

## Indice

	Pag.
Introduzione	4
1. Aspetti cinesiologici e posturali	5
1.1 Il rachide	5
1.2 Le catene muscolari e il loro ruolo	5
1.3 I compensi	7
1.4 Le risposte posturali	7
1.5 Stazione eretta e postura ideale	7
1.6 Le alterazioni della postura sul piano frontale in età evolutiva	9
2. La scoliosi	10
2.1. Definizioni	10
2.1.1 Scoliosi idiopatica	10
2.1.2 Atteggiamento scoliotico	10
2.2. Componenti meccaniche, muscolari e posturali nella scoliosi	12
2.2.1 Movimenti del rachide normale e scoliotico	12
2.2.2 Componente meccanica	12
2.2.3 Componente muscolare	14
2.2.4 Componente posturale	16
2.3. Malformazioni strutturali nella scoliosi	17
2.3.1 Le deformazioni vertebrali	17
2.3.2 Dischi	18
2.3.3 Coste e torace	18
2.3.4 Pelvi	19
2.3.5 Muscoli e legamenti	19
2.3.6 Visceri	19

3. Principi e caratteristiche dell'allenamento funzionale	20
3.1. Definizioni	20
3.2. Il Core: principi e caratteristiche	21
3.3. Il movimento	23
4. Presentazione dei soggetti, valutazioni iniziali, metodi e materiali utilizzati	25
4.1. Scopo del percorso	25
4.2. Caratteristiche e finalità dell'esperienza di lavoro	25
4.3. Caratteristiche del campionamento	26
4.4. Limiti del campionamento	26
4.5. Materiale utilizzato	27
4.5.1. Attrezzature vibranti	28
4.6. Modalità di applicazione del metodo	28
5. Protocollo di esercizi di allenamento funzionale su adolescenti maschi con problemi di scoliosi e atteggiamento scoliotico	29
5.1. Esercizi di mobilizzazione e riscaldamento	30
5.2. Esercizi di percezione e stabilizzazione	31
5.3. Esercizi di coordinazione e controllo posturale	35
5.4. Esercizi di rinforzo	43
5.5. Esercizi di allungamento selettivo e globale	50
6. Risultati e discussione	54
6.1. Comparazione dei dati riguardanti il test di flessibilità	54
6.2. Comparazione dei dati riguardanti il test di equilibrio	55
6.3. Comparazione visiva dei soggetti in riferimento alla postura	56
6.4. Discussione	57

7. Conclusioni	58
7.1. Conclusioni	58

Bibliografia	59
--------------	----

## INTRODUZIONE

L'idea di questa tesi è nata in seguito al tirocinio che ho svolto presso la Palestra Ginnastica Ferrara o Pala Gym, dove ho avuto la possibilità di seguire due tipi di attività che hanno particolarmente attirato la mia attenzione: un corso di "Cross Training", basato sui principi dell'allenamento funzionale, e corsi di ginnastica posturale, rivolti a soggetti di ogni età e con diverse problematiche. Mi sono, quindi, chiesto se fosse possibile applicare il concetto dell'allenamento funzionale a corpo libero non soltanto a persone sane, ma anche a soggetti che presentassero alterazioni del rachide o, comunque, atteggiamenti posturali non corretti. Nello specifico, ho ritenuto che una tipologia di soggetti a cui potesse essere indicato questo tipo di allenamento e che ne avrebbe potuto trarre benefici fosse l'adolescente con scoliosi idiopatica o con semplice atteggiamento scoliotico. Ho deciso, di conseguenza, di proporre questa idea ai responsabili dei corsi del Pala Gym, i quali si sono subito dimostrati interessati e favorevoli a "dar vita" ad un corso specifico di allenamento funzionale rivolto a questi soggetti.

Benché in letteratura non si evidenziano prove cliniche con alti punteggi di validità scientifica a favore o contro la pratica della cinesiterapia, i risultati finora riportati in letteratura documentano che una ginnastica ben indirizzata a migliorare la stabilità della colonna è efficace nel frenare l'evoluzione naturale della curva scoliotica (13,16,19,34).

Senza alcuna pretesa di correggere le scoliosi, si può ritenere, a giusta ragione, che la ginnastica sia benefica ogni volta che gli esercizi sono indirizzati a insegnare comportamenti corretti, a migliorare delle funzioni neuromotorie, a sviluppare delle qualità fisiche utili al paziente scoliotico (7,18).

Date queste premesse, l'allenamento funzionale, in quanto allenamento in grado di agire su meccanismi cognitivi e neuromuscolari, con l'intento di "ricordare" i movimenti fondamentali, "estrarre" le risposte protettive, predittive e anticipatorie più aderenti all'attività praticata, potrebbe davvero diventare un nuovo tipo di approccio cinesiologico nei confronti di questa patologia.

## CAPITOLO 1

### ASPETTI CINESIOLOGICI E POSTURALI

#### 1.1. IL RACHIDE

Il rachide, costituito dalle vertebre, forma l'asse del corpo. È sufficientemente rigido per sostenere il tronco e la testa e per fungere da cerniera agli arti ed è abbastanza mobile per permettere una grande ampiezza di movimenti. Il compromesso tra queste due opposte caratteristiche meccaniche è conseguente al gran numero degli elementi che compongono lo scheletro.

Rettilineo sul piano frontale, il rachide comprende le seguenti curve sul piano antero - posteriore:

- una curva a concavità posteriore nel segmento cervicale, la lordosi fisiologica cervicale;
- una curva a convessità posteriore nel tratto dorsale, la cifosi fisiologica dorsale;
- una curva a concavità posteriore nel segmento lombare, la lordosi fisiologica lombare;
- una curva a convessità posteriore nel tratto sacrale, la curva sacrale.

L'unità funzionale del rachide è costituita da corpi vertebrali adiacenti, riuniti fra loro dal disco intervertebrale e da elementi capsulo o legamentosi, che consentono di assorbire urti o compressioni distribuendo il carico su tutta la sua superficie.

#### 1.2. LE CATENE MUSCOLARI E IL LORO RUOLO

Il termine catena cinetica è utilizzato per definire l'interazione tra vari segmenti corporei, che sinergicamente attivano i vari movimenti.

I muscoli sono il motore della catena cinetica. Tramite la fascia connettivale, i muscoli sono in realtà strutturati in lunghe catene muscolari, meglio definibili come miofasciali. La lunghezza, l'elasticità, la forza di ogni singolo muscolo è strettamente legata a quella di tutti i muscoli appartenenti alla stessa catena.

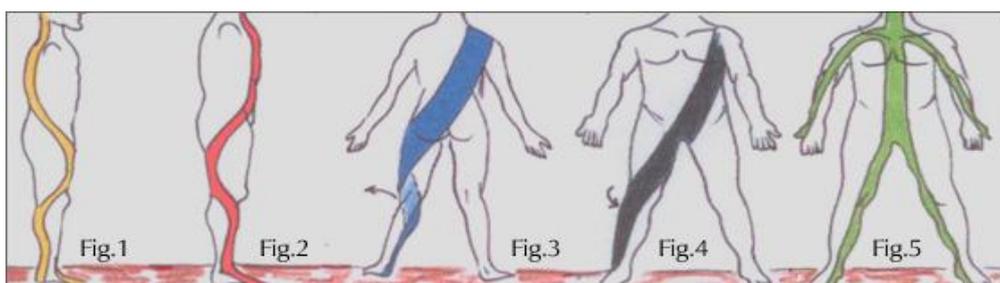
I 2/3 della nostra muscolatura più fibrosa, resistente, più in profondità, di forte tono, è costituita da muscoli della statica o tonici (antigravitari o posturali) che ci garantiscono, con la loro continua contrazione, la stabilità in stazione eretta e gli spostamenti. I muscoli della dinamica o fasici (deputati al movimento), più superficiali e con scarsa resistenza allo sforzo, invece, non sono indispensabili per il mantenimento della postura in quanto, terminata la loro contrazione, ritornano nel loro stato di quiete. Per questo motivo, nei casi di deviazioni o deformazioni vertebrali, una

delle cause principali può essere una differenza di tensione fra i muscoli statici e mai fra quelli dinamici.

Secondo le ricerche anatomo - funzionali condotte da R.J. Bourdiol si è potuta mettere in evidenza l'attività di due catene muscolari, complementari e alternate che reggono in modo del tutto riflesso la stazione eretta antigravitazionale. Egli ha denominato le due catene in funzione del loro punto di partenza podale come "catena a partenza dagli estensori" e "catena a partenza dai flessori".

Anche Busquet(5) parla di catena di estensione e catena di flessione. Nello specifico, egli distingue:

- una catena di estensione (figura 1), che determina l'estensione delle dita dei piedi, del ginocchio, dell'anca e del tronco. Se iperfunzionante può causare: aumento dell'appoggio metatarsale, ginocchio recurvato, antiversione del bacino, aumento delle curve della schiena;
- una catena di flessione (figura 2), che determina la flessione delle dita dei piedi, del ginocchio, dell'anca e del tronco. Se iperfunzionante può provocare: dita a martello dei piedi, flessione del ginocchio, retroversione del bacino, diminuzione delle curve della schiena;
- catena di apertura (figura 3), che determina supinazione del piede, rotazione esterna di tibia e femore, allungamento funzionale dell'arto inferiore, torsione e apertura del tronco. Se iperfunzionante può causare: piede cavo-varo, ginocchio varo, torsione di bacino e tronco;
- catena di chiusura (figura 4), che determina pronazione del piede, rotazione interna di tibia e femore, torsione e chiusura del tronco. Se iperfunzionante può causare: piede valgo pronato, ginocchio valgo, torsione di bacino e tronco;
- catena statica posteriore, di natura non muscolare, ma fasciale, con funzione antigravitaria, favorendo la stazione eretta;
- oltre alle catene sopra citate, si può identificare anche un altro sistema muscolare importante per le posture, ovvero la catena linguale (figura 5), situata nel corpo in sede prevalentemente antero - mediana e fondamentale nel meccanismo di suzione o deglutizione. Se iperfunzionante può causare: testa protesa in avanti, aumento delle curve della schiena, ventre prominente.



Tratto da "Le catene muscolari" L. Busquet

### **1.3 I COMPENSI**

In ogni attività della vita di relazione le catene muscolari non dovrebbero essere costrittive per non alterare la statica, dato che qualsiasi tensione muscolare permanente induce una modificazione della struttura oltre a sue deformazioni. Per dare priorità al confort, l'organismo riesce a compensare un problema algico reclutando dei muscoli che normalmente non vengono attivati o sollecitando gli stessi per riequilibrare il soggetto nella sua globalità.

Le catene muscolari, esclusa quella statica posteriore, sono catene necessarie per il movimento, che devono compensare gli atteggiamenti statici con un'azione ipotonica o ipertonica.

### **1.4. LE RISPOSTE POSTURALI**

Numerose risposte posturali si realizzano prima che un movimento attivo provochi uno spostamento del baricentro, in quanto le risposte anticipatorie sono necessarie all'equilibrio del soggetto. È importante tenere conto che queste risposte non sono organizzate, ma presentano un'alta adattabilità che ci consente di adeguare le risposte posturali alle necessità.

Tutti i riflessi che ci permettono di mantenere una postura corretta possono essere modificati attraverso i nostri meccanismi di controllo; inoltre, ci sono atteggiamenti posturali che sembrerebbero non rispettare le posizioni idonee, ma non provocano perdite di equilibrio perché l'insieme delle risposte antigravitarie compensa lo spostamento non corretto.

La regolazione posturale globale viene mantenuta dall'attività dei centri superiori che tengono conto della gravità e ridistribuiscono le risposte muscolari per far sì che il baricentro cada all'interno della base d'appoggio.

### **1.5. STAZIONE ERETTA E POSTURA IDEALE**

La postura corretta (3,14) in piedi viene considerata, normalmente, come una disposizione dei vari segmenti corporei in modo che un'ipotetica linea di equilibrio passante per il centro di gravità del corpo cada all'interno del poligono di sostegno. Il poligono di sostegno è caratterizzato da un'area delimitata esternamente dal perimetro laterale dei piedi, anteriormente dalla linea che unisce le falangi più avanzate e posteriormente dalla linea congiungente i due talloni.

Nella realtà la postura eretta raramente presenta queste caratteristiche e, soprattutto, non è mai una vera postura, poiché piccoli movimenti tesi a mantenere la linea di gravità sempre vicino al massimo equilibrio sono costantemente presenti.

Dunque, è possibile assumere il seguente postulato: piccoli spostamenti della linea di equilibrio sui piani sagittale e frontale sono considerati nella norma; quando invece tali spostamenti superano un range di escursione ritenuto normale, ci si trova di fronte ad atteggiamenti posturali in stazione eretta da considerarsi chiaramente scorretti.

Rachide e arti possono assumere le più svariate forme o deviazioni. Tuttavia, è necessario sottolineare due punti fermi.

Il capo, al di là di posizionamenti anomali, presenta sempre le pupille orientate verso l'avanti, parallele rispetto al suolo, in conseguenza dell'importanza della vista, che deve fornire continue informazioni ai centri nervosi superiori, in particolare a quelli che presiedono alla postura e all'equilibrio.

Il bacino (25,30), in conseguenza dell'instabilità che lo contraddistingue, è considerato l'elemento chiave da cui possono originare la stabilità e le deviazioni del rachide.

Cailliet (6) ritiene fattore primario della postura adulta l'angolo sacrale. È per tale motivo che è possibile individuare le deviazioni dall'atteggiamento considerato corretto soprattutto partendo dagli spostamenti del bacino.

Le posizioni che il bacino può assumere sono:

- sul piano frontale: rotazione (sul proprio asse) e traslazione (spostamento rispetto alla posizione originaria);
- sul piano sagittale: antiversione e retroversione (e traslazione);
- sul piano orizzontale: rotazione esterna e rotazione interna (in toto o con movimenti distinti a carico di ogni emibacino).

Nella stazione seduta il bacino, per il fatto che si trova costretto in una posizione definita e per di più senza sollecitazioni gravitarie, non assume l'importanza che ha nella stazione eretta.

## **1.6. LE ALTERAZIONI DELLA POSTURA SUL PIANO FRONTALE IN ETÀ EVOLUTIVA**

Possiamo identificare due tipi di paramorfismi/dismorfismi sul piano frontale:

- scoliosi (strutturale);
- atteggiamento scoliotico.

L'adolescente affetto da disordini posturali presenta bascule e torsioni dei cingoli, squilibri tra diverse catene muscolari di cui non è consapevole e nel tempo avrà un'integrazione scorretta del proprio schema corporeo, in quanto il sistema tonico-posturale è un sistema automatico e involontario, in grado di autoregolarsi, ma non di autocorreggersi.

## **CAPITOLO 2**

### **LA SCOLIOSI**

#### **2.1 DEFINIZIONI**

##### **2.1.1. Scoliosi idiopatica**

Secondo R. Pedriolle (22) si definisce scoliosi, o scoliosi idiopatica, una torsione del rachide caratterizzata da una o più deviazioni della colonna sul piano frontale con torsione vertebrale più accentuata a livello dell'apice (o degli apici) della curva e conseguente formazione di uno o più gibbi dalla parte della convessità di tali deviazioni. Tale deformazione, non reversibile, è quasi sempre contraddistinta sul piano sagittale da rettilineizzazione del rachide dorsale e da accentuazione o rettilineizzazione del rachide lombare, sedi delle curve scoliotiche. Non esiste causa conosciuta e certa di questa affezione. La scoliosi evolve in peggioramento durante tutto il periodo della crescita. Oltre ad un certo grado di curva, il peggioramento continua anche dopo la maturità ossea, sia pure in misura ridotta, da 0,5 a 2° Cobb ogni cinque anni.

Si hanno quindi tre segni maggiori:

- deviazione rachidea sul piano frontale;
- torsione con rotazione vertebrale prevalente sul piano orizzontale e conseguente gibbosità;
- tendenza al raddrizzamento delle curve dorsali e lombari sul piano sagittale. Più raramente vi è tendenza all'accentuazione delle fisiologiche cifosi e lordosi rachidee.

La mancanza o l'irrilevanza nel tempo del secondo o del terzo segno, o di entrambi, consente di fare diagnosi di scoliosi di scarsa o nessuna evolutività, o di atteggiamento scoliotico.

##### **2.1.2. Atteggiamento scoliotico**

Si tratta di una deviazione reversibile del rachide sul piano frontale con scarsa o nulla componente di torsione sul piano orizzontale o di raddrizzamento sul piano sagittale e dove la causa può essere evidenziata. In sintesi i fattori causali possono essere:

- statici non posturali;
- posturali;
- antalgici;
- psichici.

### **Fattori statici non posturali**

Possono essere dovuti a:

- bacino slivellato a sinistra o a destra per un arto inferiore più corto;
- bacino slivellato a causa dell'apogonesia di un emibacino (33);
- bacino slivellato o rachide deviato per cause muscolari: queste ultime possono essere costituite da retrazioni dovute a contratture o paresi asimmetriche a carico dei muscoli ileo psoas, quadrato dei lombi, dentato posteriore inferiore, diaframma, medio gluteo, tensore della fascia lata e della regione posteriore della coscia, delle gambe. Questi ultimi agiscono sul ritmo lombo-pelvico provocando asimmetrie nella flessione anteriore del tronco che possono simulare scoliosi idiopatiche. Anche retrazioni o paralisi asimmetriche dei muscoli del collo, in particolare lo sternocleidomastoideo e degli scaleni, possono provocare alterazioni del rachide cervicale con compensi sulla colonna sottostante;
- arto superiore di un lato più pesante (arto ingessato a causa di un trauma, arto particolarmente ipertrofico). Di solito, in questi casi, si produce un abbassamento della spalla dell'arto maggiormente caricato con compensazioni ai livelli superiori e inferiori.

### **Fattori posturali**

Si parla di fattori statici quando le deviazioni rachidee sono dovute a cattive posizioni mantenute a lungo in stazione eretta o assisa e in decubito prono, supino e laterale.

Si definiscono, invece, fattori dinamici movimenti frequenti e ripetitivi che riproducono schemi posturali asimmetrici caratterizzati, con grande prevalenza, da un'eguale unilateralità. Si tratta di instabilità posturali fisiologiche contraddistinte da frequenti cambiamenti della posizione del bacino (posture ancate), dallo spostamento del carico su un arto inferiore in stazione eretta o delle posizioni del tronco e degli arti superiori in posizione assisa.

I fattori posturali possono essere indipendenti da altre cause che non siano imperfezioni dello schema corporeo, oppure dipendere da altri fattori, in particolare quelli statici non posturali.

### **Fattori antalgici**

Un dolore unilaterale può provocare una deviazione scoliotica. Le condizioni in cui più frequentemente si realizza sono una contrattura muscolare asimmetrica o un'ernia discale.

### **Fattori psichici**

Depressioni e malattie psichiatriche possono evidenziare deviazioni scoliotiche.

## **2.2. COMPONENTI MECCANICHE, MUSCOLARI E POSTURALI NELLA SCOLIOSI**

### **2.2.1. Movimenti del rachide normale e scoliotico**

La mobilità del rachide consente quattro tipi di movimento:

- flessione anteriore;
- estensione posteriore;
- flessione laterale (o inclinazione laterale);
- torsione.

Questi movimenti non andrebbero analizzati separatamente in quanto nella maggioranza delle azioni del rachide entrano in gioco almeno due di questi aspetti. E se questo è vero per la colonna normale, a maggior ragione lo è per quella scoliotica, nella quale la deformazione a cuneo dei corpi vertebrali aggiunge agli altri movimenti anche la componente rotatoria.

L'evoluzione delle curve scoliotiche è probabilmente la risultante di tre componenti: meccanica, muscolare, posturale.

### **2.2.2. Componente meccanica**

#### **Rotazione nella flessione anteriore**

Vi è, ovviamente, una differente risposta del rachide dritto rispetto a quello scoliotico nella flessione anteriore del busto:

- in una colonna normale la cifotizzazione tende a portare le apofisi spinose in allineamento anche quando vi sia un atteggiamento scoliotico;
- in un rachide già incurvato lateralmente (cioè con modificazioni strutturali e quindi in presenza di scoliosi) il medesimo movimento provoca la rotazione dei corpi vertebrali con evidenziazione dell'eventuale gibbo.

#### **Flessione laterale**

L'analisi del movimento è più complessa nel caso di flessione, o inclinazione, laterale.

Quando la flessione laterale si compie partendo dalla posizione eretta, la colonna evidenzia una curva più accentuata nel tratto lombare, che si flette molto di più rispetto a quello dorsale, risultante meno mobile a causa della gabbia toracica. A questo proposito Galeazzi (9) scrive: « Ci è noto, dopo gli esperimenti di Lovett e Schulthess, che allorché obblighiamo la colonna normale a un'inflexione nel piano frontale o nel piano sagittale, questa non si effettua simultaneamente su tutta la lunghezza della colonna, ma soprattutto si svolge preferibilmente nel segmento lombare.

A maggior ragione il fenomeno si accentua allorché gli stessi movimenti di flessione li vogliamo imprimere ad una colonna affetta da scoliosi strutturale rigida.

Partendo dunque dal busto eretto, in particolare quando il rachide è stato posto preventivamente in estensione, l'apice della curva, nella flessione laterale, si localizza generalmente piuttosto in basso, verso la regione lombare.

La situazione, invece, si rovescia nel caso di flessione laterale eseguita in posizione cifotica.

L'inversione della lordosi lombare blocca proporzionalmente in modo maggiore le vertebre più prossime al bacino e l'apice di curvatura si sposta in alto, fino a D8.

### **Rotazione nella flessione laterale**

Le affermazioni di diversi studiosi sembrano concordare sul fatto che la rotazione dei corpi vertebrali si verifica verso il lato convesso anche nella colonna priva di malformazioni.

L'inflessione laterale, cioè quella leggera curva che la colonna può presentare per difetti di statica o per vizi posturali, potrebbe essere fra le concause della scoliosi. Non risulta però con chiarezza perché essa agisca solo in determinati soggetti e non come regola.

A questo riguardo Galeazzi scrive: «La flessione laterale permanente della serie dei corpi che, per sé sola non costituisce ancora scoliosi, ne è dunque, secondo il mio convincimento, il sintomo iniziale più costante e più importante, in quanto esprime il momento in cui viene turbato l'equilibrio statico della colonna: esso è l'elemento genetico fondamentale di tale deformità, come lo è, della cifosi, la flessione anteriore».

L'effetto rotatorio nella flessione laterale è confermato in quasi tutti i testi di cinesiologia. A questo proposito, Pivetta (23) riporta le parole di Kapandij: «Allorché il rachide si flette lateralmente, si vedono i corpi vertebrali girare su se stessi in tal guisa che la linea mediana anteriore si sposta verso la convessità della curvatura e la linea mediana posteriore si sposta verso la concavità. Ciò è dovuto essenzialmente a due meccanismi che agiscono in sinergia: la compressione discale e la tensione dei legamenti. La flessione laterale aumenta la compressione del disco sul lato concavo; il disco schiacciato a cuneo tende a spostarsi dal lato opposto, cioè verso la convessità, provocando rotazione. Contemporaneamente e per un meccanismo opposto, i legamenti della convessità posti in tensione dalla flessione laterale tendono a spostarsi verso la linea mediana per compiere un tragitto più corto. Questa rotazione fisiologica può divenire patologica a causa di turbe della statica vertebrale e la rotazione può diventare quindi permanente».

### **2.2.3. Componente muscolare**

La cuneizzazione, se di certo è una delle probabili concause della rotazione, non è sicuramente la sola. Non si spiegherebbero altrimenti le scoliosi infantili con rotazione e senza cuneizzazione.

A tal proposito, Roaf (27), nel 1958, ha sezionato con cura muscoli e legamenti della colonna sul cadavere di un bambino, dimostrando che un certo ruolo, nel complesso meccanismo della torsione, compete anche alla muscolatura.

Egli era giunto, quindi, a tali conclusioni: «Sulla parte concava sia le fibre oblique che quelle longitudinali del muscolo erettore spinale sono più corte e corrono più direttamente dall'origine all'inserzione rispetto a quelle che si trovano nella parte convessa.

Il muscolo quadrato dei lombi e i muscoli addominali laterali sono più corti dalla parte concava.

Le fibre inferiori del muscolo trapezio sono accorciate dal lato convesso.

Il muscolo psoas è riaccurciato dalla parte concava della curva lombare».

#### **Muscoli intrinseci della colonna vertebrale**

Quando il rachide si curva lateralmente, il braccio di leva dei muscoli si accorcia dal lato concavo e si allunga da quello convesso.

#### **Muscoli laterali della regione lombare**

Anche la muscolatura della regione lombare laterale, in particolare il muscolo quadrato dei lombi, contribuisce ad aumentare la convessità dal lato opposto; una volta formatasi la curva, questa viene stabilizzata dai muscoli che sul lato concavo lavorano in condizioni di vantaggio meccanico.

#### **Muscolo psoas-iliaco**

I muscoli psoas tendono a tirare i corpi vertebrali verso la loro parte; se si contrae il muscolo psoas di destra, fa ruotare la colonna vertebrale verso il lato opposto, cioè a sinistra. Se la colonna è lordotica, l'azione del muscolo psoas favorisce questa rotazione; esso agisce viceversa come flessore se la colonna è cifotizzata. Se una deformità rotatoria della vertebra lombare è già in atto, il muscolo psoas agisce sulla parte concava con vantaggio meccanico e tende ad aumentare la deformità.

## **Muscoli della regione dorsale**

Un'ulteriore aggravante sulle curve scoliotiche viene esercitata anche da quella parte della muscolatura dorsale che prevenendo da altre ossa della regione toracica e degli arti superiori va a inserirsi sulle apofisi del rachide. Le fibre ascendenti del muscolo trapezio, il muscolo romboide, il muscolo gran dorsale del lato concavo, posti in tensione dallo spostamento del rachide verso la convessità, agiscono in condizioni meccaniche vantaggiose e tendono ad aumentare il grado della curva.

Valutare esattamente l'influenza di questi muscoli è difficile; è probabile che non sia molto rilevante e che la loro azione sia più da annoverare tra le conseguenze che tra le cause della rotazione.

## **Disfunzioni neuromuscolari**

Secondo Duval-Beaupère (8), nella valutazione della flessibilità di una curva scoliotica, occorre distinguere la componente posturale da quella strutturale; il cedimento posturale corrisponde in gradi alla differenza fra una Rx in carico e una supina, ed è un valore correlato al tono muscolare e all'estensibilità dei tessuti del lato convesso. E' questo un concetto molto importante nel trattamento cinesiterapico della scoliosi, perché sappiamo che esistono degli esercizi specifici in grado di rafforzare le strutture muscolari antigravitare e, di conseguenza, di ridurre il cedimento posturale di una curva scoliotica.

Gli studi di Patwardan e Bunch (21) hanno dimostrato che esiste una "soglia di carico", oltre la quale una colonna inizia a deformarsi. E poiché nelle scoliosi, alla riduzione della curva in carico, corrisponde un aumento della soglia di deformazione, si comprende l'importanza di ridurre la componente posturale della curva scoliotica con esercizi idonei.

Se consideriamo poi che, secondo gli studi di Torrel e Nachemson (32), le scoliosi minori al di sotto dei 20°, presentano un'alta percentuale di cedimento posturale (mediamente del 75%), l'obiettivo del rafforzamento dei muscoli antigravitari per ridurre la componente posturale diventa più facilmente realizzabile nel trattamento delle scoliosi iniziali.

Il ruolo attivo della struttura muscolare è stato sottolineato anche dagli studi di Panjabi e Abumi (20), i quali hanno dimostrato che "il rachide necessita di un buon supporto muscolare, soprattutto in presenza di una maggiore instabilità, come si riscontra in presenza di una scoliosi.

Da queste conoscenze scientifiche deriva che il rafforzamento dei muscoli antigravitari è un importante obiettivo terapeutico nel trattamento della scoliosi (11,16,17).

#### 2.2.4. Componente posturale

Non si deve sottovalutare di considerare nei suoi giusti limiti l'influenza della componente posturale, che è comunque sempre presente e in grado di indurre in ogni caso adattamenti a volte imprevedibili.

La diversità degli schemi di movimento nei singoli soggetti è infatti tale, fa notare Boccardi (2), che la variabilità individuale sembra essere il motivo dominante di tutta la morfofisiologia del rachide. Variabilità anatomica, dal numero e dalla forma delle vertebre alla disposizione delle articolazioni, all'ampiezza della mobilità passiva, alle modalità di innervazione centrale; ma soprattutto variabilità funzionale, sia negli schemi posturali sia negli schemi di movimento.

Nel tentativo di scoprire quale sia la forza asimmetrica che interviene nella formazione delle curve scoliotiche, molti Autori, scrive Rathke (26), hanno attribuito un'importanza decisiva alla trasformazione di un semplice difetto di posizione in una scoliosi fissa, patologica. Alla base di questa teoria del difetto di posizione c'è la legge di Hueter-Volkman, applicabile alle forze che si esercitano sui piatti terminali encondrali dei corpi vertebrali. Essa dice cioè che in seguito a fortissima e duratura compressione di una metà del corpo vertebrale, in questo tratto l'accrescimento longitudinale encondrale viene arrestato e ne risulta una deformazione a cuneo.

#### Osservazioni sugli atteggiamenti deviati in stazione eretta

- Raramente una scoliosi idiopatica presenta evidenti traslazioni, oppure dislivello, a carico del bacino.
- L'arto inferiore sinistro presenta spesso un ritardo di crescita rispetto all'arto inferiore destro dovuto probabilmente ad una prevalenza di movimento attivo da parte di quest'ultimo. L'arto inferiore sinistro assume, invece, preferibilmente, la funzione statica o di appoggio sia nelle azioni sia nelle posture.
- L'atteggiamento dorso lombare sinistro a largo raggio è il più frequente nei bambini al di sotto degli otto - nove anni, mentre negli anni successivi tale frequenza è maggiore negli atteggiamenti scoliotici dorsale destro e lombare sinistro.
- Quando vi è una vera asimmetria degli arti inferiori l'atteggiamento scoliotico inizia fra la prima e la terza vertebra lombare.

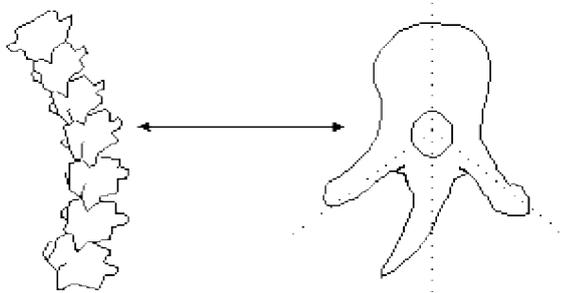
- Rara, ma non impossibile, è la costituzione di un atteggiamento scoliotico non ascrivibile ad una mal posizione del bacino da un lato, ma per un'effettiva diminuzione dell'altezza di un emibacino dovuta a malformazione congenita (o, ancor più raramente, traumatica).
- La muscolatura del lato convesso tende a perdere o, comunque, a diminuire la capacità di contrarsi in modo concentrico, essendo permanentemente stirata in contrazione eccentrica, e lentamente perde la capacità di esplicare altre modalità funzionali. La muscolatura dal lato concavo tende ad accorciarsi e ad irrigidirsi non per eccesso di lavoro in contrazione concentrica, ma per il costante posizionamento delle sue inserzioni a distanze troppo ravvicinate rispetto alla normalità.

Michele (15) riferisce che negli atteggiamenti scoliotici, se il paziente carica l'arto opposto alla convessità, la scoliosi rimane inalterata, ma viene corretta (almeno in parte) con il trasferimento del carico sull'arto omologo e il conseguente rilasciamento della tensione dell'ileopsoas affetto.

## 2.3. MALFORMAZIONI STRUTTURALI NELLA SCOLIOSI

### 2.3.1. Le deformazioni vertebrali

Il rachide è composto da 24 vertebre mobili tra cranio e sacro. Nel rachide scoliotico, le vertebre apicali della curva (le più lontane dalla linea mediana) presentano la deformazione più caratteristica (**figura 6**): la cuneizzazione verso la concavità (aspetto trapezoidale sulle radiografie frontali) dovuta a uno sviluppo asimmetrico dei corpi vertebrali. Questa asimmetria di crescita aumenta la deformazione scoliotica globale, spiegando in parte il circolo vizioso dell'aggravamento angolare al momento della pubertà.

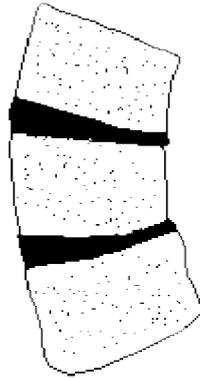


**Figura 6**

*Deformazioni del corpo vertebrale nella vertebra apicale*

### 2.3.2. I dischi

La riduzione dello spazio intervertebrale dal lato della concavità della curva (**figura 7**) provoca nelle scoliosi infantili una compressione del nucleo polposo ed un suo conseguente spostamento verso il lato della convessità. Il fatto che il nucleo si blocchi in questa posizione è un elemento di irriducibilità precoce.

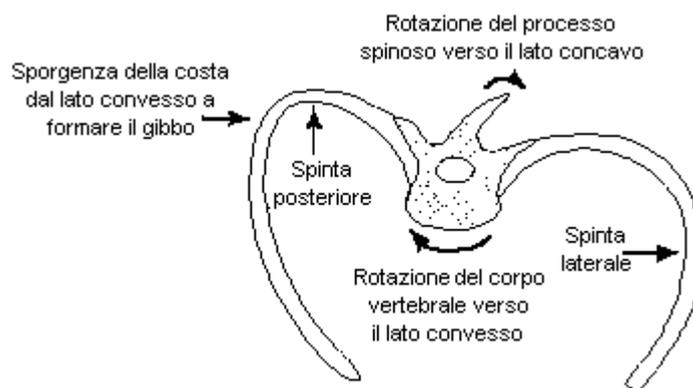


*Figura 7*

*Sezione di vertebre scoliotiche: compressione del corpo vertebrale e del disco dal lato concavo*

### 2.3.3. Coste e torace

Le coste accompagnano la rotazione dei corpi vertebrali, ma non la provocano. La rotazione dei corpi vertebrali provoca un'asimmetria costale: le coste dal lato della concavità (**figura 8**) sono infatti spinte lateralmente ed in avanti dalle apofisi trasverse, ed hanno la tendenza ad orizzontalizzarsi. Al contrario, le coste dal lato della convessità sono spinte indietro e si verticalizzano, formando il gibbo. E' questa asimmetria costale che, frenando il gioco respiratorio, provoca una sindrome restrittiva.



*Figura 8*

*Torsione caratteristica delle vertebre e delle coste nella scoliosi toracica (veduta dal basso)*

#### **2.3.4. Pelvi**

Due principali tipi di coinvolgimento riguardano la zona del bacino:

- una curva lombare può estendersi, in maniera molto attenuata, nella regione sacrale formando una sorta di curva lombo-sacrale;
- più frequentemente, il bacino risulta coinvolto nella controcurva sottostante alla curva primaria; in tal caso L5 diventa la vertebra intermedia che, a causa della fissazione data dai legamenti ileo-lombari, resiste alla rotazione presente nel tratto L4-L5.

#### **2.3.5. I muscoli ed i legamenti**

Nelle scoliosi idiopatiche non sono mai state messe in evidenza anomalie primitive dei legamenti costo-vertebrali ed inter-vertebrali. Tuttavia la scoliosi, una volta iniziata, provoca una perdita della normale elasticità legamentosa, con retrazione dal lato della concavità e stiramento dal lato della convessità.

In caso di scoliosi dovute a miopatie, il coinvolgimento dell'apparato muscolare è non solo determinante ma costituisce la causa della deformità, che comunque presenta un suo proprio potenziale di aggravamento. Studi elettromiografici (Stagnara (31), Sibilla(29) su pazienti con scoliosi idiopatica, hanno messo in evidenza l'esistenza di significative asimmetrie di attivazione muscolare ai lati del rachide, pur non chiarendo se questa asimmetria si debba considerare una concausa o una conseguenza della scoliosi.

#### **2.3.6. Visceri**

Il cuore e i grossi vasi sono relativamente indipendenti dal rachide. Per quanto riguarda i polmoni, gli alveoli apicali dal lato della convessità toracica tendono all'enfisema, ma subiscono un collassamento nelle zone inadeguatamente ventilate. E' stato dimostrato che, in una scoliosi precoce, il numero degli alveoli è minore: tale deficit permane tutta la vita (Stagnara). Nelle cifo-scoliosi gravi la trachea e i bronchi sono deviati.

## CAPITOLO 3

### PRINCIPI E CARATTERISTICHE DELL'ALLENAMENTO FUNZIONALE

#### 3.1. DEFINIZIONI

A vent'anni dalla sua comparsa, ci si interroga ancora su cosa sia l'allenamento funzionale e su quali siano le sue finalità. Riportiamo, quindi, di seguito alcune delle definizioni di Autori che, nel corso degli anni, hanno cercato di chiarire di cosa si tratti realmente.

Boyle (4) definisce l'allenamento funzionale come "un complesso di esercitazioni in grado di coinvolgere equilibrio e propriocezione; esercitazioni eseguibili con i piedi per terra, senza l'assistenza di macchine, o comunque in condizioni tali che la forza possa essere applicata ed espressa in condizioni di instabilità ed il peso corporeo debba essere diretto e controllato in tutti i piani del movimento".

Una definizione più tecnica è stata data da Gambetta (10), il quale identifica l'allenamento funzionale in un'attività multi - articolare, multi - planare, arricchita propriocettivamente, che coinvolga decelerazione (riduzione di forza), accelerazione (produzione di forza) e stabilizzazione; che preveda quote consistenti di instabilità e di diversi livelli di controllo della deformazione imposta dalla gravità, delle risposte reattive offerte dal suolo, del momento della forza.

Queste definizioni risultano essere, probabilmente, le più esaurienti e complete, ma si possono trovare, comunque, anche altre definizioni, relativamente più pratiche e concise. Tra queste abbiamo, ad esempio, quella di Santana (28), il quale afferma l'allenamento funzionale essere "uno spettro di attività dirette all'attivazione di una connessione coerente tra corpo, movimento e uso del movimento da parte del corpo".

Infine, per Plisk (24), "l'allenamento funzionale coinvolge movimenti che sono specifici o altamente correlati, in termini meccanici, coordinativi ed energetici, con le attività quotidiane abituali".

Dunque, dall'osservazione del movimento quotidiano e dalla riscoperta di movimenti essenziali e primitivi, derivano le principali indicazioni operative della teoria funzionale, che optano per un esercizio:

- mimico;
- reale;
- primordiale;
- che ripercorra le tappe dell'apprendimento e della strutturazione neurologica;

- altamente correlabile con le attività performanti della vita quotidiana;
- orientato in senso rotazionale;
- in grado di attivare un programma motorio ed il relativo timing di attivazione;
- diretto al superamento della gravità;
- arricchito propriocettivamente;
- con forti connotazioni senso ó motorie;
- non selettivo, ma estensivo;
- acquisibile, interiorizzabile e trasferibile.

La forma del corpo umano può essere sana, forte e bilanciata se allenata ad una funzione reale con un corretto funzionamento. In questo senso, l'allenamento funzionale è l'allenamento finalizzato a migliorare il movimento.

### 3.2. IL CORE: PRINCIPI E CARATTERISTICHE

Il Core non è un'entità definita anatomicamente; tuttavia può essere comunque inteso come una regione, composta da 29 paia di muscoli, che si identifica strutturalmente nell'unità Coxo - Lombo ó Pelvica (LPH Complex) e che localizza il centro di gravità.

Il Core, dunque, in quanto parte centrale del nostro corpo, rappresenta l'unità preposta alla regolazione dei meccanismi di adattamento, equilibrio e stabilizzazione funzionale; distribuisce e smista forza secondo schemi di attivazione finalistica.

È stato dimostrato che la zona centrale del complesso coxo ó lombo ó pelvico rappresenta il nodo attraverso il quale:

- si trasmettono il peso della testa, del tronco e degli arti superiori agli arti inferiori;
- si provvede all'assorbimento e alla dissipazione delle forze a direzione centripeta;
- si trasferiscono e si proiettano le forze a direzione centrifuga (dalla prossimità centrale alle terminazioni distali);
- si possono controbilanciare le forze incontrate durante il movimento degli arti superiori ed inferiori;
- si ristabilisce l'equilibrio posturale dopo perturbazioni esterne.

L'attività del Core deve essere pensata come òintegrazione pre ó programmataö di:

-muscoli òlocaliö, intrinseci, mono ó articolari, profondi (inner unit);

-muscoli òglobaliö, estrinseci, multi ó articolari, superficiali (outer unit), per consentire stabilità e produrre, contemporaneamente, movimento.

Dal momento che il Core è snodo, raccordo e smistatore centrale di tutte le catene cinetiche, il controllo corecentrico migliorerà la funzione effettrice dei segmenti distali, riducendo, contemporaneamente, i sovraccarichi disfunzionali; e questo relativamente a tutte le attività.

Hodges (12) ha dimostrato che:

- prima che inizi qualunque movimento di un braccio o di una gamba, il muscolo trasverso dell'addome e il muscolo multifido vengono pre-attivati per aumentare la pressione intra-addominale, in anticipazione, preparazione e protezione;
- il generatore primario per il movimento delle estremità superiori è l'attivazione della stabilità della regione centrale (Core).

La fascia toraco-lombare è la struttura che connette gli arti inferiori agli arti superiori, posteriormente. Anteriormente, la stessa funzione è svolta dal complesso definito dai muscoli adduttori e dai muscoli obliqui. Questo fa sì che le tre piattaforme di stabilizzazione (regione delle anche/pelvi, complesso scapolo-omerale, e Core) siano coinvolte in ogni attività generata dalla catena cinetica, qualunque sia la direzione della forza; e, inoltre, che i muscoli stabilizzatori di scapola, pelvi e Core, nella ricerca dell'obiettivo motorio pre-programmato, contribuiscano a posizionare i segmenti distali nella posizione ottimale, alla velocità ottimale, con il timing di accensione ottimale e con gli ottimali aggiustamenti e adattamenti.

Dal Core transitano quattro catene cinetiche:

- catena obliqua posteriore;
- catena obliqua anteriore;
- .catena longitudinale;
- catena laterale.

Le catene cinetiche che transitano dal crocevia centrale uniscono la zona centrale alle piattaforme di stabilizzazione periferiche, pelvi e scapola (hip e scapula), creando la struttura sulla quale agiscono i tre differenziali cinetici dell'«Hip/Core/Scapula Complex».

Ristabilire un efficace ed efficiente controllo prossimale contribuisce alla normalizzazione dell'allineamento posturale e al recupero dell'integrità della catena cinetica.

La riabilitazione basata sul Core rispetta un orientamento prossimo distale: prima sensibilizzare la funzione stabilizzante, poi allenare schemi motori dai fondamentali ai complessi in pattern coordinati e sincroni, con l'obiettivo di consentire l'ottimale produzione, trasmissione e controllo di movimenti dal Core ai segmenti effettori terminali e correggere squilibri e disfunzioni (1).

### 3.3. IL MOVIMENTO

Come detto, la trasmissione del movimento passa per la stazione centrale del corpo, ovvero il Core. Ogni movimento prodotto dalla catena cinetica, ed espresso in forma intransitiva (omi muovoö) o transitiva (omuovo qualcosaö), trova la propria origine motoria nei movimenti fondamentali, che sono:

1. rotolarsi;
2. accovacciarsi;
3. tirare;
4. spingere;
5. allungarsi in affondo;
6. piegarsi;
7. girarsi;
8. spostarsi.

Ogni movimento è Core ó dipendenteö e quindi ha un'alta correlazione con il corretto funzionamento del nucleo stabilizzatore centrale e delle piattaforme di stabilità periferiche.

Le connessioni tra movimenti fondamentali singoli generano schemi di movimento la cui peculiarità risiede nello sviluppo tridimensionale, e la cui finalizzazione porta all'espletamento della funzione che è propria del movimento.

Il movimento ha quattro funzioni complementari:

- deve equilibrare i volumi che costituiscono il sistema öcorpoö in opposizione alla gravità;
- deve consentire il rapporto relazionale con le forme esterne (oggetti, persone);
- deve provvedere alla finalizzazione gestuale (prendere, tirare, spingere, spostare, spostarsi);
- deve ampliare la zona di confort.

La prima e più importante funzione dell'allenamento è rendere più economici ed efficaci gli otto movimenti fondamentali, che sono stati qualificati come attribuzioni della transitività e dell'intransitività del movimento. I movimenti fondamentali, per semplici che possano sembrare, originano dai movimenti öprimordialiö.

I movimenti primordiali sono i precursori filogenetici dei primi movimenti che il neonato esplora, sperimenta ed affina nei movimenti fondamentali dell'età adulta. I movimenti fondamentali generano schemi di movimento quotidiano che a loro volta sono combinabili in gestualità sportive.

I movimenti della vita reale, quindi:

- sono espressione dello sviluppo spiraliforme di una catena cinetica;
- devono equiparare o superare la gravità;
- sono core o dipendenti;
- richiedono una postura dinamica intelligente;
- sono tridimensionali.

Ogni movimento, semplice o complesso che sia, è il risultato di un insieme, ogni volta unico e irripetibile, tra gli otto semplici costituenti di base.

Nella proposta funzionale, la parola abilità sottintende strette connessioni con:

- il controllo neuromuscolare;
- il controllo posturale dinamico.

Ogni nodo smistatore, da quello prossimale (il Core), a quelli periferici (pelvi e scapola), fino alle terminazioni effettatrici distali, è attivato dalla somministrazione di stimoli in grado di agire sul controllo sia neuromuscolare (risposte) che posturale/dinamico (aggiustamenti).

Sono sei gli elementi importanti per migliorare controllo neuromuscolare e controllo posturale dinamico:

- sensibilità cinestesica propriocettiva;
- stabilità dinamica coordinata del complesso pelvi/core/scapola;
- controllo pre programmato (feedforward) e reattivo (feedback) delle risposte motorie;
- integrazione delle risposte motorie;
- esplorazione controllata dei pattern di vulnerabilità;
- elaborazione senso percettiva.

## CAPITOLO 4

### PRESENTAZIONE DEI SOGGETTI, VALUTAZIONI INIZIALI, METODI E MATERIALI UTILIZZATI

Sugli stessi presupposti teorici esposti nella prima parte della tesi si basa l'esperienza condotta con un lavoro di allenamento funzionale, senza presunzione di attribuirvi alcuna valenza scientifica.

L'esperienza ha costituito semplicemente un'occasione di apprendimento guidato e di constatazione della possibile validità di questa forma di allenamento nel trattamento di ragazzi con problematiche di scoliosi e atteggiamento scoliotico.

Il percorso è durato 2 mesi; attualmente è ancora in corso e ha coinvolto 9 soggetti, di cui ne sono stati presi in considerazione soltanto 5.

#### 4.1. SCOPO DEL PERCORSO

Si sono voluti verificare gli effetti di tale metodo di lavoro sui soggetti in merito a:

- miglioramento della stabilità e dell'equilibrio;
- miglioramento del tono muscolare;
- miglioramento della forza muscolare;
- miglioramento della propriocezione;
- miglioramento della flessibilità;
- dimagrimento;
- miglioramento della postura e, quindi, riduzione dell'atteggiamento scoliotico;
- ripercussioni positive sulle algie provocate dalla scoliosi.

#### 4.2. CARATTERISTICHE E FINALITÀ DELL'ESPERIENZA DI LAVORO

Il lavoro è stato sviluppato attraverso un ciclo di interventi di allenamento funzionale su soggetti con scoliosi e atteggiamento scoliotico. L'obiettivo è quello di apprendere se e come tale metodo favorisca un miglioramento di parametri fisici quali stabilità, coordinazione, flessibilità, propriocezione, restituendo un equilibrio della struttura muscolo ó articolare, con un conseguente miglioramento della postura e una riduzione dell'atteggiamento scoliotico o un impatto favorevole sulle algie provocate dalla scoliosi.

### 4.3. CARATTERISTICHE DEL CAMPIONAMENTO

- Età tra i 14 e i 18 anni
- Sesso maschile
- Scoliosi idiopatica
- Atteggiamento scoliotico

Al fine di permettere un miglior confronto sull'efficacia del trattamento proposto, i soggetti selezionati sono stati suddivisi in due gruppi:

- gruppo di soggetti con scoliosi: composto da 3 persone con scoliosi idiopatica, seppur di lieve entità;
- gruppo di soggetti con atteggiamento scoliotico: composto da 2 persone che non presentano scoliosi vera e propria, ma soltanto un atteggiamento scoliotico.

Tutti i soggetti hanno svolto lo stesso percorso di lavoro. La suddivisione nei due gruppi è stata fatta soltanto per vedere se e quali miglioramenti ci potevano essere in un gruppo di soggetti rispetto all'altro.

Il percorso ha avuto una durata di 2 mesi, con una frequenza di 2 allenamenti a settimana di 60 minuti ciascuno ed effettuazione dei vari test all'inizio e al termine del percorso.

### 4.4. LIMITI DEL CAMPIONAMENTO

L'esiguità del campionamento ne può limitare parzialmente la rappresentatività, ma non è stato possibile ampliare il numero di soggetti analizzati mantenendo fede ai criteri di selezione e alle caratteristiche del campionamento.

Durante il percorso si sono verificati eventi che hanno a volte limitato la completa esecuzione degli step previsti dal programma (alcuni soggetti, per indisponibilità personali, non hanno preso parte a tutti gli incontri; riduzione o modifica del tempo di esecuzione).

Ciò ha influito sulla numerosità del campione, rendendo necessario escludere alcuni casi che erano stati inizialmente considerati.

L'esperienza ha, pertanto, dovuto tenere conto di tutti questi fattori e la rappresentatività e significatività ne risultano ridotte. Ciò nonostante si è ritenuto di procedere ponendo come obiettivo quello di verificare se vi sono le premesse per un approfondimento ulteriore ed un'estensione della ricerca.

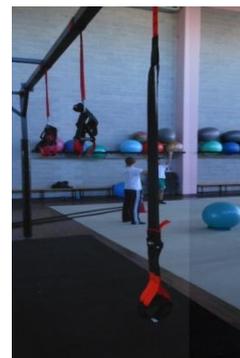
## 4.5. MATERIALE UTILIZZATO

- **Strumenti per l'effettuazione dei test:**

- macchina fotografica;
- cronometro;
- metro;
- scheda raccolta dati.

- **Strumenti ed attrezzature per lo svolgimento degli esercizi:**

- aste;
- kettlebell;
- swissball;
- palle mediche;
- trx;
- carrucola;
- acqua bag;
- tappetini;
- elastici;
- bosu;
- attrezzature vibranti (pedane, step, tappeto).



#### **4.5.1. Attrezzature vibranti**

All'interno del percorso di lavoro sono state utilizzate anche delle attrezzature vibranti, quali pedane, step e tappeti.

La vibrazione è un'interferenza, che a livello recettoriale altera il sistema tonico posturale che, messo in eccitazione da questa particolare stimolazione, attiva i meccanismi riflessi antigravitari di recupero dell'equilibrio.

Attraverso l'utilizzo delle vibrazioni meccaniche, vi è una riproduzione delle vibrazioni delle forze gravitazionali, modulazione del tono posturale e in questo senso perturbazione dell'equilibrio e della postura.

L'obiettivo dell'utilizzo della vibrazione sarà, quindi, quello di consolidare e preservare questi risultati nella sfera delle abitudini di vita e nel lavoro, nella sfera emozionale del soggetto, concretizzandoli in una nuova presa di coscienza del proprio schema corporeo, dell'orientamento di sé nello spazio, della percezione e posizione di ogni parte di sé.

Alcuni studi di Bosco e coll. hanno evidenziato che attraverso la vibrazione è possibile ottenere un miglioramento della co-contrazione dei muscoli sinergici e un incremento dell'inibizione di quelli antagonisti, ovvero un miglioramento marcato della flessibilità muscolare.

Altri studi, infine, hanno evidenziato come lo stimolo vibratorio determini una diminuzione del dolore associando degli esercizi di allungamento alla vibrazione, rendendo plausibili gli effetti della vibrazione sulla flessibilità, dal momento che la soglia del dolore viene utilizzata dal corpo come una barriera naturale agli esercizi di allungamento.

#### **4.6. MODALITÀ E APPLICAZIONE DEL METODO**

Inizialmente è stata effettuata un'analisi posturale con osservazioni sul piano laterale, frontale, dorsale affiancata da test di valutazione e dalla rilevazione di alcune misure:

- osservazione delle asimmetrie (spalle; triangoli della taglia; gibbi);
- Bending test (test di flessione avanti del busto da in piedi evitando il piegamento delle ginocchia);
- test di equilibrio su BOSU.

È seguito poi il trattamento con esercizi a corpo libero e con piccoli attrezzi, allungamento e utilizzo delle pedane vibranti.

## **CAPITOLO 5**

### **PROTOCOLLO DI ESERCIZI DI ALLENAMENTO FUNZIONALE SU ADOLESCENTI MASCHI CON PROBLEMI DI SCOLIOSI E ATTEGGIAMENTO SCOLIOTICO**

I soggetti sono stati sottoposti ad un programma di esercizi di allenamento funzionale integrato dall'utilizzo di pedane vibranti, per un periodo di 2 mesi con sedute effettuate 2 volte alla settimana. Il programma che viene presentato in questo studio comprende molti esercizi, che sono stati proposti ai soggetti con gradualità per permettere loro di capire e apprendere innanzitutto i movimenti fondamentali e, successivamente, di essere in grado di riprodurli in maniera corretta. Tali esercizi, per semplicità esplicativa, sono stati suddivisi in questo modo (anche se una classificazione così netta non può essere valida per tutti gli esercizi analizzati in quanto alcuni di essi potrebbero essere inseriti in più di una di queste categorie):

- esercizi di mobilizzazione e riscaldamento;
- esercizi di percezione e stabilizzazione;
- esercizi di coordinazione e controllo posturale;
- esercizi di rinforzo;
- esercizi di allungamento selettivo e globale.

## 5.1. ESERCIZI DI MOBILIZZAZIONE E RISCALDAMENTO

Ogni seduta di allenamento iniziava con una fase della durata di circa 10 minuti dedicata al riscaldamento e alla mobilizzazione delle articolazioni.

Questa fase comprendeva principalmente:

1. mobilizzazione delle articolazioni senza attrezzi, quindi circonduzioni di collo, spalle, polsi, anche, ginocchia e caviglie;
2. esercizi vari di mobilizzazione e riscaldamento con un'asta.



**Figura 9**



**Figura 10**

## 5.2. ESERCIZI DI PERCEZIONE E STABILIZZAZIONE

1. Camminata su tappeto vibrante;
2. Step vibrante;
3. Esercizio di percezione ed equilibrio sul Bosu (con e senza pesetti);
4. Equilibrio in ginocchio su SwissBall;
5. Esercizio di equilibrio su Bosu con un kettlebell;
6. Pull ó over con kettlebell in equilibrio su cuscinetti propriocettivi;
7. Lanci di una palla medica su un piede solo

### 1. Camminata su tappeto vibrante

5 minuti di camminata su tappeto vibrante alternando 1 minuto di camminata senza vibrazione e 30 secondi di camminata con la vibrazione.



**Figura 11**



**Figura 12**

## 2. Step vibrante

5 minuti sullo step vibrante alternando, anche in questo caso, 1 minuto senza la vibrazione e 30 secondi con la vibrazione.



**Figura 13**

## 3. Esercizio di percezione ed equilibrio sul Bosu (con e senza pesetti)

Salire e scendere dal Bosu cercando di poggiare in modo corretto il piede sulla superficie instabile, mantenendo l'equilibrio e coordinando il movimento delle braccia in modo opposto rispetto a quello delle gambe (come nella normale deambulazione). L'esercizio può essere reso più intenso tenendo impugnati in mano pesetti da 1 kg.



**Figura 14**



**Figura 15**

#### 4. Equilibrio in ginocchio su SwissBall

Esercizio di equilibrio sulla SwissBall, partendo inizialmente con le mani in presa alla spalliera o con l'aiuto di un compagno per poi, una volta trovata la stabilità, lasciare la presa e rimanere in equilibrio senza alcun aiuto.



Figura 16



Figura 17

#### 5. Esercizio di equilibrio su Bosu con un kettlebell

Salire sul Bosu e, una volta trovata la stabilità, passare un kettlebell abbastanza leggero (4 o 6 kg) da una mano all'altra davanti e dietro il corpo, alternando prima in un senso e poi nell'altro. Per rendere più difficile l'esercizio potrebbe essere eseguito su un piede solo.



Figura 18

## 6. Pull-over con kettlebell in equilibrio su cuscinetti propriocettivi

Posizionare i piedi su due cuscinetti propriocettivi, impugnando il kettlebell, rovesciato, per i lati della maniglia, davanti al petto; con le gambe leggermente flesse, portare il kettlebell dietro la nuca e poi riportarlo alla posizione iniziale, mantenendo i gomiti chiusi durante tutta l'esecuzione del movimento.



Figura 19

## 7. Lanci di una palla medica su un piede solo

Esercizio da eseguire a coppie, uno di fronte all'altro, a non più di un paio di metri di distanza; lanciare una palla medica al compagno posto di fronte rimanendo in equilibrio su un piede solo. Dopo un numero prestabilito di lanci, cambiare il piede d'appoggio. Importante nell'esecuzione dell'esercizio è ammortizzare la ricezione della palla piegando il ginocchio della gamba in appoggio.



Figura 20

### **5.3. ESERCIZI DI COORDINAZIONE E CONTROLLO POSTURALE**

1. Plank (prono e su un fianco);
2. Esercizio di controllo posturale in posizione supina con SwissBall;
3. Esercizio di controllo posturale con la staffa;
4. Esercizio di coordinazione e controllo posturale in posizione prona con SwissBall;
5. Affondi con AcquaBag;
6. Esercizio di controllo posturale in posizione seduta;
7. Esercizio di controllo posturale e coordinazione con un tubo riempito d'acqua.

## 1. Plank (in posizione prona o laterale)

Esercizio che, con una corretta esecuzione, permette di far lavorare il retto dell'addome, gli obliqui e anche il muscolo trasverso. La difficoltà dell'esercizio risiede nel mantenere la corretta posizione per un arco di tempo predeterminato. Ci si posiziona proni con avambracci e punte dei piedi in appoggio a terra (il gomito deve essere perpendicolare alla spalla); una volta assunta questa posizione si cerca di mantenere il corpo il più in linea possibile. Può essere eseguito anche in appoggio sulle mani.

Il plank può essere eseguito anche lateralmente, con gli stessi principi: avambraccio in appoggio con gomito in linea con la spalla, piedi o a martello o che possono essere posizionati l'uno sopra l'altro oppure l'uno davanti all'altro (gamba e piede sopra più avanti e gamba e piede sotto più indietro), corpo perfettamente allineato. Anche in questo caso può essere eseguito con la mano in appoggio invece dell'avambraccio.



Figura 21



Figura 22

## 2. Esercizio di controllo posturale in posizione supina con SwissBall

Partendo da una posizione supina, con i piedi e parte della gamba in appoggio sulla SwissBall, braccia inizialmente distese a terra con palmi rivolti verso il suolo, sollevare il bacino cercando di essere perfettamente in linea con tutto il corpo. Una volta trovata la stabilità, staccare le braccia dal suolo e portarle in alto. L'esercizio può essere reso più difficile chiudendo gli occhi una volta sollevato il bacino e disteso le braccia in alto.

Una variante di questo esercizio può prevedere l'inserimento della raccolta delle gambe verso il petto dopo aver sollevato il bacino. In questo caso però sarà bene che i soggetti, se poco esperti, mantengano le braccia appoggiate a terra durante tutta l'esecuzione dell'esercizio.

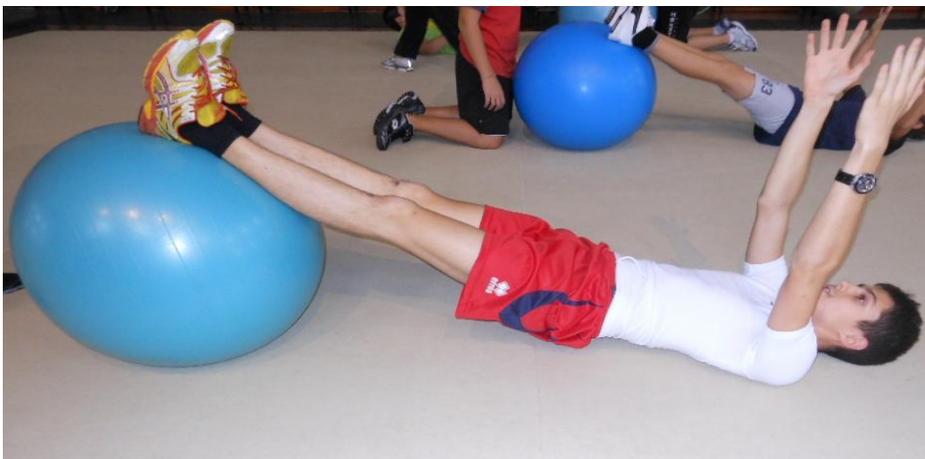


Figura 23



Figura 24

### 3. Esercizio di controllo posturale con l'asta

Posizionare l'asta in verticale dietro la schiena, impugnandola con una mano sopra la testa e con l'altra sotto il sedere. Far aderire l'asta alla schiena in modo che risulti a contatto con tre punti: sulla nuca, sul dorso a livello delle scapole, sull'osso sacro. Successivamente, con le gambe leggermente flesse, piegare il busto in avanti cercando di mantenere l'asta a contatto con i tre punti appena indicati. L'asta ha proprio lo scopo di far capire al soggetto se sta eseguendo correttamente l'esercizio e quindi se sta mantenendo la schiena diritta durante tutto il movimento.



**Figura 25**



**Figura 26**

#### **4. Esercizio di coordinazione e controllo posturale in posizione prona con SwissBall**

Partendo da una posizione in ginocchio con il busto appoggiato sopra alla SwissBall, farla rotolare sotto al corpo avanzando con le mani sul pavimento fino ad arrivare ad una posizione in cui la SwissBall si trova sotto le gambe (o sotto il collo o la punta dei piedi se si vuole rendere l'esercizio più instabile e, di conseguenza, più difficile); il corpo deve essere perfettamente in asse, contraendo addominali e glutei per evitare di sollecitare esageratamente la zona lombare. Mantenere tale posizione per qualche secondo e poi, camminando a ritroso con le mani, ritornare alla posizione di partenza.



**Figura 27**



**Figura 28**

## 5. Affondi con AcquaBag

L'esercizio degli affondi può essere reso più complesso e instabile grazie all'utilizzo di un AcquaBag. Tenendo l'AcquaBag tra avambraccio e petto, eseguire degli affondi, alternativamente con una gamba e poi con l'altra, cercando di mantenere il controllo sulla postura e, quindi, senza farsi destabilizzare dall'acqua dentro l'attrezzo. Gli affondi possono essere eseguiti sia indietro (come nella foto) che avanti.



**Figura 29**



**Figura 30**

## 6. Esercizio di controllo posturale in posizione seduta

Questo esercizio viene eseguito seduti a terra, con le gambe distese (o quasi completamente distese), piedi alla martello; il busto è inclinato all'indietro e le braccia sono distese e aperte lateralmente. Rimanere in posizione per qualche secondo con l'obiettivo di mantenere l'equilibrio e un buon controllo sulla postura.



Figura 31



Figura 32

### **7. Esercizio di controllo posturale e coordinazione con un tubo riempito d'acqua.**

Impugnare un tubo di plastica della lunghezza di circa 2 metri, con dell'acqua dentro, all'altezza del bacino con un'impugnatura larga (più delle spalle). Sollevare le braccia portando il tubo sopra la testa (le braccia saranno distese) e mantenere la posizione per una ventina di secondi. L'esercizio è reso instabile dalla presenza dell'acqua all'interno del tubo. Per cui, per evitare di lasciarsi destabilizzare dal movimento dell'acqua, il soggetto dovrà mantenere un buon controllo posturale (gambe leggermente flesse, contrazione di addominali e glutei per non inarcare eccessivamente la zona lombare e avere un miglior controllo) e una buona coordinazione.



**Figura 33**

## 5.4. ESERCIZI DI RINFORZO

1. Piegamenti al Trx o alla carrucola;
2. Trazioni al Trx o alla carrucola;
3. Stacchi con kettlebell e con MedBall;
4. Squat con kettlebell e con MedBall;
5. Pull ó Over con kettlebell;
6. Affondi con un elastico fissato alla spalliera;
7. Esercizio di rinforzo per gli arti superiori con una fune.

### 1. Piegamenti al TRX o alla carrucola.

Esercizio di rinforzo per i muscoli: deltoide anteriore, pettorale, tricipite brachiale.

Serie di 8-10 piegamenti eseguiti al TRX o alla carrucola. Si tratta di una variante dei classici piegamenti eseguiti a terra. Le differenze stanno nel poter adattare, in base alle proprie abilità, la difficoltà di esecuzione dell'esercizio in base all'inclinazione di partenza del corpo e nella maggiore instabilità data da questi attrezzi. In particolare, l'esercizio effettuato alla carrucola risulta essere più complesso rispetto allo stesso esercizio eseguito al TRX e ciò è dovuto alla maggior instabilità determinata da questo attrezzo, che richiede quindi un controllo ed una coordinazione superiori.



Figura 34



Figura 35

## 2. Trazioni al TRX o alla carrucola

Esercizio di rinforzo per i muscoli: dorsali (principalmente), bicipite brachiale.

Serie di 8-10 trazioni al TRX o alla carrucola. Anche per questo esercizio, la sua esecuzione con uno di questi attrezzi comporta un impegno non soltanto muscolare, ma anche propriocettivo e di coordinazione e controllo posturale. Inoltre, il grado di inclinazione renderà l'esercizio più o meno difficile. Come per l'esercizio dei piegamenti, anche in questo caso l'utilizzo della carrucola invece che del TRX determinerà una maggiore instabilità e renderà l'esercizio più complesso dal punto di vista della coordinazione.



**Figura 36**



**Figura 37**

### 3. Stacchi con kettlebell o MedBall

Esercizio di rinforzo per: grande gluteo, ischio crurali, quadricipite femorale.

Serie di 8-10 stacchi. Include una importante componente posturale; in posizione di partenza e durante tutta l'esecuzione del movimento, la schiena deve essere piatta o leggermente inarcata, il petto in alto e in fuori, le scapole retratte e la testa in linea con la colonna o leggermente iperestesa.



**Figura 38**

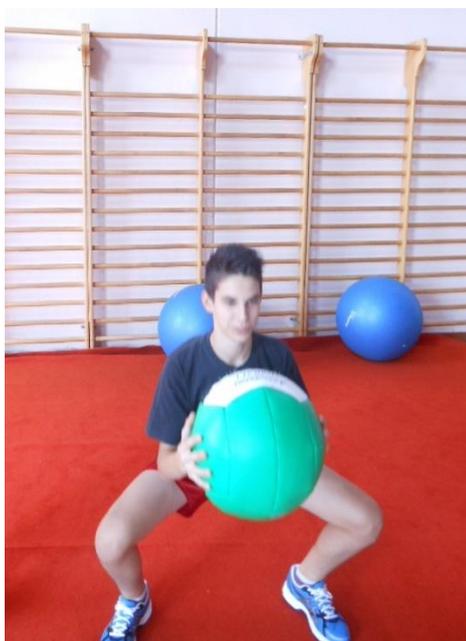


**Figura 39**

#### 4. Squat con kettlebell o MedBall

Esercizio di rinforzo per: grande gluteo, ischio crurali, quadricipite femorale.

Serie di 8-10 squat utilizzando un kettlebell o una MedBall. Anche in questo caso è importante prestare attenzione alla posizione di tutti i vari segmenti corporei per evitare un'esecuzione scorretta e, di conseguenza, il rischio di infortuni. In particolare, durante l'esecuzione dell'esercizio è opportuno: mantenere una posizione del busto con schiena piatta e petto in alto e in fuori; talloni sul pavimento e ginocchia allineate al di sopra dei piedi (non oltre).



**Figura 40**



**Figura 41**

## 5. Pull-over con kettlebell

Esercizio di rinforzo per: gran dorsale, gran pettorale.

Serie di 8-10 ripetizioni. Importante nell'esecuzione di questo esercizio è la contrazione della parete addominale e dei glutei in modo da non caricare eccessivamente la zona lombare. Viene eseguito nella variante a braccia flesse in quanto la flessione del gomito riduce il braccio di leva e permette pertanto di alleggerire il sovraccarico e ridurre lo stress articolare.



**Figura 42**

## 6. Esercizio di rinforzo per gli arti superiori con una fune

Utilizzando una fune adeguatamente fissata, impugnarla con le mani per le due estremità ed imprimerle un movimento ondulatorio (la braccia si muovono dal basso verso l'alto in modo alternato). L'esercizio deve essere eseguito con un buon controllo posturale, mantenendo le gambe leggermente flesse, la schiena dritta con addominali e glutei contratti, in modo che il movimento impresso alla fune derivi soltanto dalle braccia. La durata dell'esercizio è variabile, ma ai soggetti in esame è stato chiesto di eseguire l'esercizio per 15-20 secondi, con brevi pause di 1 o al massimo 2 secondi nel caso in cui l'affaticamento muscolare non permettesse loro di procedere per i 15-20 secondi consecutivamente.



**Figura 43**



**Figura 44**

## **7. Affondi con un elastico fissato alla spalliera**

Esercizio di rinforzo per: grande gluteo, ischio crurali, quadricipite, ileopsoas (della gamba che segue), soleo e gastrocnemio (della gamba davanti).

Serie di 8-10 ripetizioni. Il soggetto si trova in piedi ad una distanza di circa un paio di metri dalla spalliera, con la schiena rivolta ad essa. Impugnando un'asta con due elastici alle sue estremità (i quali sono fissati alla spalliera) all'altezza dello sterno, dovrà eseguire degli affondi in avanti, alternando ogni volta la gamba.



**Figura 45**

## 5.5. ESERCIZI DI ALLUNGAMENTO SELETTIVO E GLOBALE

1. Stretching della catena posteriore;
2. Stretching del gluteo;
3. Stretching degli adduttori;
4. Stretching del polpaccio;
5. Posizione di allungamento globale (posizione a squadra).

### 1. Stretching dei muscoli ischio crurali

Seduti a terra tenendo una gamba allungata sul pavimento con il piede a martello (90 gradi) e l'altra raccolta con il ginocchio piegato all'esterno e la pianta del piede appoggiata sulla parte interna dell'altro ginocchio.

Flettere il tronco in avanti cercando di arrivare a toccare con le mani la punta del piede.

Mantenere questa posizione per 20 secondi circa ripetendo l'esercizio con l'altra gamba.



Figura 46



Figura 47

## 2. Stretching del gluteo

In posizione supina, piede destro appoggiato sul ginocchio sinistro, impugnare con le mani la coscia sinistra e tirare la gamba verso di sé. Mantenere l'allungamento per 20 secondi circa e poi invertire la posizione delle gambe.



**Figura 48**

## 3. Stretching degli adduttori

In posizione seduta, con la schiena tenuta il più diritta possibile, cercare di avvicinare al corpo le piante dei piedi, appoggiate l'una contro l'altra, flettendo anche e ginocchia.



**Figura 49**

#### **4. Stretching del polpaccio**

In piedi vicino ad una parete, piedi appoggiati contro una base di legno inclinata; aiutarsi con la flessione delle braccia e l'appoggio di avambracci e mani sulla parete per mantenere il corretto equilibrio e spostare il corpo in avanti e flettere al massimo la gamba sul piede.



**Figura 50**

### **5. Posizione di allungamento globale (posizione a squadra)**

Seduti a terra, con schiena appoggiata al muro, gambe distese, mani ai lati delle anche, gomiti tesi. Mentre si espira, con l'appoggio delle mani staccare la schiena senza piegarsi in avanti, ma continuando a guardare davanti a sé, con spalle aperte e torace in fuori. Tenere i piedi a martello; la posizione va tenuta in espirazione profonda.

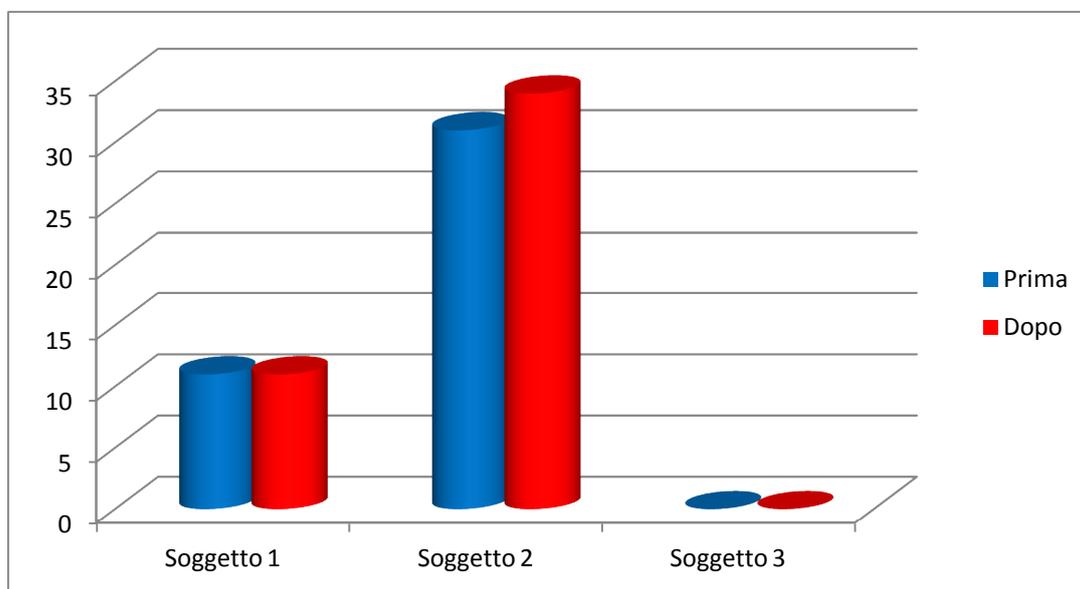


**Figura 51**

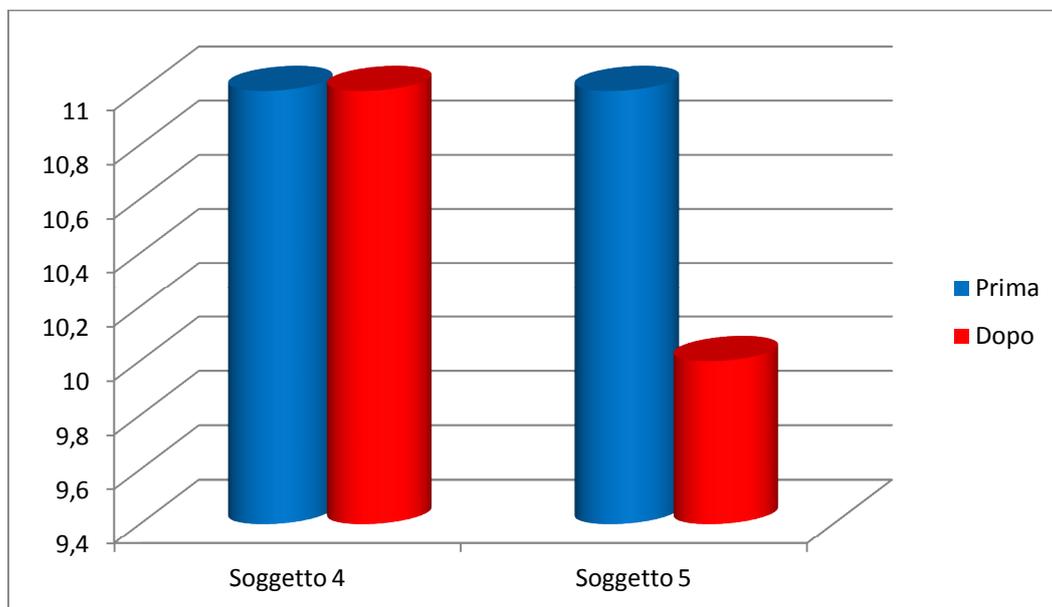
## CAPITOLO 6

### RISULTATI E DISCUSSIONE

#### 6.1. COMPARAZIONE DEI DATI RIGUARDANTI IL TEST DI FLESSIBILITÀ

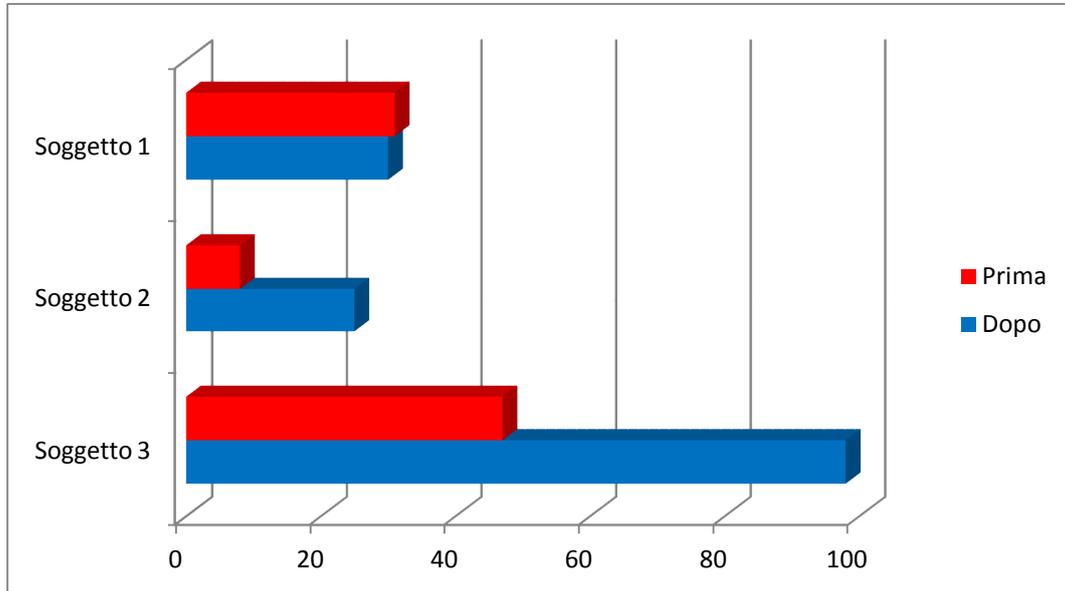


**Tabella 5: Bending Test prima e dopo il trattamento; distanza dito medio da terra (gruppo scoliosi).**

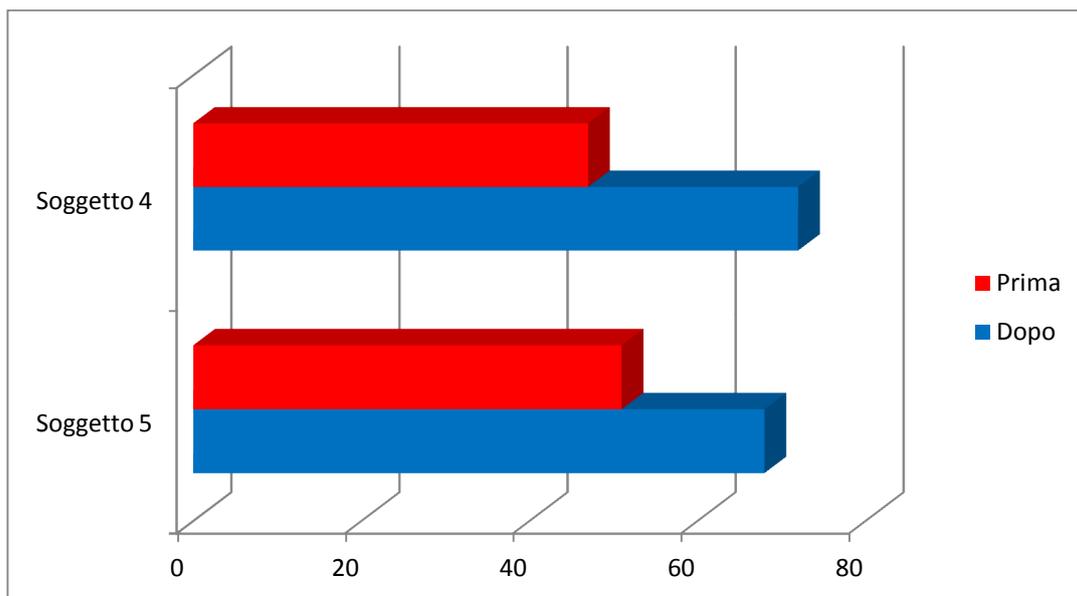


**Tabella 6: Bending Test prima e dopo il trattamento; distanza dito medio da terra (gruppo atteggiamento scoliotico).**

## 6.2. COMPARAZIONE DEI DATI RIGUARDANTI IL TEST DI EQUILIBRIO



**Tabella 7: Test di equilibrio su un piede su Bosu (gruppo scoliosi).**



**Tabella 8: Test di equilibrio su un piede su Bosu (gruppo atteggiamento scoliotico).**

### 6.3. COMPARAZIONE VISIVA DEI SOGGETTI IN RIFERIMENTO ALLA POSTURA



**Figura 52**



**Figura 53**



**Figura 54**



**Figura 55**

**Analisi posturale sul piano frontale prima e dopo il programma di esercizi di un soggetto con atteggiamento scoliotico (fig. 52 e 53) e di un soggetto con scoliosi (fig. 54 e 55).**

## 6.4. DISCUSSIONE

La comparazione dei dati dei vari test eseguiti ad inizio e fine trattamento permette di effettuare diverse riflessioni.

Innanzitutto, possiamo affermare che, contrariamente a quanto si poteva inizialmente prevedere, non vi sono state differenze evidenti nei risultati ottenuti tra il gruppo dei soggetti con scoliosi idiopatica e quello dei soggetti con atteggiamento scoliotico.

Andando nello specifico, per quanto riguarda il test di flessibilità i miglioramenti sono minimi e, per la maggior parte dei soggetti, la situazione è rimasta stabile.

I miglioramenti più evidenti si possono riscontrare nell'equilibrio, dove solamente 1 soggetto su 5 è rimasto stabile, mentre gli altri 4 soggetti hanno avuto un notevole miglioramento (da 17 a 51 secondi in più).

Infine, un'ultima necessaria considerazione deve essere fatta in merito all'osservazione visiva dei soggetti durante il percorso di lavoro ed al termine di esso. Nonostante questo tipo di valutazione non ci consenta di avere dei dati matematici da mettere su carta, ma si basi, come detto, semplicemente sull'osservazione, non si può non mettere in evidenza il fatto che il miglioramento dei soggetti nell'arco dei due mesi sia stato notevole. Se l'obiettivo era anche quello di apprendere se e come tale metodo potesse favorire un miglioramento di parametri fisici quali stabilità, coordinazione e propriocezione, allora si può affermare, da questo punto di vista, che l'obiettivo è stato raggiunto.

## **CAPITOLO 7**

### **CONCLUSIONI**

#### **7.1. CONCLUSIONI**

L'allenamento a corpo libero, funzionale, è una tipologia di allenamento che può essere adottata praticamente da tutti (ovviamente con le dovute proporzioni) e a tutti può portare benefici, in quanto basato sulla riproposizione di movimenti e gestualità della vita quotidiana.

Da questa consapevolezza è nata l'idea di utilizzare l'allenamento funzionale con adolescenti che presentassero problemi di scoliosi e di atteggiamento scoliotico, al fine di determinare un miglioramento delle loro capacità psico-fisiche e di correggere o, quanto meno, alleviare, gli squilibri posturali derivanti dal loro paramorfismo e dismorfismo.

Alla fine dei 2 mesi di lavoro, tutti e 5 i casi che sono stati trattati possono essere considerati migliorati, in particolare per quanto riguarda la coordinazione, la propriocezione, la stabilità, l'equilibrio e la postura, proprio perché sono innegabili i positivi riscontri dell'allenamento funzionale che hanno svolto.

La componente instabile presente in molti esercizi ha costretto i soggetti a ritrovare la loro stabilità, o meglio un equilibrio nel loro squilibrio, riorganizzando tutte le informazioni somatosensoriali raccolte dal sistema recettoriale. Tutto ciò, di conseguenza, ha determinato in questi ragazzi la capacità di riuscire ad ascoltare cosa gli comunicava il loro corpo, la capacità di auto-correggersi e di riuscire autonomamente ad acquisire la corretta postura nell'esecuzione dei vari movimenti.

Nonostante, invece, non vi siano stati significativi miglioramenti per quanto riguarda la flessibilità (e questo risulta essere probabilmente l'unico aspetto critico dell'esperienza di lavoro) si può affermare, per concludere, che i risultati ottenuti, complessivamente, hanno rispecchiato quelle che erano le aspettative iniziali ed hanno portato alla conclusione del trattamento con un bilancio positivo.

## BIBLIOGRAFIA

1. Andorlini A., Allenare il movimento, Calzetti ó Mariucci Editori, 2013.
2. Boccardi S. La fisiologia del rachide normale. *La Ginnastica Medica*, IX: 4, 1961
3. Boccardi S., Lissoni A. *Cinesiologia*. Vol. III. Roma, Universo, 1984.
4. Boyle M., *Functional training for sports*. Champaign IL: Human Kinetics, 2003.
5. Busquet L., *Le catene muscolari*. Marrapese Editore Roma, 2002.
6. Cailliet R. *Il dolore lombosacrale*. Roma, Leonardo scientifiche, 1975.
7. Cobb J. Outline for the study of scoliosis. In: *Instructional Course Lectures*, 5:241-275. Ann Arbor MI: American Academy of Orthopedic Surgeons, 1948.
8. Duval-Beaupere G., Lespargot A., Brossiord A. Flexibility of scoliosis: What does it mean? *Spine* 10:428-432, 1985.
9. Galeazzi R. *Il meccanismo patogenetico e la terapia della scoliosi*. Edizioni Redi, Milano, 1948.
10. Gambetta V., Gray G. Following a functional path, *Training & conditioning*, 1995, 5(2), 25-30;  
Gambetta V., Clark M. A formula for function, *Training & conditioning*, 1998, 8(4), 24-2,  
Gambetta V. Force and function, *Training& conditioning*, 1999, 9(5), 36-40.
11. Granata C., Merlini L., Cervellati S. Isokinetic testing of trunk muscles in idiopathic scoliosis. Presented at the Combined Meeting of the Scoliosis Research Society and European Spinal Deformities Society, Amsterdam, September, 1989.
12. Hodges P. W. Is there a role for the transverses abdominis in lumbo-pelvic stability?, *Manual Therapy*, 1999, 4, 74-86.
13. Klisic P, Nicolis Z. Scoliotic attitudes and idiopathic scoliosis. Presented at the "Giornate Internazionali sulla Scoliosi", Roma, March, 1981.
14. Lapierre A. *La rieducazione fisica: cinesiologia e rieducazione*. Vol. I. Milano, Sperling & Kupfer, 1974.
15. Michele AA. Il muscolo ileopsoas. *Simposi clinici CIBA*, 1969, 6(3): 71-105.
16. Mollon G., Rodot JC. Scolioses structurales mineures et kinesiterapie. *Kinesitherapie Scientifique* 244:47-56, 1986.
17. Negrini A. Il Rafforzamento muscolare in soggetti portatori di dismorfismi vertebrali. *La Ginnastica Medica* 30:58-60, 1987.
18. Negrini A., Verzini N., Parzini S., Negrini A., Negrini S. L' esercizio fisico nel trattamento della scoliosi idiopatica dell'adolescenza: indicazioni e limiti. Premio Pais 2002.
19. Ottone MC, Pivetta S. Valutazioni clinico - statistiche sul trattamento incruento della scoliosi. *La Ginnastica Medica* 1-2:23-31, 1987.

20. Panjabi M., Abumi K. Spinal stability and intersegmental muscle forces: a biomechanical model. *Spine* 14:194-200, 1989.
21. Patwardhan AG., Bunch WH., Meade KP. A biomechanical analog of curve progression and orthotic stabilization in idiopathic scoliosis. *J Biomech* 19: 103-117, 1986.
22. Pedriolle R. *La scoliosi: suo studio tridimensionale*. Milano: Ghedini, 1982.
23. Pivetta S., Pivetta M. *Tecnica della ginnastica medica. Scoliosi*. Milano, EdiErmes, 2002.
24. Plisk S. Paper presented as part of the NSCA Hot Topic Series.
25. Raimondi P. *Dinamica correttiva: strutturalismo psicomotorio e cinesiologia nella correzione dei paramorfismi*. Milano, Ghedini, 1981.
26. Rathke F.W. *Patogenesi speciale della scoliosi*. In: Hohmann, Hackenbroch, Lindemann, *Trattato di ortopedia*, vol. II. Piccin Editore, Padova, 1963.
27. Roaf R. *Scoliosis*. E.&S. Livingstone Ltd, Edinburgh and London, 1966.
28. Santana J. C. *Functional training*, Boca Raton FL: Optimum Performance System, 2000.
29. Sibilla P., Divieti L., Crivellini M. - Valutazioni elettromiografiche in soggetti scoliotici. *Arch. Ortop. Rheum.*, vol. 91, pp. 107, 1979.
30. Sohier R., Hereaux P. *Kinésithérapie des rachis scoliotiques*. Bruxelles, Mecaprint (anno non indicato).
31. Stagnara P. *Les déformations du rachis*. Masson, Paris, 1985.
32. Torrel G., Nachemson A., Haderspeck K., Shultz A. Standing and supine Cobb measures in girls with idiopathic scoliosis. *Spine* 10:425- 427, 1985.
33. Travell JG, Simons DG. *Il dolore muscolare*. Milano: Ghedini, 1982.
34. Weiss HR, Bettany J. The effectiveness of a tree-dimensional exercise regime in the treatment of idiopathic scoliosis. In: *Proceedings of the 1st International Symposium on 3-D Scoliotic Deformities*, June, 1992, pp 332-339. Montréal: Gustav Fisher Verlag, 1992.