raggiungere il suo apice (Fig. 21). Se gli stimoli vengono applicati in una fase di recupero incompleto, ossia senza aver aspettato il tempo necessario per ottenere il fenomeno di supercompensazione, si produrrà l'effetto contrario, dove non avremo miglioramenti della prestazione. In aggiunta, se questo meccanismo di applicazione troppo frequente degli stimoli viene protratto per un periodo di tempo troppo lungo, ovvero nel caso di un carico di allenamento forzato con serie di questo tipo ripetuto per più unità di allenamento successive, l'effetto sarà deleterio a livello prestativo e culminerà con una fase di "superallenamento" dove la capacità di prestazione e la qualità di vita peggioreranno drasticamente (Fig. 22). Concludiamo l'analisi del fenomeno di supercompensazione dicendo che esso non si limita solamente ai fenomeni legati alla prestazione, ma al contrario, si inserisce in tutti i processi metabolici, fisiologici e psicologici ad essa associati. La fase di supercompensazione produrrà adattamenti positivi nei processi di risintesi delle riserve di sostanze energetiche, come ad esempio il glicogeno o la fosfocreatina (CP) dopo il loro svuotamento provocato dal sovraccarico; ma anche per quanto riguarda le proteine enzimatiche e strutturali, per i fosfolipidi, per il numero di mitocondri nelle fibre muscolari e persino per i processi di adattamento cerebrale attraverso un aumento dell'irrorazione sanguigna, l'incremento di neurotrasmettitori e di sostanze neurotrope (che

accelerano la crescita delle strutture neuronali), etc. Infine, è bene ricordare, che i fenomeni di supercompensazione avvengono anche dopo stress emotivi. Nel corso della carriera di un atleta, queste tensioni emotive porteranno ad un incremento della tolleranza allo stress e a tutti i diversi fattori psicofisici legati alle condizioni di stress (stressori).¹³

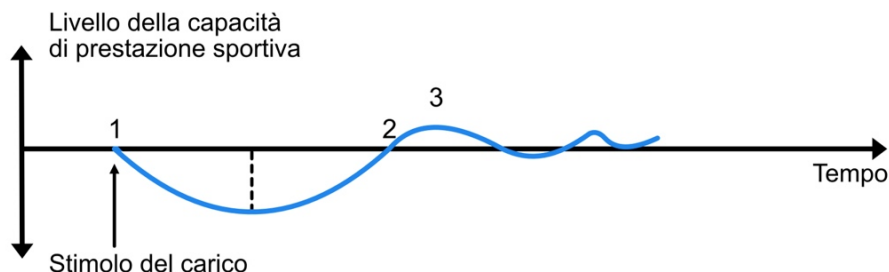


Figura 20: Fasi del cambiamento della capacità di prestazione dopo uno stimolo allenante. 1 = fase della diminuzione della capacità di prestazione sportiva; 2 = fase del ritorno al livello iniziale della capacità di prestazione sportiva; 3 = fase della supercompensazione

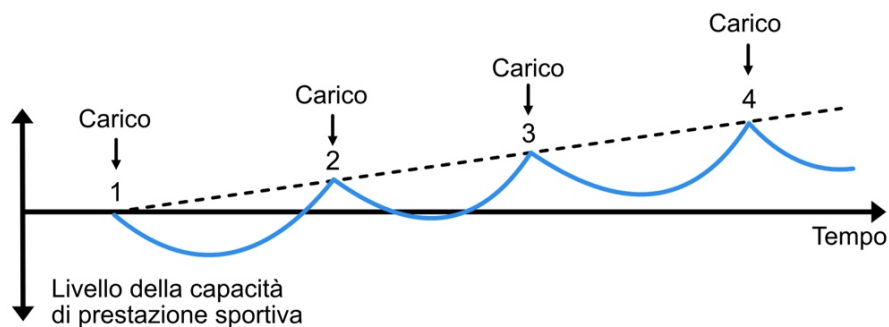


Figura 21: Miglioramento della capacità di prestazione sportiva grazie all'applicazione ottimale degli stimoli allenanti

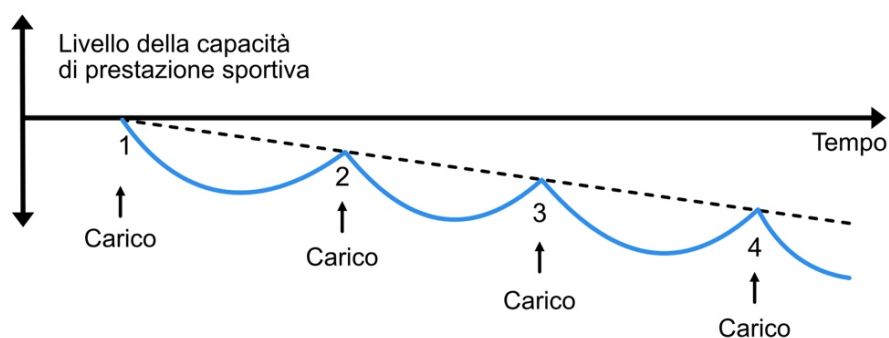


Figura 22: Diminuzione della capacità di prestazione sportiva dovuta ad una successione troppo rapida dei carichi

¹³ Weineck, Jürgen. 2009. *L'allenamento ottimale: una teoria dell'allenamento basata sui principi della fisiologia del movimento, con particolare riferimento all'allenamento infantile e giovanile*. Torgiano (PG): Calzetti-Mariucci Editori.

Proseguiamo l'analisi dei principi che regolano l'allenamento descrivendo il principio del carico crescente (3). Esso si fonda proprio sull'interrelazione esistente tra carico, adattamento e incremento della prestazione. Secondo questo principio, le sollecitazioni meccaniche, organico-muscolari, coordinative, tecnico-sportive, tattiche, psicologiche, fisiologiche, neuromuscolari, etc., a cui è sottoposto l'atleta, devono seguire un principio di progressione e incremento. Proprio per questo motivo, se il carico di allenamento restasse costante per un periodo di tempo troppo prolungato, la sua efficacia adattativa calerebbe drasticamente e l'incremento prestativo non si presenterebbe. D'altronde, mantenere costantemente gli stessi carichi ha la funzione di minimizzare la perdita della capacità di prestazione, o al massimo a mantenerla allo stesso livello, ma certamente non sarà in grado di migliorarla.¹⁴ L'aumento del carico esterno può essere regolato interagendo su alcuni fattori chiave dell'allenamento, quali volume, intensità, difficoltà esecutiva e maggiore richiesta di controllo motorio. All'aumentare dei livelli prestativi di un atleta ci si troverà in una condizione in cui determinati stimoli allenanti sono diventati subliminali e insufficienti; pertanto, si dovrà procedere con una regolazione del volume e dell'intensità di allenamento, in modo tale da avere un crescendo nella stimolazione. È possibile, inoltre, aumentare il carico allenante riformulando il piano di allenamento ed inserendo via via esercizi con un impegno coordinativo, fisico, metabolico e cognitivo più complesso. Infine, è bene ricordare, che anche l'incremento del numero di competizioni e di simulazioni della competizione ha un'importanza determinante nel rispetto del principio di carico crescente. In queste circostanze, gli atleti possono esprimere *in toto* il loro livello atletico in condizione di gara e possono aggiungere agli stimoli dovuti alle sedute di allenamento anche quelli dovuti alle gare.

In concomitanza con la necessità di progredire il carico nel tempo, il principio del carico individualizzato (4) esige che gli stimoli allenanti siano adeguati alle capacità psicofisiche individuali dell'atleta. Questo perché lo stesso stimolo meccanico può determinare differenti risposte nei diversi atleti: può determinare, infatti, un impegno psicofisico eccessivo per uno ed essere uno stimolo subliminale per un altro. Quando parliamo di incremento del carico allenante, quindi, si deve tenere conto di diversi fattori legati all'età biologica

¹⁴ Weineck, Jürgen. *L'allenamento ottimale: una teoria dell'allenamento basata sui principi della fisiologia del movimento, con particolare riferimento all'allenamento infantile e giovanile*. Seconda Edizione Italiana. Torgiano (PG): Calzetti-Mariucci Editori, 2009.

del soggetto allenato e del livello di prestazione e atleticità. È improbabile avere atleti con lo stesso identico livello atletico; pertanto, il carico deve essere quanto più possibile adattato alle caratteristiche biomeccaniche e fisiologiche di ogni atleta. A tal proposito, nei paragrafi successivi verrà analizzata la fase di anamnesi e valutazione funzionale, indispensabile per poter creare un allenamento *ad hoc*.

Analizziamo ora il principio della corretta successione dei carichi (5). Questo principio è fondamentale in quelle sessioni di allenamento in cui devono essere esercitate diverse componenti della prestazione. Al fine di rispettare ciò che esso richiede, l'allenamento deve seguire uno schema di questo tipo:

- La prima fase della seduta di allenamento è quella più importante e delicata. Essa include tutta una serie di esercitazioni, che pongono al centro il controllo motorio e il reclutamento completo delle unità motorie. Questa fase comprende tutti quegli esercizi in cui l'atleta necessita di recupero totale per poter eseguire correttamente il movimento (esplosivi, di forza massimale, di forza rapida, di rapidità, di potenza e coordinazione).
- La seconda fase della seduta allenante include, invece, esercitazioni basate sulla resistenza alla rapidità e alla forza, nelle quali la pausa è incompleta.
- La terza fase della seduta include esercitazioni che si occupano di formare la resistenza.

Dopo aver descritto le fasi su cui dovrebbe fondarsi un buon allenamento, ci si soffermerà su quello che è il principio del carico variabile (6). Secondo questo principio, il carico a cui viene sottoposto l'atleta deve essere in grado di evitare l'insorgenza di fenomeni di ristagno e involuzione della prestazione. Per fare ciò, l'allenamento deve sottoporre il sistema muscolo-scheletrico a differenti tipologie di stimolo. Ad esempio, la sessione allenante potrà ricercare di modulare la velocità di esecuzione degli esercizi, aumentando o diminuendo il *time under tension*. Allo stesso modo, sarà indispensabile l'utilizzo dei sovraccarichi. Sfruttando quanto ci insegna l'allenamento funzionale, l'utilizzo di sovraccarichi, però, non deve soffermarsi ad una classica applicazione bilaterale, ma sfruttare un'applicazione unilaterale o *overhead*, in modo tale da richiamare l'attivazione delle lunghe catene cinematiche (precedentemente descritte). Inoltre, sempre riferendoci a quanto sostiene il *functional training*, l'applicazione degli stimoli deve essere quanto più possibile multiplanare, in modo da svincolare l'atleta dall'esecuzione di esercizi

stereotipati in un singolo piano di movimento, e di permettergli, in questo modo, di sfruttare appieno la propria efficienza e funzione. Il principio del carico variabile viene spesso associato al principio dell'alternanza del carico (7). Questo principio assume un valore importante in tutti gli sport multidisciplinari complessi, la cui prestazione è composta dalla somma di diverse attività sportive (Esempio: Triathlon, Decathlon). In questo caso, per riuscire a programmare un ottimale protocollo allenante è necessario conoscere il termine “*eterocronismo*” del recupero dopo il sovraccarico.¹⁵ Con il termine *eterocronismo* si intende la stima del tempo necessario alle varie componenti organiche per ripristinare l'omeostasi. Questa espressione ci indica che forme diverse di carico, come ad esempio allenamento della forza, della resistenza o della coordinazione, sovraccaricano l'organismo in modi tra loro differenti. Per questo motivo, l'ampiezza e la durata della rigenerazione si differenzia a seconda del genere di carico e dal tipo di esercizio proposto. Dal di vista punto pratico, un allenamento voluminoso di resistenza sollecita soprattutto le scorte energetiche del muscolo; pertanto, in seguito ad uno stimolo di allenamento di questo tipo, sarà necessario un determinato lasso di tempo per la ricomposizione di queste riserve o per riacquistare la capacità di prestazione iniziale. Tuttavia, se durante questo periodo si sceglie una forma di carico che sollecita tutt'altra struttura funzionale, come ad esempio un programma di forza, dove per l'aumento della massa muscolare vengono attivate soprattutto le vie anaboliche di sintesi proteica, l'organismo riesce ad affrontare in modo migliore questo tipo di carico rispetto alla ripetizione di uno stimolo identico a quello precedente (di resistenza). La corretta alternanza nella successione di carichi allenanti permette di guadagnare nel lungo periodo un volume e un'intensità nell'allenamento maggiori.

4.1. L'importanza della periodizzazione dell'allenamento

In questo paragrafo, in seguito all'analisi approfondita delle basi e dei principi dell'allenamento, ci si occuperà della cosiddetta fase di periodizzazione (dell'allenamento). Con il termine periodizzazione ci si riferisce a quella fase organizzativa in cui il preparatore

¹⁵ Weineck, Jürgen. *L'allenamento ottimale: una teoria dell'allenamento basata sui principi della fisiologia del movimento, con particolare riferimento all'allenamento infantile e giovanile*. Seconda Edizione Italiana. Torgiano (PG): Calzetti-Mariucci Editori, 2009.

fisico e/o l'allenatore pianificano sistematicamente le sedute d'allenamento in modo da garantire all'atleta, o ai gruppi di atleti, di raggiungere la migliore condizione atletica e psicologica nelle varie fasi della stagione. La fase di pianificazione può essere suddivisa in due parti. La prima fase comprende la raccolta dei dati e delle componenti necessarie a migliorare la prestazione, ad esempio: valutazione funzionale dell'atleta, il feedback relativo alle sedute di allenamento, l'adattamento agli stimoli, i risultati delle competizioni e l'analisi dei metodi di allenamento. La seconda fase è la periodizzazione effettiva dell'allenamento e come tale comprende l'organizzazione, la programmazione e la messa a punto del *timing* e della durata di ogni tipo di allenamento e di test nell'arco della stagione, secondo gli obiettivi prefissati. Si tenga a mente che l'obiettivo di programmazione e periodizzazione degli allenamenti deve sempre porsi l'obiettivo del miglioramento prestativo relativo alla prestazione.

Sulla base di quanto detto finora, una volta raccolto questo insieme di elementi e informazioni, ci si può dirigere verso la stesura dei protocolli di allenamento. La periodizzazione è il risultato della pianificazione e dell'organizzazione dell'allenamento in una struttura ciclica con lo scopo di far progredire in modo sistematico e progressivo tutte le capacità motorie globali utili per uno sviluppo ottimale delle capacità di prestazione dell'atleta.¹⁶ Affinché un modello di allenamento sia realmente efficace ed applicabile, ci si dovrebbe attendere che esso sia costruito rispettando le caratteristiche morfologiche, genetiche e psicologiche dell'atleta o del gruppo di atleti. Per ottenere questo risultato, il preparatore atletico deve adottare un approccio sistematico alla pianificazione dell'allenamento. Questo significa che il protocollo di allenamento deve inserirsi in un contesto molto più ampio, che si fonda sull'attenta scelta iniziale degli obiettivi a lungo termine, i quali devono essere sempre realistici e realizzabili. La scelta di questi obiettivi a lungo termine assolve la funzione di disegnare un percorso, che ci offra delle linee guida da seguire, in relazione alle priorità dell'allenamento e alle determinate fasi della stagione in cui un determinato protocollo deve essere applicato.

Da un punto di vista pratico, se ci soffermassimo solamente su una pianificazione degli allenamenti a lungo termine, l'applicabilità del programma diventerebbe meno efficace e molto meno realizzabile. Questo perché il preparatore atletico si ritroverebbe nella

¹⁶ Vern Gambetta, *Lo sviluppo atletico: L'arte e la scienza dell'allenamento funzionale applicato allo sport*, 1° edizione, vol. 1, 1 voll. (Calzetti-Mariucci Editori, 2013).

situazione di aver poco controllo e poca flessibilità. Per questo motivo, dopo aver svolto una prima fase di scelta degli obiettivi prestativi a lungo termine, ci si deve addentrare in tutti quei cicli di allenamento che insieme formano il percorso globale, in modo tale da poter correggere e seguire l'andamento in modo diretto e dinamico. Questo fattore risulta essere determinante, poiché nel momento in cui ci si trova nella condizione di dover cambiare una piccola parte dell'intero sistema, basterà gestire in modo più plastico l'andamento degli allenamenti, senza perdere la linea guida e l'obiettivo a lungo termine.

4.2. Analisi teorico-pratica: seduta allenante, microciclo, mesociclo e macrociclo

Come abbiamo anticipato nel paragrafo precedente, lo sviluppo finalizzato alla capacità di prestazione sportiva si realizza attraverso un sistema di cicli di allenamento di breve, media e lunga durata. Un elemento caratteristico è rappresentato dal fatto che obiettivi, metodi e contenuti dei cicli di dimensioni maggiori determinano quelli dei cicli minori, ma contemporaneamente i cicli maggiori sono composti dai cicli minori. La necessità di suddividere in cicli l'allenamento deriva dal fatto che un allenamento efficace è garantito solo se viene assicurato il rapporto ottimale tra carico e recupero. Questo significa che sovraccarico, recupero e supercompensazione si susseguono in modo razionale e sono sintonizzati tra loro. Nella fase di programmazione, la più piccola unità dell'intero processo di allenamento è rappresentata dall'unità di allenamento (U_a) che dal punto di vista dei contenuti, del tempo e della sua organizzazione, rappresenta un insieme ben definito, nel quale si formano le componenti fisiche della prestazione, le abilità tecnico-sportive, le abilità tecnico-tattiche. Il piano dell'unità dell'allenamento contiene indicazioni concrete su come impostare la relativa unità di allenamento e descrive quali siano i singoli obiettivi di carico come anche i metodi, i contenuti e i mezzi che si rendono necessari per la loro realizzazione. La seduta di allenamento comprende al suo interno tutti i metodi e i mezzi della programmazione atletica, pertanto include la preparazione: fisica generale, speciale, specifica e tecnico tattica. L'insieme di più unità di allenamento costituiscono i cosiddetti microcicli. Essi, generalmente, comprendono un periodo che si estende da alcuni giorni fino ad una settimana. Poiché comprendono periodi di tempo più brevi, i microcicli possono adeguarsi in modo più preciso alle condizioni esistenti: quali ad esempio lo stato di allenamento del momento, la disponibilità di allenamento, le condizioni

climatiche, ecc. e permettono, allo stesso tempo, di gestire in modo dinamico l'entità del carico. Il mesociclo si compone di più microcicli e la sua funzione consiste nel dirigere in modo finalizzato l'effetto dei microcicli, verso la formazione del compito di ordine superiore posto appunto dal mesociclo. All'interno di un mesociclo, in seguito ad alcuni microcicli che determinano un accumulo di fatica, provocando un più elevato stimolo di allenamento, si inserisce, solitamente, un mesociclo definito di scarico, grazie al quale si cerca di gestire in modo ottimale la relazione carico-recupero. Infine, il macrociclo si compone dell'insieme di più mesocicli e perdura per un lasso di tempo più dilatato. Il macrociclo porta in genere allo sviluppo ottimale delle qualità funzionali poste come obiettivo di quel periodo della stagione (Fig. 23).

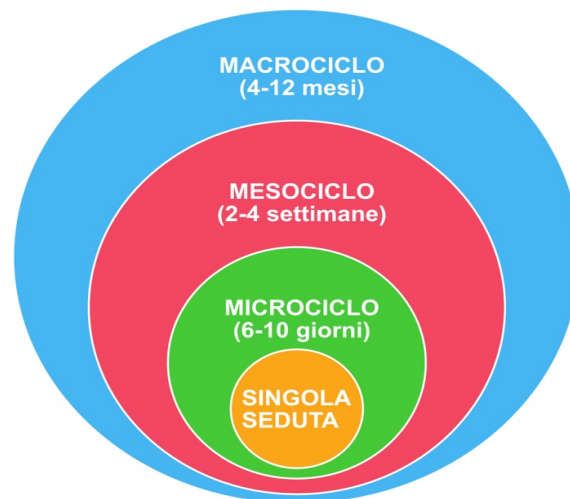


Figura 23: Rappresentazione grafica della suddivisione della periodizzazione in cicli

4.3. Anamnesi e valutazione funzionale dell'atleta

La prima fase del processo di programmazione dell'allenamento è quello di effettuare la cosiddetta valutazione funzionale. Questa fase è fondamentale, perché, attraverso una serie di test anamnestici, articolari, fisici ed ectoscopici (visivi e neurologici), si occupa di trovare la risposta alla domanda più importante che dobbiamo porci quando andiamo a lavorare con un atleta: ossia "come funziona?". Queste prime domande a cui cerchiamo risposta oltre ad avere lo scopo di indagare se il nostro atleta ha le capacità di eseguire determinati esercizi, se ha la mobilità articolare adatta per effettuare determinati

movimenti, se ha la potenza e la forza necessarie per esercitare determinate funzioni, se ha sviluppato le capacità coordinative e psicologiche in modo adeguato durante il suo percorso di allenamento, ci servono, soprattutto, per capire quali sono gli anelli deboli su cui dobbiamo lavorare, perché come cita Vern Gambetta: *“Siamo forti, quanto il nostro anello più debole”*. Questo significa che il nostro anello debole determina in modo diretto la nostra efficacia prestativa; di conseguenza, è compito del preparatore individuarlo e rinforzarlo. Nello specifico, in questo paragrafo andremo a conoscere tutte le fasi che costituiscono il processo di valutazione funzionale. La prima di queste tappe è la fase di anamnesi, ossia la fase in cui andiamo a conoscere i dati personali del nostro atleta.

Nome e cognome	Età
Altezza	Peso
Attività lavorativa (Sedentaria, dinamica, mista)	Sport praticati in modo continuativo per almeno due anni
Infortuni (Distorsioni, lussazioni, fratture, ecc.)	Sport praticati in età evolutiva (schemi motori)
Operazioni chirurgiche (Anche plastiche)	Tatuaggi, cicatrici e piercing
Dolorabilità	Dieta

Tabella 2: Principali quesiti da porre all'atleta nella prima fase anamnestica

Questa prima fase introduttiva ha una valenza cruciale nel processo di conoscenza dell'atleta, in quanto ci permette di porci diverse domande relative al passato biologico, sportivo, genetico, traumatologico ed esperienziale, al fine di avere una chiara idea della storia evolutiva della persona. Sulla base di quanto detto finora, l'allenatore inizierà la sua anamnesi richiedendo le informazioni relative ai dati anagrafici (Es: nome, cognome, età) e alle caratteristiche antropometriche (es: altezza e peso). Successivamente alla richiesta di queste informazioni, si dovrà addentrare verso un'analisi più approfondita e più funzionale allo scopo di questa anamnesi. La prima domanda da porsi è legata alla tipologia di lavoro che viene esercitata: un'occupazione lavorativa della durata di quaranta ore settimanali ha un imprinting diretto sulla postura, ha un effetto diretto sulla vita e sull'atteggiamento di una persona. Questa richiesta non ha l'obiettivo di capire precisamente quale

lavoro viene esercitato, ma deve saperci dare le seguenti informazioni: il cliente svolge un'attività sedentaria, dinamica o mista; svolge un'attività mentale o fisica; svolge una professione prevalentemente giornaliera o notturna. Solamente con questa semplice domanda riusciamo a trarre innumerevoli considerazioni sullo stile di vita di una persona: come possiamo ben immaginare, nel campo dell'allenamento fisico, è incorretto applicare lo stesso protocollo fisico ad una persona che svolge un'attività sedentaria, come ad esempio chi esercita un lavoro d'ufficio, che presuppone generalmente una media di tre o quattro mila passi al giorno, con l'attività di un operaio edile o di un agricoltore, che effettuano in media più di diecimila mila passi al giorno associati ad un consumo energetico molto elevato. Sembra banale sottolineare questa differenza, ma in realtà il motivo principale di questa suddivisione netta è legato al fatto che il loro dispendio energetico quotidiano totale (TDEE – Fig. 24) è totalmente differente e quindi la richiesta di esercizio fisico, in relazione agli obiettivi, dovrà necessariamente adattarsi ad esso. Il TDEE varia da individuo ad individuo ed è composto da quattro componenti: metabolismo basale a riposo, *thermogenic effect of food*, *thermic effect of activity* e *non-exercise activity thermogenesis*. Il metabolismo basale a riposo (*Basal Metabolic Rate* - BMR) è il dispendio energetico di un organismo vivente a riposo, comprendente dunque l'energia necessaria per le funzioni metaboliche vitali (respirazione, circolazione sanguigna, digestione, attività del sistema nervoso, ecc.) e rappresenta circa il 45-75% del dispendio energetico totale nella giornata. Il secondo componente è il TEF (*Thermogenic Effect Of Food*), cioè la termogenesi indotta dagli alimenti per la loro assimilazione. Il terzo componente è il TEA (*Thermic Effect Of Activity*) dispendio energetico dato dall'esercizio fisico. Ed infine, l'elemento principale della nostra indagine iniziale: il NEAT. Il NEAT (*Non-exercise activity thermogenesis*) consiste nell'energia spesa per svolgere tutte quelle attività che non sono dormire, mangiare o fare esercizio sportivo. Esso si compone della spesa energetica legata al cammino, al lavoro, allo studio, etc. In poche parole, sia le attività fisiche che quelle mentali hanno la capacità di aumentare proporzionalmente il tasso metabolico giornaliero. Il NEAT, proprio per la sua essenza di insieme cumulativo di una moltitudine di azioni esotermiche, risulta molto difficile da stimare, perché la varietà di attività ad esso annesse è così enorme e difficile da calcolare con precisione che non sorprende ci siano serie difficoltà nel calcolo accurato dell'energia consumata. Tuttavia, pare evidente dire che l'impatto dell'occupazione lavorativa abbia un'influenza molto marcata su questa

spesa energetica. Nel seguente studio: “*Non-Exercise Activity Thermogenesis (NEAT)*», *Best Practice & Research Clinical Endocrinology & Metabolism*” stima, inoltre, che anche il grado di urbanizzazione abbia un effetto diretto sulla spesa energetica, dato che i dati riportano una diminuzione di attività fisica laddove il livello di urbanizzazione è maggiore. Allo stesso modo, le differenze di età hanno riportato una riduzione dell’attività fisica quotidiana negli anziani. Infine, gli individui in sovrappeso hanno mostrato livelli di attività inferiori rispetto ai loro omologhi normopeso.¹⁷

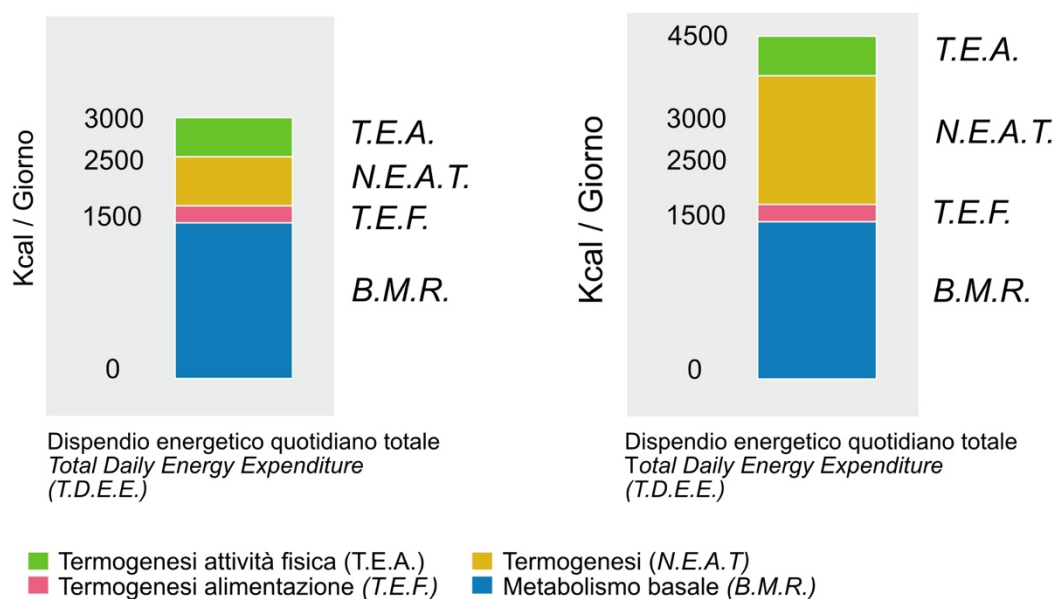


Figura 24: Suddivisione del dispendio energetico quotidiano totale (TDEE) in due soggetti dello stesso peso e altezza che esercitano un’occupazione differente. A sinistra vediamo il TDEE di un impiegato di banca; A destra vediamo il TDEE di un agricoltore.

Gli studi epidemiologici e fisiologici dimostrano, in modo affascinante, che il NEAT è modulato direttamente con cambiamenti nel bilancio energetico; esso aumenta con l’*overfeeding* (diete ipercaloriche) e diminuisce con l’*underfeeding* (diete ipocaloriche). Di conseguenza si può dire che il NEAT assume un valore critico nel processo di manteniamo, accrescimento o perdita di peso, in quanto determina uno sbilanciamento proporzionale del bilancio energetico tra calorie introdotte e calorie consumate.

¹⁷ James A. Levine, «Non-Exercise Activity Thermogenesis (NEAT)», *Best Practice & Research Clinical Endocrinology & Metabolism* 16, fasc. 4 (dicembre 2002): 679–702, <https://doi.org/10.1053/beem.2002.0227>.

Una volta appreso quello che rappresenta il NEAT, non ci si dovrebbe sorprendere del motivo per il quale il livello di attività e movimento giornaliero, identificato ad esempio nel numero di passi giornalieri, sia un dato determinante per avere un'idea sullo stato di salute generale dell'atleta. Secondo quanto viene riportato all'interno seguente articolo: "*Large-scale physical activity data reveal worldwide activity inequality*" ci sono delle differenze sostanziali nei livelli di attività fisica e soprattutto nel modo in cui essa è distribuita all'interno delle varie zone del mondo. Come suggeriscono gli autori, queste disuguaglianze rappresentano uno strumento efficace in grado di indagare la predisposizione di una popolazione all'insorgenza di condizioni obesità e/o malattie cardiovascolari ad esso associate. A livello mondiale, il numero medio di passi effettuati al giorno (registrato) è di circa 4.961 passi al giorno (in Italia il valore medio è stato di 5.296 passi/giorno¹⁸), che è di molto sotto la soglia consigliata per la salute che si aggira intorno ai diecimila passi al giorno, con disuguaglianze nette nelle diverse zone del mondo, con una netta riduzione nei paesi industrializzati. Dal punto di vista anamnestico, quindi, conoscere il luogo dove il nostro atleta vive o ha vissuto ci può fornire tutta una serie di informazioni importanti sul suo stato di attività fisica non legato all'esercizio, ma alle sue abitudini giornaliere.

Dopo aver ricavato queste prime informazioni, l'indagine si sposterà sulla conoscenza del passato sportivo del nostro atleta: quali sono gli sport praticati in modo continuativo per almeno due anni e quali sport sono stati esercitati da bambino. La prima domanda è necessaria perché la pratica di uno sport per la durata di due anni provoca nell'individuo un imprinting che permane nel tempo, mentre la seconda domanda ci è utile per capire se l'atleta ha sviluppato correttamente gli schemi motori del movimento nelle sue fasi sensibili.

Una volta conosciuto il passato sportivo del nostro atleta, andremo a conoscere il passato patologico, cercando di evidenziare eventuali lesioni e/o traumi che si sono presentati nel corso della carriera sportiva. Questa fase ci serve per capire se il nostro soggetto ha una certa predisposizione all'infortunio; se possiede degli anelli deboli e soprattutto ci permette di prestare attenzione alle possibili compensazioni attuate in seguito all'insorgenza

¹⁸ Althoff, Tim, Rok Sosič, Jennifer L. Hicks, Abby C. King, Scott L. Delp, e Jure Leskovec. 2017. «Large-Scale Physical Activity Data Reveal Worldwide Activity Inequality». *Nature* 547 (7663): 336–39. <https://doi.org/10.1038/nature23018>.

di un infortunio. Ad esempio, molto spesso i soggetti che hanno subito un trauma distortivo in passato (soprattutto se in fase evolutiva), in seguito al periodo di riabilitazione, sono convinti di non aver più alcun problema. Tuttavia, durante l'esecuzione di alcuni test funzionali, è possibile constatare ed evidenziare la presenza di eventuali compensazioni a livello della caviglia, del ginocchio e dell'anca. Le compensazioni che possono essere rimaste "silenti" per l'atleta, in realtà spesso hanno la capacità di influenzare in modo diretto l'apprendimento degli schemi motori, rendendoli imprecisi o addirittura scorretti. Il risultato di tutto potrebbe portare all'apprendimento di uno schema motorio improprio, che risulta molto difficoltoso da correggere. Durante la valutazione del quadro clinico di un paziente è importante accertarsi sempre della presenza o meno di cicatrici, tatuaggi e piercing. Questo perché una cicatrice può produrre diversi sintomi, che possono interessare la sfera neurologica, l'area fasciale e quella viscerale. Attraverso la superficie della pelle, infatti, questi segnali si muovono e vengono trasmessi, tramite la presenza di recettori, al sistema nervoso centrale. Allo stesso modo, tatuaggi e i piercing, più precisamente, vengono captati dal nostro SNC come delle ferite costanti, che pertanto generano uno stato pro-infiammatorio assiduo e un'inibizione recettoriale relativa alla zona all'interno dell'Homunculus sensitivo e motorio (Fig. 25) in cui essi sono stati applicati.¹⁹ A ragion di logica ci si potrebbe immaginare che più sia grande una cicatrice maggiore sarà il danno sensoriale o la disfunzione ad essa associata. In realtà non è così, questo perché, come abbiamo anticipato poco fa, la prima cosa da valutare è la zona del corpo in cui c'è la cicatrice, perché a seconda dalla quantità di recettori presenti in loco l'effetto della cicatrice cambierà. Per capire questo ci basta vedere la classica mappa somatotopica (detta anche homunculus), che ci mostra come ad aree adiacenti dello spazio recettivo nel mondo esterno corrispondono gruppi di neuroni adiacenti in un nucleo cerebrale o in un'area corticale. L'homunculus si fa vedere più grandi le aree che hanno maggiori quantità di recettori. Lo sono per esempio le dita delle mani che devono consentire movimenti fini ad alta precisione. Dal punto di vista pratico possiamo affermare che una cicatrice di mezzo centimetro sul pollice possa creare più disturbo di una cicatrice di 3 centimetri sulla tibia.

¹⁹ Bruno Bordini e Emiliano Zanier, «Skin, Fascias, and Scars: Symptoms and Systemic Connections», *Journal of Multidisciplinary Healthcare*, dicembre 2013, 11, <https://doi.org/10.2147/JMDH.S52870>.

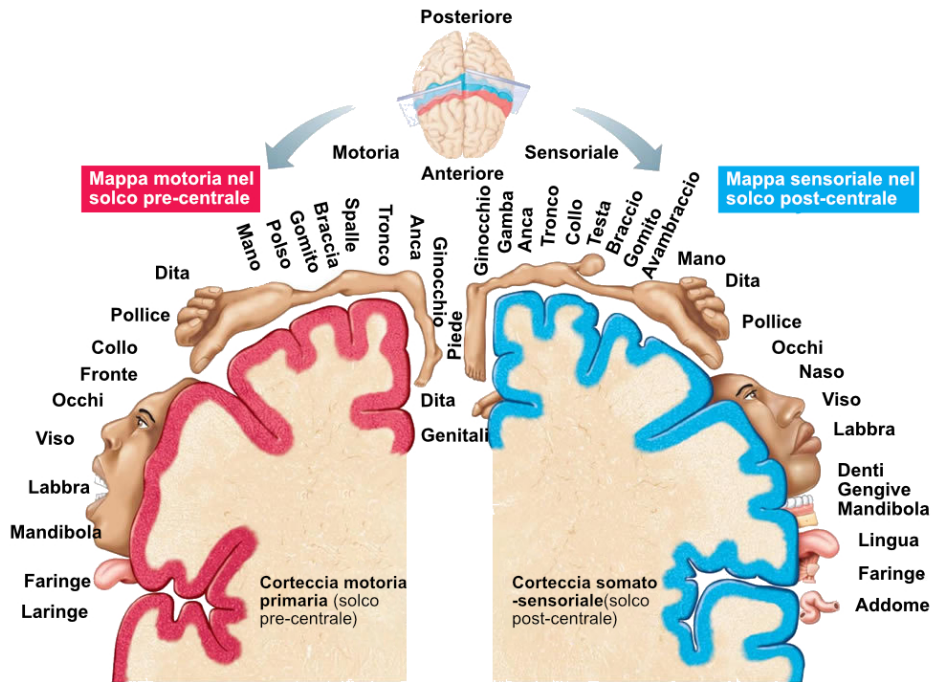


Figura 25: Rappresentazione grafica dell'omunculus motorio e sensitivo.

Proseguiamo la fase di conoscenza dell'atleta andando ad analizzare il piano alimentare. L'obiettivo di questa fase è quello di conoscere le abitudini alimentari del nostro atleta, più precisamente andiamo a mettere in evidenza eventuali squilibri nell'intake dei principali macronutrienti. La domanda che deve essere posta al cliente è quella di indicare qual è il principale macronutriente introdotto per ogni pasto. Nello specifico ora prenderemo in esame la seguente tabella (Tabella 3).

Pasto	Alimento principale	Macronutriente principale
Colazione	Tè + Fette Biscottate	Carboidrati
Merenda metà mattinata	Mela	Carboidrati
Pranzo	Pasta + Verdure	Carboidrati
Merenda metà pomeriggio	Crackers	Carboidrati
Cena	Carne + contorno	Proteine
Spuntino post cena	Gelato	Carboidrati

Tabella 3: Tabella ipotetica di scorretta distribuzione dell'apporto alimentare

Come è possibile notare, l'alimentazione di questa ipotetica persona appare molto squilibrata, con netta prevalenza dei carboidrati rispetto agli altri macronutrienti. L'alimentazione è una parte fondamentale del processo di miglioramento prestativo; pertanto, una dieta squilibrata con un basso *intake* proteico avrà degli esiti deleteri per il processo ipertrofico, per lo sviluppo di massa magra e per l'omeostasi generale del nostro corpo. Tuttavia, non tutte le persone devono introdurre le medesime quantità proteiche, in quanto, come sostenuto in precedenza, il metabolismo di ogni individuo è differente e pertanto l'alimentazione deve sempre far riferimento al soggetto interessato.

L'OMS raccomanda l'assunzione di 0,8 / 2,0 g di proteine per kg di peso corporeo al giorno. Il valore di 0,8 g / proteine / giorno rappresenta l'apporto minimo quotidiano per assicurare il mantenimento a breve termine del bilancio dell'azoto in soggetti sani che svolgono un'attività fisica moderata. Allo stesso tempo, questo valore, negli adulti anziani non differisce da quello consigliato per i giovani adulti. Questo perché in questa fascia d'età è importante garantire l'assunzione di determinati quantitativi di proteine, specialmente per i soggetti esposti al rischio di malnutrizione, come ad esempio i soggetti anziani fragili affetti da multimorbilità²⁰.

Negli atleti adulti, il consumo giornaliero consigliato da quasi tutte le principali istituzioni è di circa 1,5 g/kg di peso corporeo/giorno, con un margine di oscillazione approssimativo di 1,0-2,0 g/kg di peso corporeo/giorno. Si è osservato che l'assunzione di proteine prima degli esercizi fisici aumenta la sintesi proteica. Dal punto di vista medico, al fine di rallentare la progressione di stati infiammatori renali cronici dovuti all'alterazione della funzione escretoria, l'*intake* proteico deve essere finemente regolato e limitato in modo proporzionale alle esigenze del soggetto. D'altronde, tutti i soggetti affetti da insufficienza renale cronica che seguono una terapia sostitutiva renale mediante emodialisi o dialisi peritoneale hanno un fabbisogno supplementare di proteine alimentari. Per concludere questa breve discussione circa l'alimentazione corretta, possiamo dire che ogni fase dello sviluppo ha una differente alimentazione. Dal punto di vista atletico, ogni fase della preparazione fisica dovrà essere accompagnata da un corretto apporto alimentare che deve essere funzionale ed efficace al fine di garantire corretti livelli energetici indispensabili per completare l'allenamento e la prestazione nella condizione migliore.

²⁰ Presenza in un singolo paziente di due o più condizioni mediche a lungo termine

Una volta conclusa la fase di anamnesi e conoscenza del soggetto, ci si troverà di fronte ad un grande numero di informazioni e dati che indicano lo stato di salute, lo stato di attività fisica, le abitudini e in generale un riassunto della vita dell'atleta. Dal punto di vista teorico abbiamo un quadro completo, ma dal punto di vista pratico, non abbiamo alcuna informazione circa i livelli di atletismo del soggetto, circa la sua funzionalità, non abbiamo informazioni precise sullo sviluppo delle sue capacità coordinative, condizionali e attitudinali. Proprio a tal ragione, ci si deve indirizzare verso una seconda fase importantissima del processo conoscitivo del nostro atleta, ossia la fase di valutazione funzionale. In questa fase andranno eseguiti tutta una serie di test qualitativi, che hanno lo scopo di valutare dal punto di vista motorio il nostro atleta. Nello specifico andremo a valutare il sistema vestibolare, le catene cinematiche, gli schemi motori e i primal pattern, la componente muscolo-tendinea e articolare. I principali test che dovranno essere proposti in questa fase sono i seguenti:

1. Romberg Test: analisi del sistema vestibolare;
2. Banding Test: analisi della catena cinematica posteriore;
3. Squat Test e varianti: wall squat, box squat, overhead squat;
4. Faber Test: valutazione articolazione dell'anca;
5. Thomas Test: valutazione indiretta della retrazione della componente muscolare antero-laterale della coscia;
6. Intrarotazione ed extrarotazione dell'omero (valutazione della cuffia dei rotatori);
7. Intrarotazione ed extrarotazione femore (valutazione dei muscoli pelvi-trocanterici).

Una volta eseguita tutta questa carrellata di test valutativi statici e dinamici avremo una lunga serie di informazioni che ci permetteranno di avere un piano di lavoro preciso e ricco di dettagli. I dati che verranno acquisiti ci permetteranno di focalizzarci su eventuali punti deboli, sull'acquisizione di schemi motori di base, sulla mobilità articolare o sul rinforzo muscolare; pertanto, saranno indispensabili per poter portare il soggetto verso una migliore performance sportiva o, generalmente, verso una migliore qualità di movimento e di vita.

4.4. Modello di analisi sistematica dello sport

Una volta superata la fase valutativa e conoscitiva iniziale del/dei nostro/i atleta/i, il compito del preparatore atletico sarà quello di occuparsi della programmazione degli allenamenti. Tuttavia, quando andiamo a strutturare un programma di allenamento, riguardante una qualsiasi disciplina dobbiamo tenere in considerazione alcune informazioni fondamentali riguardanti il modello prestativo. A tal proposito, in questo paragrafo andremo a delineare quelle che saranno le fondamenta, per l'allenamento sportivo di qualsiasi tipologia di sport di qualsiasi livello. Come viene ampiamente discusso all'interno del terzo capitolo del volume: *Lo sviluppo atletico: L'arte e la scienza dell'allenamento funzionale nello sport* (Gambetta 2013), esiste un modello di analisi sistematica dello sport, composto da quattro passaggi necessari per andare a studiare e analizzare le richieste atletiche di un determinato sport. Il modello di analisi si suddivide nelle seguenti fasi:

- Analisi delle richieste prestative dello sport;
- Analisi del tipo di ruolo e del tipo di prestazione nello sport;
- Analisi delle qualità dell'atleta;
- Analisi degli infortuni più frequenti in quel determinato sport.

Questo approccio sistematico all'analisi dello sport permette al preparatore atletico di conoscere e studiare quali sono le principali richieste costituenti di un determinato sport, al fine di approcciare la fase di pianificazione e programmazione dell'allenamento, di un qualsiasi sport, in modo più ordinato e schematico. Essendo questo approccio piuttosto generico e flessibile, il preparatore atletico sarà in grado di costruire un programma di allenamento specifico per ogni tipologia di sport. Il preparatore atletico dovrà essere in grado di analizzare le quattro tappe sopracitate, al fine di creare un programma di allenamento che le rispetti e che siano in grado di inserirsi all'interno della periodizzazione dell'allenamento e condizionamento inerenti a quel determinato sport.

Il primo punto riguarda l'analisi delle richieste prestative che caratterizzano uno sport. Questa fase si occupa di rispondere alle seguenti domande: “che tipo di sport stiamo analizzando?”, “quali sono i pattern motori più importanti?”, “quali sono le regole?”, “quali sono i tempi di gioco?”, “quali sono le dimensioni del campo e tutti le caratteristiche

tecniche che caratterizzano lo sport in questione?”. Il punto di partenza di questa fase è quello di classificare lo sport all’interno di categorie di sport. Molti sport, infatti, possono essere inseriti in categorie simili, in quanto presentano delle caratteristiche comuni; allo stesso tempo però esistono delle classificazioni precise degli sport basate sulle seguenti caratteristiche: i sistemi energetici coinvolti e l’impegno fisico richiesto (Tabella 4); la presenza o meno del contatto fisico (Tabella 5 e tabella 6) la presenza o meno di compagni di squadra (Tabella 7); la presenza di un ambiente “aperto” o “chiuso” (Tabella 8).

Quando si analizzano le richieste di uno sport, si deve porre notevole attenzione alla sua caratteristica di sport a contatto o sport senza contatto. Questo perché il contatto, seppure accidentale, come negli sport come il calcio o il basket, risulta essere un fattore chiave del modello prestativo. Allo stesso modo, in quegli sport, come il rugby o l’hockey, dove il contatto è cercato frequentemente, la capacità di resistere l’urto, di contrastare l’avversario e di imporre la propria fisicità avrà delle ripercussioni dirette sulla capacità prestativa. Nella tabella 5 sono elencati i principali sport di contatto e collisione; più precisamente sono classificati sulla base del tipo di contatto. Nella tabella 6, invece, sono indicati i principali sport senza contatto; più precisamente in relazione all’impegno metabolico che li contraddistingue.

Per quanto riguarda la classificazione in sport di squadra e individuali (Tabella 7) che anche questo è un punto chiave per lo sviluppo della prestazione, in quanto esiste una distinzione netta fra sport individuale e di gruppo, soprattutto per quanto riguarda la competizione agonistica. Questo accade proprio perché all’interno degli sport individuali l’atleta compete da solo e contro i propri limiti, mentre negli sport di squadra la responsabilità di una buona prestazione dipende dalla sinergia, dalla collaborazione, dal senso di appartenenza ad un gruppo e dall’impegno sinergico di più atleti. Pertanto, oltre a preparare fisicamente gli atleti appartenenti a queste discipline, dobbiamo tenere conto dell’importanza principale dell’aspetto psicologico.

Un’ulteriore differenza è quella che classifica lo sport sulla base delle *closed* o *open skills* (Tabella 8). Gli sport *closed skills* sono gli sport in cui in cui l’attività sportiva avviene con discreta continuità. In questi sport, gli atleti possono concentrarsi maggiormente sulla prestazione e sul gesto tecnico, in quanto l’ambiente che li circonda è prevedibile e standard. Proprio per questo motivo, buona parte del successo in queste discipline deriva dalla capacità di gestire l’emotività per ottenere il massimo dalle risorse personali. Al contrario,

all'interno degli sport *open skills* il contesto in cui la prestazione atletica si svolge è mutevole ed imprevedibile. Le competenze e le abilità richieste a questi atleti richiedono anche una totale duttilità, capacità di modificare improvvisamente un gesto atletico, di prevedere e anticipare l'avversario e non hanno mai un'esecuzione lineare e fissa.

Tipologia di sport	Descrizione:
Sport di sprint Es: 100 m piani	Sono gli sport che richiedono un unico sforzo massimale. Il modello prestativo prevede la capacità di percorrere il più velocemente possibile la distanza di gara. In questi sport il recupero post sforzo non è fondamentale, in quanto una volta eseguito lo sforzo la prestazione si è conclusa.
Sport con sprint intermittenti Es: pallavolo	Sono gli sport che richiedono una serie di sforzi massimali alternati con periodi di recupero relativamente completi.
Sport con transizioni di gioco Es: calcio	Sono gli sport che richiedono una serie di sforzi di varia intensità che avvengono secondo schemi casuali. Il recupero tra gli sforzi varia dall'essere quasi nullo, all'essere quasi completo.
Sport di resistenza (endurance) Es: triathlon e maratona.	Sono gli sport caratterizzati da uno sforzo continuo sub-massimale con l'obiettivo di completare una certa distanza nel minor tempo possibile. Essi si suddividono in altre sottocategorie in base alla durata della prestazione: breve durata (1-20 minuti); media durata (20-60 minuti); lunga durata (più di 60 minuti).

Tabella 4: Le quattro principali categorie di sport (Gambetta 2013)

Sport a impatto (con l'avversario) limitato	Sport di collisione
Pallavolo	Arti marziali
Pallamano	Lotta
Baseball/softball	Hockey
Squash	Calcio
Ciclismo	Football
Tuffi	Rugby
Atletica: salti	Basket
Ginnastica: attrezzi	Pugilato

Tabella 5: Elenco attività e sport di contatto

Sport e attività senza contatto		
Impegno fisico lieve	Impegno fisico moderato	Impegno fisico intenso
Golf	Tennis tavolo	Aerobica
Tiro con l'arco	Badminton	Tennis
Tiro a segno	Bocce	Atletica: Lanci
Tiro a volo	Vela	Nuoto
Yoga	Majorette	Scherma
Pilates	Ginnastica ritmica	Sollevamento pesi

Tabella 6: Elenco attività e sport senza contatto

Sport Individuali	Sport di squadra
Alpinismo; Arrampicata	Baseball
Arti marziali: Karate; Taekwondo; Judo; Pugilato	Beach volley
Atletica leggera	Basketball
Automobilismo	Bob a squadra; a due; a quattro
Biathlon; Triathlon	Calcio; Calcio a 5; Calcio a 7
Biliardo; Bocce; Bowling	Curling
Canoa; Canottaggio; Vela; Surf	Cricket
Ciclismo; Ippica; Equitazione	Doppio nel tennis
Ginnastica acrobatica, artistica, ritmica	Hockey su ghiaccio; su prato; su pista
Golf; Golf su pista	Pallanuoto e palla a mano
Immersione in apnea	Pallavolo
Pesistica	Polo
Sci; Sci di fondo;	Rugby a 7
Squash; Tennis; Beach Tennis	Softball
Tiro con l'arco; tiro a segno; tiro al volo	Football americano

Tabella 7: Suddivisione sport individuali e di squadra

Open skills	Closed Skills
Calcio, Pallavolo, Basket	Atletica, Nuoto
Squash, tennis e tennis tavolo	Pesistica
Sport da combattimento	Ginnastica artistica
Baseball	Sport di corsa: 100m; 200m, 42 km
Sport automobilistici	Sport di tiro: Tiro con l'arco

Tabella 8: Suddivisione sport a open skills o closed skills

Il secondo dei quattro passaggi necessari per andare a studiare e analizzare le richieste di un determinato sport è l'analisi del tipo di ruolo e il tipo di prestazione ad esso associata. Questo step, nel modello dell'analisi sistematica dello sport, ci permette di mettere in evidenza la differenza sostanziale che un ruolo determina. All'interno di uno sport di squadra, gli atleti col tempo si specializzano in un ruolo, che possiede delle esigenze differenti rispetto ad un altro. Pertanto, anche se tutti gli atleti sono impegnati all'interno dello stesso campo da gioco, nel loro programma di allenamento dovrebbero esserci due fasi distinte: una fase comune e una fase specifica. Se prendiamo come esempio il calcio, è facile distinguere la richiesta atletica che contraddistingue attacco e difesa. È logico pensare che un attaccante ha bisogno di un lavoro di preparazione fisica molto diverso da quello del difensore a causa delle differenti attività richieste dal ruolo in questione; pertanto, se l'attacco deve essere abile a dribblare e tirare, il difensore deve essere bravo a leggere l'azione e scegliere il corretto timing di intervento. Queste differenti azioni devono essere allenate e tenute in considerazione, in quanto richiedono uno sviluppo atletico differente tra i soggetti. Inoltre, dal punto di vista motivazionale, gli atleti allenati secondo questa metodica possono notare miglioramenti diretti sulla loro prestazione e questo è ottimale dal punto di vista psicologico.

La terza tappa dell'analisi delle richieste specifiche dello sport prevede una sorta di "anamnesi sportiva" del nostro atleta, che ha lo scopo di investigare quali sono le caratteristiche condizionali e sport specifiche del nostro atleta. Le caratteristiche sportive possono essere indagate tramite delle semplici domande, che possono essere riassunte nei seguenti quesiti: "Quanti e quali sport ha praticato finora?"; "Da quanto tempo pratica sport (generico)?"; "Da quanto tempo l'allievo sta praticando lo sport attuale?"; "Quale è il livello atletico che ha raggiunto nello sport attuale? È un principiante o un esperto?".

Dall'altro lato dobbiamo andare ad investigare più specificamente le capacità condizionali che contraddistinguono il nostro atleta; pertanto, dobbiamo capire quanto l'atleta è forte, quanto è in forma, quanto è resistente, quanto è veloce, quanto è abile. Tutto questo può essere valutato mediante l'analisi del gioco, tramite test condizionali e anche tramite test psicologici e attitudinali.

Infine, l'ultima fase dell'analisi sistematica dello sport prevede lo studio e la comprensione della tipologia di infortunio più frequente in un determinato sport. La valutazione del tipo di infortuni è un processo indispensabile nella programmazione degli allenamenti

in ottica preventiva e di rinforzo, soprattutto negli atleti di élite. Idealmente, nel pensiero comune, ci si potrebbe chiedere per quale motivo un atleta di élite dovrebbe correre il rischio di infortunarsi essendo così ben allenato. Il discorso è semplice e intuitivo in realtà, per raggiungere determinati livelli atletici, questa tipologia di atleti deve portare il proprio corpo ad uno stress sistemico molto vicino al limite fisiologico, talvolta anche oltrepassandolo. Proprio per questo motivo definire un atleta di élite come un atleta completamente sano e privo di problematiche è un pensiero abbastanza utopico e irrealistico. Partendo da questo presupposto possiamo capire l'importanza di questa fase: la ricerca della massima prestazione aumenta di molto il rischio di infortunio e rende obbligatorio creare un piano di allenamento che miri alla prevenzione e all'aumento della tolleranza di certi pattern di movimento. Una volta che abbiamo compreso quali sono i pattern più comuni di movimento, diventerà più semplice andare a lavorare su questi schemi motori, in modo tale da prevenire tutti i possibili rischi lesivi ad esso associati. Allo stesso tempo, una volta assodata l'importanza della conoscenza degli infortuni a fini preventivi, dobbiamo annotare anche l'importanza di questi ultimi per i protocolli di recupero funzionale nelle fasi successive all'infortunio avvenuto.

4.5. Programmazione dell'allenamento della forza

Dal momento che, quasi tutte le attività sportive includono al loro interno la necessità di esprimere alti livelli di forza, potenza, velocità, flessibilità, equilibrio, o una combinazione di alcuni di questi elementi, questo paragrafo verterà all'analisi teorico-pratica del modello di preparazione e periodizzazione degli allenamenti di forza, proposto all'interno del libro: "*Periodization training for sport*" (Bompa e Buzzichelli 2015).

All'interno di questo paragrafo, verranno descritte le fasi principali dell'allenamento della forza ai fini del miglioramento prestativo negli sport e allo stesso tempo verranno indicati e descritti degli esempi di programmi di allenamento, che includono al loro interno tutta una serie di esercizi di *functional strenght and resistance training*.

Quando si parla di periodizzazione dell'allenamento si deve fare riferimento al tre componenti fondamentali: forza, velocità e resistenza. Nella fase di programmazione atletica, tenendo conto del modello prestativo, si dovrebbe sempre far sì che l'abilità principale caratterizzante la prestazione atletica, sia l'abilità su cui si dovrà offrire il maggiore

interesse. Tuttavia, se andiamo ad analizzare con precisione la maggior parte degli sport notiamo che essi siano prevalentemente caratterizzati dall'interrelazione e dalla richiesta di prestazione di alto livello in almeno due delle abilità sopracitate. Dal punto di vista pratico esiste una reciprocità forte tra le componenti di forza, velocità e resistenza (Fig. 26).

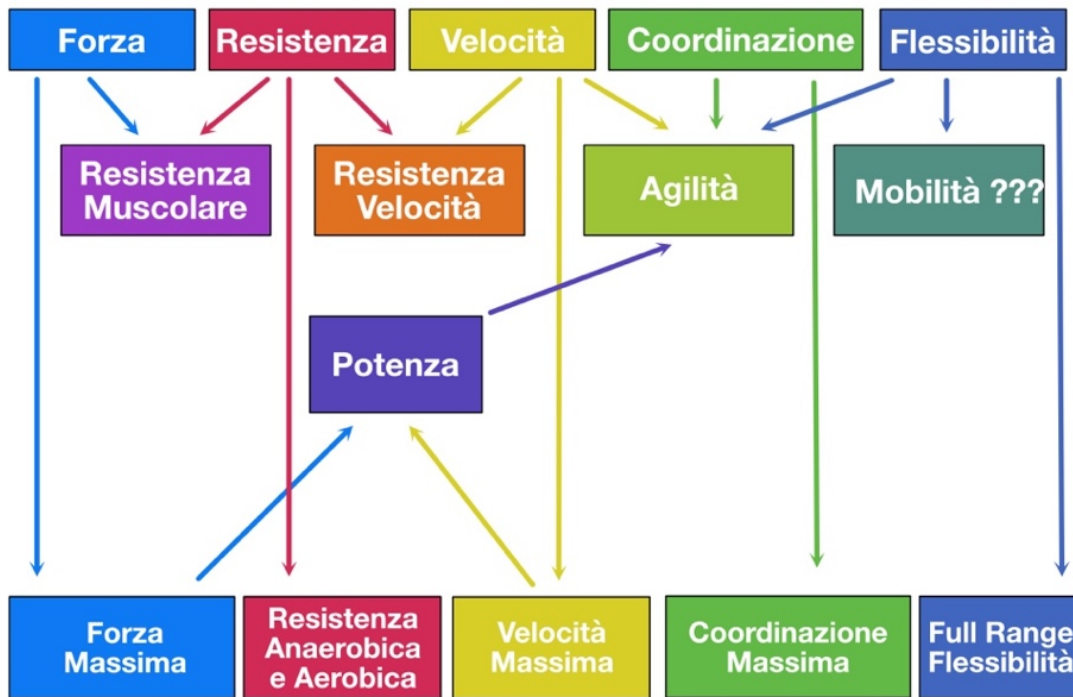


Figura 26: Rappresentazione grafica dell'interdipendenza tra le abilità biomotorie

La seguente rappresentazione grafica illustra, in modo applicato, il rapporto esistente di reciprocità esistente tra le componenti di forza, velocità e resistenza (Fig. 27). Dal punto di vista pratico è impensabile che possa prevalere solamente un'unica abilità biomotoria. Come si può vedere nell'immagine (Fig. 27), la stragrande maggioranza degli sport possiede ognuna delle tre componenti sopracitate. In relazione alla richiesta prestativa caratterizzante un determinato sport, si potrà notare uno sbilanciamento dell'equilibrio verso una o due componenti, determinando l'esistenza di sport in cui prevale la necessità di esprimere forza, velocità, resistenza, potenza, forza resistente, ecc. Il compito del preparatore atletico è quello di individuare quale componente prevale sulle altre, in modo tale da poter concentrare una buona parte del lavoro su di essa (Fig. 27).

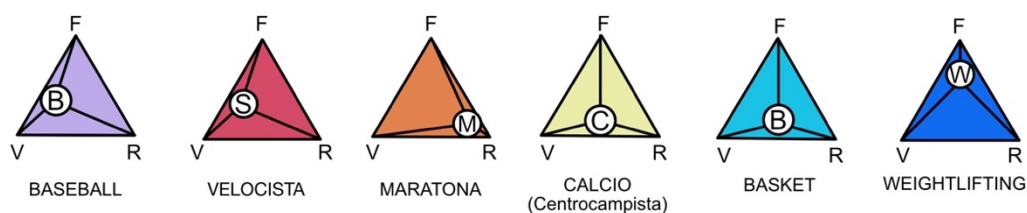


Figura 27: Componente dominante dell'interrelazione tra le principali abilità biomotorie: forza (F), velocità (V) e resistenza (R) negli sport.

In questo paragrafo, nello specifico, ci occuperemo dell'analisi della componente della forza. Dal punto di vista pratico, l'allenamento della forza è l'allenamento che ci permette di sviluppare maggiori espressioni di potenza, maggiore controllo, maggiore qualità tecnica, maggior prevenzione e anche una maggiore capacità coordinativa intramuscolare. Nel processo di analisi dello sport, il preparatore atletico ha il compito di individuare quale componente della forza (forza massima, forza veloce, forza resistente) ha la maggiore importanza, in modo tale da poter dedicare, nel corso della stagione, buona parte del lavoro ad essa. Ad esempio, se la richiesta prestativa è quella di saltare il più in alto possibile, per adempiere a questo obiettivo, l'atleta dovrà potenziare gli arti inferiori rendendoli capaci di esprimere forza in un tempo breve. L'allenatore andrà a lavorare sulla componente di potenza e quindi andrà ad allenare la forza e la componente della velocità ad essa associata. La capacità di esprimere potenza nelle fasi iniziali del movimento è una caratteristica necessaria in tutti quelli sport che richiedono un'elevata capacità di accelerazione per coprire un determinato spazio nel minor tempo possibile. Al fine di creare un'elevata accelerazione iniziale, gli atleti devono essere in grado di esprimere la massima forza all'inizio di una contrazione muscolare.

Dal punto di vista pratico, la capacità di un atleta di accelerare è direttamente proporzionato alla capacità di esprimere forza dalle braccia e dalle gambe. L'allenamento della forza specifico per migliorare la capacità di accelerazione da fermo è richiesto in buona parte degli sport di squadra, come ad esempio per le ali nel rugby e gli attaccanti nel calcio. Tuttavia, negli sport in cui gli atleti necessitano di percorrere determinati spazi in tempi brevi, una caratteristica fondamentale è assunta dalla potenza di decelerazione (cfr. capitolo 3, paragrafo 3.4). Gli atleti appartenenti agli sport di situazioni, poiché devono essere abili nel saper cambiare spesso direzione, generano una quantità elevata di movimenti esplosivi, acceleratori e deceleratori. Per questo motivo, siccome accelerazione e

decelerazione richiedono molta forza a livello della catena estensoria e del cingolo scapolare, l'allenamento proposto dovrà essere in grado di potenziare tutti i muscoli acceleratori (quadricipiti, muscoli posteriori della coscia e polpacci, ecc.), che assumeranno il ruolo di muscoli deceleratori nel momento in cui generano il movimento contrario. Dal punto di vista pratico, l'allenamento della decelerazione deve introdotto all'interno della preparazione atletica e deve essere eseguito in una fase dedicata.

Il programma di allenamento della forza, per poter essere attuato in modo congruo alle caratteristiche fisiologiche e morfologiche dell'atleta deve sempre seguire le seguenti fasi: fase di adattamento anatomico, fase di ipertrofia funzionale, fase di forza massima, fase di conversione in forza specifica, fase di mantenimento.

4.5.1. Fase di adattamento anatomico

Gli atleti che praticano sport agonistici dovrebbero seguire un piano annuale capace di consentire di raggiungere le massime prestazioni nelle competizioni principali. Per raggiungere la massima prestazione ottenibile, gli atleti devono costruire nel tempo le basi fisiologiche del proprio successo, e per farlo devono includere, nei loro allenamenti, l'allenamento della forza. Come le abilità tecniche e le capacità condizionali generali, la forza deve essere affinata attraverso diverse metodiche e deve essere organizzata in fasi di allenamento che hanno l'obiettivo di portare l'atleta verso lo sviluppo predominante della cosiddetta forza specifica per lo sport.

Durante le prime fasi dell'allenamento della forza, specialmente con gli atleti principianti, quasi tutti i metodi o programmi di allenamento della forza hanno come risultato un incremento della forza. Tuttavia, man mano che l'atleta sviluppa una buona base di forza, l'allenatore sarà costretto a creare un programma di allenamento che sia in grado di portare l'atleta verso un continuo adattamento e miglioramento. L'allenamento della forza è una proposta a lungo termine. Gli atleti raggiungono il loro livello di prestazione più alto non dopo quattro o sei settimane di un programma di allenamento della forza, ma piuttosto durante la fase competitiva, che arriva mesi dopo la prima fase di adattamento anatomico (AA). L'obiettivo della fase di adattamento anatomico è quello di adattare progressivamente i muscoli, i tendini, le ossa e tutta la componente miofasciale al carico. Questa fase è necessaria perché permette all'atleta di affrontare più facilmente i carichi via via

più pesanti, che andranno utilizzati nelle successive fasi di allenamento. In questa fase il carico di allenamento complessivo deve essere aumentato senza causare molto sovraccarico all'atleta.

Il metodo più semplice da considerare per l'adattamento anatomico è l'allenamento a circuito, principalmente perché fornisce una struttura organizzata e alterna gruppi muscolari. L'allenamento in circuito può essere utilizzato non solo per sviluppare le basi della forza per le fasi di allenamento future, ma anche per sviluppare la resistenza cardiorespiratoria non specifica combinando l'allenamento di forza e di resistenza. L'allenamento in circuito è stato proposto per la prima volta da Morgan e Adamson (1959) della Leeds University come metodo per lo sviluppo della forma fisica generale. La loro routine iniziale di allenamento in circuito consisteva in diverse stazioni disposte in cerchio (da cui il termine allenamento in circuito) in modo da far lavorare i gruppi muscolari alternativamente da una stazione all'altra. Man mano che l'allenamento in circuito cresceva in popolarità, altri autori iniziarono a modificarlo. Un'ampia varietà di approcci può essere utilizzata in una routine di allenamento a circuito per l'allenamento della forza, come ad esempio l'utilizzo del peso corporeo, delle palle mediche, dei manubri, dei bilancieri e dei kettlebells. Un circuito può essere corto, composto da 6 a 9 esercizi, medio, da 10 a 12 esercizi, o lungo, da 13 a 15 esercizi, e può essere ripetuto un certo numero di volte, a seconda del numero di esercizi che lo compongono (più esercizi ci sono, meno giri dovremo andare a svolgere). Dal punto di vista metodologico, il numero di giri di circuito non deve essere superiore a due per i circuiti lunghi e quattro per i circuiti brevi (Tabella 9).

Atleta principiante	20 reps 2 circuiti	15 reps 3 circuiti	12 reps 2 circuiti	15 reps 2 circuiti	12 reps 3 circuiti	10 reps 3 circuiti
Atleta avanzato	15 reps 2 circuiti	12 reps 3 circuiti	12 reps 2 circuiti	10 reps 2 circuiti	8 reps 2 circuiti	8 reps 2 circuiti
Microciclo	1	2	3	4	5	6

Tabella 9: Esempio pratico di progressione del carico nel principiante e nell'avanzato

Per quanto riguarda il numero di ripetizioni, si dovrebbe partire da un numero elevato di venti ripetizioni sino a giungere alle cinque o sei ripetizioni. Il preparatore atletico deve essere in grado di determinare il numero di *sets*, di ripetizioni e il carico analizzando in modo specifico il livello di forma fisica dell'atleta e costruendo su di esso un "vestito".

L'efficacia dell'allenamento a circuito in questa fase è determinata dal fatto di poter coinvolgere distretti muscolari distanti tra loro nella medesima seduta allenante e, inoltre, di facilitarne il recupero grazie all'alternanza delle stazioni. Per quanto riguarda il tempo di recupero tra gli esercizi, esso può estendersi da trenta a novanta secondi, e da uno a tre minuti al termine di un circuito. L'allenamento a circuito può essere utilizzato per tutto l'arco temporale della fase di adattamento anatomico. In questa fase, l'80-90% degli esercizi proposti deve essere di base (multi-articolare). Nelle seguenti, individuiamo un'applicazione pratica di questa metodologia di allenamento.

Circuito 1: allenamento a corpo libero	Squat fino al parallelo; Piegamenti sulle braccia; Plank laterale Ponte glutei a terra Back extension Rematore TRX Plank
Circuito 2: allenamento a corpo libero suddiviso in due mini-circuiti	Circuito 1: Squat fino al parallelo; Piegamenti sulle braccia (<i>wide stance</i>); Dip Box Trazioni (presa inversa)
	Circuito 2: Piegamenti sulle braccia (<i>narrow stance</i>) Back extension Affondi frontali in camminata Reverse plank
Circuito 3: Allenamento con sovraccarico: manubri, kettlebell e palle mediche	Squat fino al parallelo con kettlebell Floor press con kettlebell Ponte Glutei monopodalico Bent-over row con manubri Plank dinamico Military press monoarticolare con kettlebell Medicine ball forward throw Squat jump Medicine ball overhead throw Plank Back extension

Tabella 10: Esempio pratico di allenamento a circuito

In questa fase di adattamento anatomico, tuttavia, esistono diverse metodiche di allenamento che possono essere utilizzate. In effetti, può essere utilizzato anche un modello di allenamento della forza standard. Questo approccio, prevede che ogni serie di ogni esercizio deve essere eseguita e terminata prima di passare all'esercizio successivo. Dal punto di vista metodologico, anche questa metodologia sembra essere efficace tanto quanto l'altra proposta precedentemente. L'efficacia di entrambe le metodologie proposte dipende, soprattutto, dalla necessità di rispettare le seguenti caratteristiche: prediligere sempre esercizi base, programmare inizialmente sedute caratterizzate da un numero elevato di esercizi, ripetizioni e serie seguiti da un recupero breve, per poi procedere gradualmente verso l'esecuzione di un programma di allenamento costituito da un numero inferiore di esercizi, un numero inferiore di ripetizioni, un carico maggiore e un tempo di recupero maggiore.

Per quanto riguarda la pianificazione con questa metodologia più lineare, quindi, si consiglia di far perdurare la fase di adattamento anatomico per un tempo di sei settimane. Il carico deve procedere in modo crescente, da 12/20 ripetizioni sino a raggiungere 6/8 ripetizioni, con un buffer di 1/2 ripetizioni prima del cedimento muscolare. Si dovrebbero proporre all'incirca 8 esercizi organizzati con un numero di serie che si aggira intorno a 2 o 4 serie. Il tempo totale della seduta di allenamento sarà di 40 a 60 minuti e la frequenza settimanale dovrà essere di 3 o 4 volte. Nella Tabella 11 verrà proposto un prototipo di programma di allenamento della forza con metodologia standard per la fase di adattamento anatomico. La fase di adattamento anatomico, oltre ad essere una fase indispensabile per gettare le fondamenta per le tappe successive della programmazione dell'allenamento della forza, assume un carattere di picco per quanto concerne la prevenzione degli infortuni, soprattutto a livello giovanile e negli sport di squadra.

L'allenamento proposto in questa fase (AA) deve permettere all'atleta di rinforzare non solo il compartimento muscolare, ma deve avere un approccio più globale, al fine di caricare e stimolare anche la componente connettiva. La gradualità proposta da questa prima fase è necessaria proprio per stimolare in modo crescente il tessuto miofasciale, al fine di evitare un approccio troppo drastico ed eccessivo, che si traduce sempre nell'effetto contrario, ossia in una maggiore incidenza di lesioni.

L'integrità ed efficienza dell'apparato muscolo-tendineo e legamentoso è un fattore determinante per la prestazione. Se nel programma di forza viene trascurato, l'effetto sarà

quello di un drastico aumento degli infortuni e un relativo peggioramento della prestazione. Gli atleti, tramite l'esecuzione degli esercizi tipici dell'allenamento funzionale, hanno la possibilità di stimolare l'intero organismo in tutte le sue componenti, sfruttando l'utilizzo di esercizi prevalentemente di base capaci di generare attivazione sinergica di lunghe catene cinetiche. Terminiamo la descrizione della fase di adattamento anatomico dicendo che essa si conclude nel momento in cui gli atleti mostrano un buon adattamento al sovraccarico somministrato e allo stesso tempo hanno raggiunto una buona capacità di carico, necessaria per le successive fasi della programmazione.

ESERCIZI	SETTIMANA						
	1	2	3	4	5	6	7
Squat con bilanciere	2 x 15	3 x 12	3 x 10	2 x 10	3 x 8	3 x 6	2 x 6
Floor Press	2 x 15	3 x 12	3 x 10	2 x 10	3 x 8	3 x 6	2 x 6
Stacco a gambe tese con kettlebell	2 x 15	3 x 12	3 x 10	2 x 10	3 x 8	3 x 6	2 x 6
Military press con kettlebell	2 x 15	3 x 12	3 x 10	2 x 10	3 x 8	3 x 6	2 x 5
Nordic Curl	2 x 12	3 x 10	3 x 8	2 x 8	3 x 8	3 x 6	2 x 6
Rematore con kettlebell	2 x 15	3 x 12	3 x 10	2 x 10	3 x 8	3 x 6	2 x 6
Plank	2 x 20''	3 x 30''	3 x 40''	2 x 40''	2 x 50''	3 x 50''	2 x 60''
Plank laterale	2 x 20''	3 x 20''	3 x 30''	2 x 30''	3 x 30''	3 x 40''	2 x 40''
PATTERN DI SOVRACCARICO:							
	MEDIO	ALTO		MEDIO	ALTO		
BASSO			BASSO			BASSO	

Tabella 11: Esempio pratico di applicazione di un modello standard di programmazione dell'allenamento della forza per la fase di adattamento anatomico

4.5.2. Fase di ipertrofia funzionale

Una volta che la fase di adattamento anatomico (AA) ha raggiunto il suo scopo di adattare il tessuto connettivo e muscolo-scheletrico al sovraccarico, l'allenamento della forza si sposterà sul tema dell'ipertrofia funzionale.

Dal punto di vista metodologico, al termine dell'ultimo microciclo della fase di adattamento anatomico, è consigliabile eseguire una batteria di test, che includono la misurazione dell'1RM. Questa misurazione sarà indispensabile per poter poi gestire con criterio e precisione l'andamento dei carichi.

In questa seconda fase della programmazione, gli atleti saranno sottoposti, inizialmente, ad un sovraccarico pari al 60% del loro massimale, ma concluderanno la fase di ipertrofia funzionale all'80% dell'1RM. Si passerà quindi dal primo microciclo in cui si eseguiranno circa 11/12 ripetizioni, sino ad arrivare all'ultimo in cui si dovranno eseguire 5/6 ripetizioni. La durata di questa fase si estende per la durata di un mesociclo di circa 6-8 settimane. Dal punto di vista della quantità di esercizi, questa fase prevede all'incirca l'applicazione di 6-9 esercizi per allenamento, risultanti in 10-12 serie per allenamento, se organizzato in una *split routine*, o di 18-24 serie se organizzato in una *totalbody routine*. Il tempo di recupero in questa fase incrementerà col passare del tempo: dai 2 minuti proposti nel primo microciclo si giungerà sino a 5 minuti al termine dell'ultimo.

In questa fase, il *time under tension* (TUT), a cui abbiamo fatto riferimento nei paragrafi precedenti, assumerà un valore determinate. L'esecuzione degli esercizi dovrà rispettare quanto più possibilmente il seguente schema: fase eccentrica lenta (da 3 a 5 secondi), fermo isometrico tra fase eccentrica e concentrica (da 1 a 5 secondi), fase concentrica veloce (ma non ancora esplosiva). In questa fase relativa all'ipertrofia funzionale, l'atleta, al fine di ottenere i massimi benefici di allenamento, dovrà raggiungere il maggior numero di ripetizioni possibile in ogni serie. Questo si traduce nella ricerca del completo esaurimento muscolare, il quale gli impedirà di eseguire un'altra ripetizione. Si tenga a mente che, senza eseguire ogni serie a cedimento, l'atleta non sarebbe in grado di raggiungere il livello di ipertrofia funzionale atteso, questo perché le prime ripetizioni non producono uno stimolo sufficiente per massimizzare la massa muscolare. In questa fase si ricercherà, quindi, l'esaurimento cumulativo di tutte le serie, il quale è indispensabile per la stimolazione delle reazioni chimiche e il metabolismo proteico necessari per

un'ipertrofia muscolare ottimale. Dal punto di vista metodologico, gli esercizi mirati all'ipertrofia dovrebbero generalmente essere eseguiti a velocità compresa tra lenta e moderata, al fine di massimizzare il tempo sotto tensione dei muscoli. Tuttavia, gli atleti che praticano sport ad alta richiesta di velocità e/o potenza dovrebbero evitare che questa tipologia di stimolazione perduri per un tempo superiore alle sei settimane. La motivazione scientifica alla base di questa constatazione sta nella fisiologia del sistema neuromuscolare, e quindi nel fatto che un'eventuale stimolazione lenta non stimoli lo sviluppo ipertrofico nelle fibre muscolari a contrazione rapida, che invece sono il punto di riferimento per queste tipologie di sport. Al fine di rispettare le richieste anatomiche, biomeccaniche e neuro-fisiologiche dell'organismo e le richieste sportive del modello prestativo, l'utilizzo di esercizi tipici dell'allenamento funzionale risulta essere il più adeguato e specifico. Per questo motivo, l'aggiunta di questa tipologia di esercizi dovrebbe essere tenuta in considerazione in tutti i programmi di forza degli atleti, ma soprattutto, per le programmazioni di forza relative agli appartenenti alle categorie degli sport di squadra, a open skills e con richiesta predominante della componente della potenza.

ESERCIZI	TUT	SETTIMANA						
		1	2	3	4	5	6	7
Stacco regular	3-1-1	2 x 12	3 x 12	3 x 10	2 x 10	3 x 8	3 x 6	2 x 6
Panca piana	3-0-X	2 x 12	3 x 12	3 x 10	2 x 10	3 x 8	3 x 6	2 x 6
Back squat	3-2-X	2 x 12	3 x 12	3 x 10	2 x 10	3 x 8	3 x 6	2 x 6
Australian Pull Up	3-0-X	2 x 12	3 x 12	3 x 10	2 x 10	3 x 8	3 x 6	2 x 5
Hip Thrust	3-0-1	2 x 12	3 x 10	3 x 8	2 x 8	3 x 8	3 x 6	2 x 6
Floor Press	3-0-X	2 x 12	3 x 12	3 x 10	2 x 10	3 x 8	3 x 6	2 x 6
Farmer's Walk (Unilaterale)	3-0-X	2 x 30'' + 30''	2 x 40'' + 40''	2 x 50'' + 50''	2 x 40'' + 40''	2 x 50'' + 50''	2 x 60'' + 60''	2 x 60''
PATTERN DI SOVRACCARICO:								
		BASSO	MEDIO	ALTO	BASSO	MEDIO	ALTO	BASSO

Tabella 12: Esempio di programma di forza nella fase di ipertrofia funzionale. Tutte le serie devono essere portati al cedimento, quindi il peso sarà regolato e in caso abbassato a seconda delle ripetizioni richieste

In questa fase, gli allenamenti prevedono un numero inferiore di esercizi, al fine di concentrarsi sull'esecuzione di esercizi base, multiarticolari e che mirano all'attivazione sinergica di più muscoli, piuttosto che sull'esecuzione di esercizi monoarticolari e di isolamento. Il vantaggio di questo approccio è che vengono eseguite più serie per singolo esercizio stimolando così una migliore ipertrofia muscolare. A seconda del microciclo, il tempo di recupero tra le serie può variare da due a cinque minuti. Più l'atleta si avvicina alla fase di transizione / alla fase di forza massimale, più i periodi di recupero dovranno essere lunghi. Ad esempio, in un programma di allenamento mirato per l'ipertrofia funzionale di 6/8 settimane, le prime 3/4 settimane possono essere utilizzate per stimolare i massimi guadagni in termini ipertrofici, utilizzando brevi periodi di riposo da 60-90 secondi tra le serie. Durante le ultime tre o quattro settimane, invece, si può ricorrere ad un periodo di riposo più lungo. Alla fine di una sessione di allenamento di questo tipo, gli atleti dovrebbero inserire una fase di stretching delle catene miofasciali interessate: a causa delle numerose contrazioni eseguite, i muscoli tendono ad accorciarsi. Questo accorciamento si traduce in un ridotto *range of motion* (ROM) articolare, una maggiore *stiffness*²¹ e una diminuzione della velocità di contrazione, che a loro volta influiscono sul posizionamento articolare e sulla postura generale del corpo. Inoltre, è bene ricordare che un muscolo accorciato ha un tasso di rigenerazione più lento. Questo avviene perché solo la lunghezza normale biologica facilita gli scambi biochimici attivi. Gli scambi biochimici forniscono nutrienti ai muscoli e rimuovono le scorie metaboliche, facilitando così un migliore recupero tra le serie e dopo le sessioni di allenamento.

Dal punto di vista metodologico, esistono diverse tecniche per sfruttare al meglio questa fase di ipertrofia, tra le quali citiamo le seguenti: *split routine*, ripetizioni forzate, *rest pause*, *drop set*. Nel momento in cui si devono eseguire due o tre esercizi per gruppo muscolare, le *split routine* assumono un valore indispensabile per suddividere il volume di lavoro nell'arco della settimana e per ridurre il carico per seduta allenante. Anche se gli atleti hanno la capacità di eseguire tre esercizi per gruppo muscolare per seduta, la risposta fisiologica a tale resistenza non favorisce la massimizzazione dell'ipertrofia. Un programma di allenamento può essere definito ottimale, quando concede all'atleta il tempo di adattarsi e riprendersi. Per questo motivo, gli atleti dovrebbero eseguire sessioni

²¹ La Stiffness ("rigidità") è una misura quantitativa delle proprietà elastiche del corpo, determina la capacità di accumulare energia potenziale elastica

divise a volume più basso, lavorando due o tre gruppi muscolari per un totale di 12-18 serie, attingendo meno al glicogeno del fegato e generando meno disgregazione muscolare (catabolismo), fino a quattro volte a settimana con almeno 72 ore di recupero tra allenamenti dello stesso gruppo muscolare. Un esempio di pattern potrebbe essere il seguente: lunedì e giovedì dedicati alla parte inferiore del corpo e martedì e venerdì alla parte superiore del corpo. Per quanto riguarda l'intensificazione della stimolazione, analizziamo la tecnica delle ripetizioni forzate prevede che, quando l'atleta sta eseguendo una serie a cedimento concentrico, un compagno assista l'esecuzione, fornendo un supporto sufficiente per consentire una o due ripetizioni in più.

La tecnica del *rest pause* prevede che un atleta raggiunga il cedimento concentrico in una serie allenante, quindi si riposi per 10-20 secondi e poi ricominci ed esegua il numero massimo di ripetizioni fino al cedimento concentrico (di solito dopo una o tre ripetizioni). Questo approccio aumenta la durata del set e lo stimolo ipertrofico.

La tecnica del *dropset*, infine, prevede che un atleta raggiunga il cedimento concentrico in una serie allenante; quindi, abbassi rapidamente il carico del 5/10% (a seconda di quante ripetizioni l'allenatore si aspetta che l'atleta esegua o se è programmato un ulteriore drop set), e ricominci fino al fallimento concentrico. Anche questa tecnica aumenta la durata del set e lo stimolo ipertrofico. Queste due tecniche sono particolarmente utili per l'ipertrofia degli atleti perché aumenta il tempo sotto tensione delle fibre muscolari a contrazione rapida.

4.5.3. Fase della forza massima

Come ben sappiamo, in quasi tutti gli sport è richiesta una grande capacità di esprimere alti livelli di forza, più precisamente ogni sport richiede lo sviluppo di forza specifica per lo sport in questione. Nella creazione del programma di allenamento finalizzato al raggiungimento e miglioramento della forza specifica allo sport, un ruolo determinante è svolto dalla forza massima. In questa terza fase della programmazione ci si occuperà proprio dello sviluppo della forza massimale al fine di migliorare e preparare gli atleti all'allenamento della forza specifica del proprio sport. La forza massima svolge un ruolo differente tra gli sport e questo ruolo determina quanto a lungo deve durare la suddetta fase. Semplicemente, più è importante il ruolo della forza massimale nella prestazione, più a

lungo questa fase perdurerà. Dal punto di vista metodologico, l'allenatore deve conoscere la fisiologia alla base dell'aumento della forza massima, nonché i metodi da applicare durante ogni fase di allenamento al fine di massimizzare il risultato finale, che sarà sempre collegato all'obiettivo prestativo. Dal punto di vista fisiologico, in passato si pensava che l'espressione della forza dipendesse unicamente dall'area della sezione trasversale dei muscoli (CSA) e per questo motivo gli allenamenti includevano delle fasi prettamente ipertrofiche con obiettivo il miglioramento della forza massima. Tuttavia, oggi, sappiamo che l'espressione di forza non dipende unicamente dalla sezione trasversale dei muscoli, che rimane un fattore predittivo importante, ma dipende in realtà anche da un insieme di fattori, tra i quali includiamo: gli adattamenti neuromuscolari all'allenamento della forza, come il miglioramento della coordinazione intermuscolare e intramuscolare e la disinibizione dei meccanismi inibitori. In parole più semplici, la capacità di un atleta di esprimere forze elevate dipende in modo diretto dai seguenti tre fattori:

- Dalla coordinazione intermuscolare: la capacità di sincronizzare tutti i muscoli di una catena cinetica coinvolti in un'azione;
- Dalla coordinazione intramuscolare: capacità di reclutare volontariamente quante più unità motorie possibili e inviare impulsi nervosi ad alta frequenza (Fig. 28);
- Dal diametro / dall'area della sezione trasversale del muscolo coinvolto.

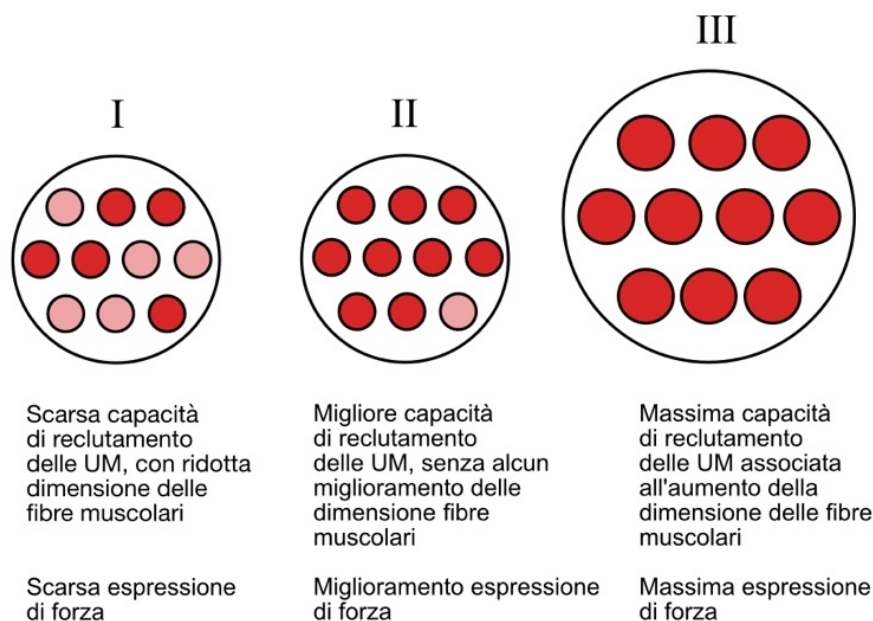


Figura 28: Rappresentazione grafica dei fenomeni di miglioramento del reclutamento muscolare dovuti all'allenamento della forza. Riferimento: Fukunaga 1976

Dal punto di vista pratico, il miglioramento della coordinazione intermuscolare dipende strettamente dall'apprendimento della tecnica esecutiva degli esercizi. Pertanto, per migliorare questa componente sarà necessario eseguire molte ripetizioni dello stesso esercizio utilizzando un carico moderato, che si estende dal 40% all'80% dell'1RM. Questo carico moderato permette all'atleta di avere la capacità di gestirlo e quindi di affinare l'esecuzione. Per quanto riguarda la coordinazione intramuscolare, invece, essa dipende direttamente dal contenuto dell'allenamento, che deve necessariamente includere carichi compresi tra l'80% e il 90% di 1RM.

Entrambe le componenti sono legate direttamente al miglioramento dell'attivazione neuromuscolare delle unità motorie che insieme hanno come risultato l'aumento della forza. Proprio per questo motivo, questa fase della periodizzazione deve essere suddivisa in due cicli. Il primo è caratterizzato dall'applicazione di un sovraccarico sub-massimale in cui l'atleta affina la tecnica esecutiva e si avvicina all'1RM; il secondo, invece, dove l'atleta utilizzerà carichi molti vicini al massimale e si occuperà dell'aumento di forza massimale effettivo. Durante l'intero processo allenante, l'atleta verrà sottoposto frequentemente a dei test, più precisamente ogni tre o quattro settimane, al fine di individuare i nuovi massimali e per avere un'idea più precisa e concreta del carico di lavoro effettivo da utilizzare. Per quanto riguarda la sua pertinenza all'allenamento mirato al miglioramento della prestazione sportiva, l'allenamento di entrambe le componenti della forza permette di avere un aumento dell'attivazione volontaria delle unità motorie, il che determina un elevato reclutamento di fibre muscolari a contrazione rapida che si utilizzano per qualsiasi attività sportiva. L'alternanza dell'allenamento submassimale e massimale influenzano positivamente gli atleti appartenenti agli sport in cui è predominante la richiesta di velocità e potenza, in quanto queste stimolazioni aumentando la dimensione muscolare e il reclutamento di fibre a contrazione rapida permette all'atleta di generare forza velocemente. L'allenamento della massima forza ha anche un transfer positivo sul miglioramento della resistenza muscolare di breve e media durata. Infine, negli sport in cui la forza relativa²² è determinante (arti marziali, la boxe, la lotta etc.), possedere un livello massimale di forza più elevato a parità di peso permette di avere un miglioramento delle prestazioni.

²² La forza relativa è la proporzione tra la forza massima e il peso corporeo, il che significa che maggiore è la forza relativa, migliori saranno le prestazioni.

Ricordiamo che i maggiori guadagni a livello di forza massimale derivano da una migliore coordinazione dei gruppi muscolari e da un maggiore reclutamento di unità motorie a contrazione rapida. Per quanto riguarda, invece, l'importanza della massa muscolare e quindi della sezione trasversale del muscolo (CSA) ai fini della prestazione, essa dipende dalla durata della fase precedente di ipertrofia funzionale, che è relativa a sua volta a quanto l'ipertrofia funzionale sia un parametro determinante a livello prestativo.

Più precisamente, come abbiamo ampiamente trattato nei capitoli precedenti, un atleta non deve necessariamente sviluppare grandi volumi muscolari o un peso corporeo elevato per diventare significativamente più forte, ma al contrario, tramite l'allenamento della forza massimale e della potenza, gli atleti imparano a coordinare meglio i gruppi muscolari rilevanti, ad utilizzare carichi che si traducono in un maggiore reclutamento di fibre muscolari a contrazione rapida (carichi superiori all'80% di 1RM) ed un aumento relativo dell'ipertrofia.

Analizzando nel dettaglio i parametri della prima fase di allenamento della forza massimale con metodo submassimale, evidenziamo che il carico deve essere compreso tra il 70 e 80% dell'1RM e deve essere portato al 100% solo nelle fasi di test che verranno incluse ogni tre o quattro settimane di programmazione. Il numero di esercizi base, multiarticolari e fondamentali sarà da due a cinque esercizi per seduta, mentre per quanto riguarda i complementari si parla di uno o due esercizi per unità. Il numero di serie per esercizio base sarà di tre se vengono eseguiti cinque esercizi base, mentre sarà di otto se verranno eseguiti due esercizi base. Al contrario, il numero di serie per esercizio complementare si aggira intorno alle due o tre serie per esercizio. Il numero di ripetizioni per serie sarà rispettivamente di due/sei ripetizioni per gli esercizi base e di otto/dodici per gli esercizi complementari. Per quanto riguarda i tempi di recupero, gli esercizi base dovranno rispettare due o tre minuti di recupero, mentre gli esercizi complementari avranno un tempo di recupero di uno o due minuti. La frequenza settimanale di questo ciclo allenante sarà di due o quattro sedute settimanali, con un totale di sedici o ventiquattro serie per seduta.

Una volta giunti al termine della prima fase della programmazione della forza massimale, ci si sposterà verso la seconda fase in cui si utilizzerà un metodo differente. In questa fase ci si occuperà dello sviluppo effettivo della forza massimale e, per questo motivo, il carico dovrà essere più elevato e si aggirerà intorno all'80-90% del massimale. Ne risulta una metodologia caratterizzata da serie di breve durata combinate con tempi di recupero

completi, capaci di consentire il ripristino completo delle riserve energetiche di ATP e CP. Anche in questa fase sono previste delle sedute di test, in cui ci si occupa della misurazione del carico massimale, indispensabile per il corretto svolgimento del piano. Dal punto di vista strutturale, il numero di esercizi base sarà compreso da due a cinque esercizi per seduta, mentre il numero di esercizi complementari si aggira intorno ad uno o due esercizi. Il numero di serie, come per la fase precedente sarà composto da tre a otto serie per seduta. Il numero di serie per esercizio complementare è di due o tre serie per esercizio mentre il numero di ripetizioni per serie sarà di una o due ripetizioni per gli esercizi base e di otto o dieci per gli esercizi complementari. Per quanto riguarda i tempi di recupero, gli esercizi base dovranno rispettare un minimo di tre minuti ed un massimo di cinque, mentre gli esercizi complementari avranno un tempo di recupero approssimativamente di uno o due minuti. La frequenza settimanale di questo ciclo allenante sarà uguale a quella precedente, quindi due o quattro sedute settimanali, con un totale di sedici o ventiquattro serie per seduta. In questa fase della periodizzazione della forza ci si concentrerà sull'utilizzo di tutte e tre le tipologie di contrazione muscolare: eccentrica, concentrica ed isometrica. La contrazione eccentrica è quella che esercita la maggiore tensione a livello delle fibre muscolari (permettendo di raggiungere il 140 per cento della forza massima concentrica). La contrazione isometrica genera la seconda tensione più alta (fino al 120 per cento della forza concentrica). Nonostante ciò, la maggior parte delle azioni sportive richiede una grande capacità di esprimere forza attraverso la contrazione concentrica, spesso successiva ad una fase di caricamento eccentrico. Per tal motivo, si può affermare che l'applicazione completa di tutte e tre le forme di contrazione muscolare avvantaggia direttamente le prestazioni atletiche e garantisce, anche, dei miglioramenti diretti della forza concentrica. Gli esercizi utilizzati per sviluppare la massima forza non dovrebbero mai essere eseguiti in condizioni di esaurimento, come avviene invece nel bodybuilding. Questo perché l'allenamento della forza massimale richiede l'attivazione massiva del sistema nervoso centrale, inclusi fattori come concentrazione e motivazione. Un elevato adattamento del SNC (ad es. il miglioramento della coordinazione neuromuscolare) si traduce anche in un'adeguata inibizione dei muscoli antagonisti. Ciò avviene perché, quando viene applicata la massima forza, questi muscoli sono coordinati in modo tale che gli antagonisti non si contraggano per opporsi al movimento. Il SNC normalmente impedisce l'attivazione di tutte le unità motorie disponibili per la contrazione. L'eliminazione

di questa inibizione è uno degli obiettivi principali dell'allenamento della coordinazione intramuscolare con carichi superiori all'80% dell'1RM. Questa riduzione dell'inibizione del SNC è accompagnata da un aumento della forza che si traduce nel massimo miglioramento del potenziale di prestazioni specifiche.²³

L'utilizzo del metodo massimale può essere utilizzato solo dopo un minimo di un anno di allenamento generale della forza (usando l'adattamento anatomico e il metodo del carico submassimale). Ci si può aspettare guadagni di forza anche durante l'uso a lungo termine del metodo submassimale, principalmente a causa dell'apprendimento motorio che si verifica quando gli atleti imparano a usare e coordinare meglio i muscoli coinvolti nell'allenamento, ovvero quando sviluppano una migliore coordinazione intermuscolare. Tuttavia, gli atleti altamente allenati con quattro o cinque anni di allenamento della forza massima sono così ben adattati a tale allenamento che potrebbe essere difficile ottenere ulteriori aumenti della forza massima. Pertanto, se è necessario un ulteriore sviluppo della forza massima, metodi alternativi consentono un miglioramento continuo.

I fattori fondamentali da regolare all'interno di questa fase della programmazione sono: il carico, il buffer, il tempo di recupero, la velocità di esecuzione della contrazione e lo schema di carico. L'insieme di questi fattori determina l'effettiva efficacia di questo metodo. Il carico deve essere necessariamente superiore al 70% dell'1RM e deve essere spostato in modo, quanto più possibile, esplosivo. In questo modo, la maggior parte delle fibre muscolari, in particolare le fibre a contrazione rapida, saranno reclutate. Carichi superiori all'80% o superiori dal punto di vista del reclutamento sono ancora migliori. L'uso di carichi elevati con poche ripetizioni si traduce in un significativo adattamento del SNC: migliore coordinazione dei muscoli coinvolti in una catena cinetica e maggiore capacità di reclutare fibre a contrazione rapida.

La letteratura scientifica e l'esperienza pratica sul campo ci permettono di affermare che portare ogni serie al cedimento nell'allenamento della forza massimale provoca precocemente il raggiungimento di un *plateau* di forza. Per questo motivo, in questa fase, si consiglia di non portare mai le serie a cedimento concentrico. L'obiettivo, per questo motivo, sarà quello di individuare il carico preciso che ci permetta di eseguire la serie allenante con un buffer preselezionato. Ad esempio, quando l'atleta deve eseguire tre serie di tre

²³ Tudor O. Bompa e Carlo Buzzichelli, *Periodization Training for Sports*, Third Edition (Champaign: Human Kinetics, 2015).

ripetizioni con un carico dell'85% di 1RM, utilizzando un buffer di due ripetizioni. Questo buffer viene calcolato come segue: l'utilizzo di un carico pari all'85% di 1RM normalmente consente cinque ripetizioni fino al cedimento (5RM); pertanto, eseguire solo tre ripetizioni fornisce un buffer di due ripetizioni. Per calcolare il buffer in modo più preciso, possiamo considerare quale intensità farebbe fallire una serie a un certo numero di ripetizioni. Nel nostro caso, un carico 3RM è solitamente il 90% di un carico 1RM; quindi, eseguendo serie di tre ripetizioni all'85%, abbiamo un buffer di 5 punti percentuali. Il tempo di recupero dipende direttamente dal livello funzionale dell'atleta e dovrebbe essere calcolato per garantire un adeguato recupero della componente neuromuscolare del SNC che per quello energetico di ATP e CP. Un recupero insufficiente determina una partecipazione inferiore del SNC e una riduzione delle scorte energetiche, che si traduce nell'incapacità di portare a termine la serie allenante. Nella prima fase sono sufficienti due o tre minuti di recupero, mentre nella fase con sovraccarico massimale sono necessari dai tre ai cinque minuti di recupero.

In relazione alla richiesta di esplosività e rapidità all'interno degli sport, la velocità di contrazione svolge un ruolo importante per poter migliorare queste capacità. I movimenti atletici, infatti, sono spesso eseguiti in modo rapido ed esplosivo e pertanto all'interno della programmazione gli atleti dovrebbero eseguire le contrazioni concentriche in modo prevalentemente esplosivo (ad eccezione della fase di adattamento anatomico). Per massimizzare la velocità, l'intero sistema neuromuscolare deve adattarsi per reclutare rapidamente fibre a contrazione rapida, un fattore chiave in tutti gli sport in cui dominano le componenti di velocità e potenza. Per questo motivo, anche nell'utilizzo di carichi dell'80/90%, gli atleti dovrebbero eseguire la fase concentrica nel modo più rapido ed esplosivo possibile. Per ottenere un miglioramento della forza esplosiva, inoltre, gli esercizi tipici dell'allenamento funzionale permettono di imprimere agli attrezzi una velocità di esecuzione elevata. L'utilizzo di attrezzi non convenzionali tipici del functional training come kettlebells, slitte, *medicine balls*, *smash balls*, *clave*, *gym hammer* e *macebells*, inoltre, permette di sfruttare la differente distribuzione del peso al fine di creare oscillazioni e movimenti dinamici che permettono all'atleta di creare contrazioni concentriche esplosive e veloci. Concludiamo l'analisi di questa fase descrivendo in modo pratico il pattern di sovraccarico. Considerando l'elevata richiesta posta sul SNC, la maggior parte degli atleti dovrebbe eseguire un allenamento di forza massimale non più di due o tre

volte a settimana. Durante la stagione competitiva, la frequenza di allenamento può essere ridotta a una o due sedute a settimana, spesso eseguite in combinazione con altre componenti di forza, come l'allenamento specifico della potenza.

Settimana	Fase di sovraccarico submassimale							Fase di carico massimale				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
% di carico	72,5	75	70	T	77,5	80	75	T	85	90	80	T
Ripetizioni	5	5	5	E	4	3	4	E	3	2	2	E
Serie	4	4	2	S	3	4	2	S	3	4	2	S
				T				T				T

Tabella 13: Esempio di progressione di 12 settimane che passa dal metodo del carico submassimale al metodo del carico massimale

ESERCIZI	TUT	SETTIMANA							
		1	2	3	4	5	6	7	8
Front squat	3-0-X	75%	80%	70%	82,5%	85%	70%	87,5%	90%
		3 reps	3 reps	1 reps	3 reps	3 reps	1 reps	2 reps	2 reps
		4 sets	3 sets	4 sets	3 sets	3 sets	4 sets	3 sets	3 sets
Floor press con KTBL	3-0-X	75%	80%	70%	82,5%	85%	70%	87,5%	90%
		3 reps	3 reps	1 reps	3 reps	3 reps	1 reps	2 reps	2 reps
		4 sets	3 sets	4 sets	3 sets	3 sets	4 sets	3 sets	3 sets
Hip Thrust	3-0-X	75%	80%	70%	82,5%	85%	70%	87,5%	90%
		3 reps	3 reps	1 reps	3 reps	3 reps	1 reps	2 reps	2 reps
		4 sets	3 sets	4 sets	3 sets	3 sets	4 sets	3 sets	3 sets
Chin Up	3-0-X	3 x 10	3 x 10	1 x 10	3 x 8	3 x 8	1 x 8	3 x 6	3 x 6
Military press (U)	3-0-X	3 x 10	3 x 10	1 x 10	3 x 8	3 x 8	1 x 8	3 x 6	3 x 6
Push Up pliometrici	3-0-X	3 x 10	3 x 10	1 x 10	3 x 8	3 x 8	1 x 8	3 x 6	3 x 6
Dead Bug	3-3-1	3 x 12	3 x 12	1 x 12	3 x 10	3 x 10	1 x 10	3 x 8	3 x 8
Plank	-	3 x 30"	3 x 30"	1 x 30"	3 x 40"	3 x 40"	1 x 40"	3 x 50"	3 x 50"
PATTERN DI SOVRACCARICO:									
ALTO									
		MEDIO	BASSO	MEDIO	ALTO	BASSO	MEDIO	ALTO	

Tabella 14: Esempio pratico di programma di forza nella fase di forza massimale

4.5.4. Fase di conversione alla forza specifica

Riconducendoci all'obiettivo vero e proprio della programmazione dell'allenamento della forza, siamo giunti alla parte più specifica e più vicina ai bisogni prestativi degli atleti. L'obiettivo di questa fase è quello di trasformare i guadagni di forza ottenuti durante la fase di allenamento della forza massima in forza specifica per lo sport praticato. Questo significa che gli atleti devono trasformare la forza generale sviluppata in un miglioramento del loro potenziale atletico al fine di aumentare le loro prestazioni sportive in compiti che richiedono velocità, potenza, agilità, forza o resistenza muscolare. La periodizzazione della forza, che abbiamo descritto finora, è stata progettata proprio per rendere possibile questa conversione di forza, in modo tale da permettere all'atleta di raggiungere il massimo livello prestativo nella fase più importante di prestazione. In questa fase muteranno i parametri allenanti e si adegueranno in modo più specifico alle caratteristiche dello sport, in particolare deve essere tenuto a mente il rapporto reciproco tra la forza e il sistema energetico dominante.

Durata dello sforzo	Intensità dello sforzo	Principale sistema energetico	Forza specifica
< 10''	Massimo	ATP-CP	Potenza
Da 10'' a 30''	Da massimo ad alta	Glicolisi anaerobica (potenza)	Resistenza alla potenza
Da 30'' a 2'	Alta	Glicolisi anaerobica / aerobica	Resistenza muscolare breve
Da 2' a 8'	Moderata	Glicolisi aerobica	Resistenza muscolare media
>8'	Da moderata a bassa	Glicolisi aerobica / Ossidazione dei grassi	Resistenza muscolare lunga

Tabella 15: Relazione esistente tra durata e intensità dello sforzo, sistema energetico e forza specifica

Durante il corso della programmazione, gli obiettivi dell'allenamento della forza e i loro metodi variano a seconda delle richieste dello sport, delle caratteristiche dell'atleta e del calendario delle gare. L'obiettivo prioritario di tutta la programmazione della forza è solamente uno, ed è quello di massimizzare la sua espressione specifica per lo sport. In relazione a questo obiettivo possiamo distinguere due principali tipologie di sport:

- Sport che richiedono potenza (soprattutto sport di squadra): ovvero la capacità di applicare la forza il più rapidamente possibile. (Es: balzi, salti, lanci, sprint, cambi di direzione);
- Sport che richiedono resistenza muscolare: ovvero la capacità di applicare forza per un periodo di tempo prolungato. (Es: nuoto, canottaggio, sci di fondo, triathlon).

Al fine di sviluppare la potenza specifica per un determinato sport, un programma di allenamento dovrebbe essere minuziosamente progettato per raggiungere tale obiettivo. Tale programma deve essere specifico per lo sport e deve utilizzare esercizi che simulino il più fedelmente possibile le caratteristiche fisiologiche e biomeccaniche delle abilità dello sport.²⁴

Dato che la potenza è l'ingrediente principale di molte discipline sportive (es: sprint, salti e lanci in atletica leggera; sport di squadra; sport con racchetta), bisogna sottolineare che affinché le prestazioni di un atleta migliorino, anche i suoi livelli di potenza devono migliorare. Più l'atleta sarà in grado di sviluppare potenza più sarà in grado di produrre velocità, destrezza e agilità. Al fine di evitare fraintendimenti concettuali, come enunciato dalle leggi fisiche, con il termine potenza, si intende il prodotto della componente della forza e della componente velocità ($P = F \times V$), che si traduce in termini pratici nella capacità di produrre forza velocemente. Mantenendo questi presupposti, possiamo dire che l'aumento di potenza è il risultato del miglioramento della forza, della velocità o della combinazione delle due. Ricordiamo che, come è stato descritto più volte all'interno dell'elaborato, anche se un atleta è molto forte e possiede una grande massa muscolare, non è detto che sia in grado di sviluppare grandi quantità di potenza a causa dell'incapacità di contrarre muscoli già forti in un tempo breve. Per sopperire a questa mancanza, l'atleta deve essere sottoposto ad un programma di allenamento della forza specifica, soprattutto con particolare attenzione posta sullo sviluppo di potenza.

In questa fase finale della programmazione, gli esercizi di functional training assumono il loro massimo impiego e la loro massima importanza. Questo accade perché essi sono

²⁴ Tudor O. Bompa e Carlo Buzzichelli, *Periodization Training for Sports*, Third Edition (Champaign: Human Kinetics, 2015).

in grado di attivare globalmente l'organismo, aumentare la velocità di scarica delle fibre neuromuscolari, generare grandi quantità di potenza in un tempo molto breve e simulare in modo molto specifico molti gesti tecnici tipici delle gare. In questa fase della periodizzazione, gli esercizi devono essere svolti in modo rapido ed esplosivo per reclutare il maggior numero di unità motorie nel minor tempo possibile. In questa fase si dovrebbero selezionare dei metodi di allenamento capaci di soddisfare i requisiti dello sviluppo della potenza, ovvero dei metodi capaci di aumentare la velocità, l'esplosività, la reattività e la frequenza di scarica dei muscoli interessati. Tra i più differenti metodi di allenamento della potenza, in questo elaborato ci si soffermerà unicamente sull'analisi del metodo balistico e il metodo pliometrico.

4.5.5. Analisi del metodo balistico per lo sviluppo della potenza

Con il termine balistico ci si riferisce ad un metodo di allenamento della potenza, in cui il corpo dell'atleta o dell'attrezzo che manipola vengono proiettati in modo esplosivo in una fase di volo. L'allenamento balistico può includere al suo interno quegli esercizi che prevedono: salti, lanci, scatti ed esercizi tipici dell'allenamento funzionale. L'utilizzo di questa metodica è indicato in tutti gli sport in cui vi siano espressioni di forza, esplosività, propulsione a carico degli arti inferiori e attivazione della catena estensoria dell'anca. In questa tipologia di esercizi, la forza applicata dall'atleta supera nettamente la resistenza esterna e ciò determina un movimento dinamico ed esplosivo. L'utilizzo di strumenti convenzionali e non, come le palle mediche, i bilancieri, i kettlebell, le clave permette all'atleta di generare forze di gran lunga superiori alla resistenza dell'attrezzo.

Durante un'azione balistica, l'energia dell'atleta viene trasmessa dinamicamente contro la resistenza dall'inizio alla fine del movimento. Di conseguenza, l'attrezzo viene proiettato per una distanza proporzionale alla potenza applicata contro di esso. Durante tutto il movimento, l'atleta deve applicare una forza considerevole per accelerare il movimento dell'attrezzatura o e del l'attrezzo in modo continuo, culminando nel rilascio o meno. Per proiettare l'attrezzo verso la massima distanza possibile, l'atleta deve raggiungere la massima velocità nell'istante del rilascio. Un esercizio, tipico dell'allenamento funzionale, che permette di rispettare a pieno queste caratteristiche è lo *swing*. Lo *swing* è un esercizio fondamentale per lo sviluppo dell'espressione funzionale della catena

estensoria. Al suo interno include i movimenti flesso-estensione dell'anca e per questo motivo ha la capacità di insegnare all'atleta, contemporaneamente, sia il movimento di flessione (fase di caricamento) che il movimento di estensione (propulsione) dell'anca. Nello specifico, con questo esercizio è possibile apprendere lo schema motorio definito "*Hip hinge dinamico*" che ritroviamo in qualsiasi espressione funzionale della catena estensoria dell'anca. Lo swing a due mani richiede un'ottima padronanza tecnica, nonché una corretta respirazione, affinché il core rimanga attivo, stabile e solido per tutta la durata del gesto.

In letteratura sono presenti diversi studi circa l'importanza dell'esercizio di swing. In particolare, all'interno del seguente studio: "*Kettlebell swing training improves maximal and explosive strength*" (Lake e Lauder 2012) è stato dimostrato come l'utilizzo dell'esercizio di *swing* con kettlebell fornisca un ottimo stimolo allenante capace di migliorare contemporaneamente il sistema cardiocircolatorio, l'espressione di forza massima e soprattutto la componente legata alla forza esplosiva e alla potenza, offrendo in questo modo, un'opzione differente all'allenamento della potenza.

All'interno del seguente studio: "*Effects of Kettlebell Swing vs. Explosive Deadlift Training on Strength and Power*" (Maulit et al. 2017, 20) invece, sono state studiate ed analizzate le differenze in termini prestativi dell'allenamento tramite l'esercizio di swing e l'esercizio di stacco da terra. Lo studio ha dimostrato che i movimenti più esplosivi aumentano la velocità, mentre gli esercizi eseguiti lentamente incrementano la forza. È stato registrato un incremento positivo nella componente verticale del salto, sia relativo all'esercizio di *swing*, che quello di stacco. Questo studio, inoltre, conferma l'importanza del movimento balistico di swing, specialmente se associato al movimento di stacco, all'interno di una periodizzazione dell'allenamento della forza con obiettivo del miglioramento delle prestazioni. Sorprendentemente, tramite l'utilizzo dello *swing* con kettlebell è stato dimostrato l'aumento del massimale (1RM) nell'esercizio di stacco da terra, nel *back squat*, nel *powerclean*. Inoltre, sono stati misurati degli incrementi di forza (3RM) anche negli esercizi di *clean and jerk* e di panca piana. I risultati di questo test hanno dimostrato come sia lo swing con kettlebell che lo stacco da terra siano efficaci nel determinare adattamenti positivi nel movimento esplosivo di salto verticale, nell'aumento generale della forza e nell'attivazione globale della catena posteriore. Anche all'interno dello studio "*Effects of weightlifting vs. kettlebell training on vertical jump, strength, and*

body composition” sono stati confrontati i due metodi di allenamento. I risultati dello studio confermano, in particolare, l’efficacia dell’allenamento a breve termine con kettlebell al fine di determinare dei miglioramenti significativi nell’altezza del salto verticale. L’esecuzione di un programma lineare di allenamento con kettlebells di 12 sessioni di allenamento suddivise in un periodo di 6 settimane ha determinato degli incrementi del 2,17%. Inoltre, come per lo studio precedente, si conferma che l’aumento della forza 1RM del back squat in seguito ad un programma di *weight-lifting* (13,6%) è maggiore di quello relativo all’allenamento con kettlebell (4,5%). Tuttavia, anche questo studio dimostra che l’allenamento con kettlebell ha la capacità di aumentare la forza 1RM.

Dal punto di vista metodologico, a seconda degli obiettivi di allenamento, gli esercizi balistici devono essere scelti e collocati successivamente al riscaldamento o alla fine della sessione di allenamento. Tuttavia, è di fondamentale importanza ricordarsi sempre che l’allenamento della forza e della potenza devono sempre essere effettuati quando l’atleta è fisiologicamente “*fresco*”. Questo perché un SNC ben riposato può inviare impulsi nervosi più potenti ai muscoli che lavorano per contrazioni rapide e allo stesso tempo permette all’atleta di esprimere la massima forza mantenendo allo stesso tempo una forma esecutiva impeccabile. Al contrario, invece, quando il SNC e i muscoli sono esausti, l’inibizione è dominante e, di conseguenza, in queste condizioni è difficoltoso per l’atleta avere un alto coinvolgimento delle fibre muscolari a contrazione rapida e una tecnica esecutiva adeguata. Si ricordi, anche, che il metodo balistico prevede una determinata velocità esecutiva. Pertanto, gli esercizi balistici dovrebbero essere eseguiti solo finché è possibile mantenere una certa velocità. Le ripetizioni devono essere interrotte nel momento in cui questa velocità diminuisce.

Come in altri metodi relativi alla potenza, il numero di esercizi balistici deve essere il più basso possibile in modo che l’atleta possa eseguire un numero elevato di serie dello stesso esercizio per ottimizzare i benefici di potenza da esso ricavabili. Gli esercizi balistici dovrebbero essere quanto più simili possibili alle abilità tecniche di gara. Il tempo di recupero tra le serie deve sempre permettere il pieno recupero funzionale e muscolare, in modo che l’atleta possa ripetere la stessa qualità di lavoro per ogni serie.

Esercizi	Settimana 1	Settimana 2	Settimana 3
Swing kettlebell	2 x 5	3 x 5	3 x 5 *
Jump Squat + lancio frontale della palla medica	2 x 5	3 x 5	3 x 5 *
Palla medica: lancio posteriore da sopra la testa	2 x 5	3 x 5	3 x 5 *
Clean and press con kettlebell	2 x 5	3 x 5	3 x 5 *
Palla medica: lancio anteriore da sopra la testa	2 x 5	3 x 5	3 x 5 *
Palla medica: lancio con rotazione laterale	1 x (5 + 5)	3 x (5 + 5)	3 x (5 + 5)*
Palla medica: lancio anteriore due mani seguito da 15 metri di scatto	3 x 1	4 x 1	5 x 1
Palla medica: da posizione supina a terra - lancio della palla medica verso l'alto - dal petto con gomiti stretti	2 x 5	3 x 5	3 x 5 *

Tabella 16: Esempio di programma combinato con metodo balistico ed esercizi di massima accelerazione

4.5.6. Analisi del metodo pliometrico per lo sviluppo della potenza

Un dei metodi di allenamento della potenza più utilizzati e di maggior successo è sicuramente il metodo pliometrico. Con il termine pliometria, dal greco *pleios* = più e *metron* = misura, si fa riferimento a tutte quelle attività fisiche caratterizzate dal rapido susseguirsi di una contrazione eccentrica e di una contrazione concentrica.

L'allenamento pliometrico prevede l'esecuzione di esercizi che includono un ciclo di allungamento-accorciamento (riflesso di stiramento miotatico). Questa metodologia prevede esercizi capaci di caricare il muscolo in una rapida contrazione eccentrica (fase di allungamento), seguita immediatamente da una contrazione concentrica (accorciamento). La letteratura scientifica ha dimostrato che se un muscolo viene allungato rapidamente prima di una contrazione, nella successiva fase concentrica si contrae con una maggiore forza e rapidità ²⁵.

Dal punto di vista fisiologico, quando l'allungamento diventa eccessivo, i recettori dell'allungamento (fusi neuro-muscolari) inviano impulsi nervosi propriocettivi al midollo spinale che invia degli input frenanti che impediscono alla fibra muscolare di allungarsi ulteriormente, avviando così una potente contrazione muscolare. L'allenamento

²⁵ Bosco, C., and Komi, P.V. 1980. Influence of countermovement amplitude in potentiation of muscular performance. In *Biomechanics VII proceedings*, 129–35. Baltimore: University Park Press.

pliométrico provoca cambiamenti muscolari e neurali che facilitano e migliorano l'esecuzione di movimenti più rapidi e più potenti. Il SNC controlla la forza muscolare modificando l'attività delle unità motorie del muscolo; se è richiesta una maggiore generazione di forza, più unità motorie vengono reclutate e sparate a una velocità maggiore.

I vantaggi dell'allenamento pliométrico includono una maggiore attivazione delle unità motorie a contrazione rapida e, cosa più importante, una maggiore velocità.

Nell'allenamento pliométrico un muscolo si contrae più forte e rapidamente da una posizione "pre-stirata" e, allo stesso, più veloce è la fase di "pre-allungamento" più forte sarà la conseguente contrazione concentrica. Anche in questa metodologia, la tecnica esecutiva risulta essere importante al fine di evitare l'insorgenza di lesioni o traumi. L'atleta deve essere in grado di ottimizzare la fase di atterraggio piegando leggermente le gambe. La successiva contrazione concentrica dovrebbe avvenire immediatamente dopo il completamento della fase di allungamento. La transizione dalla fase di "pre-stiramento" dovrebbe essere regolare, continua e il più rapida possibile. Proprio per questo motivo, in eventuale aumento dei tempi di appoggio è sinonimo di affaticamento indotto dalla ripetizione dello stimolo. L'allenamento pliométrico produce diversi effetti positivi, tra i quali citiamo i seguenti: il reclutamento della maggior parte, se non di tutte, le unità motorie e delle corrispondenti fibre muscolari, l'aumento della frequenza di scarica dei motoneuroni, la trasformazione della forza muscolare in potenza esplosiva, il miglioramento dell'attivazione del SNC, l'inibizione dell'organo tendineo del Golgi.²⁶

Dal punto di vista prettamente metodologico, al fine di progettare correttamente un programma di forza con metodo pliométrico, il preparatore atletico deve mettere in evidenza ed individuare le differenti intensità e progressioni degli esercizi. Il livello di intensità è direttamente proporzionale all'altezza e alla durata di un esercizio. Gli esercizi pliométrici ad alta intensità, come i salti da altezze considerevoli o gli atterraggi, provocano una maggiore tensione nel muscolo, che recluta più unità motorie per eseguire l'azione o per resistere all'attrazione della forza gravitazionale. Allo stesso tempo, si deve ricordare che gli esercizi pliométrici non devono essere eseguiti con bilancieri, manubri, cavigliere o

²⁶ Organo tendineo del Golgi = propriocettori muscolari deputati alla raccolta ed alla trasmissione di dati inerenti alla tensione sviluppata dai muscoli. Essi sono situati a livello della giunzione muscolo-tendinea, là dove le fibre extra-fusali si congiungono con quelle tendinee. Essi sono coinvolti nella genesi del cosiddetto riflesso miotatico inverso e adempiono una funzione protettiva delle fibre limitando l'eccessiva contrazione.

cinture in vita con pesi. Questo perché dal punto di vista esecutivi essi tendono a diminuire la capacità reattiva del sistema neuromuscolare rallentando il tempo di transizione da fase eccentrica a concentrica, limitando in questo modo la caratteristica fondamentale dell'allenamento pliometrico. Al fine di aumentare la stimolazione è più corretto utilizzare un box più alto, al fine di aumentare l'intensità della fase di allungamento.

Gli esercizi pliometrici possono essere classificati in due gruppi principali che riflettono il loro grado di impatto sul sistema neuromuscolare: bassa intensità e alta intensità.

Qualsiasi piano per incorporare esercizi pliometrici in un programma di allenamento dovrebbe tenere conto dei seguenti fattori:

- Età e sviluppo fisico dell'atleta;
- Abilità e tecniche coinvolte negli esercizi pliometrici;
- Principali fattori di prestazione dello sport;
- Fabbisogno energetico dello sport;
- Fase di formazione del piano annuale.

Intensità	Classificazione	Esercizio	Ripetizione x Serie
1	Alta intensità	Atterraggio profondo (75–110 cm)	(1/5) × (3/6)
		Single Leg Bounds (o alternato)	40-100 m × (2/4)
2		Drop Jump (40–60 cm)	(3/10) × (2/6)
		Salto ostacoli (60 cm)	(3/12) × (2/6)
		Single Leg Bounds (o alternato)	5-30 m × (2/6)
		Speed squat (accentuata fase eccentrica) - Jump squat – Kettlebell swing	(3/6) × (2/6)
3		Salto ostacoli (30-60 cm)	(6/20) × (2/6)
4	Bassa intensità	Salto in alto: (60-110 cm)	(3/15) × (2/6)
5		Salto ostacoli bassi (30 cm)	(6/20) × (3/6)
		Skipping	10/30 m × (7/15)
		Salto della corda	(15/50) × (2/6)

Tabella 17: Classificazione in cinque livelli di intensità degli esercizi pliometrici

4.5.7. Fase di mantenimento e compensazione

Concludiamo questo capitolo descrivendo l'ultima fase della programmazione della forza, ossia la fase di mantenimento del livello raggiunto e di competizione. Come abbiamo detto ampiamente all'interno di questo capitolo, l'allenamento della forza assume un valore determinante per il miglioramento delle prestazioni atletiche complessive. I benefici della forza sulla performance, ottenuti lungo tutto l'arco della periodizzazione, permangono fintanto che il sistema neuromuscolare mantiene gli adattamenti cellulari indotti dall'allenamento. Quando l'allenamento della forza viene interrotto, i benefici diminuiscono gradualmente e man mano le proprietà contrattili dei muscoli diminuiscono. La conseguenza più drastica è il cosiddetto fenomeno di detraining, ossia la diminuzione visibile del contributo di forza alle prestazioni atletiche. Per evitare l'insorgenza dei fenomeni di detraining, gli atleti devono mantenere il programma di forza specifica per lo sport anche durante la fase agonistica. Se la fase competitiva fosse priva di stimolazioni della forza perché l'allenamento tecnico e tattico specifico subentra e diventa predominante il risultato sarebbe quello di una riduzione delle prestazioni con il progredire della stagione e del periodo di non sollecitazione. Secondo quanto detto finora, la periodizzazione della forza, deve permettere di trasformare i guadagni di forza massimale, in resistenza muscolare o potenza durante la fase di conversione mantenendo i livelli massimi di forza. Tutto ciò permette all'atleta di sviluppare la migliore condizione atletica e forza specifica attinenti allo sport che pratica e gli fornisce le capacità fisiologiche necessarie per ottimizzare le prestazioni durante la fase agonistica.

Per ottimizzare il processo di mantenimento, il preparatore atletico deve continuare a pianificare il programma di mantenimento della forza specifico per lo sport anche durante l'arco della fase competitiva. Con tutto questo in mente, i coach non dovrebbero chiedersi se è necessario prescrivere un allenamento di mantenimento della forza durante la fase agonistica, ma piuttosto come farlo. Devono tenere a mente l'abilità dominante dello sport e considerare attentamente quali tipi di forza l'atleta deve mantenere.²⁷

²⁷ Tudor O. Bompa e Carlo Buzzichelli, *Periodization Training for Sports*, Third Edition (Champaign: Human Kinetics, 2015).

Dal punto di vista pratico, la programmazione dell'allenamento della forza per gli atleti appartenenti alla categoria degli sport di potenza, non può includere solamente la forza o la potenza, ma devono includere una combinazione delle due, in quanto una non sostituisce l'altra, ma al contrario l'una completa l'altra. La maggior parte degli atleti negli sport di squadra dovrebbe mantenere la massima forza, potenza e resistenza muscolare, a seconda della posizione in cui giocano. Per gli sport di resistenza, invece, la proporzione tra forza massima e resistenza muscolare dipende sia dalla durata dell'evento che da quale sistema energetico è dominante. Per la maggior parte degli sport di resistenza, la resistenza muscolare è la componente dominante della forza.

La proporzione dei diversi tipi di forza da mantenere dipende anche dalla durata della fase competitiva. Più è lunga questa fase, più è importante mantenere alcuni elementi di massima forza, perché questo tipo di forza è una componente importante sia della potenza che della resistenza muscolare.

Dal punto di vista fisiologico, il *detraining* diventa evidente già dopo quattro settimane in cui gli atleti non includono almeno una seduta settimanale dedicata alla forza. Più specificamente, gli atleti che non mantengono l'allenamento della forza durante la fase agonistica subiscono un effetto di detraining con le seguenti ripercussioni:

- Le fibre muscolari si riducono alla loro dimensione preallenamento, con conseguente perdita di forza e potenza;
- Si riduce la capacità di reclutamento delle unità motorie. L'atleta non riesce ad attivare volontariamente lo stesso numero di unità motorie di prima, il che provoca una netta diminuzione della quantità di forza che può essere generata;
- Si riduce la velocità di contrazione e attivazione delle UM.

L'ultima fase della programmazione e periodizzazione annuale della forza viene spesso definita con il termine inglese di "*off season*"; in realtà questo termine è improprio, in quanto questa fase è parte integrante della periodizzazione della stagione. La fase di compensazione, infatti, rappresenta la fase di transizione da un piano annuale al successivo. L'obiettivo principale di questa fase è quello di rimuovere la fatica acquisita durante l'anno di allenamento e reintegrare le riserve energetiche esaurite diminuendo contemporaneamente: volume, frequenza ed intensità dell'allenamento. Questa fase è necessaria per permettere agli atleti di rimuovere lo stress psicofisico determinato dagli allenamenti e

dalle competizioni. Durante questa fase di transizione, gli atleti possono rilassarsi psicologicamente facendosi coinvolgere in varie attività fisiche e sociali di cui godono. Dal punto di vista motorio, in questa fase è consigliabile eseguire sport differenti da quelli praticati per mantenersi in forma e richiamare nuovi e differenti stimoli motori e coordinativi al fine di ampliare il bagaglio motorio dell'atleta. Nello specifico, la fase di compensazione non dovrebbe durare più di quattro settimane. Questo perché dal punto di vista fisiologico si deve sempre ricordare che la forza è difficile da acquisire, ma allo stesso tempo è molto facile da perdere. Gli atleti che non eseguono alcun allenamento di forza durante la fase di transizione possono sperimentare una diminuzione della massa muscolare, una conseguente perdita di potenza, velocità, della frequenza di scarica dei motoneuroni e della capacità di reclutamento delle fibre muscolari. In questa fase si consiglia di lavorare diversamente rispetto a quanto si svolge nella stagione, in particolare, ci si dovrebbe concentrare sulla stimolazione dei muscoli antagonisti, stabilizzatori e su muscoli che potrebbero non essere necessariamente coinvolti nell'esecuzione delle abilità specifiche dello sport. Allo stesso modo, in questa fase dovrebbero essere pianificati ed eseguiti tutti quegli esercizi di compensazione per gli sport in cui può svilupparsi uno squilibrio di forze tra parti o lati del corpo, come ad esempio avviene nel baseball, nel calcio, nel tennis, etc.

Capitolo 5

Ipertrofia funzionale e resistance training per prevenire l'insorgenza precoce dei fenomeni di sarcopenia e osteoporosi: basi teoriche e protocolli pratici

5. Definizione di sarcopenia, dynapenia e osteoporosi

Nella letteratura scientifica non esiste una definizione universale di sarcopenia, tuttavia, secondo quanto riportato all'interno del seguente articolo "*Sarcopenia: revised European consensus on definition and diagnosis*", la sarcopenia è un disturbo del sistema muscolo-scheletrico progressivo e generalizzato associato a una maggiore tendenza all'insorgenza di fenomeni avversi, tra cui cadute, fratture, disabilità fisica e mortalità. La definizione di sarcopenia proposta dall'*European Working Group on Sarcopenia in Older People* (EWGSOP) è la seguente: "La sarcopenia è la perdita di massa e funzione muscolare scheletrica associata all'età". Il *National Institutes of Health* degli Stati Uniti riconosce che, con il termine sarcopenia nelle persone anziane, ci si riferisce alla perdita di massa muscolare associata alla diminuzione dei livelli generali di forza e quindi alla relativa perdita di funzione. Dal punto di vista etimologico, il termine "*sarcopenia*" deriva dal greco antico "*sarx*" ("*σάρξ*") e "*penia*" ("*πενία*") che significano, rispettivamente, "*carne*" e "*povertà*". Quando ci si riferisce al processo di sarcopenia, pertanto, si fa riferimento ad una sindrome complessa associata alla diminuzione del trofismo muscolare. Essa ha un'eziologia multifattoriale, ma sembra principalmente guidata da processi neuro-degenerativi associati spesso al fenomeno di ipertrofia del tessuto adiposo. All'interno dei processi sarcopenici, per questo motivo, ci si deve aspettare una diminuzione della qualità muscolare; più precisamente, si intende la degradazione in termini microscopici e macroscopici dell'architettura e della composizione muscolare. Il processo di invecchiamento determina quindi la riduzione del volume dei muscoli e del numero totale delle fibre muscolari. Il tessuto muscolare viene progressivamente sostituito dal tessuto adiposo e fibroso. Al contempo, muta il metabolismo della cellula muscolare che va incontro ad un maggior stress ossidativo con l'aumento della formazione di radicali liberi. Quando si parla di sarcopenia, oggi, si fa riferimento anche al termine dynapenia. Questo termine è stato coniato per indicare il compromesso funzionale dell'intero apparato

neuromuscolare associato o meno ai processi sarcopenici. Secondo quanto riportato all'interno dei seguenti articoli: “*What is dynapenia?*” (Clark e Manini 2012)²⁸ e “*Dynapenia and Aging: An Update*”²⁹, con il termine dynapenia ci si riferisce alla perdita, correlata all'età, della forza muscolare, non causata da malattie neurologiche o muscolari. Negli articoli sopracitati, ci si riferisce al fenomeno di dynapenia come un fattore capace di predisporre gli anziani ad un aumentato considerevole del rischio di limitazioni funzionali e mortalità. Negli ultimi decenni, la letteratura si è ampiamente concentrata sul sostenere che la perdita di forza muscolare legata all'età (dynapenia) sia relativa alla riduzione della massa muscolare (sarcopenia). Tuttavia, entrambi gli studi in questione indicano come parziale ed incompleta questa interrelazione. Infatti, la riduzione della massa muscolare (sarcopenia) e la riduzione della forza muscolare (dynapenia) sono due condizioni diverse e per tale ragione dovrebbero essere definite l'una indipendentemente dall'altra. Ci si potrebbe chiedere per quale motivo sia necessario dividere queste due patologie, ma in realtà la risposta a tale quesito è semplice e sta nella fisiologia. Nella letteratura scientifica, infatti, è ormai dimostrato che la dimensione muscolare gioca un ruolo relativamente minore in relazione all'insorgenza dei processi di dynapenia; al contrario, i deficit strutturali e funzionali del sistema neuromuscolare e/o le menomazioni nelle proprietà intrinseche di generazione di forza nel tessuto muscolo-scheletrico sono tra le cause principali delle predisposizioni all'insorgenza di dynapenia. Dal punto di vista pratico, al fine di soddisfare questa necessità di mantenere attivi i processi biochimici e neuromuscolari all'interno del tessuto muscolo-scheletrico nell'anziano, si può dire che non è necessariamente vero che il mantenimento o l'aumento della massa muscolare possa prevenire il calo della forza muscolare correlato all'invecchiamento. A tal proposito, all'interno di questo elaborato si vuole proporre una nuova indicazione relativa al trattamento della prevenzione e riduzione di questi processi degenerativi progressivi. Il trattamento che si consiglia di svolgere non deve mirare solamente allo sviluppo ipertrofico del tessuto muscolare, ma deve mirare anche alla stimolazione neurale (SNC) e all'incremento della capacità di esprimere forza e di attivare un numero maggiore di unità motorie.

²⁸ Brian C. Clark e Todd M. Manini, «What Is Dynapenia?», *Nutrition* 28, fasc. 5 (maggio 2012): 495–503, <https://doi.org/10.1016/j.nut.2011.12.002>.

²⁹ Todd M. Manini e Brian C. Clark, «Dynapenia and Aging: An Update», *The Journals of Gerontology: Series A* 67A, fasc. 1 (gennaio 2012): 28–40, <https://doi.org/10.1093/gerona/67a1.001>.

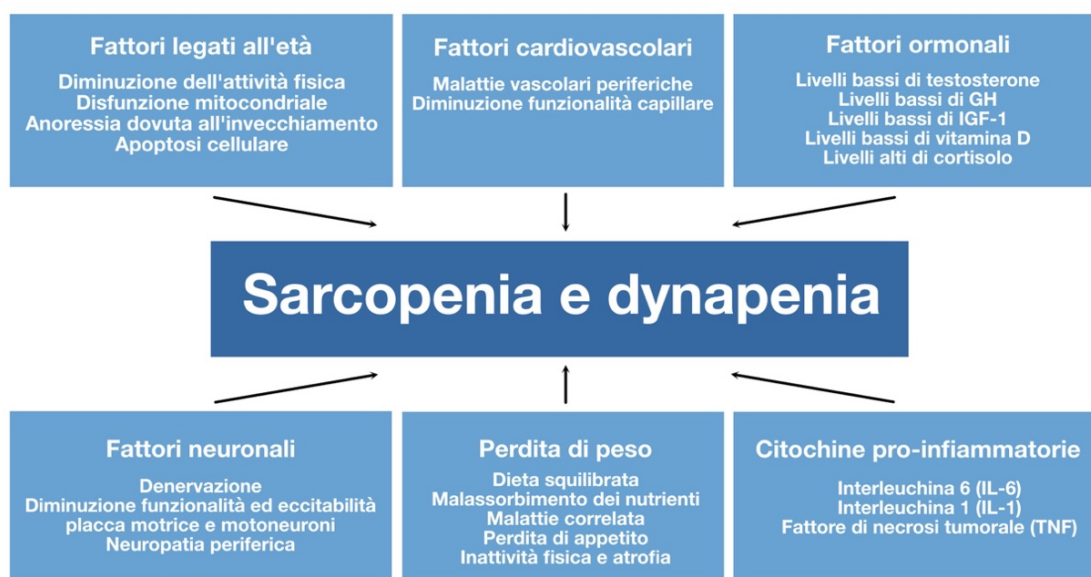


Figura 29: Le cause dell'insorgenza della sarcopenia e dynapenia

Un'altra patologia a cui faremo riferimento all'interno del presente capitolo è l'osteoporosi. L'osteoporosi è un disturbo dell'apparato scheletrico, caratterizzata dalla diminuzione della densità minerale ossea e dal deterioramento della microarchitettura del tessuto osseo (Fig. 30).³⁰ Esistono due forme principali di osteoporosi: una "primitiva", che colpisce le donne in post-menopausa e gli anziani, e una "secondaria", che invece può interessare soggetti di qualsiasi età affetti da malattie croniche o in terapia con farmaci che direttamente o indirettamente influenzano negativamente la salute scheletrica. Tra le patologie croniche associate all'osteoporosi è importante considerare anche tutto l'insieme di malattie endocrine (ipertiroidismo, ipogonadismo, sindrome di Cushing, deficit GH, acromegalia, iperprolattinemia), l'insieme di malattie sistemiche autoimmuni, le sindromi da malassorbimento e le malattie neuro-muscolari con ridotta performance motoria.

³⁰ Lane JM, Russell L, Khan SN. Osteoporosis. Clin Orthop Relat Res. 2000 Mar;(372):139-50. doi: 10.1097/00003086-200003000-00016. PMID: 10738423.

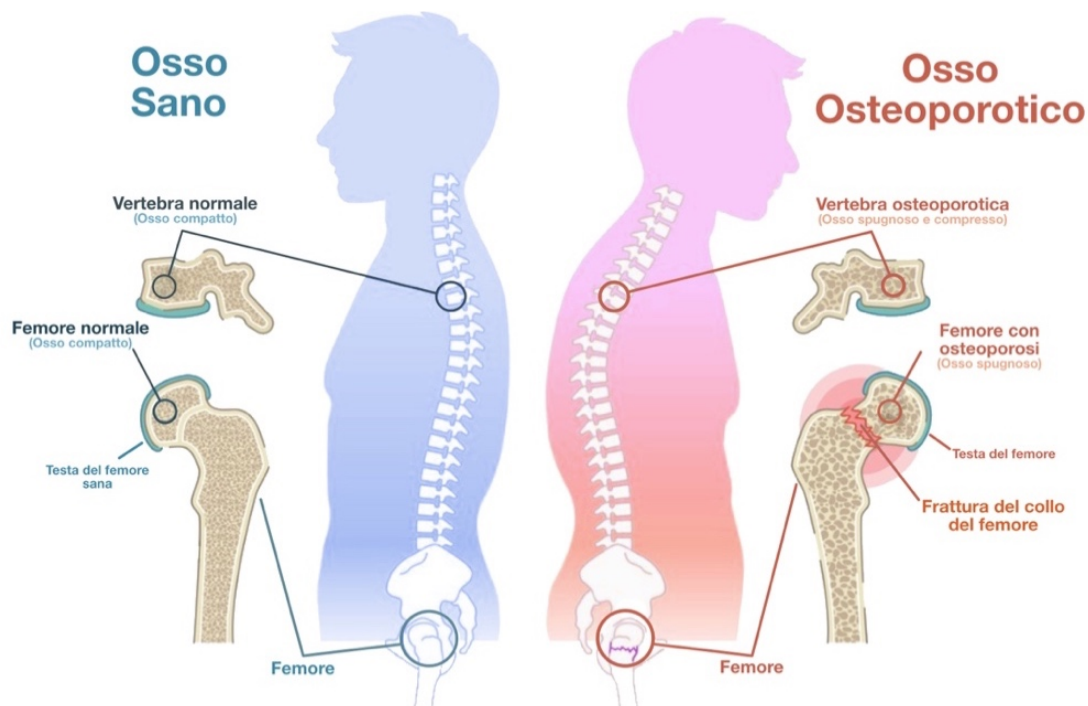


Figura 30: Rappresentazione grafica osteoporosi

Dal punto di vista epidemiologico, l'osteoporosi è una condizione patologica molto diffusa in Italia. L'ISTAT stima che essa colpisca circa cinque milioni di donne in una fase successiva alla menopausa e circa un milione di uomini in età senile e/o individui con altre condizioni patologiche. Questa condizione patologica determina un aumento del rischio di frattura, soprattutto a livello delle vertebre, del femore, dell'omero, dell'ulna, del radio e delle ossa del piede. Per questo motivo, se associata alle patologie precedentemente descritte si evidenzia, sin da subito, un incremento del rischio di caduta, che se è associato alla diminuzione delle densità minerale ossea, causato dall'osteoporosi, provoca un incremento della probabilità di frattura e quindi limitazione nell'indipendenza e nella capacità di deambulazione. La concomitanza di queste condizioni patologiche è una causa determinante del deterioramento della qualità della vita. Si ritiene, infatti, che diversi fattori influenzino il picco di densità minerale ossea. Tra questi evidenziamo tutti quei fattori che non possono essere modificati, come sesso, età, genetica ed etnia, e quei fattori che possono, invece, essere modificati, come lo stato ormonale (in particolare lo stato dell'ormone *calciotropico*), lo stile di vita (inclusi i livelli di attività fisica), il consumo di fumo e alcol e la dieta. Inoltre, un basso peso corporeo e un'eccessiva magrezza ($BMI \leq 19$), l'esistenza di pregresse fratture, la storia clinica relativa alla presenza passata o presente

di malattie croniche o terapie note per essere cause di osteoporosi associate con tutti i fattori genetici, ormonali, ambientali e nutrizionali sopracitati, influenzano sia lo sviluppo dell'osso per raggiungere il picco di massa ossea alla maturità sia la sua successiva perdita.³¹ In ottica preventiva, la prima cosa che si deve tenere a mente è l'importanza del picco di densità minerale ossea (BDM). Il picco di BDM è un valore che indica il massimo livello di densità minerale ossea e si raggiunge approssimativamente a 25 anni. Più è alto il valore di picco raggiunto in giovane età, meno probabile sarà l'insorgenza precoce dei fenomeni di osteoporosi. Il valore di picco tende a rimanere stabile nelle donne fino al raggiungimento della menopausa (tra i 45 e 55 anni), per poi decrescere del 2-3% ogni anno. Per quanto riguarda gli uomini, invece, in età senile, la decrescita sarà approssimativamente dell'1 e 2% ogni anno (Fig. 31).

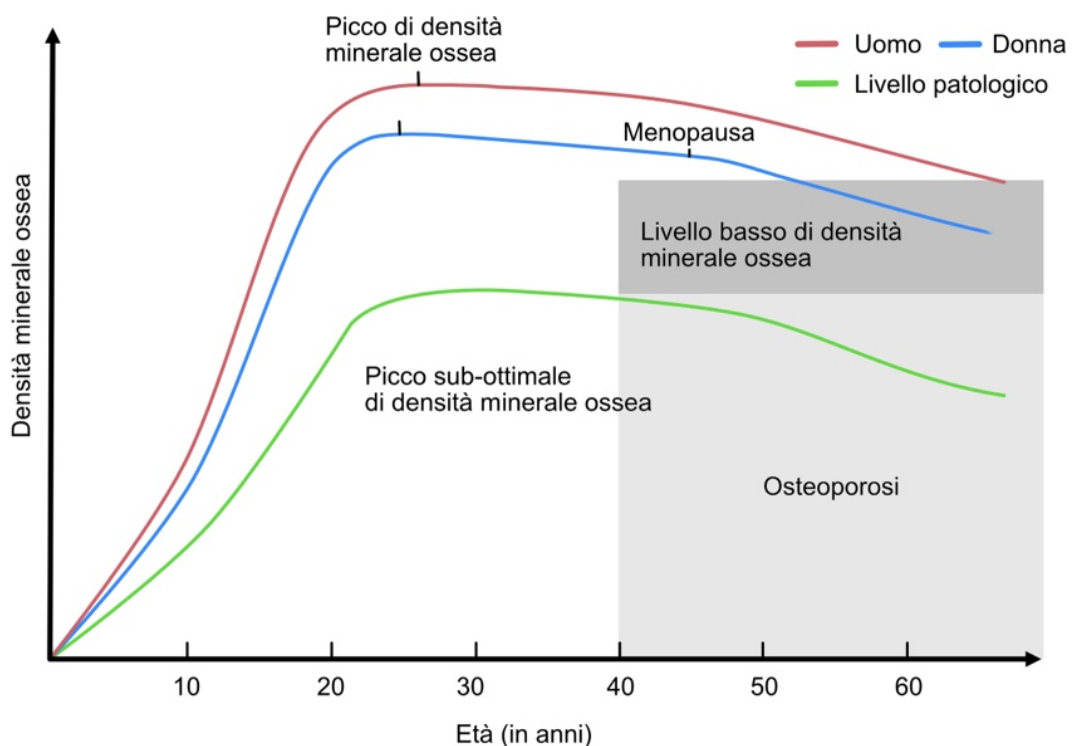


Figura 31: Rappresentazione grafica dell'andamento dello stato di densità di mineralizzazione ossea in relazione al trascorrere del tempo

³¹ Benjamin Caballero, *Encyclopedia of Food Science and Nutrition*, Second Edition, vol. 1, 1 voll. (Johns Hopkins University Center for Human Nutrition School of Hygiene and Public Health 615 North Wolfe Street Baltimore, Maryland 21205-2179 USA: Academic Press, 2003).

5.4. Processi fisiologici legati all'inattività e al disuso muscolare

Dato che sui fattori genetici e morfologici è impossibile interagire, l'unico modo di prevenire e/o ritardare l'insorgenza di tutte queste condizioni patologiche sistemiche, è quello di concentrarsi sulle componenti modificabili quali attività fisica, alimentazione e regolazione dello stato ormonale. Come per gli individui giovani, anche per gli individui anziani, la stimolazione delle principali vie anaboliche relative ai meccanismi di sintesi proteica e di stimolazione meccanica dei sarcomeri risulta essere ancora una prerogativa fondamentale per l'aumento dell'aspettativa di vita e la riduzione del rischio di caduta e fenomeni di impotenza fisica. Tuttavia, come abbiamo anticipato nei capitoli precedenti, l'allenamento mirato alla sola ricerca dell'ipertrofia funzionale e quindi dell'ingrandimento della sezione trasversale del muscolo non è sufficiente. Al contrario, il corretto insieme di allenamento ipertrofico e, soprattutto, l'allenamento della componente neurale legata alla forza risultano essere gli elementi essenziali per il miglioramento dello stato generale di salute e indipendenza.

Dal punto di vista fisiologico, l'invecchiamento associato all'inattività e all'*overfeeding* sono tra i fattori di rischio maggiori dell'insorgenza precoce dei fenomeni di sarcopenia e osteoporosi, soprattutto perché l'atrofia da disuso e l'infiammazione cronica dovuta all'inattività fisica provocano una progressiva perdita (denervazione) delle unità motorie (UM) funzionanti all'interno di vari muscoli degli arti superiori e inferiori.³² La perdita di UM è un fattore importante che contribuisce alla debolezza correlata all'età (*dynapenia*). Ricordiamo che, un'unità motoria è l'unità funzionale più piccola dell'apparato neuro-muscolare ed è costituita da un singolo motoneurone α , presente nel corno anteriore del midollo spinale, e da tutte le fibre muscolari innervate dal suo assone periferico. Essa è la componente fondamentale del sistema motorio responsabile di tutti i movimenti volontari e involontari. L'aumento dello stress ossidativo e dell'infiammazione cronica dovuta al processo di invecchiamento possono danneggiare le unità motorie, lasciando le fibre muscolari associate ad esse, denervate e incapaci di contribuire alle contrazioni muscolari.³³

³² K. Keller e M. Engelhardt, «Strength and Muscle Mass Loss with Aging Process. Age and Strength Loss», *Muscle Ligaments and Tendons Journal* 03, fasc. 04 (gennaio 2019): 346, <https://doi.org/10.32098/mltj.04.2013.17>.

³³ Todd M. Manini, S. Lee Hong, e Brian C. Clark, «Aging and Muscle: A Neuron's Perspective», *Current Opinion in Clinical Nutrition and Metabolic Care* 16, fasc. 1 (gennaio 2013): 21–26, <https://doi.org/10.1097/MCO.0b013e32835b5880>.

Più precisamente, sembrano proprio le fibre muscolari di tipo II ad essere particolarmente suscettibili a questo stress a causa delle loro maggiori richieste metaboliche e della ridotta presenza di enzimi ossidativi. In seguito alla denervazione dei motoneuroni delle fibre di tipo II, è necessario pianificare allenamenti di forza in grado di riorganizzazione delle unità motorie. In questo caso non saranno le fibre di tipo II a riorganizzarsi, ma saranno i motoneuroni delle fibre di tipo I a innervare le fibre orfane. Questa modificazione della microstruttura associata alla perdita di unità motorie si traduce in un ingrandimento della dimensione media di ogni unità motoria e in una preponderanza netta di fibre muscolari di tipo I rispetto alle fibre di tipo II. Grazie alla re-innervazione collaterale, i motoneuroni “sopravvissuti” possono compensare quantità sostanziali di perdita di unità motorie con una perdita minima della forza complessiva³⁴. Bisogna tenere conto però che, a causa della perdita accelerata di fibre di tipo II, l’espressione di potenza muscolare e quindi l’espressione di forza “veloce” è molto più sensibile ai fenomeni di degenerazione neuromuscolare. Ciò accade perché l’atrofia “selettiva” delle UM di tipo II dovuta all’invecchiamento determina un calo accelerato della velocità contrattile e una diminuzione dell’eccitabilità dei motoneuroni, che sono delle determinanti fondamentali dell’espressione di potenza muscolare. Inoltre, poiché la potenza è il prodotto di forza e velocità, che sono entrambe influenzate negativamente dal progredire dall’età, le diminuzioni della potenza muscolare possono essere più pronunciate rispetto a una delle sue singole componenti³⁵. Il risultato funzionale che ne deriva è una diminuzione della capacità di esprimere forza, soprattutto velocemente, che determina a sua volta una riduzione della velocità del passo, una minore velocità nei movimenti di salita di un gradino, una diminuzione della capacità coordinativa, di equilibrio e una capacità inferiore di generare movimenti corretti che impediscano di inciampare, di cadere o di evitare un pericolo. Tutti questi fattori, insieme, concorrono nell’aumento del rischio di caduta, che se associato alla presenza di osteoporosi determina un rischio molto alto di frattura, diminuzione di autonomia e locomozione, disabilità e problematiche associate.

³⁴ W. Kyle Mitchell et al., «Sarcopenia, Dynapenia, and the Impact of Advancing Age on Human Skeletal Muscle Size and Strength; a Quantitative Review», *Frontiers in Physiology* 3 (2012), <https://doi.org/10.3389/fphys.2012.00260>.

³⁵ Katherine S. Button et al., «Power Failure: Why Small Sample Size Undermines the Reliability of Neuroscience», *Nature Reviews Neuroscience* 14, fasc. 5 (maggio 2013): 365–76, <https://doi.org/10.1038/nrn3475>.

5.5. L'allenamento contro resistenza e la reinnervazione

A partire dagli anni Novanta del XXI secolo, si riscontra un aumento d'interesse verso il sistema muscolo-scheletrico e, di conseguenza, un incremento di ricerche e studi atti a dimostrare e discutere ampiamente quali sono i benefici derivanti dall'attività fisica e quali sono, invece, i problemi legati all'inattività motoria. Nel seguente paragrafo verranno esaminati diversi studi riguardanti l'importanza della somministrazione del *functional resistance training* ai fini preventivi dell'insorgenza dei fenomeni patologici e del miglioramento delle condizioni di vita e di salute degli individui anziani. Come abbiamo anticipato precedentemente, all'interno della letteratura scientifica è stato confermato da tempo che l'invecchiamento associato all'inattività comporti una progressiva perdita di motoneuroni α (apoptosi dei motoneuroni a livello del midollo spinale) e la successiva parziale reinnervazione delle fibre da parte dei motoneuroni "sopravvissuti" siano i fattori determinanti legati alla perdita di forza e di massa muscolare che si verificano con il progredire dell'età. Tutti questi processi sono accompagnati da un progressivo aumento delle fibre muscolari lente. Il modello di espressione effettivo delle isoforme di miosina negli anziani è modulato da fattori complessi e dipende dalle influenze contrastanti sia dell'invecchiamento che della ridotta attività fisica, che si spostano verso isoforme più lente o veloci (Tabella 18).

Gene	Proteina	Proprietà funzionali	Espressione
MYH1	MyHC-2X	Contrazione rapida	Tessuto muscolo-scheletrico Fibre 2X
MYH2	MyHC-2A	Contrazione rapida	Tessuto muscolo-scheletrico Fibre 2A
MYH3	MyHC-emb	Contrazione lenta	Sviluppo e rigenerazione muscolare
MYH6	MyHC-alpha	Contrazione intermedia	Tessuto muscolare cardiaco e muscolare della mandibola
MYH7	MyHC-beta/slow	Contrazione lenta	Tessuto muscolare cardiaco e fibre lente del tessuto muscolare – Fibre tipo I
MYH8	MyHC-neo	Non disponibile	Sviluppo e rigenerazione muscolare
MYH13	MyHC-EO	Contrazione super-rapida	Muscoli scheletrici extra-oculari (EO)
MYH14	MyHC-slow/tonic	Contrazione lenta	Fusi muscolari, Muscoli extra-oculari
MYH15	MyHC-15	Contrazione lenta	Fusi muscolari, Muscoli extra-oculari

Tabella 18: La tabella riassume la nomenclatura e il modello di espressione dei geni della catena pesante della miosina (MyHC) (MYH) e il corrispondente prodotto proteico sarcomerico nei mammiferi. Vengono inoltre riportati il pattern di espressione nei muscoli striati, nonché le proprietà funzionali in termini di velocità di contrazione.

Nello specifico, gli anziani allettati e inattivi riportano una riduzione delle fibre di tipo I ed uno spostamento verso le isoforme veloci di tipo IIx. Gli effetti delle lesioni spinali e delle paralisi determinano l'insorgenza di fenomeni di atrofia e re-organizzazione delle fibre. Nei soggetti sani si individua una determinata organizzazione delle fibre lente e di quelle veloci. Al contrario, nei soggetti che hanno subito una lesione spinale si può notare un aumento drastico delle fibre di tipo IIx e una riduzione delle fibre I. Questi cambiamenti istologici e fisiologici, osservati nel corso dell'invecchiamento muscolare, ci indicano che i fenomeni di denervazione contribuiscono in modo diretto a quelli di atrofia dei tessuti e mancanza di forza.

Nella seguente *systematic review*: “*Exercise-mediated reinnervation of skeletal muscle in elderly people: An update*”, gli autori in prima fase si sono occupati di descrivere i processi fisiologici associati alla denervazione delle unità motorie, confermando quanto abbiamo detto finora. In seguito, si sono concentrati sullo studio del fenomeno opposto, ossia la reinnervazione neuromuscolare. Secondo quanto riportato all'interno del testo, risulta evidente quanto l'attività fisica svolga un ruolo determinante nel favorire il fenomeno di reinnervazione muscolare. Il risultato della reinnervazione determina la capacità di preservare la massa muscolare e la capacità del muscolo di contrarsi efficacemente. Gli autori dello studio consigliano un approccio multimodale all'allenamento in età senile al fine di massimizzare i benefici legati all'attività fisica. L'allenamento in età avanzata dovrebbe comprendere un allenamento contro resistenza, soprattutto nella sua variante di allenamento della forza, in modo tale da essere in grado di stimolare il sistema neuromuscolare. Allo stesso tempo dovrebbero essere somministrati dei protocolli di *endurance training* capaci di stimolare il sistema cardiovascolare, la microcircolazione, il sistema respiratorio, ossia funzioni che insieme determinano un incremento delle condizioni di vita delle persone anziane. Ulteriori prove a sostegno dei fenomeni di denervazione e reinnervazione si basano sul fatto che nei giovani le isoforme delle fibre appaiono distribuiti casualmente all'interno del muscolo, ma diventano sempre più raggruppate e disfunzionali con il progredire dell'età. All'interno di questa review è stato incluso anche il seguente studio: “*Reinnervation of Vastus lateralis is increased significantly in seniors (70-years old) with a lifelong history of high-level exercise*”. Sono state analizzate le biopsie muscolari del vasto laterale del muscolo quadricipite femorale di anziani allenati di età compresa tra i 65 e i 79 anni. È importante sottolineare che i soggetti del test

praticavano abitualmente attività sportive per tre volte a settimana, fino al momento della biopsia. Nel presente studio sono stati utilizzati dei metodi istochimici per analizzare e confrontare le biopsie muscolari raccolte da settantenni sportivi con quelle di settantenni sedentari e soggetti giovani. Lo studio comprendeva l'analisi della quantità relativa di miofibre angolari (fibre muscolari denervate), la quantità di fibre muscolari veloci e lente (plasticità muscolare) e la quantità di fibre muscolari di tipo fibroso (fibre muscolari reinervate). I risultati ottenuti nelle biopsie qui analizzate riportano le seguenti informazioni: le piccole fibre angolari sono più frequenti nei settantenni sedentari che nei giovani uomini e nei settantenni con una storia di esercizio di alto livello per tutta la vita. Le percentuali maggiori di fibre angolari nel muscolo degli anziani sedentari rappresentano dei risultati statisticamente significativi. Al contrario, confrontando i soggetti giovani e gli sportivi senior non ci sono stati dei risultati statisticamente significativi. Le fibre muscolari denervate con un diametro inferiore a $30\mu\text{m}$ si osservano raramente ($< 0,5\%$) nelle biopsie muscolari di giovani uomini, mentre, al contrario sono statisticamente più elevate nelle biopsie rilevate da anziani sedentari ($6,9\%$). Quando si contano le fibre muscolari con diametri inferiori a $25\mu\text{m}$ le percentuali diminuiscono di circa il 50% per ogni gruppo; tuttavia, gli anziani sedentari mantengono ancora i valori più alti. Questo studio dimostra, quindi, che la somministrazione di attività fisica a lungo termine ha la capacità di aumentare notevolmente la percentuale di miofibre di tipo lento e il loro raggruppamento di tipo fibroso muscolare (F-TG). Questa trasformazione delle fibre verso una prevalenza di fibre di tipo lento, ottenuta tramite la fase di reinnervazione delle UM negli sportivi senior, sembra essere un meccanismo clinicamente e statisticamente rilevante. Questo accade perché, nonostante il fatto che le biopsie dei soggetti fossero molto differenti tra loro, in relazione ai numerosi fattori che possono influenzare la transizione del tipo di fibra, le analisi dei dati ottenuti hanno dimostrato che gli sportivi senior hanno un livello significativamente maggiore di raggruppamenti di fibre di tipo lento, dimostrando di conseguenza che il loro muscolo ha subito una significativa reinnervazione. Nello specifico, i risultati ottenuti tramite l'allenamento e la reinnervazione ad esso associata, ci suggeriscono che le proprietà muscolari di questi individui senior allenati siano più simili a quelle degli individui giovani rispetto a quelle degli anziani sedentari. Lo studio si conclude confermando la teoria per la quale l'esercizio fisico costante e a lungo termine è in grado di apportare effetti benefici sui motoneuroni e sulle fibre muscolari ad essi

associate, con un conseguente mantenimento della dimensione, della struttura e della funzione muscolare. Questo consente un ritardo del declino funzionale, della perdita di indipendenza, dell'avanzare dei processi *sarcopenici*, *dynapenici* e *osteoporotici*.

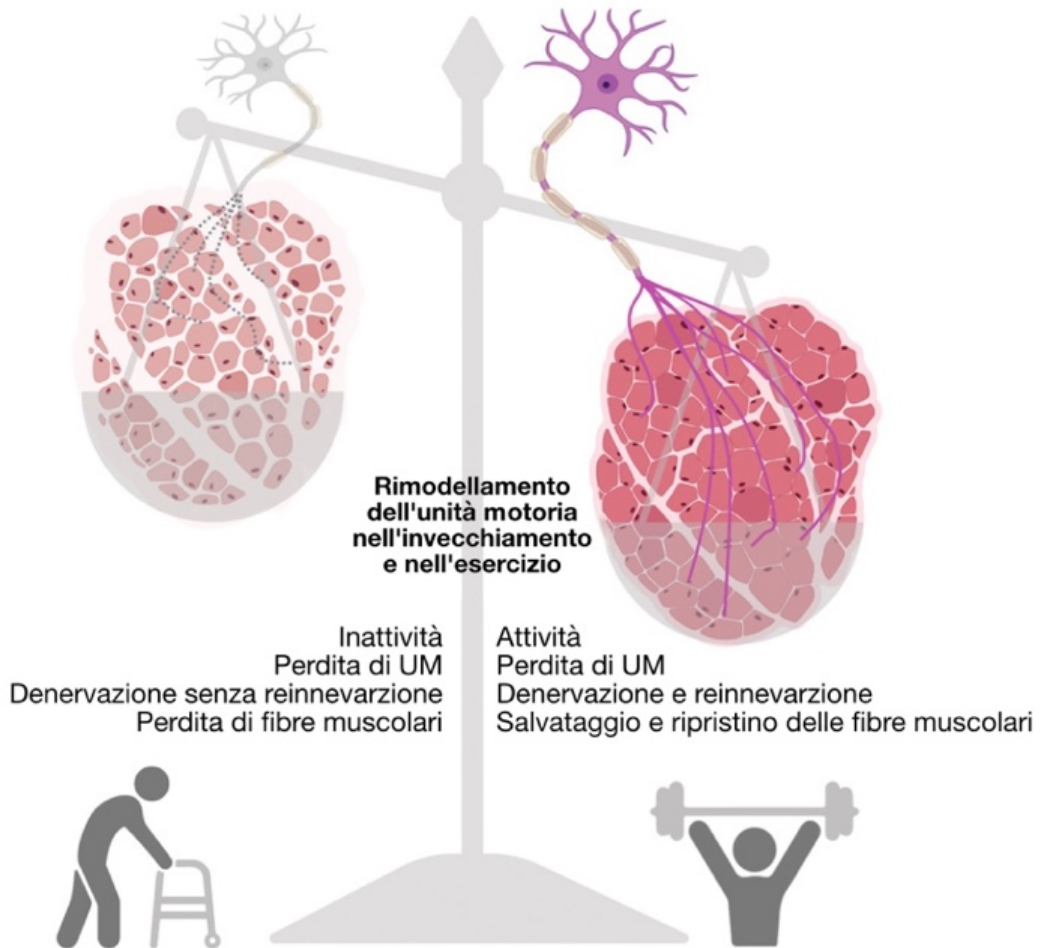


Figura 32: Rappresentazione grafica degli effetti di inattività e attività fisica sul rimodellamento delle unità motorie

Anche il gruppo di “Carraro e Mosole” dell'Università di Padova, all'interno del seguente studio: *“Use it or lose it: tonic activity of slow motoneurons promotes their survival and preferentially increases slow fiber-type groupings in muscles of old lifelong recreational sportsmen”* ha descritto tale processo proponendo di applicare, al sistema neuro-muscolare e ai fenomeni sarcopenici ad esso associati, il concetto di *“use it or loose it”*. (Mosole

et al. 2016)³⁶ Concludendo quanto analizzato finora, si può affermare che l'attività fisica favorisce la reinnervazione muscolare, preservando così non solo la massa muscolare ma anche la capacità del muscolo di contrarsi efficacemente. Per questo motivo, in età senile, si consiglia un approccio multimodale all'allenamento, al fine di massimizzare i benefici legati all'attività fisica.

5.6. Protocolli pratici dell'allenamento funzionale contro resistenza

Per trarre le somme di quanto detto finora, l'attività fisica combinata ad una buona alimentazione può avere effetti positivi anche in soggetti affetti da specifiche condizioni croniche e indipendentemente da eventuali parametri funzionali organo specifici alterati dallo stato patologico. È poi fondamentale sottolineare che, anche se l'integrazione nutrizionale può avere un'immediata applicazione clinica per il deperimento muscolare in individui con un apporto limitato di nutrienti necessari per i processi anabolici, potrebbe non essere sufficiente ed efficace a combattere i fenomeni fisiologici di atrofizzazione, denervazione e perdita di funzionalità. La somministrazione di aminoacidi e carboidrati riduce la proteolisi e fornisce il materiale necessario per la sintesi proteica, tuttavia, negli individui anziani fragili, l'integrazione nutrizionale dovrebbe essere sempre associata all'esercizio fisico. Per questo motivo, è di fondamentale importanza trovare dei metodi e dei protocolli efficaci che possano prevenire l'insorgenza precoce di fenomeni sarcopenici e che possano prendere di mira i meccanismi fisiologici alla base dell'ipertrofia, per andare a contrastare direttamente le vie metaboliche dell'atrofia. L'allenamento contro resistenza è stato a lungo identificato come il metodo più promettente per aumentare la massa muscolare e la forza tra le persone anziane, ed è proprio la letteratura scientifica che ci conferma l'efficacia di questa tipologia di allenamento a favorire lo sviluppo ipertrofico di forza, potenza, equilibrio e resistenza muscolare negli individui gli anziani. È importante analizzare questa tipologia di allenamento, perché il calo della forza e della massa muscolare durante l'invecchiamento sono associati direttamente alla fragilità fisica, all'aumentato rischio di cadute, al declino funzionale e alla mobilità ridotta nelle persone

³⁶ Simone Mosole et al., «Use It or Lose It: Tonic Activity of Slow Motoneurons Promotes Their Survival and Preferentially Increases Slow Fiber-Type Groupings in Muscles of Old Lifelong Recreational Sportsmen», *European Journal of Translational Myology* 26, fasc. 4 (25 novembre 2016), <https://doi.org/10.4081/ejtm.2016.5972>.

molto anziane. Sebbene molti fattori, tra cui malattie croniche, le carenze nutrizionali e invecchiamento stesso, possano contribuire alla debolezza muscolare e alla perdita di massa muscolare scheletrica nelle persone di età avanzata, attualmente solo il disuso dei muscoli scheletrici, lo stile di vita sedentario e la denutrizione sono potenzialmente prevenibili e reversibili con interventi mirati. Come possiamo analizzare nel seguente elaborato: “*Exercise Training and Nutritional Supplementation for Physical Frailty in Very Elderly People*”³⁷, gli autori hanno eseguito uno studio randomizzato e suddiviso in due gruppi, che sottoponeva 100 residenti di diverse case di cura a 10 settimane di allenamento contro resistenza, al fine di studiare se questa tipologia di allenamento avesse degli effetti positivi sul miglioramento della vita quotidiana di questi soggetti. I volontari sono stati reclutati tra i residenti di una struttura da 725 posti letto che fornisce assistenza a lungo termine agli anziani. L'età media delle sessantatré donne e dei trentasette uomini arruolati nello studio era di $87,1 \pm 6,0$ anni (intervallo da 72 a 98). I criteri per poter partecipare al test erano i seguenti: possedere un'età superiore ai 70 anni, avere la capacità di camminare per una distanza di almeno 6 metri. Più precisamente, sono stati esclusi dallo studio tutti i soggetti con le seguenti condizioni patologiche: grave deterioramento cognitivo, malattie in rapida progressione o terminali, malattie acute e croniche, soggetti che hanno sofferto di infarto del miocardio, di frattura dell'arto inferiore entro i sei mesi precedenti lo studio o di diabete mellito insulino-dipendente. Allo stesso tempo sono stati esclusi tutti i soggetti che seguivano una dieta dimagrante, come tutti coloro che praticavano allenamento contro resistenza al momento dell'iscrizione; o se i test di forza muscolare hanno rivelato un'anomalia muscoloscheletrica o cardiovascolare. I soggetti assegnati all'allenamento fisico sono stati sottoposti a un regime di “*resistance training*” con un progressivo aumento dell'intensità. L'allenamento prevedeva tre sedute settimanali di allenamento del gruppo degli estensori dell'anca e del ginocchio per un totale di dieci settimane. Il motivo della scelta selettiva di questi due compartimenti muscolari è relativo alla loro importanza nelle attività funzionali. Per quanto riguarda il protocollo di allenamento proposto in questo studio, gli individui sono stati sottoposti all'allenamento ad un carico determinato e fisso all'80% del 1RM. Al fine di progredire nel tempo e mantenere un'elevata intensità della stimolazione, il carico di allenamento è stato aumentato ad ogni

³⁷ Fiatarone M. A. et al., «Exercise training and nutritional supplementation for physical frailty in very elderly people, 1994, <https://doi.org/10.1056/NEJM199406233302501>.

sessione di allenamento, come tollerato dal soggetto e secondo l'applicazione di precisi test. Il test del massimale è stato ripetuto ogni due settimane per stimare un nuovo valore di riferimento. Gli individui appartenenti al gruppo di controllo hanno svolto tre attività a loro scelta offerte dal servizio di terapia ricreativa della struttura, che non potevano includere l'allenamento contro resistenza. Al contrario erano consentiti esercizi aerobici e di flessibilità. Questi soggetti, più precisamente, occupavano il loro tempo svolgendo passeggiate, ginnastica posturale sedentaria, giochi da tavolo, artigianato, concerti e discussioni di gruppo.

Per quanto riguarda i risultati del test (tabella 20 e 21) possiamo evidenziare che in termini di forza, l'allenamento contro resistenza ha generato un miglioramento del 113 ± 8 per cento rispetto all'incremento del 3 ± 9 per cento nei soggetti che non facevano esercizio ($P < 0,001$). In termini di "Gait Cycle" ossia di velocità dell'andatura si evidenzia un incremento di $11,8 \pm 3,8$ punti percentuali nei soggetti allenati, mentre al contrario essa è diminuita dell' $1,0 \pm 3,8$ per cento nei soggetti appartenenti al gruppo di controllo ($P = 0,02$). Per quanto riguarda l'espressione di potenza nel salire le scale, essa è migliorata rispettivamente del $28,4 \pm 6,6$ per cento negli individui del primo gruppo, contro il $3,6 \pm 6,7$ per cento del secondo gruppo ($P = 0,01$). In termini ipertrofici, invece, la "cross-sectional area" del muscolo della coscia è aumentata del $2,7 \pm 1,8$ per cento nei soggetti allenati, mentre è diminuita dell' $1,8 \pm 2,0$ per cento nei soggetti non allenati ($P = 0,11$).

	Gruppo allenato	Gruppo allenato + dieta	Gruppo dieta	Gruppo di controllo
Caratteristiche motorie:				
Velocità del ciclo del passo (metri / secondi)	0,51±0,04	0,44±0,04	0,45±0,05	0,47±0,04
Potenza nel salire le scale (W)	39,1±3,4	36,7±3,6	34,3±4,2	38,9±3,5
Stato nutrizionale e composizione corporea				
Body mass index	24,9±0,7	24,5±0,8	25,4±0,7	25,8±0,5
Energy Intake (kcal/day)	1.439±63	1.425±66	1.558±53	1.485±58
Potassio corporeo (g)	85.1±4,6	79.6±3,9	78,6±3,8	84,7±4,3
Muscle Cross Sectional Area (% della CSA di tutta la gamba)	48±2	46±3	44±2	44±3

Tabella 19: Caratteristiche basali dei soggetti presi in esame

Caratteristiche demografiche	Gruppo allenato	Gruppo allenato + dieta	Gruppo dieta	Gruppo di controllo
Età	86,2 ± 1 (72-95)	86,2 ± 1 (72-95)	86,2 ± 1 (72-95)	86,2 ± 1 (72-95)
Numero partecipanti	25	25	25	25
% donne	64%	64%	64%	64%
% uomini	36%	36%	36%	36%
Livello di indipendenza in %				
Indipendente	32%	36%	41%	38,5%
Semi dipendente	64%	56%	54,2%	53,9%
Dipendente	4%	8%	4,2%	7,7%
Forza muscolare e mobilità				
Forza arti inferiori (kg)	34,3±2,9	24,8±1,8	29,6±2,6	30,8±2,3
Assistenza deambulazione (%)				
Nessuna	26	8	17	15
Bastone	44	25	35	42
Walker	22	54	39	35
Sedia a rotelle	9	13	9	8

Tabella 20: Caratteristiche basali dei soggetti presi in esame

	N°	Gruppo allenato	Gruppo allenato + dieta	Gruppo dieta	Gruppo di controllo
Forza muscolare e mobilità					
Ginocchio destro (Kg)	89	4,9±0,6	5,0±0,5	-0,8±0,6	0,1±0,6
Ginocchio sinistro (Kg)	87	5,2±0,6	5,0±0,6	-1,1±0,6	-0,3±0,6
Anca destra (Kg)	48	8,8±1,2	6,3±1,0	0,7±1,0	1,3±1,0
Anca sinistra (Kg)	48	8,1±1,0	6,8±0,9	0,6±0,9	0,7±0,8
Leg press sinistra (Kg)	38	8,3±2,9	14,9±3,0	0,6±3,7	1,8±3,3
Leg press destra (Kg)	39	9,3±2,1	12,9±2,4	1,4±2,9	-1,1±2,6
Velocità del passo (metri / sec)	90	0,04±0,02	0,06±0,02	0,00±0,02	-0,02±0,02
Potenza nel salire le scale (W)	83	11,1±2,5	7,9±2,7	4,2±2,7	-2,5±2,7
Stato nutrizionale e composizione corporea					
Peso corporeo (kg)		0,2±0,4	1,0±0,4	0,8±0,4	-0,5±0,4
Spessore dell'area muscolare	(Cm ²)	0,9±1,7	1,7±1,7	-2,7±2,1	-0,4±1,94

Tabella 21: Tabella risultati principali dello studio

Come si evince dal grafico sottostante si sono verificati degli adattamenti significativi dei livelli di forza in entrambi i gruppi nei quale è stato introdotto il programma di *resistance training* (G1 e G2), in particolare si osserva un incremento ancor maggiore nel gruppo nel quale è stato somministrato, oltre all'allenamento, anche il protocollo alimentare. Al contrario, si può osservare che la sola integrazione alimentare non ha provocato nessun incremento diretto della forza muscolare, ma anzi, ha avuto addirittura un effetto negativo su di essa. Sebbene non venga trattato all'interno di questo elaborato, è comunque importante sottolineare che l'*energy intake* è stata significativamente aumentato solamente nei soggetti appartenenti al secondo e terzo gruppo.

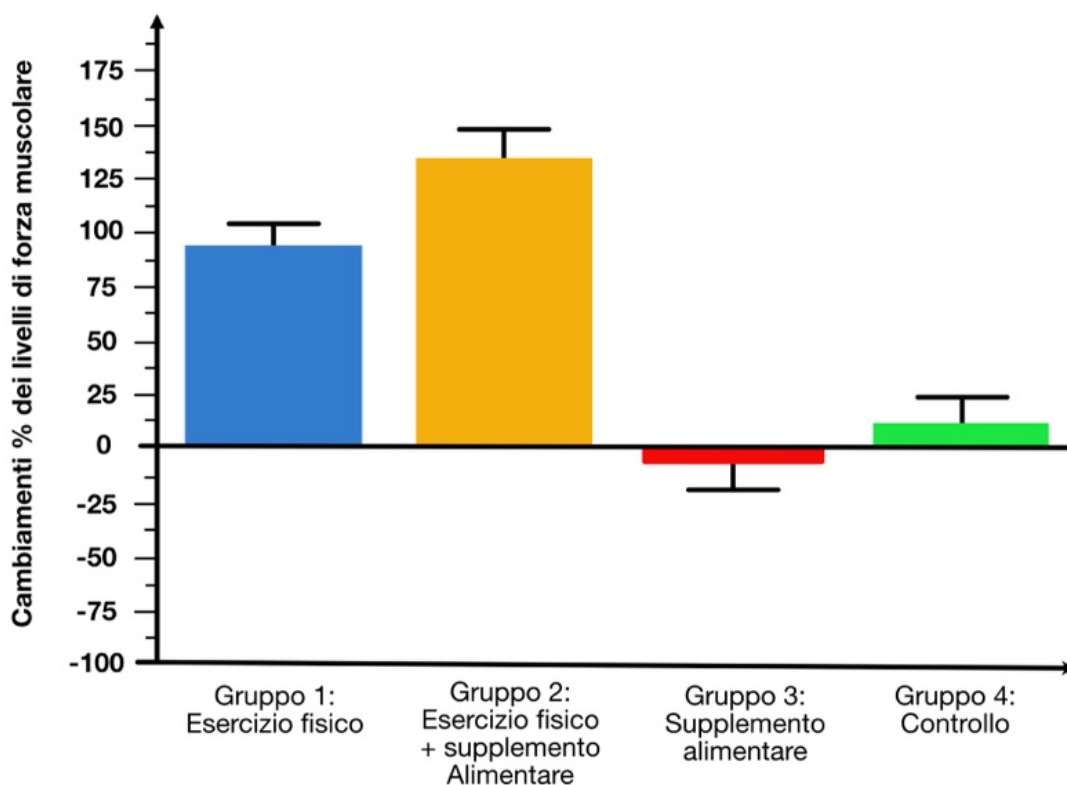


Figura 33: Differenza dei cambiamenti dei livelli di forza (%) all'interno dei quattro gruppi presi in esame

Al fine di confermare l'effetto positivo dell'allenamento contro resistenza per migliorare la funzione e prevenire gli effetti sarcopenici negli anziani, andremo ad analizzare il seguente studio: "*Strenght conditioning in older man: skeletal muscle hypertrophy and*

improved function”³⁸. In questo studio, dodici uomini precedentemente sedentari di età compresa tra 60 e 72 anni sono stati invitati a seguire un programma di allenamento contro resistenza della durata di 12 settimane per un totale di 34 sedute allenanti. Il protocollo dall’allenamento prevedeva l’esecuzione di tre serie da otto ripetizioni all’80% del massimale (1 RM), su un macchinario per gli estensori o per i flessori di ciascun ginocchio, con traiettoria vincolata. L’1 RM è stato misurato alla fine di ogni settimana sullo stesso dispositivo utilizzato per l’allenamento e di conseguenza il carico di allenamento è stato riadattato ogni settimana al fine di mantenere costante all’80% lo stimolo di allenamento. Per quanto concerne la componente antropometrica, i risultati del test non hanno riportato dei cambiamenti significativi in termini dell’aumento del peso corporeo o del guadagno di quantità ingenti di massa muscolare durante il periodo di allenamento. Tuttavia, al termine delle 12 settimane, le circonferenze della coscia sono state modificate e si è notato un incremento delle dimensioni medio di 2,1 cm ($P < 0,05$), come mostrato nella tabella seguente. Per quanto riguarda l’aumento dello spessore della cross-sectional area dell’arto inferiore, nel periodo delle 12 settimane possiamo notare un incremento progressivo con un picco del 11,9% del quadricipite destro e del 9,3% per quanto riguarda il quadricipite sinistro (Tabella 22).

	PRE	MID	POST
Antropometria:	Settimana 0	Settimana 6	Settimana 12
Peso corporeo (Kg)	78,0 ± 2,1	78,0 ± 1,9	78,5 ± 1,9
Massa Magra (Kg)	27,8 ± 1,3	27,9 ± 1,5	28,7 ± 1,3
Circonferenze coscia:			
Metà superiore coscia	56,5 ± 0,8	57,8 ± 0,9	58,6 ± 0,9
Metà coscia	49,3 ± 0,2	50,9 ± 0,7	51,6 ± 0,7
Metà inferiore coscia	40,9 ± 0,6	42,0 ± 0,6	42,5 ± 0,8

Tabella 22: cambiamenti antropometrici dovuti all’allenamento di forza.

Per quanto riguarda i livelli di forza muscolare, invece, tutti i gruppi muscolari hanno riportato dei miglioramenti marcati della forza dinamica misurati tramite test del massimale 1RM ($P = 0.001$), con incrementi medi di 20 kg per gli estensori e 15 kg per i flessori

³⁸ W. R. Frontera et al., «Strength Conditioning in Older Men: Skeletal Muscle Hypertrophy and Improved Function», *Journal of Applied Physiology* 64, fasc. 3 (1 marzo 1988): 1038–44, <https://doi.org/10.1152/jappl.1988.64.3.1038>.

nelle 12 settimane, come mostrato nella tabella proposta successivamente (Tabella 23). Inoltre, un altro risultato importante ottenuto tramite questo studio è stato il progressivo aumento di forza (4,4-5,6% della forza dinamica per sessione allenante). Altri studi, invece, hanno dimostrato un incremento di forza giornaliero compreso tra 0.9 to 4.2%³⁹. Nonostante il guadagno di forza evidenziato in questo studio potrebbe, in parte, essere stato determinato da valori di forza iniziali molto bassi, i risultati ci suggeriscono, comunque, che un protocollo standard di resistance training dedicato alla forza sia in grado di generare, nell'anziano, un marcato e rapido miglioramento dello stato funzionale. Inoltre, la relazione forza-velocità fornisce ulteriori prove a sostegno delle nozioni precedentemente descritte legate all'importanza dell'allenamento specifico della forza ai fini della ricerca di adattamento neurale.

	Dinamica (Kg)	Isometrica	Isocinetica (60°/s)(Nm)	Isocinetica (240°/s)(Nm)
Estensori destri				
PRE	20,0 ± 2,0	122,0 ± 9,0	155,0 ± 10,0	84,0 ± 6,0
MID	31,0 ± 2,0	128,0 ± 7,0	159,0 ± 10,0	89,0 ± 6,0
POST	40,0 ± 2,0	122,0 ± 6,0	167,0 ± 10,0	90,0 ± 5,0
Flessori destri				
PRE	8,0 ± 1,0	115,0 ± 7,0	96,0 ± 8,0	61,0 ± 5,0
MID	18,0 ± 1,0	128,0 ± 7,0	103,0 ± 7,0	67,0 ± 4,0
POST	23,0 ± 2,0	133,0 ± 7,0	107,0 ± 9,0	71,0 ± 6,0
Estensori sinistri				
PRE	20,0 ± 1,0	129,0 ± 10,0	154,0 ± 11,0	84,0 ± 6,0
MID	32,0 ± 2,0	126,0 ± 8,0	157,0 ± 11,0	91,0 ± 6,0
POST	40,0 ± 2,0	146,0 ± 2,0	167,0 ± 10,0	96,0 ± 6,0
Flessori sinistri				
PRE	8,0 ± 1,0	117,0 ± 7,0	95,0 ± 10,0	60,0 ± 6,0
MID	18,0 ± 1,0	131,0 ± 8,0	106,0 ± 8,0	66,0 ± 5,0
POST	23,0 ± 2,0	134,0 ± 8,0	108,0 ± 9,0	68,0 ± 6,0

Tabella 23: Cambiamenti dei livelli di forza nell'anziano in seguito all'allenamento di forza. I valori di forza massimale sono stati ricavati dall'applicazione di test dinamici dell'1RM. I valori di forza isocinetica e isometrica sono stati misurati con un dinamometro Cybex.

³⁹ KAUFFMAN, T. L. Strength training effect in young and aged women. Arch. Phys. Med. Rehabil. 65: 223-226, 1985.

L'aumento percentuale di forza è stato del 116,7% nel gruppo degli estensori del ginocchio destro (RE), del 107,4% negli estensori del ginocchio sinistro (LE) e del 226,7% per i flessori del ginocchio sinistro e destro (RF e LF). Più precisamente il guadagno di forza percentuale dopo ogni giorno di allenamento era il seguente: 3,4% (RE), 3,2% (LE), 6,7% (RF), e 6,2% (LF).

Analizzando questi studi è emerso quanto l'allenamento contro resistenza rappresenti, nella maggior parte dei casi, l'elemento alla base del miglioramento della condizione di vita dei soggetti di tutte le fasce di età. In particolare, all'interno degli studi finora analizzati, è emerso che i soggetti appartenenti alle età più avanzate della nostra società, possano trarre, dal "*resistance Training*", dei benefici significativi circa i seguenti aspetti: prevenzione, riduzione infortuni e riduzione incidenza traumi quotidiani, dovuta ad un migliore espressione di forza, rinforzo e migliore efficienza muscolare, diminuzione rischio osteoporosi e fenomeni sarcopenici, riportandoci quindi ad un miglioramento generale delle condizioni di salute.

Tuttavia, sebbene questi studi ci abbiano fornito delle informazioni sul tema dell'efficacia dell'allenamento contro resistenza e ci abbiano mostrato i suoi effetti, in ottica di allenamento funzionale e, quindi, in ottica di miglioramento della vita di tutti i giorni, essi non possono essere considerati sufficienti. Questo perché gli studi analizzati finora hanno riportato tutti lo stesso "limite". Essi si sono sempre basati esclusivamente su movimenti guidati, stereotipati, controllati e privi di ogni tipologia e forma di fattore destabilizzante e diversivo; pertanto, questi movimenti sono troppo aspecifici e per questo molto distanti dai movimenti che la vita di tutti i giorni ci richiede. Per questa ragione, verranno prese in esame delle ulteriori trattazioni scientifiche, in grado di mettere a confronto il *resistance training* su macchinari isotonici con ciò che l'allenamento funzionale ci invita a ricercare, ossia un allenamento contro resistenza svincolato da traiettorie fisse e piani di movimenti prefissati, tramite l'esecuzione di esercizi a corpo libero con sovraccarico, che prevedono, anche, una forte componente di attivazione dei muscoli stabilizzatori. Nel seguente studio: "*Effects of free weights and machine training on muscular strength in high-functioning older adults*"⁴⁰, gli autori si sono occupati del confronto e dell'analisi

⁴⁰ Nadja Schott, Bettina Johnen, e Benjamin Holfelder, «*Effects of Free Weights and Machine Training on Muscular Strength in High-Functioning Older Adults*», *Experimental Gerontology* 122 (luglio 2019): 15–24, <https://doi.org/10.1016/j.exger.2019.03.012>.

dell'effetto dell'allenamento su macchinari a traiettoria vincolata, tipici del mondo del bodybuilding, con l'allenamento che prevede l'utilizzo di pesi "liberi" o anche detti "free weights", tipico, invece, del "functional training". Gli autori hanno deciso di indagare questo nuovo aspetto del movimento e dell'allenamento, proprio perché in letteratura mancavano degli studi che si occupassero del confronto dell'allenamento con i pesi liberi e l'allenamento con le macchine. Gli autori ritengono, come ormai è stato confermato e dimostrato dai numerosi studi scientifici presenti in letteratura e precedentemente analizzati, che l'allenamento contro resistenza sia un fattore chiave nel contrastare il declino della capacità funzionali correlate all'invecchiamento, in particolare, dalla sesta decade in poi il functional resistance training diventa ancor di più un elemento imprescindibile per ridurre l'incidenza delle cadute negli anziani, per combattere la diminuzione della massa muscolare (sarcopenia); per ridurre la perdita di forza e della potenza muscolare (dynapenia); per aumentare la BMD e ridurre il rischio di frattura, per rinforzare il core e la muscolatura stabilizzatrice e generalmente per contrastare la maggior parte dei processi degenerativi neuromuscolari legati all'avanzamento dell'età^{41 42}. È stato ampiamente dimostrato da numerosi studi che gli esercizi proposti nei programmi di *resistance training* abbiano degli effetti positivi in numerosi fattori: tra cui massa muscolare, forza e potenza^{43 44 45}, migliore composizione corporea, maggiore densità minerale ossea e minore

⁴¹ Neal B. McKinnon et al., «Neuromuscular Contributions to the Age-Related Reduction in Muscle Power: Mechanisms and Potential Role of High Velocity Power Training», *Ageing Research Reviews* 35 (maggio 2017): 147–54, <https://doi.org/10.1016/j.arr.2016.09.003>.

⁴² Marques Mário C. PhD, Izquierdo Mikel PhD, e Pereira Ana PhD, «High-speed resistance training in elderly people: a new approach toward counteracting age-related functional capacity loss», Volume 35, fasc. Issue 2 (aprile 2013): 23–29, <https://doi.org/10.1519/SSC.0b013e31828ba884>.

⁴³ Jozo Grgic et al., «Effect of Resistance Training Frequency on Gains in Muscular Strength: A Systematic Review and Meta-Analysis», *Sports Medicine* 48, fasc. 5 (maggio 2018): 1207–20, <https://doi.org/10.1007/s40279-018-0872-x>.

⁴⁴ Christopher McCrum et al., «Alterations in Leg Extensor Muscle-Tendon Unit Biomechanical Properties With Ageing and Mechanical Loading», *Frontiers in Physiology* 9 (28 febbraio 2018): 150, <https://doi.org/10.3389/fphys.2018.00150>.

⁴⁵ Pedrode Camargo Guizelini et al., «Effect of Resistance Training on Muscle Strength and Rate of Force Development in Healthy Older Adults: A Systematic Review and Meta-Analysis», *Experimental Gerontology* 102 (febbraio 2018): 51–58, <https://doi.org/10.1016/j.exger.2017.11.020>.

rischio di osteoporosi ⁴⁶, migliore mobilità ed equilibrio ⁴⁷, diminuzione del rischio di cadute, aumento delle funzioni cognitive ⁴⁸ e una qualità della vita complessivamente migliorata ⁴⁹. Tuttavia, anche se sono stati confermati gli effetti positivi del *resistance training*, gli autori trattenevano ancora qualche dubbio sull'organizzazione del programma di allenamento "ottimale" per questo gruppo target "speciale", in quanto risultava difficile pianificarlo a causa dell'elevato numero di variabili organizzative e mecano-biologiche dei fattori coinvolti. Sulla base di tutti questi fattori, gli autori di questo studio hanno investigato e valutato direttamente la differenza in termini di miglioramento dell'espressione di forza nei due gruppi: il primo allenato mediante esercizi con traiettoria svincolata e pesi liberi e il secondo tramite macchinari isotonici. Oltre all'effettiva efficacia degli allenamenti, essi hanno anche investigato la concreta possibilità di somministrare un allenamento di questo tipo fosse fattibile. I partecipanti dello studio comprendevano trentadue individui suddivisi in donne e uomini di età compresa tra 60 e 86 anni (L'età media era di $66,9 \pm 5,5$). Tutti gli individui presentavano caratteristiche di elevata funzionalità psico-motoria. I partecipanti sono stati divisi in due gruppi che si sono allenati due volte alla settimana per un totale di 26 settimane di allenamento.

1. Il primo gruppo è composto dai 16 soggetti, che si dovevano esercitare tramite l'utilizzo dei seguenti macchinari: *leg press*, *chest press*, *upper row machine*, *curl* per bicipiti ai cavi bassi, *Push Down* per tricipiti ai cavi alti.
2. Il secondo gruppo è composto dagli altri 16 partecipanti, che si dovevano essere allenati tramite l'utilizzo di pesi liberi nei seguenti esercizi: *squat*, distensione su panca piana, rematore con bilanciere, *curl* con manubri, *french press* con manubri.

⁴⁶ Ville Huovinen et al., «Bone Mineral Density Is Increased after a 16-Week Resistance Training Intervention in Elderly Women with Decreased Muscle Strength», *European Journal of Endocrinology* 175, fasc. 6 (dicembre 2016): 571–82, <https://doi.org/10.1530/EJE-16-0521>.

⁴⁷ Eeva Aartolahti et al., «Long-Term Strength and Balance Training in Prevention of Decline in Muscle Strength and Mobility in Older Adults», *Aging Clinical and Experimental Research* 32, fasc. 1 (gennaio 2020): 59–66, <https://doi.org/10.1007/s40520-019-01155-0>.

⁴⁸ Zhihui Li et al., «The Effect of Resistance Training on Cognitive Function in the Older Adults: A Systematic Review of Randomized Clinical Trials», *Aging Clinical and Experimental Research* 30, fasc. 11 (novembre 2018): 1259–73, <https://doi.org/10.1007/s40520-018-0998-6>.

⁴⁹ Peter D. Hart e Diona J. Buck, «The Effect of Resistance Training on Health-Related Quality of Life in Older Adults: Systematic Review and Meta-Analysis», *Health Promotion Perspectives* 9, fasc. 1 (23 gennaio 2019): 1–12, <https://doi.org/10.15171/hpp.2019.01>.

I partecipanti hanno allenato, per sei mesi, gli stessi cinque gruppi muscolari tramite un protocollo di allenamento che prevedeva l'esecuzione di tre serie da dieci/dodici ripetizioni ad un'intensità del 10 RM, seguite da 20 minuti di allenamento di *endurance*. Sono state effettuate tre misurazioni: una all'inizio, una dopo 10 settimane e infine 26 settimane con lo scopo di valutare la forza dinamica, forza isometrica e forza resistente. I dati provenienti dalle misurazioni compiute hanno riportato aumenti significativi di forza sia nel gruppo di allenamento con pesi liberi (FWT) che nel gruppo di allenamento con macchine (MT) nel periodo di sei mesi.

	Machine training (MT) n = 16	Free weights training (FWT) n = 16
Caratteristiche demografiche e antropometriche		
Sesso: % donne	68.8	68.8
Sesso: % uomo	33,2	33,2
Età (Anni)	67.7 ± 6.56	66.1 ± 4.43
Altezza (cm)	172 ± 7.50	169 ± 7.25
Peso (kg)	75.8 ± 10.9	70.9 ± 13.6
BMI (kg/m ²)	25.4 ± 2.43	24.7 ± 4.13
Educazione (anni)	10.4 ± 2.16	10.8 ± 2.72
Stato civile (%)		
Coniugato / convivente	43.8	43.8
Nubile - Celibe - divorziato/a - vedovo/a	56.3	56.3
Esercizio fisico (min/settimana)	213 ± 173	271 ± 129
FFB-Mot (da 12 a 60 punti)	43.4 ± 8.21	47.1 ± 8.00
Stato sociale		
Generale (da 1 a 5 punti)	3.93 ± 0.59	3.93 ± 0.52
Attraverso lo sport (da 1 a 5 punti)	2.75 ± 0.81	3.18 ± 0.75
Qualità della vita (da 15 a 60 punti)	47.3 ± 6.50	50.2 ± 4.65

Tabella 24: Caratteristiche basali dei partecipanti

	Baseline	10 settimane	26 settimane	Follow-Up
Leg press/squat (10 RM, kg)				
Forza assoluta MT	69.6 ± 17.7	86.8 ± 17.4	98.3 ± 18.1	95.4 ± 13.1
Forza relativa MT	0.94 ± 0.22	1.17 ± 0.22	1.33 ± 0.24	1.29 ± 0.17
Forza assoluta FWT	22.8 ± 9.74	37.7 ± 13.7	46.9 ± 17.9	42.1 ± 16.6
Forza relativa FWT	0.33 ± 0.10	0.55 ± 0.11	0.68 ± 0.15	0.61 ± 0.14
Chest press/ distensioni su panca piana (10 RM, kg)				
Forza assoluta MT	27.6 ± 9.96	42.5 ± 13.5	47.0 ± 12.8	41.7 ± 13.9
Forza relativa MT	0.37 ± 0.13	0.57 ± 0.16	0.63 ± 0.15	0.55 ± 0.16
Forza assoluta FWT	20.9 ± 8.91	29.9 ± 11.1	33.2 ± 13.1	29.8 ± 13.9
Forza relativa FWT	0.29 ± 0.09	0.41 ± 0.10	0.46 ± 0.12	0.41 ± 0.11
Seated row/ rematore con bilanciere (10 RM, kg)				
Forza assoluta MT	30.4 ± 7.34	40.6 ± 8.51	44.8 ± 11.5	39.2 ± 10.1
Forza relativa MT	0.41 ± 0.10	0.54 ± 0.09	0.60 ± 0.12	0.52 ± 0.11
Forza assoluta FWT	24.6 ± 10.1	37.4 ± 13.6	40.4 ± 13.9	35.6 ± 13.6
Forza relativa FWT	0.35 ± 0.10	0.53 ± 0.11	0.57 ± 0.13	0.50 ± 0.12
Curl bicipiti ai cavi bassi / curl con manubri (10 RM, kg)				
Forza assoluta MT	56.9 ± 9.50	74.3 ± 12.6	80.8 ± 17.3	76.8 ± 16.8
Forza relativa MT	0.77 ± 0.15	1.00 ± 0.17	1.08 ± 0.21	1.03 ± 0.20
Forza assoluta FWT	12.5 ± 3.21	17.0 ± 4.97	18.4 ± 5.78	16.3 ± 5.04
Forza relativa FWT	0.18 ± 0.03	0.24 ± 0.04	0.26 ± 0.05	0.23 ± 0.04
Push down / french press da supino su panca piana (10 RM, kg)				
Forza assoluta MT	16.5 ± 2.80	19.8 ± 3.47	21.2 ± 4.32	16.8 ± 2.92
Forza relativa MT	0.22 ± 0.04	0.27 ± 0.04	0.28 ± 0.05	0.24 ± 0.04
Forza assoluta FWT	10.2 ± 3.04	16.0 ± 6.10	19.3 ± 7.50	16.8 ± 6.69
Forza relativa FWT	0.14 ± 0.03	0.22 ± 0.06	0.27 ± 0.07	0.23 ± 0.07

	Baseline	10 settimane	26 settimane	Follow-Up
Forza della presa (kg)				
MT	22.3 ± 4.81	22.1 ± 5.38	23.1 ± 5.85	-
FWT	22.9 ± 6.25	23.3 ± 5.67	23.8 ± 6.43	-
BMI				
MT	25.4 ± 2.43	25.4 ± 2.51	25.4 ± 2.67	-
FWT	24.7 ± 4.13	24.7 ± 3.97	24.9 ± 3.97	-

Tabella 25: Misurazioni dei livelli di forza assoluta e relativa in relazione al periodo cronologico del programma di allenamento e al gruppo di test (diviso per sovraccarico utilizzato)

La tabella sovrastante evidenzia e raccoglie tutte le differenze nelle misurazioni di forza assoluta e relativa espressa negli esercizi con pesi liberi (FWT) e con macchinari (MT) (Tabella 25). Ad un'attenta analisi, si possono notare delle differenze nette a favore dell'allenamento con i pesi liberi (FWT) per quanto riguarda l'aumento di forza negli esercizi di squat, rematore con bilanciere e french press per tricipiti. Più precisamente, per quanto riguarda la forza degli arti inferiori, lo squat ha determinato un aumento in percentuale rispetto al valore basale del 117%, contro il 44% raggiunto tramite l'allenamento su *leg press*; lo sviluppo di forza nei tricipiti ha visto un miglioramento del 89% nell'allenamento con i pesi liberi, contro un 28,3% nel gruppo che eseguiva il *push down* ai cavi; lo sviluppo di forza nel gran dorsale ha riportato un miglioramento del 70% nell'esecuzione del rematore con bilanciere, contro il 48,2% dell'allenamento tramite *seated row*; per quanto riguarda la forza espressa dal muscolo bicipite brachiale, non sono state evidenziate grandi differenze, tuttavia, l'allenamento tramite l'esecuzione del *curl* con manubri ha permesso di ottenere un miglioramento del 45%, contro il 40% dell'esecuzione ai cavi. A differenza di tutti i gruppi muscolari citati finora, l'esecuzione della panca piana con bilanciere non ha determinato un aumento maggiore rispetto all'esecuzione della *bench press*. Infatti, i valori riportati sono rispettivamente del 61% contro il 75%. È importante sottolineare che in questi test il genere sessuale maschile ha riportato dei guadagni complessivi di forza più elevati rispetto ai soggetti femminili.

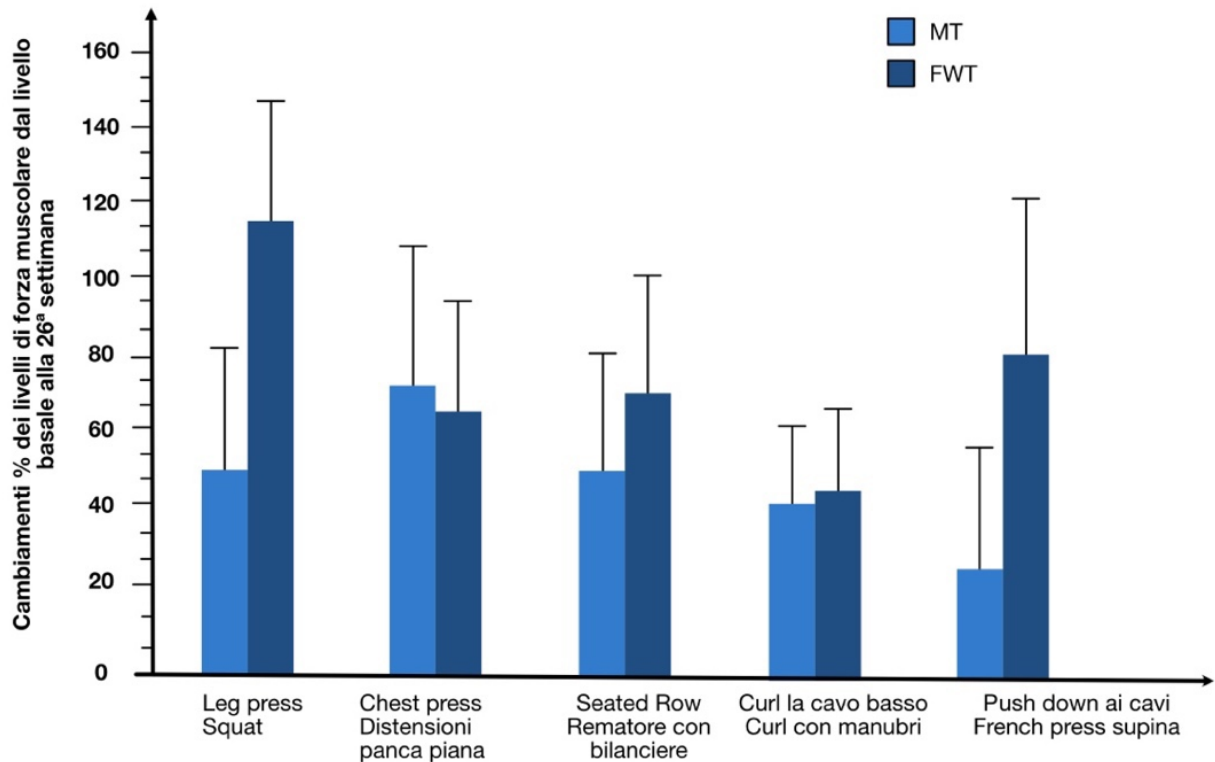


Figura 34: Rappresentazione grafica della variazione percentuale media (\pm SD) dei livelli di forza assoluti, dal livello basale alla settimana 26, suddiviso nei due gruppi di allenamento.

In seguito all'applicazione del protocollo allenante, era prevista anche una piccola fase di *detraining*, al fine di individuare quale tipologia di allenamento provocasse la maggiore riduzione in termini di forza. I risultati di questa fase hanno riportato delle riduzioni di forza in entrambi i gruppi, tuttavia, anche se il gruppo FWT ha perso una quantità significativa di forza in seguito al periodo di *detraining* (DET), questo valore era ancora significativamente superiore ai valori di base. Ugualmente, anche la forza del gruppo MT è diminuita significativamente ($p < 0.001$ per tutte le misure, tranne per la *leg press*), tuttavia questo valore era ancora significativamente più alto rispetto ai loro valori di base per tutte le misure, tranne per quanto riguarda l'esercizio: *push down ai cavi*.

Infine, gli autori hanno concluso lo studio proponendo la compilazione di un questionario di follow-up composto da otto domande inerenti alla percezione individuale degli allenamenti contro resistenza proposti. Il questionario è stato misurato secondo la scala *Likert* che si estende da 1 (non sono affatto d'accordo) a 7 (sono completamente d'accordo) punti,

tuttavia è importante sottolineare, che esso ha uno scopo statistico e non ha alcuna una valenza scientifica. All'interno del questionario sono state poste le seguenti domande:

- Durante l'allenamento della forza, mi sento più sicuro con un compagno di allenamento;
- L'allenamento della forza è divertente;
- La mia motivazione all'allenamento è aumentata in modo significativo attraverso l'allenamento della forza;
- Trovo che l'allenamento della forza sia molto faticoso;
- Continuerò con l'allenamento della forza in futuro;
- L'allenamento della forza mi semplifica la vita di tutti i giorni;
- Una cura adeguata e un buon allenatore sono molto importanti per me nell'allenamento della forza;
- L'allenamento della forza mi dà maggiore fiducia in me stesso nelle mie prestazioni fisiche.

Per quanto concerne i risultati del sondaggio, i partecipanti hanno valutato il FWT con punteggi più elevati rispetto al gruppo MT in termini di divertimento, motivazione, probabilità di mantenere lo stile di vita in futuro, percezione di maggior beneficio per la vita quotidiana e miglioramento della performance motoria generale. Essi hanno evidenziato come unico svantaggio quello di necessitare della presenza di un compagno d'allenamento al fine di garantire per sé stessi una maggiore sicurezza (Fig.35)

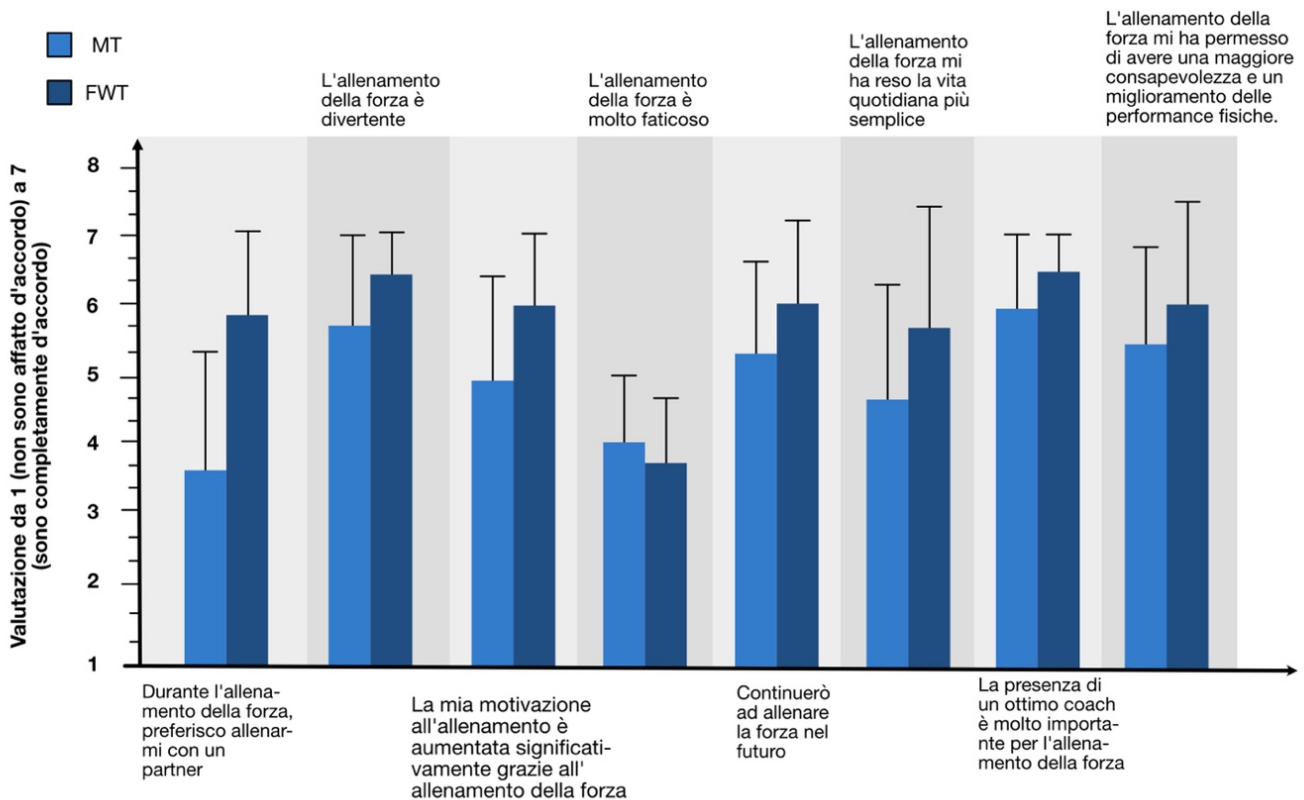


Figura 35: Rappresentazione grafica delle valutazioni del questionario finale proposto ai partecipanti. Nel dettaglio la valutazione si estende da 1 (non sono affatto soddisfatto) a 7 (sono completamente soddisfatto).

Proseguendo su questa linea di pensiero, ci si soffermerà sull'analisi del seguente studio: *“Functional strength training: Seated machine vs standing cable training to improve physical function in elderly”*. Siccome la maggior parte degli studi sull'allenamento della forza riguarda l'esecuzione di esercizi su macchinari in posizione seduta, anche questo gruppo ha mostrato un certo interesse su quello che è invece un movimento più funzionale e più vicino alla realtà quotidiana. Alla luce di questo, gli autori hanno proposto un protocollo di allenamento che aveva l'obiettivo di somministrare esercizi funzionali o con un task specifico, capaci di coinvolgere schemi motori quanto più simili alle attività quotidiane. Gli esercizi svincolati da traiettorie fisse, che utilizzano pesi liberi o cavi, sono una forma di allenamento della forza funzionale che si distanzia enormemente dall'allenamento classico su macchinari. Gli autori hanno proposto uno studio randomizzato,

controllato e “*in cieco*”⁵⁰ della durata di dodici settimane, al fine di valutare, determinare e controllare quali sono gli effetti dell'allenamento seduto su macchinario (SM) rispetto all'allenamento in stazione eretta eseguita tramite l'utilizzo di cavi (SC) sulle prestazioni neuromuscolari, sulla ricomposizione corporea e sulla funzione IADL⁵¹ nelle persone anziane. Lo studio comprendeva un totale di 29 anziani indipendenti, di età compresa tra 65 e 90 anni. I criteri di inclusione erano i seguenti: età compresa tra 65 e 90 anni, vivere in modo indipendente nella comunità, non aver sollevato pesi regolarmente negli ultimi sei mesi. I criteri di esclusione, invece, includevano: disturbi neurologici che avrebbero influenzato l'equilibrio, presenza di grave deterioramento cognitivo, presenza di grave alterazione muscolo-scheletrica, presenza di almeno una malattia cronica instabile, presenza di uno stato grave di depressione, presenza di gravi problemi vestibolari, presenza di ipotensione ortostatica ed infine uso simultaneo di farmaci cardiovascolari, psicotropi e antidepressivi. I partecipanti sono stati assegnati in modo casuale in un gruppo piuttosto che in un altro. La durata del programma di allenamento è di 12 settimane, all'interno delle quali i partecipanti si sono impegnati in un allenamento *totalbody* due volte a settimana. In seguito alla fase di randomizzazione, prima dell'inizio dell'allenamento, i carichi di allenamento sono stati determinati tramite l'applicazione di un 12RM test ad ogni soggetto per ogni esercizio del programma. Si è scelto di utilizzare il 12RM al fine di rendere la procedura di test più sicura e ridurre il rischio di lesioni associate alla ricerca dell'1RM. Durante il periodo di formazione di 12 settimane i partecipanti hanno attraversato una fase iniziale preparatoria di 2 settimane durante la quale il volume è stato gradualmente aumentato da 1 a 3 serie. Successivamente, ogni sessione di allenamento è iniziata con 1 serie di riscaldamento al 50% del carico di lavoro impostato per 8-10 ripetizioni su due macchine multi-articolari per la parte superiore e inferiore del corpo. L'intensità variava da un'intensità moderata a un'intensità vigorosa (6–8) su una scala RPE da 0 a 10. Il volume era di 3 serie da 12 ripetizioni. Ai partecipanti è stato chiesto di eseguire le fasi concentriche ed eccentriche di ogni esercizio in 2 secondi. La progressione prevedeva

⁵⁰ Il “*Single Blind Study*” è una tipologia di sperimentazione clinica in cui solo il ricercatore che conduce lo studio sa quale trattamento o intervento sta ricevendo il partecipante fino al termine della sperimentazione. Uno studio in singolo cieco rende meno probabile che i risultati dello studio siano distorti e influenzati da fattori non correlati al trattamento o all'intervento testato.

⁵¹ Instrumental activities daily living scale (IADL) è uno strumento di valutazione dei gradi di autonomia nelle attività strumentali di un paziente

l'aumento del peso del 5–10% nel momento in cui il partecipante era in grado di completare 3 serie da 12 ripetizioni con un RPE inferiore a 8. È stato fornito un recupero di 1/2 min tra le serie. Entrambi i gruppi hanno eseguito 5 esercizi per la parte inferiore del corpo e 6 per la parte superiore del corpo mirati ai principali gruppi muscolari. Il gruppo SM ha eseguito tutti gli esercizi in posizione seduta utilizzando macchinari tradizionali, mentre il gruppo in piedi ha eseguito tutti gli esercizi in posizione eretta tramite l'utilizzo di una stazione multifunzione tramite l'utilizzo di cavi. Gli esercizi eseguiti durante ogni intervento per ciascun gruppo muscolare sono riportati nella tabella 26.

	Standing Cable (SC)	Seated Machine (SM)
Parte superiore del corpo		
Pettorali	Chest press in piedi	Chest press da seduto
Dorso	Rematore in piedi	Back Rows da seduto
Spalle	Shoulder Press ai cavi da seduto *	Shoulder Press in piedi *
Bicipiti	Curl bicipiti in piedi	Preacher curl da seduti
Tricipiti	Push down in piedi	Estensione del gomito da seduto
Core	Esercizi anti-rotazione in piedi	Crunches supini
Parte inferiore del corpo		
Gambe	Box squats	Leg press
Adduttori	Adduttori in piedi al cavo	Seated adductor machine
Abduttori	Abduttori in piedi al cavo	Seated abductor machine
Polpacci	Calf raise in piedi	Seated dorsiflexion

Tabella 26: Lista completa degli esercizi utilizzati

Per quanto riguarda i risultati del programma di allenamento, possiamo dire che alla fine del periodo delle 12 settimane, dodici partecipanti nei gruppi SC e dieci nei gruppi SM hanno completato tutti i relativi test. I risultati primari del test miravano alla valutazione della *physical performance battery*. La Physical Performance Battery (PPB) è una misura delle prestazioni fisiche della parte inferiore del corpo specificamente progettata per valutare le prestazioni fisiche e lo stato funzionale degli anziani. La PPB include tre test di equilibrio in stazione eretta (*side-by-side stance, modified tandem stance, tandem stance*), *sit to stand* test per cinque volte, un test di velocità dell'andatura per la lunghezza

di 4 metri. A questi test sono stati integrati degli altri compiti più impegnativi, vale a dire il mantenimento statico monopodalico della posizione eretta e il *narrow walk*. I risultati dei test di funzionalità fisica non hanno mostrato differenze significative tra i gruppi; tuttavia, il confronto tra i due gruppi ha riportato un effetto maggiore a favore del gruppo SC. Inoltre, entrambi i gruppi hanno determinato dei miglioramenti moderati. Più precisamente il gruppo SC ha mostrato un aumento di 0,23 punti in PPB mentre SM ha mostrato un aumento di 0,15 punti. Un cambiamento di 0,12 punti è considerato un piccolo cambiamento, mentre 0,23 punti è considerato un cambiamento significativo. Il *sit to stand* test ha riportato un effetto statisticamente significativo a favore di SC (24%), mentre il SM ha mostrato un miglioramento statisticamente significativo del 13%. Per quanto riguarda i test di andatura normale, stretta e di equilibrio non ci sono stati miglioramenti significativi rispetto al valore di base. Per quanto riguarda i risultati secondari del programma di allenamento, possiamo dire che per quanto riguarda l'esercizio di chest press sono stati rilevati dei miglioramenti inferiori nel gruppo SC (10%), rispetto al gruppo SM (24%). In termini di forza espressa dagli arti inferiori, i risultati tra i gruppi non hanno mostrato differenze significative. Il massimale (1RM) di leg press ha riportato un incremento del 23% per il gruppo SM e del 24% per il gruppo che eseguiva lo squat ai cavi.

	Standing cable (n = 12)		Seated machine (n = 10)	
	Baseline	12 weeks	Baseline	12 weeks
Funzionalità				
PPB	2.54 (±0.41)	2.77 (±0.44)*	2.54 (±0.31)	2.69 (±0.30)*
Equilibrio	81.6 (±14.6)	81.9 (±13.6)	83.6 (±9.1)	85.4 (±7.8)
Ciclo del passo	5.02 (±0.80)	4.84 (±0.57)	5.29 (±1.6)	5.0 (±0.94)
Narrow walk	5.06 (±1.9)	4.8 (±1.7)	6.4 (±2.8)	5.45 (±1.3)
Chair sit to stand	9.9 (±1.5)	7.54 (±1.4)*	10.6 (±1.8)	9.1 (±1.6)*
1RM				
Leg press	130.3 (±56.2)	161.1(±61.6)*	136.1 (±53.5)	167.8 (±62.0)*
Chest Press	30.8 (±17.4)	33.9(±17.4)*	27.6 (±16.0)	34.3 (±16.9)*
Potenza				
Leg press	825 (±345)	925 (±379)	860 (±376)	918 (±404)
Chest Press	294 (±173)	320 (±186)	294 (±186)	310 (±197)
Palla medica	5.6 (±2.1)	6.0 (±2.0)*	5.2 (±2.1)	5.7 (±2.1)*

Tabella 27: Tabella dei risultati in termini di funzionalità, forza e potenza.

In conclusione, si può dire che l'allenamento contro resistenza è un metodo d'allenamento raccomandabile per tutti i programmi di allenamento che hanno l'obiettivo di migliorare la funzione fisica negli individui che invecchiano. Nel presente studio, in particolare è stato preso in esame il confronto tra esercizi di *resistance training* in forma libera e in forma vincolata. Gli autori hanno dimostrato che entrambe le forme di allenamento sono in grado di migliorare la funzione fisica e la qualità vita degli anziani. Inoltre, lo studio attuale, combinato con i risultati di altri studi correlati, fornisce supporto alla teoria per la quale l'esercizio fisico e quindi il programma di allenamento di forza deve essere quanto più specifico e adattabile alle richieste funzionali della vita. Ricordiamo, infatti, che un buon programma di allenamento mirato alla prevenzione delle malattie del sistema muscolo-scheletrico e alla ricerca di una elevata funzionalità nell'anziano dovrebbe proporre principalmente l'esecuzione di esercizi funzionali capaci di attivare sinergicamente e funzionalmente tutti i muscoli stabilizzatori in modo isometrico e i muscoli motori principali tramite contrazioni eccentriche e concentriche. Gli esercizi a catena cinetica chiusa sono considerabili funzionalmente migliori degli esercizi a catena cinetica aperta. Quando si parla di anziani si parla spesso del rischio di lesione dovuto al rischio di caduta e incidente. Al fine di ridurre il rischio di caduta, il programma di allenamento deve essere finalizzato al rinforzo della componente estensoria dell'anca e dell'attivazione sinergica del core. Gli esercizi funzionali, oltre a garantire la corretta stimolazione delle vie anaboliche e neurali, permettono agli anziani di eseguire gli esercizi in stazione eretta lavorando allo stesso tempo sul piano della stabilizzazione, dell'elevata sinergia, dell'attivazione di più linee miofasciali e della specificità del movimento, che garantirà un movimento molto più fluido e naturale, permettendo all'anziano di essere più efficiente e più propenso ad uno stile di vita attivo. Gli esercizi funzionali hanno la capacità di adattarsi direttamente allo stato funzionale del soggetto anziano e, tramite le corrette regressioni e progressioni, essi sono in grado di migliorare ampiamente il corredo motorio degli individui. Seguendo un programma di allenamento funzionale, gli anziani possono ottenere ingenti benefici in termini di coordinazione, di forza, di velocità del passo, di equilibrio.

Per concludere il capitolo inerente alle patologie sistemiche, l'elaborato si concentrerà, di seguito, sull'osteoporosi. Dal momento che questa patologia comporta un deterioramento della microarchitettura ossea e un aumento della fragilità ossea, i soggetti che ne soffrono devono prestare una maggiore attenzione al mantenimento di una buona postura

durante la seduta allenante evitando di oltrepassare i 30° di carico assiale anteriore sul piano frontale. Ciò accade perché la loro struttura anatomica necessita di una certa stabilità, che deve essere mantenuta negli esercizi, al fine di evitare un eccessivo sovraccarico muscolo-scheletrico. Dal momento che è controproducente sottoporre i soggetti ad esercizi con un braccio di leva troppo lungo, in quanto le vertebre verrebbero sottoposte a delle forze di taglio e ad un carico compressivo troppo elevato, si sconsigliano tutte quelle tipologie di *squat* dove il carico è mantenuto anteriormente a braccia distese distanti dal corpo. Al contrario, ad esempio un *front squat* con kettlebell, con il carico posizionato a livello del baricentro, ha la capacità di ridurre le forze che attraversano la colonna, garantendo un movimento più sicuro e maggiormente gestibile. Per quanto riguarda l'inclusione di esercizi pliometrici quali balzi e salti, si può dire che essi siano degli ottimi esercizi aggiuntivi ad alto impatto, che possono offrire uno stimolo allenante essenziale per la crescita di ossa forti e sane. Tuttavia, prima di poter somministrare tali esercizi, è fondamentale rispettare le norme di sicurezza generali dell'allenamento contro resistenza. Come abbiamo anticipato precedentemente, gli anziani dovrebbero man mano acquisire un controllo sempre maggiore della muscolatura del core, in modo tale da creare una solida base posturale capace di ridurre buona parte delle forze di compressione e torsione a carico della colonna vertebrale durante l'allenamento. La componente del core deve essere allenata prevalentemente mediante esercizi di stabilizzazione, come ad esempio l'esecuzione di *plank*, *dead-bug*, *bird-dog* o *farmer's walk*, oppure tramite l'esecuzione di andature in quadrupedia lungo tutti i piani di movimento, tramite gli esercizi di *crawling* isometrico e/o tramite l'introduzione di esercizi di *anchor point play*. Nello specifico, il programma di allenamento per soggetti affetti da osteoporosi dovrebbe prevedere l'interazione di attività aerobiche e contro resistenza. Al fine di mantenere un buon ciclo del passo, oltre all'allenamento di forza, si dovranno inserire almeno 150 minuti a settimanali di camminata a ritmo medio. Per quanto riguarda l'attività di corsa, gli anziani potrebbero iniziare da intervalli brevi (dieci secondi) separati da due o tre minuti di camminata, proseguendo attraverso una progressiva e graduale crescita nel lungo periodo sino ad arrivare a correre per quattro o cinque minuti consecutivi alternati da un minuto di camminata. Durante la corsa non è tanto importante il ritmo di corsa, quanto è maggiormente determinante la capacità di avere una buona tecnica e un buon assetto coordinativo. Se tollerato dal soggetto, ovviamente, si possono applicare anche dei periodi di corsa più lunghi. Per

quanto riguarda le attività di nuoto, esse possono essere utilizzate non tanto per aumentare la densità minerale ossea o l'ipertrofia funzionale, quanto per rinforzare la componente muscolare stabilizzatrice e migliorare la componente di mobilità e flessibilità. In relazione all'importanza dell'allenamento di forza al fine di migliorare la densità minerale ossea, verrà esaminato il seguente studio: *“Bone mineral density is increased after a 16-week resistance training intervention in elderly women with decreased muscle strength”*. L'obiettivo dello studio è quello di valutare quanto gli interventi non farmacologici siano efficaci per ridurre il rischio di fratture osteoporotiche. Gli autori hanno studiato gli effetti di un programma di allenamento contro resistenza di 16 settimane sulla densità minerale ossea (BMD), sui marker di turnover osseo e sul rischio relativo (RR) tra 10 anni per frattura osteoporotica. Gli autori hanno selezionato un gruppo di 37 donne anziane di età media di $71,9 \pm 3,1$ anni. Le donne presentavano caratteristiche di ridotta forza muscolare. Il gruppo in esame ha partecipato ad un programma di allenamento contro resistenza per tre volte alla settimana per un tempo medio di 60 minuti per sessione. I risultati ottenuti dal programma di allenamento hanno riportato un aumento della BMD totale dell'anca del 6%. La sclerostina e l'osteocalcina totale sono aumentate, mentre gli altri marker ossei sono rimasti invariati. I risultati ci suggeriscono un ruolo importante dell'allenamento contro resistenza per la prevenzione delle fratture osteoporotiche nelle donne anziane con ridotta forza muscolare.

Concludiamo il capitolo dicendo che, anche se mancano ancora delle evidenze scientifiche a riguardo, se mettiamo insieme le ricerche presenti in letteratura e gli studi presi in esame si può dire che l'allenamento con i pesi liberi è in grado di garantire maggiori miglioramenti nella funzionalità e/o nella forza rispetto all'allenamento con i macchinari, soprattutto in termini di espressione di forza, di potenza e di sinergia muscolare. I risultati dei test citati all'interno del capitolo ci permettono di dire con convinzione che l'allenamento funzionale è uno strumento ottimale per lo sviluppo di forza degli arti inferiori, del dorso, del compartimento del core e in genere di tutta la muscolatura stabilizzatrice. Quando si parla di miglioramento della funzione e della vita di tutti i giorni, inoltre, non ci si deve dimenticare che, i movimenti proposti dall'allenamento funzionale, hanno anche lo scopo non solo di generare forza, ma anche quello di insegnare all'atleta tutta una serie di pattern motori indispensabili per poter eseguire dei gesti motori corretti e funzionali. Essendo i primal pattern il fondamento motorio da cui l'uomo esegue tutto il resto

dei movimenti, risulta evidente, che l'alterazione di questi pattern motori causa dei danni funzionali all'intera struttura anatomica. Molto spesso, l'allenamento proposto in sala pesi per questa fascia d'età non tiene assolutamente conto di questo aspetto del movimento, e per questo motivo, può risultare inefficace e deleterio per il raggiungimento dei loro obiettivi. Per concludere questo capitolo si può dire che l'allenamento funzionale sia uno strumento ideale per l'allenamento della popolazione anziana, in quanto è in grado di stimolare grandi compartimenti muscolari e allo stesso tempo è in grado di stimolare la componente nervosa richiamando in modo ottimale tutti i movimenti tipici della vita di tutti i giorni garantendo in questo modo una riduzione del rischio di caduta, in una diminuzione della percentuale di infortuni e lesioni e in un aumento corrispondente della qualità della vita, della funzionalità e dell'indipendenza degli individui.

CONCLUSIONE

Attraverso un'attenta analisi della letteratura scientifica e di diversi manuali teorico-pratici, questo elaborato si è focalizzato nello studio dell'allenamento funzionale come strumento fondamentale per il miglioramento psico-fisico in termini di prestazione, di miglioramento delle condizioni di vita e di salute in soggetti sani, fragili, giovani ed anziani. L'analisi della filosofia alla base dell'allenamento funzionale e la nuova visione dell'anatomia, come unità e non più come divisione di muscoli, sono stati i fondamenti per la stesura di questa tesi. Più precisamente, questo elaborato ha confermato l'esistenza di una fitta rete miofasciale, che ha posto le basi di una nuova visione dell'anatomia in grado di determinare, a sua volta, una nuova visione dell'allenamento. Tutto questo ci ha permesso di constatare che non è più sufficiente ricercare un movimento compartimentalizzato, isolato e mono-articolare, perché troppo limitato, ma al contrario, attraverso l'allenamento multi-planare, multi-articolare e sinergico, offerto dall'allenamento funzionale, l'intero organismo dovrà essere stimolato, ponendo grande attenzione sulla ricerca di una maggiore funzione. Di conseguenza possiamo affermare che l'adattamento del sistema miofasciale all'allenamento funzionale è quello più fedele e ottimale nel rispetto dell'anatomia e della biomeccanica umana. La ricerca di movimenti completi, dell'attivazione di lunghe catene cinematiche e di forte sinergia, hanno posto le fondamenta per un secondo campo di ricerca, ossia quello di valutare come l'allenamento funzionale possa garantire un miglioramento della prestazione atletica. L'analisi di diversi articoli scientifici e diversi manuali ha confermato l'importanza dell'allenamento funzionale all'interno della programmazione degli allenamenti di forza, nel corso di tutto il piano di allenamento annuale. Nello specifico, è stata dimostrata l'importanza dell'esecuzione di esercizi tipici dell'allenamento funzionale al fine di garantire un'attivazione maggiore del core. L'utilizzo di esercizi monopodali o monolaterali ha dimostrato, infatti, una maggiore richiesta di attivazione neuromuscolare e quindi un maggiore rinforzo dei muscoli del core. L'attivazione e il rinforzo maggiore della cintura addominale si è dimostrato essere, a sua volta, uno strumento affidabile e necessario al fine di garantire una maggiore stabilizzazione dinamica del corpo (tipicamente richiesta in tutti i movimenti sportivi) e una migliore capacità di trasmissione di forze provenienti dagli arti inferiori dirette verso il cingolo scapolo-omerale. Per quanto riguarda il miglioramento della capacità di esprimere

forza, potenza e grande attivazione della catena estensoria dell'anca, l'allenamento funzionale e l'utilizzo di strumentazione ad esso specifiche, come ad esempi i kettlebells, si sono dimostrati molto efficaci. Gli esercizi funzionali si possono considerare come delle varianti ottimali al classico lavoro offerto da esercizi classici come stacco, squat e distensioni su panca piana. Per questo motivo, l'aggiunta di esercizi come *swing*, *snatch*, affondi monopodali, *bulgarian squat*, etc, risulta essere molto importante nei percorsi allenanti degli atleti, soprattutto se l'obiettivo è legato allo sviluppo maggiore di forza e al miglioramento prestativo ad esso associato. L'utilizzo di questi esercizi, inoltre, può essere considerato utile per poter variare la stimolazione e la tipologia di carico sulle strutture muscolo-tendinee. Si conferma quindi l'efficacia dell'allenamento funzionale come strumento utile per l'organizzazione di un programma di allenamento relativo alla preparazione atletica e al miglioramento prestativo.

Successivamente, l'elaborato si indirizza verso un campo prevalentemente preventivo e riabilitativo, all'interno del quale il focus maggiore è stato dedicato all'analisi specifica di alcune delle malattie sistemiche più diffuse nei soggetti anziani e inattivi. Più precisamente, in questa seconda parte dell'elaborato, l'aspetto predominante che è stato investigato è quello legato all'efficacia dell'allenamento funzionale come strumento preventivo dei processi sarcopenici e osteoporotici. La capacità intrinseca di stimolare il corpo globalmente permette a questa tipologia di allenamento di essere in grado di stimolare le componenti stabilizzatrici della muscolatura, di ripristinare pattern motori smarriti e di allenare il SNC al fine di ottenere un maggiore controllo motorio. L'insieme di queste caratteristiche, associato alla capacità di rispettare l'anatomia e la funzionalità del sistema muscolo-scheletrico, indica l'allenamento funzionale come lo strumento preventivo più efficace e adatto all'allenamento degli individui, soprattutto se si valuta il rischio-beneficio da esso offerto. Sebbene in questo elaborato siano stati presi in esame numerosi studi scientifici riguardanti l'importanza dell'allenamento funzionale al fine di prevenire e limitare il deterioramento fisico e motorio legato all'invecchiamento, allo stesso tempo si può dire che la letteratura scientifica sia ancora limitata ad una visione dell'allenamento standard e classica, con una netta prevalenza di esercizi su macchinari guidati. Nonostante ciò, gli studi presi in esame, confermano la teoria per la quale l'utilizzo di un allenamento multiplanare, monoarticolare, sinergico e funzionale sia migliore dal punto di vista dell'aderenza alle richieste motorie della vita quotidiana. Si evidenzia infatti, la capacità

dell'allenamento funzionale di offrire degli adattamenti neuromuscolari e ipertrofici simili a quelli conseguiti con metodiche classiche, offrendo allo stesso tempo un'attivazione globale della muscolatura, determinando una richiesta coordinativa maggiore e garantendo, generalmente, un migliore controllo motorio. Questa caratteristica è da tenere conto, in quanto molto spesso, nella popolazione anziana e, talvolta anche in quella giovane inattiva, vengono persi e/o alterati alcuni, se non tutti, gli schemi motori di base. L'allenamento funzionale, quindi, promuove l'esecuzione di una lunga serie di movimenti, che richiamano una stimolazione dei cosiddetti "primal pattern", i quali hanno la funzione di ripristinare e ampliare quanto più possibile la mappa motoria. In ottica miglioramento prestativo e di miglioramento della vita di tutti i giorni, l'acquisizione o il ripristino di uno schema motorio, completamente o parzialmente, perduto e/o deteriorato determina una maggiore efficienza fisica, che si traduce a sua volta in una migliore performance sportiva, in una maggiore prevenzione e capacità di recupero dagli infortuni e in una superiore efficienza motoria nell'esecuzione di ogni gesto quotidiano. Da un punto di vista pratico, è proprio l'ampliamento del "bagaglio motorio" che permette agli individui di produrre dei movimenti qualitativamente migliori e quindi di essere maggiormente efficienti e funzionali. In conclusione, si conferma quindi che l'allenamento funzionale, tramite l'utilizzo di regressioni e progressioni degli esercizi, risulta essere uno strumento indispensabile per garantire degli adattamenti e dei miglioramenti psicofisici in tutta la popolazione. La caratteristica "plastica" dell'allenamento funzionale, infatti, gli permette di adattarsi perfettamente all'allenamento di una moltitudine di soggetti, che essi siano atleti di élite, individui decondizionati, sedentari e/o inattivi, e a una moltitudine di situazioni e obiettivi, che essi siano prestazionali, preventivi e/o riabilitativi.

BIBLIOGRAFIA

Aartolahti, Eeva, Eija Lönnroos, Sirpa Hartikainen, e Arja Häkkinen. «Long-Term Strength and Balance Training in Prevention of Decline in Muscle Strength and Mobility in Older Adults». *Aging Clinical and Experimental Research* 32, fasc. 1 (gennaio 2020): 59–66. <https://doi.org/10.1007/s40520-019-01155-0>.

Adstrum, Sue, Gil Hedley, Robert Schleip, Carla Stecco, e Can A. Yucesoy. «Defining the Fascial System». *Journal of Bodywork and Movement Therapies* 21, fasc. 1 (gennaio 2017): 173–77. <https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2016.11.003>.

Althoff, Tim, Rok Sosič, Jennifer L. Hicks, Abby C. King, Scott L. Delp, e Jure Leskovec. «Large-Scale Physical Activity Data Reveal Worldwide Activity Inequality». *Nature* 547, fasc. 7663 (luglio 2017): 336–39. <https://doi.org/10.1038/nature23018>.

Andorlini, Alberto. *Oltre l'allenamento: Dalla teoria delle Idee all'Esercizio dei Movimenti*. 2016 Calzetti-Mariucci Editori. Vol. 1. Via del Sottopasso 7 - Loc. Ferriera 06089 Torgiano (PG): Calzetti-Mariucci Editori, 2016. www.calzetti-mariucci.it.

Balachandran, Anoop, Maria M. Martins, Frederico G. De Faveri, Ozgur Alan, Funda Cetinkaya, e Joseph F. Signorile. «Functional Strength Training: Seated Machine vs Standing Cable Training to Improve Physical Function in Elderly». *Experimental Gerontology* 82 (settembre 2016): 131–38. <https://doi.org/10.1016/j.exger.2016.06.012>.

Bompa, Tudor O., e Carlo Buzzichelli. *Periodization Training for Sports*. Third Edition. Champaign: Human Kinetics, 2015.

Bordoni, Bruno, e Emiliano Zanier. «Skin, Fascias, and Scars: Symptoms and Systemic Connections». *Journal of Multidisciplinary Healthcare*, dicembre 2013, 11. <https://doi.org/10.2147/JMDH.S52870>.

Boyle, Micheal. *Allenamento funzionale applicato allo sport*. Seconda edizione. Figline e Incisa Valdarno (FI): Olympian's publishing S.r.l, 2018.

Caballero, Benjamin. *Encyclopedia of Food Science and Nutrition*. Second Edition. Vol. 1. 1 voll. Johns Hopkins University Center for Human Nutrition School of Hygiene and Public Health 615 North Wolfe Street Baltimore, Maryland 21205-2179 USA: Academic Press, 2003.

Clark, Brian C., e Todd M. Manini. «What Is Dynapenia?» *Nutrition* 28, fasc. 5 (maggio 2012): 495–503. <https://doi.org/10.1016/j.nut.2011.12.002>.

Coletti, Claudia, Gilberto F. Acosta, Stefan Keslacy, e Dario Coletti. «Exercise-Mediated Reinnervation of Skeletal Muscle in Elderly People: An Update». *European Journal of Translational Myology* 32, fasc. 1 (28 febbraio 2022). <https://doi.org/10.4081/ejtm.2022.10416>.

Cruz-Jentoft, Alfonso J, Gülistan Bahat, Jürgen Bauer, Yves Boirie, Olivier Bruyère, Tommy Cederholm, Cyrus Cooper, et al. «Sarcopenia: Revised European Consensus on Definition and Diagnosis». *Age and Ageing* 48, fasc. 1 (1° gennaio 2019): 16–31. <https://doi.org/10.1093/ageing/afy169>.

Fiatarone M. A., E F O'Neill, N D Ryan, K M Clements, G R Solares, M E Nelson, S B Roberts, J J Kehayias, L A Lipsitz, e W J Evans. «Exercise training and nutritional supplementation for physical frailty in very elderly people». *Exercise training and nutritional supplementation for physical frailty in very elderly people*, 23 giugno 1994. <https://doi.org/10.1056/NEJM199406233302501>.

Frontera, W. R., C. N. Meredith, K. P. O'Reilly, H. G. Knuttgen, e W. J. Evans. «Strength Conditioning in Older Men: Skeletal Muscle Hypertrophy and Improved Function». *Journal of Applied Physiology* 64, fasc. 3 (1° marzo 1988): 1038–44. <https://doi.org/10.1152/jappl.1988.64.3.1038>.

Gambetta, Vern. *Lo sviluppo atletico: L'arte e la scienza dell'allenamento funzionale applicato allo sport*. 1° edizione. Vol. 1. 1 voll. Calzetti-Mariucci Editori, 2013.

Grgic, Jozo, Brad J. Schoenfeld, Timothy B. Davies, Bruno Lazinica, James W. Krieger, e Zeljko Pedisic. «Effect of Resistance Training Frequency on Gains in Muscular Strength: A Systematic Review and Meta-Analysis». *Sports Medicine* 48, fasc. 5 (maggio 2018): 1207–20. <https://doi.org/10.1007/s40279-018-0872-x>.

Guizelini, Pedro de Camargo, Rafael Alves de Aguiar, Benedito Sérgio Denadai, Fabrizio Caputo, e Camila Coelho Greco. «Effect of Resistance Training on Muscle Strength and Rate of Force Development in Healthy Older Adults: A Systematic Review and Meta-Analysis». *Experimental Gerontology* 102 (febbraio 2018): 51–58. <https://doi.org/10.1016/j.exger.2017.11.020>.

Hart, Peter D., e Diona J. Buck. «The Effect of Resistance Training on Health-Related Quality of Life in Older Adults: Systematic Review and Meta-Analysis». *Health Promotion Perspectives* 9, fasc. 1 (Gennaio 2019) <https://doi.org/10.15171/hpp.2019.01>.

Huovinen, Ville, Kaisa K Ivaska, Riku Kiviranta, Marco Bucci, Heta Lipponen, Samuel Sandboge, Juho Raiko, et al. «Bone Mineral Density Is Increased after a 16-Week Resistance Training Intervention in Elderly Women with Decreased Muscle Strength». *European Journal of Endocrinology* 175, fasc. 6 (dicembre 2016): 571–82. <https://doi.org/10.1530/EJE-16-0521>.

Kapandji, Adalbert Ibrahim. *Anatomia funzionale*. 7^a ed. Vol. 1. 3 voll. Monduzzi, 2020. <https://www.libreriauniversitaria.it/anatomia-funzionale-kapandji-adalbert-ibrahim/libro/9788865210994>.

Keller, K., e M. Engelhardt. «Strength and Muscle Mass Loss with Aging Process. Age and Strength Loss». *Muscle Ligaments and Tendons Journal* 03, fasc. 04 (gennaio 2019): 346. <https://doi.org/10.32098/mltj.04.2013.17>.

Lake, Jason P., e Mike A. Lauder. «Kettlebell Swing Training Improves Maximal and Explosive Strength». *Journal of Strength and Conditioning Research* 26, fasc. 8 (agosto 2012): 2228–33. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e31825c2c9b>.

Levine, James A. «Non-Exercise Activity Thermogenesis (NEAT)». *Best Practice & Research Clinical Endocrinology & Metabolism* 16, fasc. 4 (dicembre 2002): 679–702. <https://doi.org/10.1053/beem.2002.0227>.

Li, Zhihui, Xin Peng, Wei Xiang, Jiaqi Han, e Kun Li. «The Effect of Resistance Training on Cognitive Function in the Older Adults: A Systematic Review of Randomized Clinical Trials». *Aging Clinical and Experimental Research* 30, fasc. 11 (novembre 2018): 1259–73. <https://doi.org/10.1007/s40520-018-0998-6>.

Manini, Todd M., e Brian C. Clark. «Dynapenia and Aging: An Update». *The Journals of Gerontology: Series A* 67A, fasc. 1 (gennaio 2012): 28–40. <https://doi.org/10.1093/gerona/glr010>.

Manini, Todd M., S. Lee Hong, e Brian C. Clark. «Aging and Muscle: A Neuron’s Perspective». *Current Opinion in Clinical Nutrition and Metabolic Care* 16, fasc. 1 (gennaio 2013): 21–26. <https://doi.org/10.1097/MCO.0b013e32835b5880>.

Marques Mário C. PhD, Izquierdo Mikel PhD, e Pereira Ana PhD. «High-speed resistance training in elderly people: a new approach toward counteracting age-related functional capacity loss». *Volume* 35, fasc. Issue 2 (aprile 2013): 23–29. <https://doi.org/10.1519/SSC.0b013e31828ba884>.

Maulit, Matthew R., David C. Archer, Whitney D. Leyva, Cameron N. Munger, Megan A. Wong, Lee E. Brown, Jared W. Coburn, e Andrew J. Galpin. «Effects of Kettlebell Swing vs. Explosive Deadlift Training on Strength and Power». *International Journal of Kinesiology and Sports Science* 5, fasc. 1 (31 gennaio 2017): <https://doi.org/10.7575//aiac.ijkss.v.5n.1p.1>.

McCrum, Christopher, Pamela Leow, Gaspar Epro, Matthias König, Kenneth Meijer, e Kiro Karamanidis. «Alterations in Leg Extensor Muscle-Tendon Unit Biomechanical Properties With Ageing and Mechanical Loading». *Frontiers in Physiology* 9 (28 febbraio 2018): 150. <https://doi.org/10.3389/fphys.2018.00150>.

Moatshe, Gilbert, Daniel Cole Marchetti, Jorge Chahla, Márcio B. Ferrari, George Sanchez, George F. Lebus, Alex W. Brady, Rachel M. Frank, Robert F. LaPrade, e Matthew T. Provencher. «Qualitative and Quantitative Anatomy of the Proximal Humerus Muscle Attachments and the Axillary Nerve: A Cadaveric Study». *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery* 34, fasc. 3 (marzo 2018): 795–803. <https://doi.org/10.1016/j.arthro.2017.08.301>.

Mosole, Simone, Ugo Carraro, Helmut Kern, Stefan Loeffler, e Sandra Zampieri. «Use It or Lose It: Tonic Activity of Slow Motoneurons Promotes Their Survival and Preferentially Increases Slow Fiber-Type Groupings in Muscles of Old Lifelong Recreational Sportsmen». *European Journal of Translational Myology* 26, fasc. 4 (25 novembre 2016). <https://doi.org/10.4081/ejtm.2016.5972>.

Mosole, Simone, Katia Rossini, Helmut Kern, Stefan Löfler, Hannah Fruhmann, Michael Vogelaer, Samantha Burggraf, et al. «Reinnervation of Vastus Lateralis Is Increased Significantly in Seniors (70-Years Old) with a Lifelong History of High-Level Exercise (2013, Revisited Here in 2022)». *European Journal of Translational Myology* 32, fasc. 1 (28 febbraio 2022). <https://doi.org/10.4081/ejtm.2022.10420>.

Myers, Thomas W. *Meridiani Miofasciali: percorsi anatomici per i terapeuti del corpo e del movimento*. 3° edizione. Vol. 1. 1 voll. Tecniche Nuove, 2016.

Oliva-Lozano, José M., e José M. Muyor. «Core Muscle Activity during Physical Fitness Exercises: A Systematic Review». *International Journal of Environmental Research and Public Health* 17, fasc. 12 (16 giugno 2020): 4306. <https://doi.org/10.3390/ijerph17124306>.

Otto, William H., Jared W. Coburn, Lee E. Brown, e Barry A. Spiering. «Effects of Weightlifting vs. Kettlebell Training on Vertical Jump, Strength, and Body Composition». *Journal of Strength and Conditioning Research* 26, fasc. 5 (maggio 2012): 1199–1202. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e31824f233e>.

Saeterbakken, Atle Hole, e Marius Steiro Fimland. «Muscle Activity of the Core during Bilateral, Unilateral, Seated and Standing Resistance Exercise». *European Journal of Applied Physiology* 112, fasc. 5 (maggio 2012): 1671–78. <https://doi.org/10.1007/s00421-011-2141-7>.

Schott, Nadja, Bettina Johnen, e Benjamin Holfelder. «Effects of Free Weights and Machine Training on Muscular Strength in High-Functioning Older Adults». *Experimental Gerontology* 122 (luglio 2019): 15–24. <https://doi.org/10.1016/j.exger.2019.03.012>.

Steffl, Michal, Richard W Bohannon, Lenka Sontakova, James J Tufano, Kate Shiells, e Iva Holmerova. «Relationship between Sarcopenia and Physical Activity in Older People: A Systematic Review and Meta-Analysis». *Clinical Interventions in Aging* Volume 12 (maggio 2017): 835–45. <https://doi.org/10.2147/CIA.S132940>.

Weineck, Jürgen. *L'allenamento ottimale: una teoria dell'allenamento basata sui principi della fisiologia del movimento, con particolare riferimento all'allenamento infantile e giovanile*. Quindicesima edizione tedesca-Seconda Edizione Italiana. Vol. 1. 1 voll. Viale del Sottopasso, 7 - Loc. Ferriera 06089 Torgiano (PG): Calzetti-Mariucci Editori, 2009.

RINGRAZIAMENTI

A conclusione di questo elaborato, è doveroso dedicare questo spazio conclusivo alle persone che hanno contribuito, con il loro instancabile supporto, alla realizzazione dello stesso.

In *primis*, un ringraziamento speciale alla mia relatrice Dalle Palle Serena, per la sua costante disponibilità e pazienza, per i suoi indispensabili consigli pratici, per le conoscenze trasmesse durante tutto il percorso di studi e di stesura dell'elaborato. La ringrazio per avermi accompagnato in questo percorso e per aver reso possibile la stesura di questo elaborato di cui vado enormemente orgoglioso.

Ringrazio di cuore la mia famiglia per avermi supportato in tutte i progetti intrapresi finora e li ringrazio di avermi dato tutte le opportunità di cui avessi bisogno per poterli realizzare. Li ringrazio per essere sempre stati presenti, per il loro supporto continuo e per la loro fiducia. Li ringrazio per gli insegnamenti dati e per avermi permesso di portare a termine la prima tappa dei miei studi universitari. In particolare, ringrazio mio padre per tutti gli insegnamenti morali che mi ha dato, lo ringrazio di avermi formato come persona e di avermi trasmesso dei principi che mi hanno reso la persona che sono oggi. Lo ringrazio per avermi trasmesso la cultura del lavoro, l'umiltà, la determinazione e la mentalità vincente che lo contraddistinguono. Ringrazio mia madre, per avermi dato sempre l'amore e l'affetto necessario per non cadere e per affrontare le sfide sempre a testa alta. La ringrazio per la pazienza e per la comprensione dei momenti difficili e la ringrazio per il supporto morale continuo durante questo percorso. Un ringraziamento speciale va a mia sorella Chiara, che ha contribuito in modo diretto con le sue idee e le sue intuizioni a dare un tocco di magia a questo elaborato. Un ringraziamento anche a mia sorella Martina che ha trasmesso in me la cultura dello sport, che mi ha aperto le strade verso i percorsi futuri e che è diventata nel tempo sorella, amica e collega di lavoro. Concludo i ringraziamenti della famiglia ringraziando la mia fidanzata Noemi per tutto il supporto morale, affettivo e psicologico che mi ha dato lungo tutto questo percorso, la ringrazio per esserci sempre stata, sia nei momenti gioiosi, che nei momenti tristi. La ringrazio infinitamente per essere stata un punto di riferimento importante per la mia crescita personale e di avermi accompagnato durante tutto questo percorso di vita.

Personalmente, credo che ogni persona cresca e diventi la persona che è grazie alle persone che incontra nel corso della propria vita. Per questo motivo, ringrazio tutte le persone che hanno fatto parte del mio percorso, dagli amici storici, agli amici conosciuti all'interno del percorso universitario. Ringrazio in particolare questi ultimi, perché hanno reso questo triennio indimenticabile.

Infine, ringrazio anche chi non ha creduto in me, ringrazio chi non mi ha voluto bene e chi spera in un mio fallimento per avermi dato la motivazione per continuare e dimostrare di essere una persona migliore, perché non c'è soddisfazione maggiore che far vedere quello che si è diventati, proprio a chi in te non credeva.

Concludo ringraziando in generale tutte le persone che mi hanno supportato per avermi reso la persona che sono ora, per avermi accompagnato in questo percorso e per avermi dato supporto morale e psicologico durante tutto questo magnifico periodo. Questo percorso di laurea triennale si conclude oggi, ed è certamente un traguardo importante della mia vita, sia dal punto di vista personale che professionale. Tuttavia, io credo che questo obiettivo sarà solamente il primo di una lunga serie, e per questo motivo sarà il trampolino di lancio per i miei studi futuri e per i miei obiettivi professionali. Questo non è di certo l'arrivo, ma è solamente il punto di partenza.