



ALMA MATER STUDIORUM
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

Facolta di scienze motorie

**Corso di laurea specialistica in Scienze e tecniche
dell'attivit  motoria preventiva ed adattata**

**INTERVENTO CINESIOLOGICO
MIRATO AL RECUPERO
DELL'ORDINE POSTURALE
RACHIDEO**

**TESI DI LAUREA IN
CHINESIOLOGIA E BIOINGEGNERIA**

PRESENTATA DA :

DOTT. PAOLA GANDOLFI

Anno accademico 2007 2008

INDICE

INDICE	2
INTRODUZIONE	4
Capitolo 1	5
ASPETTI CINESIOLOGICI	5
1.1 Il rachide dorsale	5
1.2 La volta plantare e sue modificazioni	8
1.3 Il controllo del tono muscolare attraverso i segnali somatosensitivi	11
1.4 Il sistema vestibolare e visivo	15
1.5 Le risposte posturali	16
1.6 Il ruolo delle catene muscolari	16
1.7 I compensi	20
Capitolo 2	21
LA POSTURA E LE SUE ALTERAZIONI	21
2.1 La postura ideale	21
2.2 Tipi di allineamenti posturali alterati	25
2.3 Le alterazioni della postura sagittale in età evolutiva	27
Capitolo 3	31
ESAMI E TEST POSTURALI	31
3.1 L'esame morfologico dei soggetti	31
Capitolo 4	36
STUDIO EMPIRICO DI 14 CASI	36
4.1 Materiali e metodi	36
4.2 I materiali utilizzati	36
4.3 Metodi utilizzati per l'analisi posturale	42
4.3.1 La Procedura dell'esame con "PODATA"	44
4.4 Casi clinici	48
Capitolo 5	55
INTERVENTO CINESIOLOGICO MIRATO	55
5.1 Obiettivi della ginnastica correttiva proposta	55
5.2 Analisi delle modalità dei trattamenti	57
5.3 Programma di lavoro tradizionale	58
5.4 Studi sul trattamento in instabilità	69
5.5 Programma di lavoro con il BOSU	72

Capitolo 6	88
DISCUSSIONE E ANALISI DEI DATI	88
6.1 Analisi statistica dei dati	88
Capitolo 7	98
CONSIDERAZIONI E CONCLUSIONI	98
7.1 Considerazioni finali	98
7.2 Conclusioni	100
RINGRAZIAMENTI	102
BIBLIOGRAFIA	103

INTRODUZIONE

Ogni intervento cinesiologico, che miri al ripristino di un assetto posturale corretto, necessita di un preciso inquadramento diagnostico.

In materia di paramorfismi ci si trova spesso di fronte a sollecitazioni muscolari anomale causate da un disequilibrio del sistema tonico posturale e dei suoi differenti recettori, che causano bascule o rotazioni a livello dei differenti segmenti ossei.

Tra le alterazioni antero-posteriori del rachide, l'atteggiamento cifotico o dorso curvo posturale è caratterizzato dall'accentuazione della curva dorsale che tende a comparire già in età evolutiva e che necessita di un accurato esame valutativo per formulare un piano di lavoro globale.

Studi scientifici hanno dimostrato che nella maggioranza dei soggetti con paramorfismi si presenta una perdita di equilibrio superiore rispetto ai ragazzi sani [Ostrowska B., Skolimowski T., 2008].

Sulla base di questi riferimenti ho voluto osservare come le risposte posturali, in 14 soggetti con dorso curvo, possono modificarsi in rapporto al tipo di trattamento. A sette soggetti è stato proposto un trattamento cinesiologico, con criterio funzionale, basato su un'attività correttiva e propriocettiva eseguita sull'attrezzo Bosu, mentre il secondo gruppo seguiva un lavoro correttivo tradizionale.

La valutazione della stabilità posturale è stata calcolata con una pedana posturo-stabilometrica "Podata" che mi ha permesso di confrontare i parametri stabilometrici e la ripartizione dei carichi podalici in entrambi i gruppi.

La presentazione e l'analisi dei risultati ottenuti, all'inizio e al termine dei tre mesi di trattamento, conclude questo lavoro empirico.

Capitolo 1

ASPETTI CINESIOLOGICI

1.1 Il rachide dorsale

La colonna vertebrale è definita come un vero e proprio asse del corpo avente sia una funzione di mobilità, di sostegno e di protezione per il sistema nervoso. Grazie alla sua struttura a sartie riesce a mantenere una buona rigidità ed elasticità per i molteplici segmenti sovrapposti e uniti da muscoli e legamenti. Se la osserviamo sul piano frontale si presenta rettilinea mentre sul piano sagittale si evidenziano, dal basso verso l'alto, una curva sacrale con concavità anteriore, una lordosi lombare con concavità posteriore, una cifosi dorsale a convessità posteriore e una lordosi cervicale a convessità anteriore. « La presenza delle curve rachidee aumenta la resistenza del rachide alle sollecitazioni di compressione assiale che è proporzionale al quadrato del numero delle curve più uno » [Kapandji, 2002: 20], dunque un rachide con curve accentuate avrà una funzionalità dinamica, mentre un rachide con curve appiattite di tipo statico.

L'unità funzionale del rachide è costituita da corpi vertebrali adiacenti, riuniti fra loro dal disco intervertebrale e da elementi capsulo-legamentosi, che consentono di assorbire urti o compressioni distribuendo il carico su tutta la sua superficie; infatti, il segmento toracico in caso di ipercifosi sovraccarica la parte anteriore delle vertebre e dei dischi, portando alla cuneizzazione progressiva del corpo vertebrale e del disco ed allo stiramento dei legamenti posteriori [Kinesiterapie Scientifique, 1991; 164]. Lo spessore del disco non è lo stesso ai vari livelli del rachide, più spesso nel rachide lombare rispetto a quello dorsale, ma ancora più importante è la proporzionalità del disco in rapporto all'altezza del corpo vertebrale. In effetti, rende conto della mobilità del segmento rachideo, poiché si constata che più è grande più la mobilità è importante: si nota che il rachide cervicale è il più mobile a dispetto del tratto dorsale ritenuto il più statico avente un

rapporto disco-somatico di 1/5. Su delle sezioni sagittali di tratti differenti del rachide si osserva che il nucleo non è situato esattamente al centro del disco, infatti, nel tratto dorsale la sua posizione in rapporto all'asse di movimento è spostata all'indietro.

La *vertebra dorsale* tipo è formata dagli stessi elementi che compongono quella lombare, tuttavia esistono importanti differenze morfologiche e funzionali. Il diametro trasversale del corpo vertebrale è circa uguale al diametro antero-posteriore ed è anche proporzionalmente più alto dei corpi lombari, ma le sue pareti anteriori e laterali sono assai concave. Nella porzione postero-laterale dei piatti vertebrali si evidenziano le faccette articolari costali ricoperte di cartilagine e i due peduncoli, dai quali prendono origine sia le lamine vertebrali che formano la maggior parte degli archi posteriori, sia le apofisi articolari superiori e le apofisi articolari inferiori. A livello delle apofisi articolari troviamo le apofisi traverse che si dirigono in fuori e leggermente indietro, presentando una estremità libera leggermente ingrossata che porta sulla faccia anteriore una piccola faccetta articolare chiamata faccetta costale corrispondente alla tuberosità costale. Le due lamine si inseriscono sulla linea mediana e danno origine ad una apofisi spinosa voluminosa la cui sommità è occupata da un solo tubercolo. L'ultima vertebra dorsale è una vertebra di transizione con il rachide lombare avente caratteristiche differenti rispetto alle altre in quanto sul suo corpo esistono soltanto due faccette costali nella porzione postero-laterale del piatto superiore per la testa della dodicesima costa; inoltre le apofisi articolari inferiori devono corrispondere alle faccette superiori della prima vertebra lombare.

La parte dorsale del rachide presenta un netto avvicinamento al piano posteriore essendo situato ad $\frac{1}{4}$ dello spessore del torace per contenere gli organi mediastinici, al contrario del tratto cervicale locato ad $\frac{1}{3}$ dell'ampiezza del collo mentre la porzione lombare perfettamente al centro. Questo tratto del rachide è articolato con la gabbia toracica e tutti gli elementi ossei, cartilaginei e articolari intervengono per dirigere e limitare i movimenti del rachide isolato che si limitano ad una flessione di 105° , all'estensione di 60° e ad un'inclinazione laterale di 20° .

Il movimento di *estensione* fra due vertebre dorsali si accompagna ad una inclinazione all'indietro del corpo vertebrale sovrastante, simultaneamente il disco intervertebrale si schiaccia nella parte posteriore e si allarga in quella anteriore e questo spinge in avanti il nucleo polposo. La limitazione del movimento è determinata dall'incontro della apofisi articolari e spinose le quali essendo assai inclinate in basso e all'indietro, sono già quasi a contatto. Inoltre, il legamento vertebrale comune anteriore si pone in tensione mentre quello posteriore si detende insieme al legamento giallo ed agli interspinosi.

Il movimento di *flessione*, invece, è caratterizzato dall'apertura dello spazio intervertebrale posteriormente con spostamento posteriore del nucleo polposo; le superfici delle apofisi articolari scivolano verso l'alto e le apofisi inferiori della vertebra superiore tendono a sopravanzare verso l'alto le apofisi superiori della vertebra inferiore. La flessione è limitata dalla messa in tensione del legamento interspinoso, dei legamenti gialli e della capsula delle articolazioni interapofisarie, del legamento vertebrale comune posteriore, mentre il legamento comune anteriore è deteso.

Il movimento di inclinazione laterale si accompagna a uno scivolamento differenziale a livello delle articolazioni interapofisarie; nel lato convesso le faccette articolari scivolano, come nella flessione, verso l'alto, mentre nel lato concavo scivolano come nella estensione verso il basso; la limitazione del movimento è dovuta, dal lato concavo, dal contatto delle apofisi articolari, dal lato convesso invece, dalla tensione dei legamenti gialli ed intertrasversari.

Durante i movimenti di lateralità dal lato della convessità del rachide, il torace si solleva, gli spazi intercostali si allargano, il torace si dilata e l'angolo condro-costale della decima costa tende ad aprirsi. Dal lato della concavità il torace si abbassa e si ritrae, mentre gli spazi intercostali diminuiscono di ampiezza e l'angolo si chiude.

Durante i movimenti di flessione si osserva l'apertura di tutti gli angoli determinati dall'articolarsi dei vari elementi componenti fra di loro e con il rachide, invece, all'opposto durante l'estensione tutti gli angoli tendono a ridursi.

Analizzando inoltre gli spostamenti in rotazione di una vertebra sull'altra si può dire che lo scivolamento delle superfici a livello delle apofisi articolari si

accompagna ad una rotazione di un corpo sull'altro di 35° attorno al loro asse comune, situato al centro della vertebra, attuando una rotazione-torsione del disco intervertebrale e non di una trazione in senso laterale. La rotazione della vertebra dorsale ha un'ampiezza tre volte maggiore rispetto a quelle lombari, ma determina una deformazione di un paio di coste unite grazie all'elasticità costale e soprattutto condrale [Kapandji, 2002: 130,132] [Lapierre, 1990; 149-155].

1.2 La volta plantare e sue modificazioni

La volta plantare è una struttura che associa in modo equilibrato tutti gli elementi osteoarticolari, legamentosi e muscolari del piede. Grazie ai suoi cambiamenti di curvatura ed alla sua elasticità, la volta può adattarsi a tutte le superfici trasmettendo al suolo le sollecitazioni ed il peso corporeo nelle migliori condizioni meccaniche; essa ha un ruolo ammortizzante indispensabile per una corretta deambulazione. Ogni alterazione della sua struttura causa un aumento o una diminuzione delle sue curve che modificano negativamente l'appoggio podalico in stazione eretta.

L'architettura della pianta del piede è definita come una volta sostenuta da tre archi, appoggiati al suolo su diversi punti, disposti ai vertici di un triangolo che delimita l'impronta plantare; questi punti di contatto, comuni a due archi contigui, corrispondono alla testa del I, del V metatarso ed alle tuberosità posteriori del calcagno. Fra i due punti d'appoggio anteriori è teso l'arco più corto e più basso detto anteriore, fra i due contatti laterali è situato l'arco esterno di lunghezza e d'altezza intermedia; infine, il più importante dei tre, l'arco interno classificato come quello più alto e lungo.

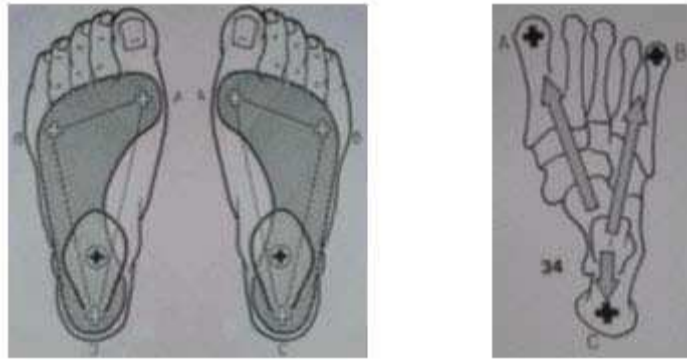


Figura 1. Punto di trasmissione del peso corporeo, tarso posteriore, da Kapandji.

L'apice della volta plantare è nettamente spostato all'indietro ed il peso del corpo, trasmesso dall'arto inferiore, si applica sul tarso posteriore a livello della puleggia astragalica attraverso l'articolazione tibio-tarsica, da cui le forze si ripartiscono nelle tre direzioni in precedenza menzionate.

La distribuzione dei carichi relativa delle forze su questi appoggi è comprensibile se ricordiamo gli studi di Morton, che distribuisce i carichi sui tre punti d'appoggio seguendo la regola del SEI:

Si pensa che quando 6 Kg sono applicati sull'astragalo, se ne ha UNO per l'appoggio antero-esterno, DUE per l'appoggio antero-interno e TRE per la parte posteriore [Morton, 1935]; quindi se pensiamo alla posizione eretta, verticale e immobile, sono i talloni che sopportano lo sforzo principale, vale a dire la metà del peso corporeo.

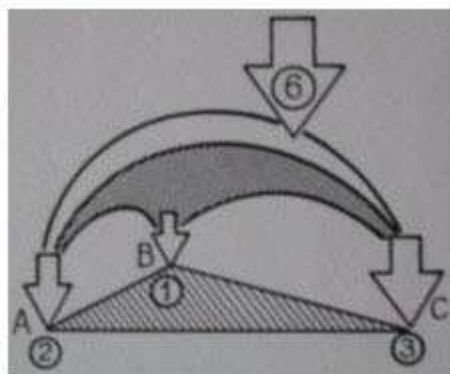


Figura 2. Distribuzione dei carichi, da Kapandji.

L'equilibrio strutturale del piede è ovviamente dipendente dall'azione di più strutture: per quanto riguarda la superficie inferiore sono indispensabili i

tendini e i legamenti plantari, nell'area antero-superiore l'attivazione dei flessori della caviglia e degli estensori delle dita, e per il tratto posteriore gli estensori della caviglia e i flessori delle dita.

Una **forma normale della pianta**, fondamentale per un corretto adattamento al suolo, è il risultato dell'equilibrio di queste forze. In un piede fisiologico l'ampiezza metatarsale anteriore deve avere un'impronta a forma ovale con un proprio asse trasversale, la larghezza dell'istmo deve risultare 1/3 della precedente con un asse trasversale quasi rettilineo e le dita devono essere in appoggio per lasciare la giusta impronta. L'asse longitudinale deve attraversare il tallone nella sua parte centrale e proseguire fra il 2° e 3° dito. Nel caso in cui l'ampiezza dell'istmo si manifesta più ampia rispetto al valore indicato, siamo di fronte ad un **piede piatto**, mentre se la larghezza dell'istmo si presenta ridotta il piede è considerato **cavo**.

Nel **piede piatto** è comune ritrovare un valgismo del calcagno con un retropiede pronato e l'avampiede supinato legato ad un'insufficienza muscolo-legamentosa dei muscoli plantari e tibiali che determinano un appiattimento dell'arco plantare. Questa alterazione della volta plantare secondo Ronconi «è causato da un eccessivo “svolgimento” a geometria elicoidale della struttura podalica e non dall'abbassamento della volta» [Ronconi P., Ronconi S., 2001]. Le alterazioni dell'equilibrio che si formano fra i muscoli agonisti e antagonisti si ripercuotono sulla funzione di ammortizzazione della struttura podalica.

Il piattismo può arrivare a diversi gradi di gravità:

- Primo grado: si evidenzia quando l'istmo è leggermente superiore alla sua lunghezza fisiologica.
- Secondo grado: quando l'istmo presenta un'esagerata larghezza rispetto all'assetto normale.
- Terzo grado: la pianta del piede è in appoggio completo con il piano d'appoggio.
- Quarto grado: quando deborda totalmente verso la parte mediale e l'appoggio plantare è inverso rispetto a quello fisiologico.

Si ritiene fisiologicamente normale un piede piatto solo nel lattante e nel bambino fino ai 3 anni dovuto soltanto da un eccessivo accumulo di adipe plantare nei tessuti molli.

Nel piede cavo è normale ritrovare la pianta del piede enormemente sollevata, con il calcagno che sembra si orienti in varo quando il tono dei muscoli tibiale anteriore, posteriore e la retrazione dei legamenti e dei muscoli plantari aumenta. Il piede cavo si presenta morfologicamente in tre alterazioni differenti: una dovuta alla caduta dell'avampiede causando un cavo anteriore con disequilibrio dei muscoli delle dita e slivellamento dei metatarsi. In altro modo può presentarsi un piede cavo posteriore con un varismo del retropiede dovuta dal mancato equilibrio del tricipite surale e per ultimo, ma non meno importante, un piede con comuni caratteristiche dei primi due casi. Se ci riferiamo all'elica podalica troviamo un iper avvolgimento della stessa che induce l'accorciamento della lunghezza totale del piede e ad un innalzamento della struttura intermedia.

Secondo Ronconi [Ronconi, 2001] anche il piede cavo può evolversi in tre gradi:

- Primo grado: caduta abnorme con variazione della forza peso sulle strutture ossee.
- Secondo grado: sovraccarico sul 1° metatarso che compensa, sovraccaricando il 5° metatarso e successivamente sugli altri.
- Terzo grado: l'avampiede si cavizza in senso trasversale e longitudinale causando disfunzionalità delle dita.

1.3 Il controllo del tono muscolare attraverso i segnali somatosensitivi

Il nostro corpo, in condizioni statiche o dinamiche, si confronta con l'azione della forza di gravità per svolgere le funzioni della vita di relazione, attraverso la contrazione continua, di origine riflessa, dei muscoli antigravitari. Tutte le informazioni posturali vengono raccolte dal sistema sensoriale propriocettivo, vestibolare, stomatognatico, cutaneo, visivo,

muscolo-scheletrico e inviate all'elaborazione centrale per ricostruire le coordinate spaziali della nuova posizione.

Il nostro sistema somatosensoriale ci consente di avere il senso di posizione e di movimento di ogni parte del corpo, sia nelle situazioni statiche sia cinestesiche. L'intervento dei recettori muscolari, articolari e vestibolari servono per comunicare informazioni riguardanti non solo la tensione e la lunghezza muscolare, ma anche l'apertura angolare delle articolazioni, la posizione, la direzione e la velocità di spostamento di un arto nello spazio, per mezzo di movimenti riflessi stereotipati ed automatici. Non solo, l'attività del sistema visivo e tattile, indispensabile nel lavoro proposto, ci forniscono i dettagli sugli oggetti e sull'ambiente che ci circonda e sui rapporti tra questi e il nostro corpo. Tutte queste informazioni ci permettono di pianificare e controllare i movimenti che andiamo ad eseguire grazie a due meccanismi di correzione degli errori.

«Per operare un controllo a *feedback* bisogna disporre di sensori che rilevano i parametri in uscita del sistema e forniscono un segnale di ritorno, che viene paragonato con un segnale di riferimento che specifica il valore desiderato dell'uscita. I feedback, nel sistema nervoso, possono essere utilizzati solo nei movimenti lenti e nel controllo degli atti motori sequenziali, a differenza del controllo a feedforward o antitipatorio, che viene usato per modificare le grandezze sotto controllo, prima che si manifestino eventi influenzabili.» [Favilla, 2002: 186].

Nel corso dei movimenti, diversi **meccanocettori** presenti sia a livello muscolare, articolare, tendineo e cutaneo, forniscono i dettagli su tutte le variazioni di forza e di pressione. Questa sensibilità propriocettiva proviene da diversi recettori:

- Recettori del fuso neuromuscolare
- Organi tendinei del Golgi
- Recettori a livello delle capsule articolari, sensibili alla flessione o all'estensione

I fusi neuromuscolari sono piccoli recettori sensitivi situati nelle strutture muscolari avente la funzione di segnalare le variazioni della lunghezza del

muscolo stesso, accompagnate da modificazioni degli angoli delle articolazioni sulle quali essi agiscono, esattamente come succede, quando si mantiene l'equilibrio su una superficie instabile. Sono disposti in parallelo con le fibre extrafusali, di numero sicuramente maggiore in quei muscoli coinvolti in movimenti complessi e presentano tre componenti principali:

- I. Un gruppo di *fibre muscolari intrafusali*, la cui regione centrale non è contrattile, stirate in caso di sovraccarichi insieme alle terminazioni sensitive che aumentano la loro frequenza di scarica e la diminuiscono in caso di accorciamento muscolare.
- II. Terminazioni di fibre sensitive mieliniche di grande diametro che raggiungono la zona centrale delle fibre muscolari intrafusali.
- III. Terminazioni motorie mieliniche di piccolo diametro che innervano le regioni polari, contrattili, delle fibre intrafusali.

Le informazioni provenienti dai fusi rappresentano l'arco afferente del riflesso miotatico, importante per il controllo della forza muscolare.

L'innervazione motoria delle fibre muscolari intrafusali provengono da **motoneuroni gamma statici e dinamici** di piccole dimensioni, a differenza dei motoneuroni *alfa* che innervano le fibre extrafusali. La contrazione non fornisce alcun contributo allo sviluppo della forza, ma provoca un iniziale accorciamento dei due poli intrafusali che andranno, di conseguenza, ad allungare l'area centrale da entrambe le estremità, provocando così, un aumento di frequenza di scarica delle terminazioni sensitive. Alle fibre muscolari intrafusali si devono distinguere le fibre *a sacco di nuclei* dalle fibre *a catena di nuclei* che possiedono una terminazione primaria (fibra Ia), che si avvolge a spirale attorno alla regione centrale delle fibre intrafusali, e quella secondaria (fibre II) che termina nelle parti prossime della zona centrale.

«L'aumento dell'attività dei motoneuroni gamma dinamici aumenta la sensibilità delle terminazioni primarie, ma non ha influenza sulle secondarie. Invece, l'aumento dell'attività dei motoneuroni statici fa crescere il lavoro tonico sia delle terminazioni primarie che di quelle secondarie. Per questo il sistema nervoso centrale provvede a regolare in modo indipendente la sensibilità dinamica delle fibre sensitive che innervano i fusi neuromuscolari.

I fusi neuromuscolari dispongono di un'innervazione afferente determinata da fibre anulospirali locati nella parte centrale, stimolate in caso di allungamento, e da un secondo contingente sensitivo costituito da terminazioni a fiorami, disposte all'estremità del fuso per rispondere alle variazioni di velocità, di allungamento o di accorciamento.

Il riflesso da stiramento crea una vera contrazione muscolare in quanto è il risultato della variazione di lunghezza del muscolo, da parte dei fusi, e dell'attivazione di fibre afferenti provenienti da questo recettore stabilendo connessioni eccitatorie dirette con i motoneuroni dello stesso muscolo. «Inoltre, i motoneuroni alfa che innervano i muscoli antagonisti ricevono segnali inibitori dalle fibre Ia, in questo modo quando il muscolo viene contratto l'antagonista si rilascia e gli interneuroni vengono utilizzati anche per coordinare le contrazioni muscolari nel corso dell'esecuzione dei movimenti volontari. A volte risulta vantaggioso contrarre contemporaneamente sia i muscoli che agiscono come fattori primari del movimento che quelli antagonisti; questa **co-contrazione** provoca un aumento della rigidità dell'articolazione e svolge un utile ruolo funzionale quando occorre eseguire un movimento con precisione o bisogna stabilizzare l'articolazione» [Kandel e coll. , 2003: 709]

Un esempio di riflesso da stiramento è sicuramente il **tono posturale** che agisce sui muscoli antigravitari con azione estensoria permettendoci di mantenere la stazione eretta, per questo l'azione della gravità tende a causare un allungamento dei muscoli estensori innescando il riflesso posturale precedentemente descritto.

Invece, **i recettori di Golgi** sono dei meccanocettori sensibili agli aumenti di forza, distribuiti in serie nelle giunzioni tra tendine e muscolo. Quando l'organo viene sottoposto a tensione, le fibre collagene vengono stirate ed il loro allungamento provoca la compressione delle terminazioni nervose, che così vengono eccitate. È per questo che se il fuso neuromuscolare è sensibile alla variazione di lunghezza del muscolo, l'organo tendineo del Golgi è attivato ad ogni cambiamento di tensione del muscolo.

1.4 Il sistema vestibolare e visivo

Per il controllo della postura è necessario anche l'intervento del sistema vestibolare che, attraverso i recettori delle macule otolitiche, ci consentono di percepire i cambiamenti di accelerazione lineare della gravità, mentre quelli dei canali semicircolari contribuiscono nella sensibilizzazione dei movimenti rotatori del capo. Tutti i segnali otolitici vengono inviati ai nuclei vestibolari tramite le vie vestibolo-spinali, determinando l'attivazione dei motoneuroni dei muscoli antigravitari. Di rilievo sono i riflessi vestibolo-cervicali e vestibolo-spinali che permettono di controllare il raddrizzamento della testa nello spazio, e i secondi determinano la contrazione dei muscoli estensori degli arti inferiori per la postura eretta. Analizzando i movimenti, si è dimostrato che gli spostamenti del capo sul piano frontale attivano i muscoli del collo del lato opposto alla deviazione e i muscoli estensori omolaterali, mentre gli spostamenti sul piano sagittale estendono i muscoli del collo e degli arti inferiori in risposta alla flessione della testa.

Anche il **sistema visivo** aiuta quello vestibolare e quello propriocettivo al mantenimento della postura e della stazione eretta trasferendo le informazioni, captate dalla retina, al sistema nervoso riguardanti lo spostamento della testa relative all'ambiente esterno. Studi di ricerca dimostrano che in un individuo in stazione eretta e con gli occhi chiusi, la sua inclinazione posturale può aumentare dal 20 al 70% facendoci capire che la compromissione visiva sulla postura determina una instabilità [Krishnamoorthy, Yang, (2005), 1-17].

Tutti i dati rilevati per via riflessa, soprattutto quelli propriocettivi, hanno la funzione primaria di correggere l'azione motoria in relazione alle condizioni biomeccaniche del corpo e degli arti, ottenendo così un'attività coordinata.

1.5 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 [Favilla, 2002: 198-199].

1.6 Il ruolo delle catene muscolari

La priorità dell'uomo è essenzialmente quella di assumere e mantenere per lungo tempo la stazione eretta nel modo più economico e confortevole possibile. Esaminando la posizione della *linea di gravità* a livello cefalico (passante attraverso il foro occipitale e distribuendo il peso con i 2/3 in avanti e 1/3 dietro) e a livello plantare (passante per il cuboide), si nota un netto squilibrio da cui possiamo dedurre che l'uomo in stazione eretta non è mai in equilibrio, ma in sbilanciamento anteriore con continue oscillazioni e aggiustamenti posturali. Occorreranno forze maggiori per perdere l'equilibrio in dietro e lo squilibrio anteriore produrrà anche una padronanza migliore delle instabilità laterali, rimandando le tensioni statiche alla parte posteriore del soggetto.

Da alcuni principi della statica apprendiamo che esiste sia un **equilibrio statico**, che permette di mantenere il corpo in una posizione statica, sia un **equilibrio dinamico** che consente ai segmenti corporei di raggiungere una condizione di stabilità. La difficoltà di mantenere un buon equilibrio dipende

molto dal rapporto tra l'altezza del baricentro e l'ampiezza della base d'appoggio podalico, ma si sostiene che con la ripetizione di sedute ed esercitazioni d'equilibrio aumenta l'efficacia comunicativa all'interno e tra i sistemi determinando reazioni più rapide ed efficaci [Allum- F.Honegger, 1998: 478-494].

Un esempio di alterazione dell'equilibrio è descritta in diversi studi, con metodo stabilometrico, dove si è riscontrato una maggiore perdita dell'equilibrio nei soggetti con scoliosi idiopatica, a livello dell'appoggio controlaterale all'apice della curva, rispetto ai soggetti sani. Questo mi fa capire quanto un'alterazione posturale può incidere sull'equilibrio e sulla stabilità dei soggetti [Ostrowska B. e coll. 2008].

Non è un caso che i 2/3 della nostra muscolatura più fibrosa, resistente, più in profondità, di forte tono, sia 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 è sicuramente una differenza di tensione fra i muscoli statici e mai tra quelli dinamici.

Secondo le ricerche anatomo-funzionali condotte da R.J.Bourdiol si è potuto 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 dette *catena a partenza dagli estensori* e *catena a partenza dai flessori*. Quello che ci serve capire è che in ogni spostamento posteriore, su una superficie instabile, si metterà in azione la catena muscolare costituita da:

- quadrato della pianta
- peronei e tibiale anteriore
- psoas-iliaco-pettineo

- erettori del dorso
- scaleni

Nel caso di spostamenti anteriori si attiverà la catena muscolare determinata da:

- lombricali e interossei
- tricipiti della sura
- quadricipiti
- grande gluteo
- addominali
- semispinali del capo.
-

«**La catena statica posteriore** ha il ruolo di organizzare in modo economico una contenzione elastica che gestisca lo squilibrio anteriore del tronco e antero-interno degli arti inferiori ed è formata da:

- La falce del cervello e del cervelletto
- Il legamento cervicale posteriore, orientata sagittalmente
- L'aponeurosi dorsale, molto spessa
- L'aponeurosi lombare e del quadrato dei lombi, prolungamento della precedente che termina sulla cresta iliaca e si unisce al periostio del sacro
- Il grande e il piccolo legamento sacro-sciatico
- La guaina del piramidale
- Il connettivo esterno e interno degli otturatori
- L'aponeurosi glutea
- Le piccole bande di Maissiat
- La guaina e i setti della loggia esterna
- Il perone
- L'aponeurosi interossea
- Le guaine e i tendini dei peroni
- La lamina del soleo
- Il tendine d'Achille
- L'aponeurosi plantare» [Busquet, (2001): 53].

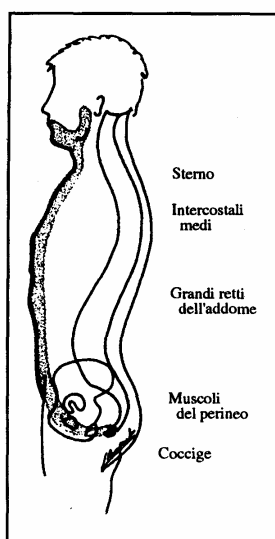


Figura 3. Catena retta anteriore

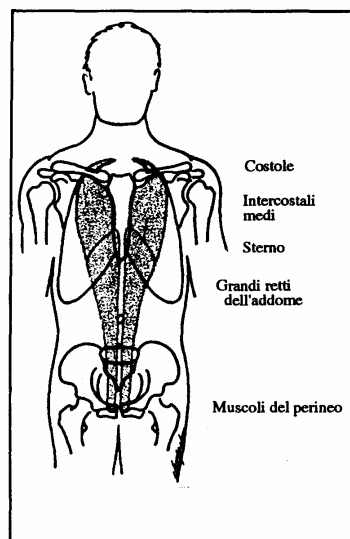


Figura 4. Catene rette anteriori sx e dx tronco. da Busquet.



Figura 5. Catena retta posteriore.

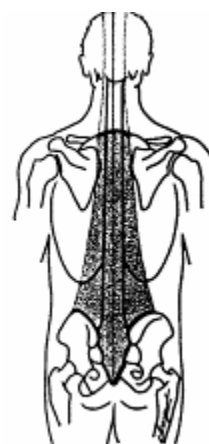


Figura 6. Catene rette posteriori del tronco. da Busquet.

A livello del tronco è necessario nominare l'azione della **catena retta anteriore** che induce la flessione globale della colonna vertebrale provocando tensioni anteriori sul disco intervertebrale. *Secondo Busquet* [Busquet, (2001): 62], *bisognerebbe unire il trattamento interno con quello della catena anteriore in quanto un lavoro di raddrizzamento con la catena posteriore porterebbe ad un cedimento.*

Per ultima, ma non meno importante, troviamo la **catena retta posteriore** che, quando agisce su un busto flesso, crea un'estensione che, però evolve verso una lordosi generale.

Le catene muscolari ci permettono di programmare il movimento nel soggetto, ma per ottenere un buon funzionamento di esse, è necessario la presenza di unità del corpo, intesa come funzionalità globale per assicurare il riequilibrio intorno alla linea di gravità. Ogni alternanza fra cifosi e lordosi del corpo ha un significato differente, in quanto le prime presentano un ruolo esclusivamente di protezione che esclude quella di movimento. *«Se le cifosi sono fatte per proteggere gli organi interni, non è opportuno pensare che una cifosi in aumento è una curva che deve proteggere prima di tutto gli organi, ma una sua accentuazione va considerata non come un problema muscolovertebrale, ma come alterazione interno o anteriore»*[Busquet, (2001): 48].

1.7 I compensi

In ogni attività della vita di relazione le catene muscolari non dovrebbero essere costrittive per non alterare la statica, siccome 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.

Negli ultimi anni si è reso evidente la **relazione catene muscolari-visceri**: le prime, escluso la catena statica posteriore, sono catene necessarie per il movimento, che devono compensare gli atteggiamenti statici utilizzando le catene rette anteriori, rette posteriori e crociate con un'azione ipotonica o ipertonica. **Nel caso di cifosi dorsali riscontreremo un ipertono con retrazione della catena anteriore e un ipotono di quella posteriore.**

Capitolo 2

LA POSTURA E LE SUE ALTERAZIONI

2.1 La postura ideale

La postura è definita come la disposizione delle parti del corpo nello spazio il cui obiettivo è quello di mantenere l'equilibrio statico e dinamico. Per molti autori, la postura rappresenta un *atteggiamento statico* con piccoli limiti d'oscillazione differente dall'equilibrio inteso come *atteggiamento dinamico* che può essere mantenuto anche con oscillazioni importanti.

La concezione di atteggiamento non riguarda soltanto l'aspetto neuromotorio, vale a dire l'insieme dei riflessi sensitivo-motori, ma include anche la parte anatomo-meccanica che ci permette di mantenere un segmento in equilibrio grazie all'azione della forza peso eguale e contraria alla contrazione muscolare.

Ha inoltre un aspetto psicomotorio, inteso come espressione somatica di emozioni, pulsioni e regressioni, ognuno dei quali riflette inconsciamente la propria condizione interiore, la propria personalità.

Potendo affermare che «ogni massa o corpo è composta da una moltitudine di piccole particelle attratte verso la terra come descrive la forza di gravità, l'attrazione a cui sono soggette le particelle del corpo, produce un sistema di forze praticamente parallele e la risultante di queste forze che agiscono verticalmente verso il basso è il peso del corpo. E' possibile localizzare un punto in cui si può applicare una singola forza che equivale, per intensità, al peso del corpo e che agisce verticalmente verso l'alto, in modo da conferire al corpo equilibrio in ogni posizione. Questo punto è detto **centro di gravità** o **baricentro**, che può essere descritto come il punto in cui si pensa sia concentrato tutto il peso del corpo» [Rodgers M.Cavanagh P., 1984: 64].

La **postura standard** in stazione eretta è rappresentata dal prolungamento della linea verticale o di gravità all'interno del piano di appoggio (data da un

poligono di forma quasi trapezoidale costituito dal profilo laterale dei piedi e dalle due linee che costituiscono rispettivamente la parte anteriore e posteriore dei piedi) passante sul piano sagittale e frontale.

Attorno alla linea di gravità il corpo è ipoteticamente in una posizione di equilibrio che implica una distribuzione uniforme del peso del corpo ed una posizione stabile di ogni articolazione.

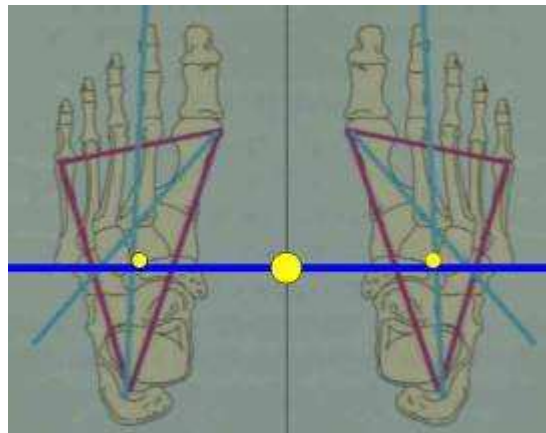


Figura 7. localizzazione dei baricentri.

La **buona postura** è quindi rappresentata da un buon equilibrio muscolare e scheletrico che protegge le strutture portanti del corpo da una lesione o da deformità. In queste situazioni i muscoli lavorano in modo efficace e gli organi toracici e addominali si trovano in posizione ottimale, al contrario di quanto accade in una **postura scorretta**, dove le relazioni tra le parti del corpo sono alterate e producono aumenti di tensione.

Per mantenere un atteggiamento normale abbiamo bisogno di una grande sensibilità propriocettiva che ci consente di reagire velocemente e con fatica agli stimoli attraverso un continuo controllo inter e soprasedgmentario. Questo sforzo neurologico va a turbare le connessioni sinaptiche distruggendo l'equilibrio e obbligando il soggetto ad un atteggiamento errato avente un equilibrio meccanicamente più affaticante ma con un controllo meno rapido e preciso.

Gli atteggiamenti errati sono purtroppo considerati stabilizzanti per questo i segmenti, invece che oscillare in prossimità del baricentro ideale, accentuano la loro obliquità utilizzando una maggiore tensione dei muscoli e dei legamenti comportando un rallentamento neuromotorio.

«Nella rieducazione dell'atteggiamento sarà importante considerare che in queste condizioni il limite di reazione dei recettori propriocettivi è fortemente aumentato, occorrerà un incremento dell'obliquità, quindi uno stimolo gravitativo maggiore, per far scattare la contrazione tonica d'arresto. Dal momento in cui diminuisce l'obliquità, l'intensità dello stimolo si abbassa e non raggiunge più il limite dei recettori, la contrazione equilibratrice cessa e il segmento ricade nella sua postura scorretta abituale» [Lapierre, 1990: 241-242]. È per questo motivo che i soggetti non percepiscono la posizione del loro corpo al di là della loro obliquità naturale e l'atteggiamento normale potrà essere ristabilito solo se le nuove sensazioni condurranno i riflessi equilibratori verso l'equilibrio stabile.

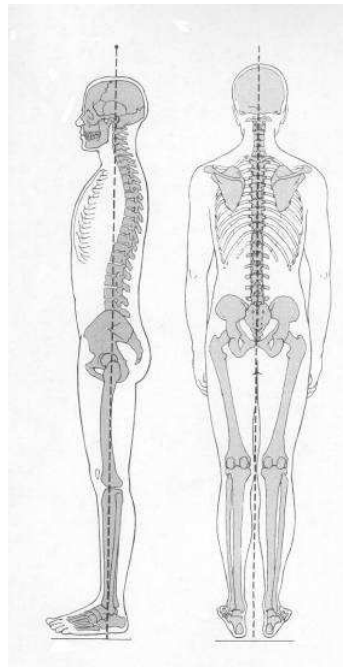


Figura 8. Allineamento ideale, da Kendall.

Nella *veduta laterale*, la linea di riferimento standard rappresenta la proiezione della linea di gravità nel piano frontale, che divide ipoteticamente

e asimmetricamente il corpo in una porzione anteriore e in una posteriore di peso equivalente come segue:

- parte dal trago in prossimità dei condili occipitali sino a toccare l'apofisi odontoide di C2, la testa si presenta eretta in posizione ben equilibrata senza tensioni muscolari.
- passa davanti alla colonna dorsale, leggermente convessa posteriormente con le scapole ben allineate e appiattite contro il torace. Si mantiene in una posizione che favorisce la funzione ottimale degli organi della respirazione, influenzata dalla struttura della colonna lombare e del bacino che è indice il buon allineamento dell'addome, del tronco e degli arti inferiori.
- incrocia la colonna lombare a livello di L3, leggermente convessa anteriormente
- passa dietro le ultime vertebre lombari, davanti al sacro
- leggermente indietro rispetto la cavità cotiloidea con le anche né flesse né estese. Si prende in considerazione la posizione delle spine iliache antero-superiori che devono essere allineate sullo stesso piano orizzontale e sul piano verticale con la sinfisi pubica.
- segue l'asse del femore e passa davanti all'articolazione del ginocchio (né flesso né iperesteso), della tibia e dell'articolazione tibio-tarsica in avanti rispetto il malleolo esterno con la gamba perpendicolare alla pianta del piede
- termina a livello dell'articolazione calcaneo-cuboidea

Nella *veduta posteriore* la linea di gravità passa nel piano antero-posteriore lungo la linea mediana del cranio, dello sterno, delle apofisi spinose della colonna, le spalle non sono elevate né depresse e le scapole hanno i margini mediali paralleli ed equidistanti. Proseguendo attraversa la linea mediana del bacino che rimane orizzontale con le spine iliache postero-superiori sullo stesso piano trasversale, le anche non sono né addotte né abdotte, gli arti inferiori sono dritti senza valgismi o varismi, e termina a metà distanza tra i due appoggi podalici.

Nel normotipo i muscoli anteriori e posteriori inseriti sul bacino lo mantengono in allineamento, i muscoli addominali tirano verso l'alto e i flessori dell'anca verso il basso. Posteriormente i muscoli dorsali tirano verso l'alto e gli estensori dell'anca verso il basso, di conseguenza gli addominali e gli estensori lavorano in sinergia inclinando il bacino posteriormente, mentre i lombari e i flessori dell'anca agiscono insieme inclinando il bacino anteriormente.

2.2 Tipi di allineamenti posturali alterati

Non tutti i soggetti selezionati presentano lo stesso allineamento posturale e per questo osserviamo le differenze dell'uno e dell'altro.

Nella **postura cifo-lordotica** riscontriamo:

- o capo anteposto
- o tratto cervicale iperesteso
- o scapole abdotte
- o tratto toracico in ipercifosi
- o tratto lombare iperestesa in lordosi
- o bacino in anterversione con anche flesse
- o ginocchia iperestese
- o lieve flessione plantare causata dall'inclinazione posteriore della gamba

In questo allineamento i flessori del collo, gli estensori del dorso, l'obliquo esterno e gli hamstring sono allungati e deboli. Gli addominali non sono sempre allungati a differenza dei flessori dell'anca, che per la postura lordotica, sono accorciati insieme agli estensori del collo.

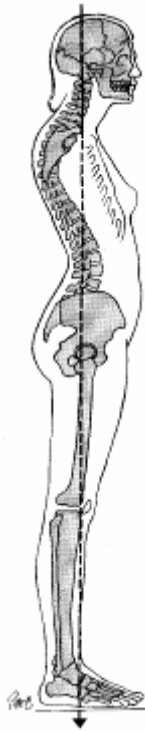


Figura 9. Vista laterale della postura cifo-lordotica, da Kendall.

Nell'allineamento a piombo scorretto osserviamo un'alterazione posturale anteriore, frequenti nei soggetti longilinei, in cui il carico del corpo è distribuito in prevalenza sui talloni con una probabile contrattura della porzione anteriore del piede. L'articolazione tibio-tarsica si presenta in dorsiflessione dovuta dall'inclinazione in avanti della gamba e dalla lieve flessione del ginocchio che comporta un netto accorciamento della catena muscolare posteriore.

Nella **postura Sway-back** vediamo:

- o capo anteposto con il tratto cervicale in estensione
- o tratto dorsale in ipercifosi con sbilanciamento posteriore del tronco superiore
- o tratto lombare appiattita
- o bacino inclinato posteriormente con le anche iperestese
- o ginocchia iperestese
- o caviglie neutre

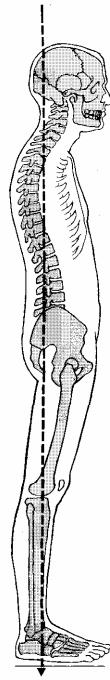


Figura 10. Vista laterale della postura sway-back, da Kendall.

In questo allineamento i flessori dell'anca, l'obliquo esterno, gli estensori del dorso e i flessori del collo sono allungati e deboli, gli hamstring si presentano accorciati e forti, mentre i muscoli lombari sono tonici ma non brevi.

[Kendall, 2006: 64,67,70]

2.3 Le alterazioni della postura sagittale in età evolutiva

Nella posizione eretta ricordo che le variazioni equilibratrici oscillano continuamente intorno ad una posizione media che costituisce l'atteggiamento del soggetto. Tale posizione, inscritta nel proprio schema corporeo relativamente stabile, rappresenta la soluzione personale che si trova per risolvere il problema di equilibratura. Se questo atteggiamento non si allontana troppo da quelli che sono gli indici di valutazione viene giudicato normale, in caso contrario siamo di fronte ad alterazioni posturali. La maggior parte delle alterazioni dell'età evolutiva non sono conseguenti a carenza o debolezza muscolare, ma dipendono dall'acquisizione di schemi

motori errati, fissati nel sistema nervoso centrale, cui consegue una mancata strutturazione dei meccanismi di controllo neuromuscolare.

Una modificazione di una curva rachidea del piano sagittale comporta una variazione o una compensazione a catena di tutte le altre curve vertebrali, così, per motivi statici e dinamici, il rachide alterna sempre una curva in lordosi ed una in cifosi per sopperire il carico in modo ergonomico con un aumento di resistenza alle forze di compressione. La cerniera cervico-dorsale e la lombo-sacrale sono quelle più colpite dalla rottura degli equilibri.

Le deformità sagittali del rachide si presentano con delle deviazioni posteriori (cifosi) o anteriori (lordosi), a volte irriducibili, conseguenti ad alterazioni strutturali disco-legamentose ed ossee vertebrali a varia eziologia. Poiché le deviazioni si iscrivono all'interno delle fisiologiche curvature del rachide, queste ultime possono risultare esageratamente aumentate (ipercifosi toracica o dorso curvo, iperlordosi lombare), diminuite (dorso piatto, dorso cavo, ipolordosi, cifosi lombare) o alterate nella loro normale distribuzione (cifosi del passaggio dorso lombare, cifosi cervico-dorsale).

L'atteggiamento cifotico o il dorso curvo posturale, oggetto del trattamento cinesiologico che propongo in questo studio, consiste in un aumento della cifosi dorsale generalmente accompagnata da un'accentuata lordosi lombare, all'anteposizione e alla intrarotazione delle spalle con uno scollamento delle scapole dal torace conseguente allo squilibrio muscolare del cingolo. Normalmente nell'ipercifosi l'apice della curva è situata a livello di D6 e compensata da una iperlordosi, talvolta risale a D3-D4, interessando anche la colonna cervicale che si lordosizza oppure discende a D8-D9, come nella cifosi totale o estesa, determinando un breve compenso in lordosi da L3 a L5. In tutti questi casi il torace tende sempre di più ad appiattirsi affossandosi e perdendo la sua elasticità andando incontro alla strutturazione della curva con conseguente rigidità.

Gli atteggiamenti cifotici dell'età giovanile sarebbero da attribuirsi in prevalenza ad una ipostenia dei muscoli erettori del tronco e un accorciamento dei muscoli addominali cui consegue un'accentuazione della curva fisiologica. Alla componente muscolare si sovrappone un importante

difficoltà neuromotoria di controllo posturale e, molto spesso, un atteggiamento psicologico di introversione.

Nelle ipercifosi non strutturate i corpi vertebrali hanno contorni di normali dimensioni e non vi sono segni né di cuneizzazione né di irregolarità mentre nei casi in cui la cuneizzazione di almeno tre corpi vertebrali sia superiore a 5° gradi ci troviamo di fronte a curve strutturate.

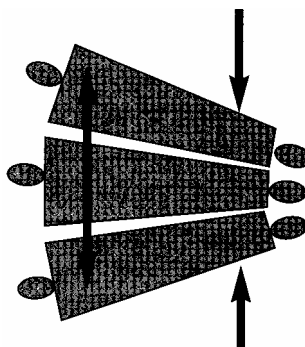


Figura 11. Forze di compressione che determinano la cuneizzazione e le forze di trazione, da Raimondi.

Infatti «secondo Delpech, il decentramento della forza peso provoca un avvicinamento o uno schiacciamento degli spazi vertebrali anteriori che nel tempo può comportare un cedimento trapezoidale seguito da un'alterazione dei tessuti cartilaginei, un aumento di volume dei legamenti fissatori della curva e una chiusura anteriore delle coste che comprimono la cassa toracica. È importante ribadire che nelle cifosi la normalità della curva varia per ogni individuo in funzione della vita di relazione, all'assetto statico, al carico, al cambiamento di postura in rapporto alla curva lombare, nonché alle caratteristiche psicologiche del soggetto» [Vincenzini O., Raimondi P., 2006: 317,318].

«Considerando i valori in gradi Cobb alla valutazione radiologica in stazione eretta, la fisiologica cifosi toracica in età evolutiva è compresa tra i 20-25° e i 40-45°. Al di sotto dei 20-25° Cobb si definisce “dorso piatto”, mentre al di sopra dei 45° Cobb si definisce come ipercifosi toracica. Per la regione lombare non sono stati definiti con altrettanta precisione i valori di riferimento: il range di normalità può comunque essere considerato variabile tra i 20-25° ed i 50-65°» [Negrini, GSS, 2003: 2].

I soggetti presi in esame presentano cifosi non strutturate classificabili in:

1. **cifosi pre-puberale asteniche**, comuni tra i 7 e gli 11 anni di età, caratterizzate da un atteggiamento cifotico seguito da uno squilibrio muscolo-scheletrico con compenso della curva lombare. Il bambino presenta uno schema corporeo alterato o in fase di sviluppo che impedisce la stabilizzazione della postura ed il controllo dei segmenti corporei. Nella maggior parte dei casi con la crescita l'atteggiamento tende a migliorare spontaneamente.
2. **cifosi puberale**, si sviluppano fra gli 11 e i 14 anni a causa di atteggiamenti cifotici, si presentano con un dorso curvo parzialmente rigido, spalle addotte con interiorizzazione dei monconi e ridotta mobilità dell'articolazione scapolo-omerale, capo anteposto, scapole alate caratterizzate dallo scollamento del margine mediale della scapola, addome prominente, iperlordosi lombare e un netto squilibrio fra lo sviluppo scheletrico e quello muscolare.

Capitolo 3

ESAMI E TEST POSTURALI

Come indicato nelle Linee Guida Nazionali non esistono ancora prove scientifiche definitive per imporre un protocollo valutativo per cui ho cercato di seguire le indicazioni citate [Negrini S., Ferrero C., coll, 2008] per ottenere una valutazione complessiva comprendente gli aspetti patologici, estetici, psicologici, funzionali e familiari.

Prima della mia valutazione i ragazzi affetti da deformità vertebrali sono stati sottoposti ad una visita fisiatrica complessiva, clinica e radiografica.

3.1 L'esame morfologico dei soggetti

Il soggetto viene esaminato attraverso un controllo visivo globale su tutti i piani di osservazione per riconoscere la posizione normale o alterata di ogni segmento corporeo nella sua morfologia, in vista di un trattamento specifico per il dorso curvo.

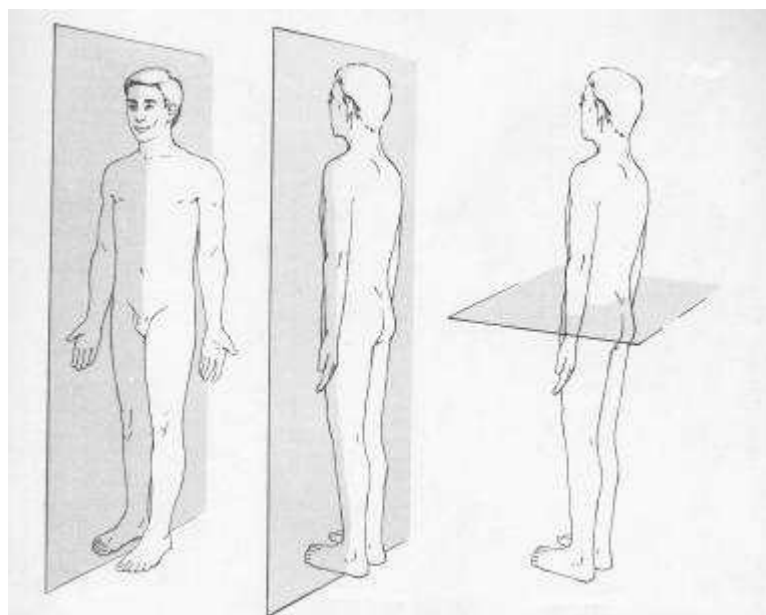


Figura 12. Piani di riferimento, da Kendall.

Sul *piano frontale* troveremo segmenti del corpo addotti, abdotti, inclinati in convessità o in concavità, sollevati o abbassati, sul *piano sagittale* i segmenti del corpo saranno flessi o estesi, mentre sul *piano trasverso* saranno i ruotati. L'obiettivo di questo esame è quello di confermare la presenza di un dorso curvo e di segnalare qualsiasi altra alterazione posturale per programmare un lavoro correttivo globale: questo consente, da una parte, di correggere contemporaneamente tutti i livelli, dall'altra a evitare i compensi e per far sì che non passi inosservato un elemento che agisce in modo diretto o indiretto sulla statica del rachide e in particolare sul tratto dorsale.

La prima fase è l'**Anamnesi del soggetto**: prima di esaminare direttamente il ragazzo cerco di conoscere la sua storia, svolgo un'anamnesi familiare per analizzare i precedenti familiari ponendo delle domande e ascoltando il racconto del genitore, per scoprire qualsiasi informazione utile. Compilo la sua cartella clinica inserendo:

1. i dati anagrafici
2. prodotti farmaceutici presi abitualmente
3. nascita a termine, prematura o post-termine
4. destrimane o mancino
5. allergie, vertigini, tremori, mal di testa
6. alterazioni cardiovascolari, respiratori o altro
7. disturbi dell'equilibrio o visivi
8. malattie presenti o passate
9. cure odontoiatriche
10. problemi articolari
11. qual è il principale disturbo attuale e da quanto tempo persiste
12. ha problemi a piedi, caviglie o pianta plantari
13. pratica sport

Tabella 1. Anamnesi del soggetto.

Proseguo con i dati clinici prendendo nota del peso, della statura, delle sue condizioni articolari (lasso o rigido), muscolari (astenico o ipertonico) e localizzo frequenti contratture dei paravertebrali.

Inizio **l'esame morfologico** osservando il ragazzo a dorso nudo in stazione eretta sul **piano frontale**: esamino la cute, specie in corrispondenza del rachide per evidenziare ipercromie o tensioni, annoto le differenze fra un piede e il controlaterale, la loro posizione, il retro piede, la differenza in altezza, la distanza tra i malleoli mediali e l'allineamento del tendine calcaneare. Proseguo con l'esame del ginocchio per evidenziare eventuali variazioni dell'angolo fisiologico fra gamba e coscia (varismo o valgismo) insieme ad intra-extrarotazioni e tonicità dell'intero arto. A livello del bacino, osservo la posizione delle spine iliache antero-superiori e posteriori ponendo i pollici su SIAS, SIPS ed ali iliache per evidenziare l'eventuale eterometria di un arto o la dislocazione spaziale del bacino rispetto al normale: in questo caso posso trovare un bacino ruotato sull'asse trasverso, un emibacino innalzato o traslato sul piano frontale, adduzioni o abduzioni posturale delle anche e alterazioni combinate che vanno sempre a ripercuotersi sulla statica del rachide. A livello del tronco, parte più importante del nostro esame obiettivo, vado a verificare la verticalità utilizzando un *filo a piombo*, perpendicolare a terra e tangente al tratto più sporgente, che ci consente di registrare gli **strapiombi**, misurando in millimetri la distanza dall'apofisi spinosa di C7 del filo a piombo fatto passare per le pliche interglutee e si segna il lato dello strapiombo che per convenzione corrisponde allo spostamento di C7 rispetto alla base sacrale. Osservo il livello delle pieghe sotto glutee, i triangoli della taglia, le pliche addominali con strie arrossate in corrispondenza della parte alta del tronco in caso di ipercifosi, l'altezza delle spalle, asimmetrie o scollamenti delle scapole, disallineamento dei processi spinosi vertebrali, eventuali salienze toraciche e la posizione del capo.

Sul piano sagittale, partendo sempre dal basso verso l'alto, controllo con il filo a piombo:

- la presenza di ginocchia flesse o recurvate
- anteposizioni retroposizioni o antiversioni e retroversioni del bacino
- l'eventuale prominente dell'addome e ipotonia dei muscoli glutei determinata da una iperlordosi lombare

- una ipercifosi dorsale e una iperlordosi cervicale in relazione con le altre due curve misurate
- anteposizione o retroposizione del tronco e del capo
- spalle antepulse

Proseguo con la misurazione delle **frecche** sul piano sagittale ottenute misurando con il regolo graduato la distanza in millimetri tra le apofisi spinose di C7, di D12 e di L3 ed il filo a piombo tangente all'apice della cifosi. Secondo Stagnara [Stagnara, 1985] i valori normali a livello di C7 ed L3 devono essere compresi tra i 25 ed i 40 mm, mentre nel dorso curvo per Charrière-Roy [Charrière, 1963] possono raggiungere gli 80 mm a livello di C7 e i 60 mm in corrispondenza di L3. L'ultimo protocollo scientifico dell'ISICO dichiara che questo strumento di valutazione è dotato di una ripetibilità inter-esaminatore intermedia, di sufficiente sensibilità e specificità. I valori considerati normali a livello di C7 devono essere compresi tra i 30 ed i 45 mm, e a livello di L3 tra i 30 mm e i 50 mm. **Valori superiori a 50 mm** devono condurre il soggetto ad un approfondimento specialistico [ISICO, 2007: 1-6].

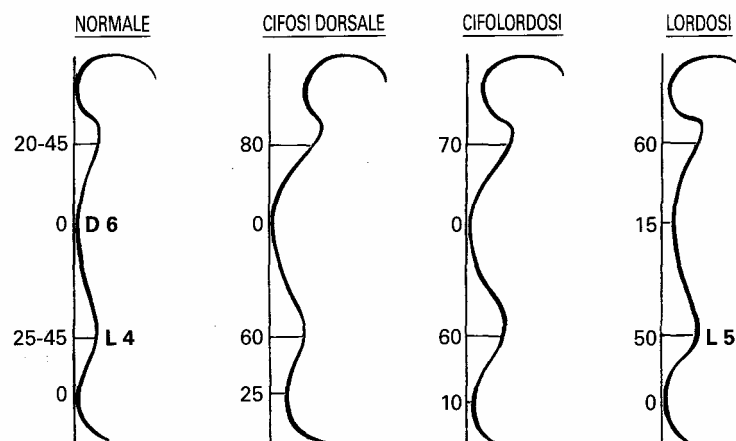


Figura 13. Valori delle frecche sul piano sagittale, da Pivetta.

Determinante inoltre verificare se la cifosi si prolunga nella zona lombare, se ci sono punti di incremento della flessione anteriore, se risultano zone in cui le spinose sono più prominenti posteriormente e se questi punti sono localizzati all'apice della cifosi o meno. In questi casi spesso si associa una caratteristica forma a losanga della muscolatura paravertebrale che risulta allontanarsi dalla linea mediana a causa dell'incremento localizzato della curvatura. In caso di cifosi dorso-lombare spesso si osservano caratteristici ispessimenti della pelle in corrispondenza delle spinose lombari sporgenti, provocate dalla compressione dei tessuti tra l'osso e la superficie rigida delle sedie durante la postura seduta prolungata nella quale tende a ricreare la postura scorretta.

Oltre agli esami fin qui descritti occorre un controllo con la persona disposta a busto flesso avanti senza forzature con le braccia distese rilasciate e mani unite. In questa posizione si rileva con facilità l'eventuale deviazione dei processi spinosi che denota una scoliosi o un atteggiamento scoliotico, la salienza toracica o lombare, la rigidità della flessione, eventuali ipercifosi ed iperlordosi.

Rivolgiamo l'attenzione anche alle rigidità muscolo-articolari, in particolare alla diminuzione dell'estensibilità di alcuni gruppi muscolari (retrazione dei pettorali, psoas, ischio-crurali) che incidono negativamente sulle curve sagittali, per completare il quadro vado ad osservare il soggetto in movimento per controllare la capacità di coordinazione gestuale, l'equilibrio e le fasi della deambulazione.

Capitolo 4

STUDIO EMPIRICO DI 14 CASI

4.1 Materiali e metodi

Durante l'esame morfologico sono stati osservati tutti i soggetti in età pre-puberale e adolescenziale, iscritti al Centro di Ginnastica Correttiva Kiné e alla Casa di Cura Città Di Parma. Al termine del suddetto esame diagnostico visivo, sono stati volutamente scartati coloro che presentavano casi di patologie vertebrali e solo 14 casi, anche se con caratteristiche posturali non identici, presentavano alterazioni delle curve sagittali in atteggiamento cifotico o dorso curvo. I soggetti che sono stati sottoposti all'analisi posturale sono casualmente 4 maschi e 10 femmine di età compresa tra i 9 e i 15 anni. I valori angolari in gradi Cobb della curva cifotica dorsale, ritenuto lo standard assoluto della misurazione per le deformità vertebrali [Negrini S.,Grosso C.,Carabalona R. 2005: 31,32], non sono stati rilevati per la mancanza di radiografie recenti del soggetto.

Prima dell'inizio del trattamento i soggetti sono stati divisi in due gruppi di 7 soggetti in base alla sede d'iscrizione e non secondo caratteristiche posturali, per cui anche questo aspetto è da considerarsi del tutto randomizzato.

L'analisi posturale che vado a descrivere è una metodica d'indagine strumentale che ho conseguito nello Studio Odontoiatrico del dott. Andrea Pelosi, per valutare la postura e le interazioni afferenziali ed efferenziali provenienti dai vari recettori posturali quali i piedi, l'occhio e l'orecchio.

4.2 I materiali utilizzati

- I. **Filo a piombo:** filo con all'estremità inferiore un piccolo piombo che permette di mantenere la verticalità.

- II. **Regolo graduato che inizia dallo zero:** usato per le misurazioni delle alterazioni del rachide.
- III. **Matita demografica:** si utilizza per evidenziare il processo spinoso del rachide così da delineare i punti interessati.
- IV. **Verticale di Barrè:** il soggetto in stazione eretta deve rimanere immobile, rilasciato, con le braccia lungo il corpo, con lo sguardo all'altezza degli occhi. L'esame della verticale viene fatto per analizzare l'allineamento delle curve fisiologiche sul piano sagittale disponendo il filo a piombo sulle prominenze glutea-toracica e occipitale [Bricot, 1998: 22] Se tali riferimenti non si trovano sul piano di Barré, il soggetto non è in condizioni normali.
- V. **Analizzatore posturale (Chinesport):** è una pedana in bilaminato con piedini regolabili di 80cm x 72cm x 225h. Le due aste laterali in alluminio sono complete di misuratori millimetrati dove scorrono i cursori con i fili per l'allineamento posturale (verticale di Barré) e completata da uno specchio superiore orientabile.



Figura 14. GPS 400, Chinesport.

- VI. **Podata (Chinesport):** è una pedana posturo-stabilometrica (47cm x 99 x 47h) in bilaminato con piano di appoggio in cristallo, bipodalica con podoscopio incorporato collegato direttamente con il PC, permette di eseguire prima dell'esame posturale una foto con una web cam dell'appoggio podalico del paziente. Sistema altamente innovativo dotato

di **sei** celle di carico posizionabili nei punti desiderati che permette, per la prima volta, di prendere in esame i carichi nei punti di appoggio noti che con altri strumenti sarebbe difficile da mostrare. Il principio di funzionamento è quello della ripartizione dei carichi su una linea per cui conoscendo la posizione della cella il software Global Postural System riesce a calcolare il carico sui rispettivi appoggi.



Figura 15. Podata, da Chinesport.

La pedana Podata mi fornisce:

- La localizzazione al suolo della proiezione del baricentro della persona
- La dinamica di tale proiezione nel momento dell'osservazione
- La localizzazione e dinamica del baricentro di ciascun piede
- La ripartizione del carico fra piede destro e sinistro
- La ripartizione del carico fra 1° metatarso, 5° metatarso e tallone

Con l'analisi di questi dati è possibile valutare le disfunzioni e le patologie posturali, vestibolari, ortopediche, odontoiatriche e podologiche [Lazzari E., 1995: 101].



Figura 16. Appoggio bipodalico in stazione eretta.

I parametri principali da verificare sono:

- Gli spostamenti del baricentro reale da quello teorico
- I disordini della distribuzione del carico sui due piedi e sui punti di appoggio
- Modificazioni del tracciato posturometrico in seguito a modifiche plantari o altre afferenze.

È importante sottolineare che la tendenza a sovraccaricare verso destra o a sinistra è legata alla propria lateralità.

La Pedana Posturometrica, non è solo uno strumento diagnostico, per intraprendere terapie correttive della postura, ma permette di oggettivare i comportamenti posturali, tenere in memoria la situazione attuale dei soggetti, per poterla confrontare con gli esami futuri [Pelosi A. 2007].

I vari tipi e modelli di pedane che sono state proposte, tutte presentano tre celle di carico per piede ai vertici di un triangolo che disegna un poligono più ampio del piede. La norma per questo tipo di pedana di precedente generazione è la distribuzione uguale su ogni pilastro, questo perché lo strumento non permette una divisione precisa dei carichi.

La stabilometria ha introdotto la misurazione nell'osservazione dei fenomeni di controllo della postura ortostatica. Grazie alla stabilometria si conosce la distribuzione di un certo numero di parametri che caratterizzano il comportamento di "normale" postura ortostatica. E' dunque possibile affermare se il comportamento di un paziente sia o meno ascrivibile nei limiti di normalità determinati da tali parametri. Ciò non vuol dire misurare l'equilibrio, ma la stabilità in quanto essa è la proprietà di un corpo disturbato nel suo equilibrio, di tornare al suo stato. L'equilibrio, nel senso

fisico, non si misura, può soltanto definirsi come uno stato limite ideale verso cui tende l'uomo in posizione eretta.

VII. **Fotocamera digitale:** per l'acquisizione delle immagini dei soggetti.

VIII. **Software di gestione delle immagini:** specifico per analisi posturale (GPS-Global Postural System).

Oltre ai dati precedentemente illustrati si riesce ad ottenere i seguenti valori numerici con una frequenza di campionamento di 200 Hz.

VALORI NUMERICI		
Numero letture effettuate	0	
Distanza media dal baricentro ideale (asse X)		millimetri
Distanza media dal baricentro ideale (asse Y)		millimetri
Lunghezza curva		millimetri
Area dell'ellisse di confidenza al 90%	0	mm ²
Rapporto lunghezza/ area di confidenza		
Velocità massima	0	mm/s
Frequenza campionamento	200,00	Hz
Freq. armonica fondamentale [SX-DX]		Hz
Freq. armonica fondamentale [PST-ANT]		Hz
Freq. armonica fondamentale [PESO]		Hz
Correlazione delle Fondamentali X Y		

Tabella 2. valori numerici stabilometrici.

Con questa strumentazione si può dire che se prima il soggetto doveva rimanere in posizione per 60 secondi ad una frequenza di 50 Hz per effettuare un test veritiero, impostando un numero di letture pari a 3000, con una frequenza di campionamento di 200 Hz, si può svolgere il test in un tempo di 15 secondi. Nulla vieta di impostare il numero di letture ad un valore più alto, ma in ogni caso l'attendibilità del test e dei dati ricavati dipende dal grado di precisione del computer collegato alla Podata.

I valori calcolati dalla Podata (tabella 1) che ho utilizzato sono:

- **La distanza media dal baricentro ideale sull'asse x e y** rappresenta lo spostamento in funzione del tempo, in millimetri, del baricentro del soggetto lungo il piano frontale e sagittale. Tanto più questo valore si avvicina allo "zero", meno oscillazioni compie il soggetto sui diversi piani.
- **Lunghezza della curva** esprime la distanza, in mm, percorsa in ogni istante di campionamento detto "gomitolo". Secondo Shiffer R. [Shiffer R, 2008] è un indicatore diretto di dispendio energetico per cui sostiene che meno millimetri si rilevano, più stabile è il soggetto.
- **L'area dell'ellisse di confidenza** che contiene il 90% delle posizioni campionate del baricentro risulta essere la misurazione statica più

rigorosa della dispersione di queste posizioni [Gagey P.M., Weber B., Takagi e coll., 1997: 148]. La lunghezza del statokinesiogramma, in mm², è poco correlata alla sua superficie in quanto in una stessa area di confidenza la lunghezza può essere diversa. Per questo motivo è sempre preferibile studiare la lunghezza per unità di superficie che elimina ogni ridondanza di informazione.

- **Il rapporto lunghezza/ area di confidenza**, come dicevo prima, potrebbe essere utile per valutare il dispendio energetico speso per il mantenimento dell'equilibrio posturale o stabilità.

IX. **Bosu:** è un acronimo per “both sides up” (su entrambi i lati). Il Bosu balance trainer può essere utilizzato per differenti tipi di allenamento dell'equilibrio poggiando a terra sia la piattaforma sia la cupola. La piattaforma solida ha un diametro di circa 65 centimetri e la cupola deve essere gonfiata fino ad essere ben solida.

Il lavoro con il Bosu balance trainer crea una continuità dal movimento semplice a quello più difficile, dal movimento statico a quello dinamico e dai lievi aggiustamenti dell'equilibrio fino alle risposte altamente ed estremamente reattive [Douglas Brooks M.S., 1998: 4-28]

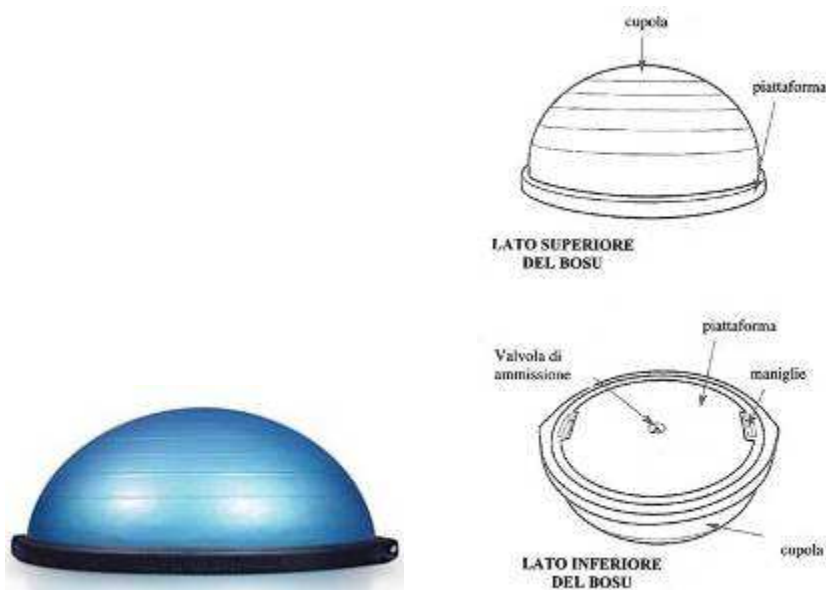


Figura 17. Bosu Balance Trainer, da Integrated Balance Training.

4.3 Metodi utilizzati per l'analisi posturale

L'esame obiettivo per l'analisi posturale inizia chiedendo al soggetto di togliersi gli indumenti principali per poter esaminare tutto il rachide. La metodica utilizzata è la stessa valutazione clinica indicata dal GSS [Sibilla P., Negrini S., Giudici P.,1998: 11-13] e dal protocollo scientifico Screening ISICO [ISICO, 2007: 1-6].

Le prima fase è determinata dalla palpazione dei punti di repere, che nel mio caso sono state le apofisi spinose della vertebre cervicali, dorsali e lombari. Per agevolare il riconoscimento delle prominenze vertebrali ho richiesto di:

- flettere il capo in avanti per riconoscere l'apofisi spinosa della vertebre C7 in quanto si evidenzia più sporgente e voluminosa rispetto alle altre.
- Inspirare per evidenziare le ultime coste toraciche in modo da ripercorrere con pollice e indice, di entrambe le mani, la 12^a costa dalla sua origine anteriore fino all'apofisi spinosa di D12.
- Flettere il busto in avanti con le mani incrociate, arti superiori rilassati e piedi allineati; con entrambe le mani ripercorro le creste iliache fino al rachide dove si trova la quarta vertebra lombare e palpando le apofisi salgo di una vertebra per trovare L3.

Nella seconda fase procedo con la **misurazione delle frecce** sagittali:

- mi posiziono posteriormente al soggetto, fermo in stazione eretta, avvicino il filo a piombo all'altezza dell'occipite mantenendolo tangente al punto di repere più sporgente del rachide sul piano posteriore, cercando di mantenerlo perpendicolare a terra. Nella maggior parte dei soggetti il tratto di rachide più sporgente sul piano posteriore è stato sicuramente il tratto dorsale o il sacro; in teoria, il filo a piombo dovrebbe essere tangente contemporaneamente all'occipite, alla cifosi dorsale ed alla cresta sacrale e terminare a metà della distanza tra i talloni.
- Proseguo posizionando il regolo millimetrato, dal lato dello zero, perpendicolare ai punti di repere segnati a matita; misuro la distanza in

millimetri tra le apofisi spinose di C7, D12 e L3 e il filo a piombo, in quanto punti limitanti della cifosi e della lordosi.

- Ho ripetuto la misurazione posizionandomi lateralmente al soggetto per evitare errori di rilevazione.

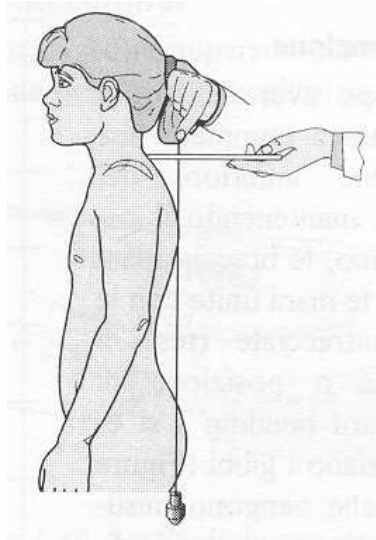


Figura 18. Misurazione frecce sagittali, da protocollo ISICO.

Misurazione dello strapiombo sul piano frontale: posizionandomi nuovamente sul piano posteriore del soggetto, pongo il filo a piombo in corrispondenza dell'occipite e lo lascio cadere in corrispondenza delle pliche interglutee. Proseguo con la misurazione della distanza da C7 al filo a piombo con il regolo millimetrato che per convenzione corrisponde allo spostamento di C7 rispetto alla base sacrale. Anche questo metodo è stato considerato sufficientemente affidabile [Negrini S.,Grosso C.,Carabalona R. 2005: 31,32].

Nella terza fase, prima di iniziare inserisco nel programma i dati anagrafici del soggetto, insieme alla data di acquisizione e specifico, nelle condizioni della visita, la rilevazione al tempo T0.

Chiedo al soggetto di posizionarsi in stazione eretta sull'analizzatore posturale, collocando i piedi sulle rispettive rappresentazioni podaliche; chiedo al soggetto di mantenersi in una condizione naturale e mi avvio alla

digitalizzazione delle immagini in visione posteriore, anteriore e latero-laterale.

Una volta aver acquisito anche le immagine post trattamento il programma mi permette di confrontare per sovrapposizione le immagini registrate nella prima valutazione con quelle scattate nella seconda. Si avrà così il riscontro immediato e oggettivo delle variazioni posturali in seguito a modifica di afferenze e si valuterà un miglioramento o un peggioramento rispetto alle posture corrette, altrimenti posso inserire sulla foto la verticale di Barré per evidenziare gli allineamenti a piombo scorretti.

La quarta fase è determinata dall'esame posturo-stabilometrico "Podata" eseguito ad occhi aperti, ad occhi chiusi e a capo retroflesso.

4.3.1 La Procedura dell'esame con "PODATA"

Posiziono il soggetto sulla pedana a piedi nudi e cerco di fargli appoggiare i piedi nella posizione di maggior libertà ma in allineamento. Il soggetto deve rilassarsi, guardare avanti a se, (meglio se ha un riferimento sulla parete, per tenere impegnato lo sguardo), e cercare di distribuire il proprio peso equamente sui due piedi.



Figura 19. Appoggio bipodalico sulla Podata, a sinistra piede sx e a destra piede dx.

Si scatta con la web cam la foto dell'appoggio podalico, posizionando virtualmente le celle di rilevazione dei carichi, lo eseguiamo, andando sulla barra comandi. Seleziono il pulsante per la "configurazione posizione celle di carico" e trascino il simbolo rivelazione del carico sui punti precisi del piede del paziente a livello di 1° e 5° metatarso e tallone. Eseguo l'acquisizione nel tempo impostato di 15 secondi.



Figura 20. Posizionamento celle di carico.

Finito questo primo esame, far riposare il soggetto, ondeggiando, o piegando alternativamente le ginocchia, senza spostare l'appoggio dei piedi, per poter avere parametri di confronto.

L'analisi del primo esame a occhi aperti.

Grazie alla foto del piede potremmo già sapere se ci troviamo di fronte ad un piede normale, piatto o cavo. Il carico monopodalico, se distribuito correttamente, dovrebbe avere il 50% del peso sul singolo arto a livello del tallone, il 17% sul 5° metatarso e il rimanente 33% sul 1° metatarso.



Figura 21. Piede normale I e piatto II e III, Kapandji



Figura 22. Piede normale I e cavo II e III

L'esame è clinicamente significativo se il peso è sbilanciato, a destra o a sinistra, del 5% o più, oppure se il peso è poco sbilanciato ma ha all'estremità l'oscillazione d'ogni piede, non orizzontale, oppure un piede ha disegnato oscillazioni più ampie rispetto all'altro. In entrambe queste due situazioni, il soggetto merita attenzione. Nel secondo caso, dove il peso sembra ben distribuito, ma c'è torsione, la situazione è comunque di allerta.

Il secondo esame lo si rileva a occhi chiusi, mantenendo il paziente nella medesima posizione. Dopo questi due esami, si ha già un'infinità di informazioni, che possono essere completate e riverificate.

L'analisi del secondo esame ad occhi chiusi.

Confrontando questo esame con quello ad occhi aperti si potrebbe avere:

- a. Nessuna variazione significativa: in questo caso lo sbilanciamento andrà ricercato, rifacendosi alle informazioni che il soggetto ha dato, relativamente a traumi, apparato stomatognatico, cicatrici, asimmetrie vere degli arti.
- b. Peggioramento: è molto probabile che l'apporto informativo nell'equilibrio da parte degli occhi sia buono e l'occhio sia quindi d'aiuto alla postura.
- c. Situazione in oscillazioni o sbilanciamento migliora: in questo caso le afferenze visive, sono sospettate di portare più scompiglio che ordine nel sistema posturale.

Il terzo esame lo si rileva mantenendo il capo retroflesso, per valutare l'influenza della colonna cervicale sull'equilibrio, sul dorso curvo e per diagnosticare le rare vertigini a origine cervicale (S.Neri-Barré-Lieu).

L'analisi del terzo esame a capo retroflesso.

Se questo esame è peggiore degli altri due, il tratto cervicale è da tenere in considerazione in quanto può essere probabile che l'iperestensione della curva cervicale abbia influenze sulla postura, in caso contrario non crea modificazioni posturo-stabilometrici.

Lo stesso esame stabilometrico e posturometrico si è ripetuto dopo tre mesi a trattamento terminato e si prosegue l'indagine con l'elaborazione dei dati rilevati, insieme al confronto immediato delle foto prima e dopo il trattamento cinesiologico e le eventuali misurazioni eseguite sulle immagini.

Nella quinta fase i 14 casi iniziano il programma di lavoro, descritto precedentemente, suddivisi casualmente in questo modo:

1. 7 soggetti di sesso femminile, di età compresa tra i 10 e i 15 anni, hanno praticato una ginnastica correttiva con l'utilizzo del Bosu per 3 mesi consecutivi, con sedute bisettimanali.
2. 7 soggetti di età compresa tra i 9 e i 15 anni, 3 femmine e 4 maschi, hanno praticato una ginnastica correttiva tradizionale per 3 mesi consecutivi con sedute bisettimanali.

La sesta fase è determinata dalla ripetizione dello stesso esame clinico e posturale al tempo T1, cioè alla fine dei tre mesi. Gli strumenti e le metodiche utilizzate sono rimaste uguali alle precedenti, ma si attende un cambiamento dei parametri rilevati.

4.4 Casi clinici

1° caso

G.P. Trattamento Bosu
14 anni
Iperlordosi cervicale
Ipercifosi dorsale
Iperlordosi lombare
Spalle anteposte con la sx più alta della dx
Triangoli della taglia leggermente appiattito a sx
Tendenza a calcagno valgo, soprattutto il sx.
Leggera flessione plantare

Tabella 3. Analisi posturale

Prima del trattamento



Dopo il trattamento



Figura 23. Analizzatore latero-laterale prima e dopo.



Figura 24. Analizzatore posteriore prima e dopo trattamento.



Figura 25. Analizzatore anteriore prima e dopo.



Figura 26. Appoggio bipodalico prima e dopo



Figura 27. Foto prima del trattamento sovrapposta alla foto dopo il trattamento.

Dopo i tre mesi, a livello clinico, si può notare un buon miglioramento della postura determinata sicuramente dalla riduzione della iperlordosi cervicale compensata però dall'aumento della freccia dorsale in D12 e da un aumento dell'iperlordosi lombare.

Ha mantenuto l'allineamento tra il piano scapolare e glutei con ripristino della simmetria tra i triangoli della taglia diminuendo le oscillazioni laterali. Il cingolo scapolare sx rimane leggermente più alto ma senz'altro migliorato, a conferma che lo squilibrio permane in funzione della lateralità.

Analizzando i carichi podalici posso notare che il soggetto partiva con uno squilibrio anteriore rispetto alla posizione del baricentro ideale che dopo il trattamento si è modificato avvicinandosi ad esso; la linea del baricentro del piede sx è sbilanciato verso l'interno piede tra l'alluce e il secondo dito, sia prima che dopo trattamento, quando dovrebbe rimanere tra il secondo e il terzo dito. Nella distribuzione dei carichi si nota un maggior carico sul piede sx, il cui peso è sostenuto maggiormente sul 5° metatarso, meno sul 1° e scarso a livello del tallone; questa situazione post trattamento tende a migliorare ma di poco su tutti i distretti. Ad occhi chiusi gli appoggi non

variano, mentre a capo retroflesso sembra migliorare la distanza dal baricentro ideale.

2° caso

F.R. Trattamento Tradizionale
15 anni
Lordosi cervicale normale
Ipercifosi dorsale rigida
Lieve Iperlordosi lombare
Spalle anteposte con la sx più alta della dx
Triangoli della taglia leggermente appiattito a sx
Piano scapolare posteriore

Tabella 4. Analisi posturale



Figura 28. Analizzatore latero- laterale prima e dopo



Figura 29. Analizzatore posteriore prima e dopo trattamento.



Figura 30. Analizzatore anteriore prima e dopo.



Figura 31. Appoggio bipodalico prima e dopo

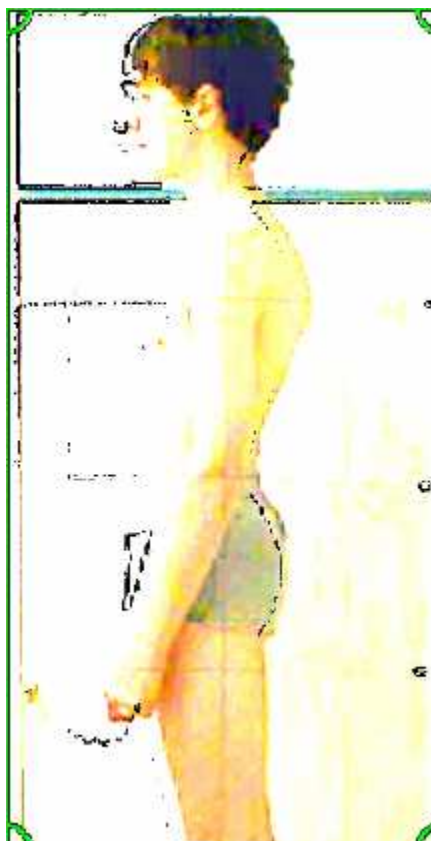


Figura 32. Foto prima del trattamento sovrapposta alla foto dopo il trattamento.

Dopo i tre mesi, a livello clinico, si può notare un discreto miglioramento della postura determinata da una diminuzione della lordosi cervicale ma con il mantenimento dello stessa freccia dorsale in D12 e da un lieve aumento della lordosi lombare.

Presenta un allineamento scapolare posteriore simile al primo, con un miglioramento della simmetria dei triangoli della taglia e riduzione della differenza del cingolo scapolare sx rispetto al dx. Permane un piccolo strapiombo dx di pochi millimetri ma nel complesso piccoli cambiamenti positivi si sono evidenziati.

Analizzando i carichi podalici ad occhi aperti posso notare che il soggetto caricava prima sull'arto sx mentre dopo ha presentato uno squilibrio del carico maggiore sull'arto dx, soprattutto sull'appoggio posteriore sx sempre superiore al 50% del peso corrispondente; il carico sul 1° metatarso rimane ridotto rispetto alla norma e si nota un corretto appoggio sul 5° met. sx e un sovraccarico su quello di dx (pre e post trattamento). Ad occhi chiusi i valori rimangono simili, al contrario della posizione a capo retroflesso in cui le

distanze dal baricentro ideale sono prossime allo zero, migliora notevolmente la distribuzione del carico su entrambi gli appoggi, si riduce il carico sui talloni avvicinandosi al 50% della normalità e permane soltanto un sovraccarico sui 5° metatarsi. In conclusione sembra che l'estensione del capo, causando lo spostamento del tratto toracico verso il piano anteriore, crei un riequilibrio dei carichi podalici simili ai valori di normalità.

Capitolo 5

INTERVENTO CINESIOLOGICO MIRATO

5.1 Obiettivi della ginnastica correttiva proposta

La ginnastica correttiva è l'unica forma di ginnastica che ha lo scopo, attraverso un processo di apprendimento psicomotorio, di rieducare le alterazioni morfologiche orientando il lavoro sull'intero organismo e non ad un singolo segmento. Diversi autori (Pivetta, Charrière, Stagnara, Mézières, Ferguson, Perdriolle, ecc.) credono che le alterazioni posturali, tra cui il dorso curvo posturale, vengono risolte non solo tonicizzando settorialmente masse muscolari ipotrofiche, ma cercando di operare un'azione di ricostruzione di schemi posturali errati.

Lo scopo è quello di fornire gli strumenti operativi necessari per ogni tipo di intervento rieducativo, affrontando gli aspetti riguardante l'azione interdisciplinare della prevenzione dell'età evolutiva, dell'ergonomia e del movimento antalgico.

Gli esercizi che vengono proposti imitano gli atteggiamenti corretti che devono essere ripetuti coscientemente per poterli automatizzarli durante ogni attività quotidiana.

Nei soggetti con dorso curvo posturale la cinesiterapia offre importanti benefici, di prevenzione e di riduzione delle alterazioni antero-posteriori del rachide, quando il lavoro è determinato da esercizi rivolti allo sviluppo e al rafforzamento delle funzioni responsabili al controllo posturale, dell'equilibrio e della stabilità assiale della colonna vertebrale.

Il protocollo di lavoro è stato elaborato dal 1975 ad oggi presso la Fondazione Don Gnocchi e il Centro Scoliosi di Vigevano, ampliando gli obiettivi della Scuola Lionese adeguandoli progressivamente ai nuovi dati emersi dalla ricerca scientifica [Negrini A., Verzini N. coll. 1998: 8-17].

Il trattamento contiene un'insieme di attività proposte da diversi autori:

- Esercizi di trofismo della muscolatura intrinseca della colonna proposta da Pivetta.
- Una rieducazione posturale, una mobilitazione ed esercizi di "autoallungamento" proveniente dalla scuola Lionese con Charrière e Stagnara.
- Un allungamento delle catene cinetiche posteriori alla base del Metodo Mézières.
- Esercizi e tecniche di squilibrio con piani instabili, mezze sfere di Cristofanilli, tavolette di Freeman.

Il trattamento viene eseguito con criterio funzionale con lo scopo di creare esercizi che rispettino il movimento quotidiano, attività che normalmente utilizza delle sinergie muscolari sviluppate in maniera combinata su piani e assi [David Stauffer, 2007].

Gli **obiettivi generali** del trattamento preso in esame sono:

1. decondizionamento e cancellazione degli schemi neuro-psicomotori errati;
2. ricostruzione e sviluppo degli schemi posturali e motori corretti acquisiti;
3. integrazione dell'atteggiamento corretto nello schema corporeo e nei gesti della vita quotidiana;
4. sviluppo delle grandi funzioni organiche (respirazione, circolazione..)

Gli **obiettivi specifici** riguardano:

1. il miglioramento del tono muscolare;
2. sviluppo della coordinazione generale e specifica;
3. miglioramento dell'equilibrio statico e dinamico;
4. elasticità, forza e resistenza muscolare;
5. miglioramento delle capacità motorie legate alla funzione comunicativa e espressiva del corpo.

Dopo aver eseguito l'esame morfologico ad ogni soggetto selezionato e finito di definire gli obiettivi appena elencati è importante saper scegliere l'insieme

di esercizi adatti per ciascuno di loro. Gli esercizi devono essere significativi e specifici per raggiungere l'obiettivo prefissato e devono suscitare l'interesse del ragazzo per renderlo partecipe e motivato del lavoro.

5.2 Analisi delle modalità dei trattamenti

Qualunque sia l'eziologia dell'atteggiamento cifotico, prendendo in esame le ipercifosi con apice a D6, l'intervento cinesiologico richiede di rispettare le seguenti tappe:

- A. **La presa di coscienza del corpo e dei difetti:** rivolta unicamente al piano sagittale del rachide.
- B. **Presa di coscienza della postura corretta e autocorrezione** effettuata in tre tempi:
 - correzione segmentaria, accettando parzialmente dei compensi a livello cervicale e lombare;
 - correzione desmentaria, senza compensi a livello cervicale e lombare;
 - correzione globale, senza compensi a livello del tronco e degli arti, passando gradualmente dalle posture statiche alle dinamiche.
- C. **Mobilizzazione ed educazione respiratoria:** localizzata alle cinture, alle zone rigide del rachide, alla gabbia toracica.
- D. **Rafforzamento muscolare e integrazione neuromotoria** intesa come autocorrezione dei movimenti globali.
- E. **Ergonomia.**

Oltre alla programmazione del trattamento nei ragazzi che presentano una componente psicologica negativa, di introversione, scarsa fiducia in sé, diventa indispensabile un efficace supporto psicologico.

5.3 Programma di lavoro tradizionale

I sette ragazzi che hanno partecipato al lavoro correttivo tradizionale si sono sottoposti ad un programma di lavoro da cinquanta minuti comprensivo di 10 esercizi da terminare in un tempo massimo di cinque minuti ciascuno alternando ai 10" di lavoro altri 10" di pausa.

L'intervento rieducativo deve essere rivolto innanzitutto alla mobilitazione nel senso dell'estensione assiale, bloccando in posizione corretta le zone mobili adiacenti (colonna cervicale e lombare). Gli esercizi di mobilitazione devono essere localizzati sulla rigidità della curva cifotica e premetto che:

- All'inizio del trattamento si preferisce agire con la colonna in scarico, a terra, con gli arti inferiori flessi, mantenendo il mento ben retratto per esercitare un'estensione assiale ritmica, alternando azioni di trazione a momenti di pausa. Il vero allungamento si ottiene prima con una rettifica del rachide e dopo con un allontanamento delle vertebre soprastanti dalle sottostanti. Da questa posizione possiamo far eseguire stiramenti del trapezio superiore, degli intercostali, dei pettorali e degli ischio crurali.
- In posizione seduta contro un montante su un sedile che permetta di mantenere la retroversione e la retrazione del mento, di estendere il più possibile il tratto interessato dalla curva cifotica. In questa posizione si inizierà a rafforzare i muscoli spinali, prima con l'azione delle sole braccia, poi con pesi in mano e sul capo crescenti in rapporto alla capacità di estensione della curva. Anche i muscoli scapolari devono essere sollecitati con la colonna in estensione, perché con la loro azione favoriscono la rettilineizzazione delle vertebre coinvolte nella curva cifotica e una buona espansione del torace.
- Gli esercizi respiratori contribuiscono a loro volta alla mobilitazione dorsale e allo sviluppo toracico.

5.3.1. Presa di coscienza del rachide

Acquista una particolare importanza in quanto il rachide è poco rappresentato a livello corticale. E' senz'altro questa la ragione per cui tale apprendimento risulta spesso difficoltoso. L'allievo prende coscienza della propria colonna vertebrale, degli atteggiamenti scorretti, delle zone rigide e dolorose.

All' inizio si eseguiranno esercizi di presa di coscienza mediante contatti e posizioni assunte in decubito supino al suolo, successivamente da seduto e in piedi prendendo come punto di riferimento un montante. Dopo che il soggetto ha appreso un certo controllo sulle posizioni del bacino, delle spalle e del capo lo si mette di fronte a due specchi dove potrà osservare la sua schiena prendendo visione dell'ampiezza, della forma e della localizzazione delle curve sagittali.

Esercizio 1: supino gambe flesse e arti superiori lungo i fianchi, prendere coscienza del differente contatto del rachide con il suolo ai vari livelli.

In posizione seduta, per evitare inversioni o aumenti della curva lombare bisogna utilizzare uno sgabello di altezza proporzionale al soggetto, in modo che piede-gamba-coscia-bacino, formino degli angoli retti tra di loro.

Esercizio 2: seduti sugli ischi cerco di mantenere la lordosi lombare corretta e ricercare un buon equilibrio del capo rispettando l'orizzontalità dello sguardo.(fig. 1).



Figura 33. Postura da seduto, da Back School

Esercizio 3: in posizione quadrupedica con una bacchetta sopra la colonna vertebrale mantenere l'allineamento senza farla cadere.

5.3.2. Presa di coscienza della postura corretta

Un obiettivo fondamentale nel trattamento dei soggetti cifotici è la presa di coscienza della postura corretta nello spazio. L'esercizio consisterà nel posizionamento del tronco nella postura abituale, rilasciata (massima posizione scorretta), invitando il soggetto a passare all'estrema correzione. Ovviamente non ci si può aspettare che l'estrema posizione corretta sia mantenuta nel tempo, perché richiede molto sforzo e non vi è quindi alcuna possibilità di conservarla a lungo.

Esercizio 4: studio e correzione della postura dalla stazione eretta davanti allo specchio quadrettato controllando che le anche siano alla stessa altezza, i triangoli della taglia siano simmetrici, le spalle sulla stessa linea e il capo retroposto. (fig. 2).

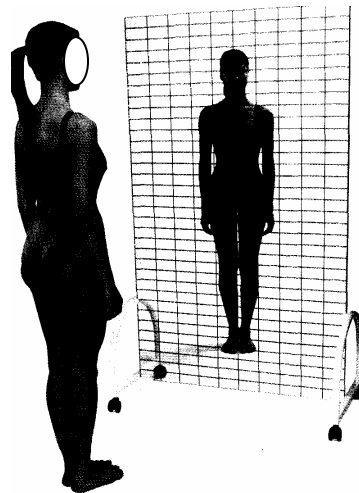


Figura 34. Allineamento stazione eretta, da Back School

Esercizio 5: Ripeto l'esercizio precedente in stazione seduta fronte allo specchio (fig. 3). La **retropulsione** del capo si ottiene con un'azione

muscolare che annulla la lordosi cervicale, spingendo indietro la nuca, arretrando il piano del viso e spingendo verso l'alto il vertice del capo.

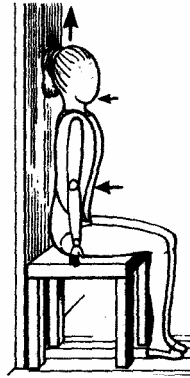


Figura 35. Autoallungamento, da Pivetta.

Esercizio 6: Si chiederà al soggetto di controllare i movimenti del bacino dalla posizione supina gambe flesse combinata con la respirazione profonda: durante l'inspirazione il soggetto esegue un'anteroversione, mentre nella espirazione le vertebre lombari vengono spinte contro la superficie di appoggio in retroversione (fig. 4). La retroversione si ottiene ruotando il bacino indietro attorno al suo asse trasverso annullando la lordosi lombare.



Figura 36. Retroversione, da Pivetta.

Esercizio 7: dalla stazione eretta in appoggio al muro, chiedo al soggetto di prendere coscienza dei punti di contatto e delle curve fisiologiche per poi avanzare con i piedi, piegare leggermente gli arti inferiori ed eseguire la retroversione del bacino e la retroposizione del capo cercando di far aderire tutta la colonna alla parete.

5.3.3. Mobilizzazione ed educazione respiratoria

La mobilizzazione, esercitata nel senso dell'estensione, deve sempre essere proporzionata alle capacità di sostegno della colonna, realizzata sia con o senza tutori, al fine di evitare il collasso dell'intera struttura.

La mobilizzazione, secondo Stagnara [Stagnara P., 1985] aumenta l'ampiezza articolare nel rispetto dei limiti fisiologici, mentre secondo Le Boulch, mediante la mobilizzazione, il soggetto deve porre l'attenzione sulla sensazione articolare o sul rilasciamento dei diversi gruppi muscolari contratti. Questa attività percettiva permette non solo il recupero della mobilità articolare, ma assicura l'attenzione delle sinergie muscolari riflesse.

La mobilizzazione avviene mediante esercizi lenti e ampi, deve essere, secondo Pivetta [Pivetta S. Pivetta M., 1998: 81], attiva, cioè voluta pensata ed effettuata dal soggetto; cauta, cioè effettuata in maniera tale da non provocare dolore per non infiammare oltre una zona già colpita; graduale, senza l'affanno di raggiungere rapidamente lo scopo.

Questa azione sarà intensiva prima di un gesso o di un corsetto a tempo pieno, mentre nel nostro caso a trattamento libero dovrà procedere di pari passo con il rafforzamento muscolare e con l'integrazione della postura corretta. Tutti i movimenti devono tendere all'estensione del rachide dorsale e all'apertura della gabbia toracica.

Esercizio 8: In ginocchio con il bacino sollevato portare il busto inclinato avanti, gli arti superiori distesi sul prolungamento del tronco, con le mani a terra cercando di allineare tutta la colonna.

Esercizio 9: in posizione quadrupedica mantengo gli arti superiori semipiegati ai lati delle spalle, i gomiti in fuori, le mani appoggiate a terra intraruotate e avvicino il petto verso terra sfruttando la forza di gravità.

Esercizio 10: disporre il soggetto seduto a terra o su uno sgabello contro la spalliera in appoggio dorsale al MO-DO (mobilizzatore dorsale), braccia extraruotate, abdotte a 90° con le mani verso l'alto in presa all'altezza del capo, mobilizzo il dorso e le spalle e allungo i muscoli pettorali.(fig. 5)



Figura 37. MO-DO

Esercizio 11: il soggetto è in decubito supino sopra un asse curva rialzata da terra con convessità verso l'alto, le gambe flesse con i piedi appoggiati alla spalliera, chiedo di impugnare un bastone ad una larghezza simile a quella delle spalle: si parte con il bastone appoggiato sulle cosce e nella fase attiva lo si porta in alto in prossimità del capo fino a percepire l'azione mobilizzante.

Nei bambini anche gli esercizi respiratori contribuiscono alla mobilizzazione dorsale, favorendo contemporaneamente lo sviluppo del torace.

Esercizio 12: questo lavoro ha lo scopo di controllare l'atto respiratorio delle zone toraciche e addominali. Poniamo il soggetto in decubito supino con una mano sul torace e l'altra sull'addome e lo invitiamo a portare l'attenzione sui movimenti che avvengono durante il respiro.

Esercizio 13: ripetere il lavoro invitando il soggetto a inspirare profondamente dal naso aumentando il volume toracico ed espirando lentamente dalla bocca. Alternare l'esercizio con una espirazione addominale senza modificare il tratto toracico.

5.3.4 Rinforzo muscolare e integrazione neuromotoria

Una volta appresa la postura corretta e mobilizzato il tratto dorsale è indispensabile inserire validi esercizi di rinforzo muscolare per la stabilizzazione del rachide con contrazioni isometriche che ne faciliti l'integrazione a livello corticale consentendo di mantenerla più a lungo e con il minor sforzo possibile. La contrazione di tipo isometrica non è definita pura in quanto intensa ma non massimale e con un piccolo spostamento di segmenti ossei che è difficilmente evitabile.

Poiché la colonna vertebrale è un tutto unico, qualsiasi esercizio diretto alla curva dorsale tende a provocare per compenso un aumento delle curve limitrofe sopra e sottostante, pertanto bisogna avere la massima cura per bloccare preventivamente le curve non interessate alla correzione.

I principali muscoli da rinforzare sono quelli antigravitari, in particolare: i muscoli *paravertebrali* mediante controresistenze realizzate con carichi posti sul capo; i muscoli *scapolari*, che dovranno essere rafforzati in accorciamento, utilizzando posizioni da seduto (in ginocchio, in semipiegamento e in piedi, con busto eretto e inclinato) con l'aggiunta di manubri; i muscoli *addominali e glutei*, che svolgono un'importante azione per il mantenimento della postura corretta del bacino. I muscoli addominali devono essere rafforzati in lunghezza normale, per evitare che il loro accorciamento, esercitando una trazione sul torace, faciliti la cifotizzazione del tratto dorsale.

Unitamente al rafforzamento deve essere introdotto un programma di integrazione neuro-motoria, per migliorare il controllo della colonna a livello corticale, impiegando inizialmente posture statiche, poi progressivamente quelle dinamiche. A tale scopo vengono fatti eseguire movimenti con gli arti superiori e/o inferiori, fino ad arrivare a effettuare semplici andature mantenendo la postura corretta con naturalezza.

Esercizio 14: facciamo sedere il soggetto in appoggio dorsale sull'auto-ortopede (Magri L. 1978) che è un attrezzo che ci permette dopo l'autoallungamento del rachide di lavorare in controresistenza con l'intervento dei muscoli erettori spinali favorendo il contatto propriocettivo e la spinta del vertice del capo in contatto con la "pelota". Gli arti superiori sono distesi lungo i fianchi trovando il giusto allineamento con l'aiuto di uno specchio quadrettato postogli davanti e il bacino rimane in retroversione.

Per svolgere una corretta élongation si deve arrivare al massimo allungamento per poi contrarre, isometricamente, i muscoli spinali.



Figura 38. Autoortopede, da Pivetta.

Esercizio 15: uguale al precedente ma sostenendo due pesetti per parte da 1 KG con arti superiori extraruotati e abdotti.

Esercizio 16: per i ragazzi con un buon controllo posturale far eseguire l'esercizio appena descritto in stazione eretta mantenendo al massimo la retroversione del bacino.

Esercizio 17: in stazione seduta a terra o su un panchetto, busto eretto e corretto in autoallungamento, braccia flesse, dorso delle mani posto sulla fronte, arti inferiori flessi ed incrociati: chiedere al soggetto di inclinare il busto in avanti, mantenere l'allineamento delle curve del rachide e controllare l'orizzontalità dello sguardo poi ritorno nella posizione di partenza. La

contrazione dei muscoli della catena retta posteriore si oppone alla caduta del busto in avanti.

Esercizio 18: posizionare il soggetto seduto su un panchetto di fronte allo specchio sostenendo in mano un pesetto da 1 Kg, mantenere l'allungamento del rachide, il controllo del bacino in retroversione e l'allineamento delle spalle:

- Nella fase attiva portare le braccia estese dietro al busto inclinato avanti e in allungamento.
- Ripetere con le braccia abdotte a 90° con le mani rivolte avanti e i gomiti flessi che spingono indietro.
- Alternare con le braccia abdotte a 90° ma con le mani rivolte verso l'alto.

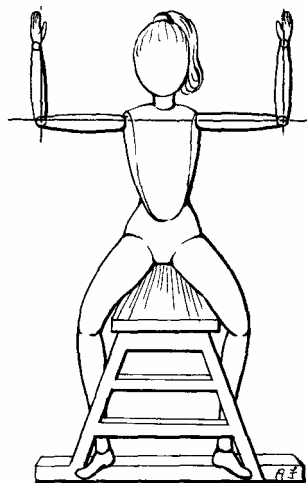


Figura 39. Rinforzo adduttori delle scapole, da Pivetta.

L'inclinazione del busto avanti, dalla posizione seduta, ha lo scopo di ridurre la lordosi lombare e di favorire la retroversione del bacino; l'extrarotazione delle braccia, ha lo scopo di avvicinare le scapole e, aumentando il diametro biacromiale anteriore, ridurre l'atteggiamento cifotico; mantenere le braccia basse, ai lati del busto ed extraruotate interessa quasi esclusivamente la regione dorsale alta; braccia orizzontali, nella posizione del candeliere o del ventaglio, il movimento coinvolge la regione dorsale media; a braccia alte il movimento si estende alla regione dorsale bassa, ma ha una marcata azione sull'aumento della lordosi lombare.

Sapendo che l'**erector spinae** è un muscolo estensore del rachide, per essere rinforzato ha bisogno di lavorare contro resistenza o meglio in reazione a un carico. Le ricerche evidenziano [Raimondi P., Vincenzini O., 2006] che, durante la flessione del busto avanti e ritorno da postura eretta, questo muscolo entra in attività così come nella flessione laterale.

Esercizio 19: Per rinforzare i muscoli estensori del rachide appoggiarsi con gli avambracci, l'addome e il torace su una panca con le ginocchia leggermente flesse e i piedi a terra, eseguire l'autoallungamento sollevando la testa, le spalle e parte alta del torace. Mantenere lo sguardo verso la panca, il mento retratto, le spalle basse, le scapole addotte, l'addome rilassato evitando di accentuare la lordosi lombare. (fig.8)



Figura 40. Autoallungamento e stabilizzazione del rachide, da Raimondi.

Dopo questa serie di esercizi è essenziale aggiungere un lavoro di allungamento dei muscoli ischiocrurali, della catena posteriore e soprattutto addominale.

Esercizio 20: in decubito supino a terra, il soggetto appoggia l'arto inferiore destro sopra un piano inclinato fissato a terra e al muro mentre il sinistro rimane disteso a terra. L'estensione di entrambi gli arti deve essere raggiunta con cautela senza modificare la posizione del bacino ed evitando compensi con l'arto a terra. Ripeto il lavoro con l'arto inferiore sinistro.(fig. 8)



Figura 41. Allungamento catena posteriore.

Esercizio 21: il soggetto in decubito supino su Pancafit estende entrambi gli arti inferiori mantenendo gli arti superiori leggermente flessi ed extraruotati.



Figura 42. pancafit.

Per il trofismo dei muscoli addominali faremo:

Esercizio 22: in decubito supino, gambe flesse, piedi in appoggio a terra, braccia extraruotate, bacino in retroversione, elevo entrambi gli arti inferiori fino ad un angolo coscia- busto di 90° e mantengo la posizione per 10" e ritorno.

Esercizio 23: nella stessa posizione dell'esercizio precedente estendo entrambi gli arti inferiori verso l'alto e ritorno.

5.3.5. Ergonomia

Se si considera il ruolo di primaria importanza, quali fattori causali secondari, dell'azione negativa dei carichi statici connessi con la postura seduta abitualmente rilasciata degli adolescenti durante la vita quotidiana (a scuola, davanti al televisore, al computer, ecc.), anche l'educazione del paziente riveste un ruolo importante per il buon esito della terapia.

Il soggetto cifotico deve imparare ad utilizzare "bene" la sua colonna nei gesti e nelle posture della vita quotidiana. Trattandosi di adolescenti sarà molto importante studiare la posizione al banco scolastico, ricercando stratagemmi per modificarla in modo ergonomico. A loro viene consigliato di cambiare spesso posizione cercando di evitare le posture che comportano una flessione del rachide. A questo proposito un valido aiuto è dato dall'utilizzo di un leggio: l'inclinazione del libro evita l'eccessiva flessione del rachide dorsale. Anche la posizione al computer deve essere verificata, adattando l'altezza della sedia e del piano di appoggio della tastiera e del monitor.

Un altro elemento ergonomico da considerare è come sollevare, trasportare, posare pesi. Si insegnerà al soggetto come piegarsi sulle gambe, anziché flettere tutta la colonna, così pure come spostare ed appoggiare dei pesi da e verso l'alto, prestando attenzione a controllare la lordosi lombare. Si raccomanderà al soggetto, una volta raggiunto un buon grado di mobilizzazione e di autocontrollo del rachide, l'utilizzo di macchine in una palestra di fitness per incrementare il rafforzamento muscolare in postura corretta, in un ambiente psicologicamente più piacevole.

5.4 Studi sul trattamento in instabilità

Le tecniche propriocettive ritenute più valide nella rieducazione delle deformità del rachide sono le tecniche di equilibrio.

Il metodo, ispirato dai lavori di Michael Freeman [Freeman, 1965: 669-677], inizialmente è stato messo a punto per intervenire nella rieducazione delle distorsioni agli arti inferiori notando che il ripetersi di infortuni alla caviglia era il risultato del danneggiamento delle informazioni propriocettive

provenienti da recettori dei legamenti piuttosto che da un'instabilità meccanica. Freeman suggerì un semplice trattamento in instabilità con l'utilizzo di pedane propriocettive che in seguito è stato adattato anche alla rieducazione della colonna vertebrale identificando l'importanza dei meccanoceettori e del sistema nervoso centrale.

Nello stesso periodo, gli studi del Dott. Vladimir Janda [Janda 1987: 253-278] riconoscono che l'organismo tende a mantenersi in omoestasi con l'aiuto del sistema di registrazione periferico e il sistema di integrazione dei dati:

- **sistema di registrazione periferico** raccoglie dati attraverso la pelle, il sistema neuromuscolare, la capsula articolare, il labirinto e l'occhio.
- **il sistema di integrazione dei dati** raccolti attiva un sistema gerarchico a più livelli nei quali sono conservati programmi motori di crescente complessità.

Quando un livello di integrazione non può organizzare la risposta motoria necessaria, è collegato ad un livello superiore che, ricevendo delle informazioni supplementari, organizza la risposta motoria corretta. Lo scopo che si propongono le tecniche di squilibrio è quello di ottenere, manipolando le informazioni periferiche, l'attivazione di questo schema di integrazione. Le tecniche esecutive consistono nell'applicare su un soggetto, situato in una certa posizione, delle spinte dirette a squilibrarlo. L'efficacia delle spinte, che dipende dalla posizione del soggetto, dalla direzione e dalla intensità della spinta stessa, modificano la risposta ottenuta.

Gli esercizi, in situazione sbilanciante, si propongono di rieducare al senso di equilibrio e, intervenendo sulla componente posturale, di far mantenere la correzione ottenuta.

Studi più recenti si sono occupati degli effetti dell'allenare in instabilità sulla funzione muscolare, tra cui Anderson e Behm [Anderson K., Behm D. 2005: 43-53] hanno effettuato rilevazioni elettromiografiche in seguito a esercizi di squat, effettuati sia in condizione stabile sia in instabilità, evidenziando un decremento di forza negli esercizi effettuati in condizione instabile.

E' tipico, infatti, che l'abilità di esprimere forza o potenza diminuisce in condizione di instabilità ma è altrettanto corretto riconoscere che questo calo è stato trasferito in una migliore azione stabilizzatrice.

Durante questi studi, grande enfasi è stata data alla coordinazione a livello neuromuscolare; è infatti evidente come soprattutto in instabilità il corretto equilibrio tra muscoli agonisti e muscoli antagonisti sia fondamentale per un efficiente gesto motorio.

Behm ed altri [Behm, 2002: 416] hanno studiato la relazione fra muscoli agonisti ed antagonisti durante l'estensione della gamba, effettuando il gesto sia in condizione stabile che in instabilità.

I risultati evidenziano quanto detto sopra, cioè che l'attività dei muscoli antagonisti aumenta del 29% in un gesto effettuato in condizione instabile rispetto a un gesto effettuato in condizione di normale stabilità.

Altri due studi di Behm [Behm, 2003: 26,30] trovano un incremento (EMG) dell'attività muscolare degli stabilizzatori del tronco quando i soggetti svolgono esercizi in instabilità mirati al rafforzamento di svariati distretti muscolari della parte superiore del corpo.

Allo stesso tempo Anderson e Behm trovano un incremento significativo negli stabilizzatori del tronco e nell'attività dei muscoli posturali con la progressiva introduzione della componente instabile durante l'esecuzione di uno squat.

In seguito a queste rilevazioni, gli autori evidenziano come l'uso dell'instabilità nell'allenamento possa dare enormi benefici nell'attivazione dei muscoli stabilizzatori.

Ancora oggi in letteratura bibliografica non ci sono studi scientifici sul controllo posturo-stabilometrico in soggetti con dorso curvo e per questo è risultato difficile confrontare i risultati ottenuti.

5.5 Programma di lavoro con il BOSU

Il BOSU Balance Trainer è un mezzo unico e internazionale che è nato principalmente per il mondo del fitness non solo per allenare l'equilibrio, la stabilità e la propriocezione ma per qualsiasi altro tipo di attività tra cui l'allenamento aerobico, anaerobico, l'agilità, la forza, la flessibilità o la resistenza. Utilizzando personalmente questo attrezzo, nelle mie lezioni di BOSU Training in palestra, ho trovato interessante introdurlo come strumento per la ginnastica rieducativa e correttiva.

Come confermano gli studi appena citati, gli esercizi con il Bosu sollecitano sia il sistema nervoso che quello muscolare a contribuire e a mantenere una postura corretta durante la ricerca dell'equilibrio. Questo tipo di lavoro richiede che si mantenga fisso il centro di gravità sulla superficie dinamica, sempre mutevole, creata dalla cupola piena d'aria, e crea una continuità dal movimento semplice a quello complesso, dal movimento statico a quello dinamico. In questo modo si otterranno dei riflessi posturali propriocettivi che, interiorizzati, permetteranno una notevole incidenza sullo schema corporeo ed il conseguente controllo del tono muscolare che permette una postura corretta, equilibrata, meno affaticante.

Il trattamento cinesiologico, con l'ausilio del Busu per gli altri 7 ragazzi con dorso curvo, ha rispettato gli stessi obiettivi e struttura del lavoro del metodo tradizionale; il programma è costituito da 10 esercizi da cinque minuti ciascuno, simili ai precedenti ma con l'inserimento della componente instabile, adattati e personalizzati a seconda delle caratteristiche individuali. Durante i cinque minuti i soggetti devono alternare 10" di esercizio attivo durante la musica alta a 10" di recupero segnalato dalla musica bassa.

Le modalità del trattamento diversificato seguono le seguenti tappe:

- A. Presa di coscienza del rachide:** percezione delle curve fisiologiche, della cintura scapolare e pelvica, che favoriscono la presa di coscienza dell'immagine corporea
- B. Presa di coscienza della postura corretta:** controllo e mantenimento dell'allineamento posturale sul piano instabile.
- C. Mobilizzazione del rachide dorsale:** miglioramento della mobilità articolare del cingolo scapolare e dorsale.
- D. Stabilizzazione e Rinforzo muscolare:** trofismo muscolare soprattutto per i muscoli antigravitari e addominali attraverso contrazioni volontarie e riflesse.
- E. Allungamenti globali e ginnastica propriocettiva:** miglioramento dell'elasticità muscolare globale attivando tutti i muscoli di una catena cinetica; sollecitazione delle reazioni di equilibrio e di stabilità su un piano instabile.

5.4.1. Presa di coscienza del rachide

Esercizio: il soggetto posto a contatto ad un asse verticale rettilinea cerca di percepire i contatti del rachide in funzione delle rispettive curve fisiologiche.



Figura 43.

5.4.2. Presa di coscienza della postura corretta

Esercizio: simile al lavoro precedente, nella fase di recupero si mantengono gli arti inferiori distesi e il rachide rilassato, mentre nella fase attiva si flettono le gambe, si mantiene un buon appoggio podalico per evitare una caduta in valgismo del calcagno, si controlla la retroversione del bacino, l'extrarotazione delle spalle e la retroposizione del capo.



Figura 44.



Figura 45.

Esercizio: in stazione eretta eseguire l'autoallungamento in appoggio bipodalico sul pallone propriocettivo (essendo di diametro inferiore al bosu crea una maggiore difficoltà nel mantenimento della stabilità), bacino in retroversione, spalle e arti superiori extraruotati, capo retroposto.

5.4.3 Mobilizzazione del rachide dorsale

Esercizio: in decubito supino appoggio la zona dorsale in corrispondenza dell'apice della cupola, gli arti inferiori flessi a 90°, i piedi in appoggio contro la spalliera, gli arti superiori rilassati ed un bastone fra le mani per mobilizzare le spalle e la cifosi dorsale.

Nella fase attiva viene condotto il bastone, a braccia distese, oltre la linea delle spalle controllando la posizione in retroversione del bacino.



Figura 46.



Figura 47.

Esercizio: ripropongo la mobilizzazione con l'utilizzo del MO-DO, posto a pochi centimetri più in basso rispetto all'apice della curva per imprimere una spinta correttiva dal basso verso l'alto della curva dorsale.

Esercizio: in stazione seduta di fronte allo specchio quadrettato, arti inferiori flessi e abdotti, i piedi in appoggio a terra e arti superiori rilassati lungo i

fianchi. Nella fase attiva il soggetto, mantenendo l'autoallungamento del rachide, flette il busto a destra lungo il piano frontale, abduce e extraruota l'arto superiore sinistro verso l'alto, esegue due inspirazioni massime per aumentare il volume toracico sinistro e durante l'ultima espirazione torna nella posizione di partenza. Ripetere l'esercizio flettendo il busto a sinistra.



Figura 48.

Esercizio: stazione seduta fronte allo specchio, arti inferiori flessi e leggermente abdotti per non causare un'inversione della curva lombare, piedi in appoggio a terra, controllo in autoallungamento del rachide, le mani sopra al capo con gli arti superiori flessi, intraruotati e abdotti. Nella fase attiva si portano i gomiti in linea con le spalle adducendo le scapole.



Figura 49.

Esercizio: lo stesso esercizio appena visto può essere riproposto in posizione genuflessa per aumentare la difficoltà a mantenere sia l'equilibrio che il controllo posturale. È facile che il soggetto vada in iperlordosi perciò è sempre prudente verificare che riescano a controllare la retroversione del bacino.



Figura 50.

L'appoggio dei piedi a terra viene introdotto solo se il ragazzo non riesce a mantenersi in equilibrio.



Figura 51.

Esercizio: si esegue un lavoro di mobilizzazione laterale del rachide.



Figura 52.

Posizionare il ginocchio destro sul bosu in linea con le anche con un angolo coscia-gamba di 90°, la gamba sinistra estesa con il piede a contatto a terra, il

busto flesso con gli arti superiori estesi e abdotte avanti, le mani in appoggio a terra.

Il soggetto deve cercare di mantenere l'allineamento del rachide, capo compreso, controllando la lordosi lombare, l'adduzione delle scapole e l'apertura delle spalle. Ripetere con l'arto inferiore destro.



Esercizio: ginocchia in appoggio al bosu con i piedi sollevati, bacino verso l'alto; distendere le braccia avanti avvicinando il petto verso terra mantenendo il mento represso.

Figura 53.



Esercizio: stazione seduta fronte allo specchio, arti inferiori flessi e leggermente abdotti per permettere l'inclinazione avanti del busto, piedi in appoggio a terra, controllo in autoallungamento del rachide, le mani sulla fronte con gli arti superiori flessi, extraruotati e abdotti. Nella fase attiva si portano i gomiti in linea con le spalle adducendo le scapole.

Figura 54.

5.4.4. Stabilizzazione e Rinforzo muscolare

Esercizio: posizione seduta fronte allo specchio con gli arti inferiori incrociati, busto inclinato avanti per aumentare il carico, arti superiori semiflessi ai lati delle spalle con le mani che impugnano due manubri da 1 Kg. Mantenere la contrazione isometrica per sollecitare i muscoli spinali e gli adduttori delle scapole.



Figura 55.



Figura 56.

Esercizio: lo stesso lavoro ma con le braccia distese indietro.

Esercizio: stessa posizione senza l'utilizzo dei manubri.



Figura 57.



Esercizio: rachide in appoggio all'auto-ortopedico per l'autoallungamento contro resistenza, piedi in appoggio a terra, controllo della retroversione del bacino e della retroposizione del capo.

Figura 58.

Esercizio: stesso lavoro in auto-ortopede con le braccia semiflesse ai lati delle spalle, mani verso l'alto con due manubri da un 1 Kg. Lavoro non solo in allungamento ma anche per la stabilizzazione della scapole.



Figura 60.



Figura 59.

Esercizio: simile al precedente con le spalle extraruotate e gli arti superiori estesi verso il piano posteriore.

Esercizio: autoallungamento in auto-ortopede in stazione eretta per un'estensione assiale attiva. Tenere un ottimo controllo del tratto lombare in retroversione, spalle e arti superiori extraruotati e mento retratto.



Figura 61.



Esercizio: in stazione prona, ventre e parte del torace in appoggio al bosu, avambracci a terra con i gomiti in linea alle spalle. Eseguire l'autoallungamento sollevando la testa, le spalle e la parte alta del busto. Mantenere lo sguardo verso terra e il mento retratto.

Figura 62.

Esercizio: irrobustimento dei muscoli addominali in contrazione concentrica isometrica in decubito supino, arti inferiori flessi e sollevati. Contemporaneamente si eleva la parte alta del busto verso l'alto mantenendo l'allungamento del rachide e i gomiti aperti.



Figura 63.

Esercizio: in decubito supino il soggetto estende alternativamente un arto inferiore mentre il controlaterale rimane in appoggio a terra controllando la zona lombare. La parte alta del busto rimane leggermente sollevato dal bosu per aumentare la tensione addominale.



Figura 64.

Esercizio: ancora più intenso, ripetere l'esercizio precedente con l'estensione degli arti inferiori verso l'alto. È indicato per i soggetti con un buon tono e controllo posturale.



Figura 65.

5.4.5. Allungamenti e ginnastica propriocettiva



Esercizio: in decubito supino su pancafit estendere gli arti inferiori per allungare le catene cinetiche posteriori e gli arti superiori extraruotati per i muscoli pettorali. L'inclinazione dei piani si modificano in base al grado di elasticità del soggetto.

Figura 66.



Esercizio: in decubito supino, estendere un arto inferiori sul piano inclinato e l'altro in allungamento a terra. Si mantiene anche l'allungamento del rachide a mento represso.

Figura 67.

Esercizio: piedi extraruotati con i talloni vicini, gambe estese e mani unite dietro al busto per mantenere le spalle extraruotate. Flettere il tronco avanti mantenendo il dorso allineato con la testa, la zona lombare e il bacino. Utilizzare l'ausilio di una tavoletta leggermente inclinata.



Figura 68.

Esercizio: controllo del bacino e della colonna nella posizione di correzione in appoggio monopodalico di fronte allo specchio.



Esercizio: in stazione eretta, appoggio monopodalico, gamba flessa avanti. Mantenere l'autocorrezione delle curve durante la circonduzione degli arti superiori nei diversi piani dello spazio.



Figura 69.

Esercizio: mantenere l'equilibrio durante l'oscillazione delle braccia e il passaggio della palla da una mano all'altra.

Le oscillazioni favoriscono la riprogrammazione delle reazioni muscolari e dell'equilibrio fra agonisti-antagonisti degli emicorpi.



Figura 70.



Esercizio: mantenere l'equilibrio monopodalico durante il lancio e la ripresa della palla.

Figura 71.



Esercizio: con ulteriore grado di difficoltà, mantenere il controllo posturale in appoggio monopodalico durante il palleggio. Alternare sempre l'arto di sostegno.

Figura 72.

Tutti i movimenti che il soggetto è costretto a fare per mantenere la stabilità favoriscono l'equilibrio dei muscoli della catena anteriore e posteriore. Non solo, ma tutti i movimenti degli altri superiori in abduzione e in rotazione esterna potrebbero favorire la riduzione della cifosi dorsale.

Capitolo 6

DISCUSSIONE E ANALISI DEI DATI

6.1 Analisi statistica dei dati

Tutti i risultati dei 14 casi che ho ottenuto durante l'esame posturo-stabilometrico sono stati divisi in due gruppi come per il trattamento e inseriti in ordine di tipologia di esame: a occhi aperti (OA), a occhi chiusi (OC), a capo retroflesso (CR) e il Filo a piombo. I valori di ogni parametro prima e dopo il trattamento sono stati affiancati per agevolare l'elaborazione finale.

Il confronto statistico tra i due gruppi, con trattamento tradizionale e il trattamento cinesiologico con il Bosu, è stato misurato formulando l'**ipotesi "nulla"**, la quale afferma che i due trattamenti hanno avuto lo stesso effetto terapeutico, perciò per affermare l'esistenza di un risultato, i dati non devono essere coerenti con l'ipotesi nulla. Il metodo utilizzato per valutare l'entità della discrepanza tra quanto osservato nel campione e quanto previsto dall'ipotesi nulla è il **test di significatività**. Si può affermare che un risultato è statisticamente significativo al livello del 5% o dell'1% se il campione osservato appartiene alla classe più distante dall'ipotesi nulla; $P < 0.05$ e $P < 0.01$ sono i valori limiti di significatività, ma non si dovrebbe distinguere rigidamente le deviazioni che superano di poco questi valori. «È importante distinguere la significatività statistica dalla significatività clinica: l'analisi di un grande insieme di dati potrebbe fornire una prova altamente significativa di una deviazione dall'ipotesi nulla, e tuttavia la differenza potrebbe non avere un'importanza pratica, sia perché l'effetto clinico è irrilevante sia perché è troppo piccolo. Al contrario, un'altra indagine può non dimostrare un effetto significativo, forse a causa delle piccole dimensioni dello studio o dall'eccessiva variabilità casuale, e tuttavia può essere presente un effetto tanto grande da essere importante: il disegno dell'indagine potrebbe essere stata troppo poco sensibile per rivelarlo. [statistica medica : 98]

Con questo test si riesce ad ottenere un valore che più è prossimo allo zero e più è la forza con la quale si può confutare l'ipotesi da cui si parte e cioè che i due gruppi provengono da popolazioni con la stessa media. Dato il valore soglia di rifiuto della cosiddetta ipotesi nulla (0.05), vado a evidenziare i dati risultati significativi, perciò più intenso è il colore delle celle (giallo, arancione o rosso) più elevata è la forza con cui si può negare l'uguaglianza delle medie tra i gruppi.

Inizio calcolando il test di significatività prendendo tutti i valori di uno stesso parametro "PRIMA" e "DOPO" il trattamento, sia per il gruppo "Bosu" che per il gruppo "Tradizionale", con lo scopo di capire in quale gruppo si è evidenziato un maggior cambiamento in relazione ai seguenti parametri:

	Test T a 2 code	
	Test T Bosu	Test T Tradiz
OA- Distanza media bar. Ideale asse x	0,216789	0,564693
OA- Distanza media bar. Ideale asse Y	0,276087	0,798342
OA -lunghezza curva	0,055327	0,286548
OA- area dell'ellisse	0,239546	0,131088
OA- velocità	0,764854	0,318802
OA- lunghezza/area	0,770932	0,809129
OA-DIFFERENZA L/A Δ		
OAP-CARICO 5° MET SX	0,277588	0,735486
OAP-CARICO 1° MET SX	0,367989	0,564511
OAP-CARICO ASTR. SX	0,712087	0,982184
OAP-TOT CARICO SX	0,764343	0,90348
OAP-PESO (Kg)PRIMA	0,81615	0,884243
OAP-CARICO 5° MET DX	0,49542	0,342552
OAP-CARICO 1° MET DX	0,854306	0,829096
OAP-CARICO ASTR. DX	0,500868	0,893104
OAP-TOT CARICO DX	0,923045	0,862995
OC-Distanza media bar. Ideale asse x	0,172016	0,795386
OC-Distanza media bar. Ideale asse Y	0,355512	1
OC-lunghezza curva	0,48579	0,626257
OC-area dell'ellisse	0,573245	0,634596

OC-velocità	0,394372	0,951333
OC-lunghezza/area	0,733142	0,820678
OC-DIFFERENZA L/A Δ		
OCP-CARICO 5° MET SX	0,385165	0,955947
OCP-CARICO 1° MET SX	0,356425	0,488366
OCP-CARICO ASTR. SX	0,521222	0,708353
OCP-TOT CARICO SX	0,792781	0,953125
OCP-PESO (Kg)PRIMA	0,887708	0,882458
OCP-CARICO 5° MET DX	0,499167	0,444889
OCP-CARICO 1° MET DX	0,759542	0,783797
OCP-CARICO ASTR. DX	0,788485	0,800435
OCP-TOT CARICO DX	0,570206	0,732113
CR- Distanza media bar. Ideale asse x	0,690205	0,061979
CR- Distanza media bar. Ideale asse Y	0,452831	0,71856
CR- lunghezza curva	0,264406	0,31765
CR- area dell'ellisse	0,940444	0,331596
CR- velocità	0,797009	0,210664
CR- lunghezza/area	0,300983	0,599131
CR-DIFFERENZA L/A Δ		
CRP-CARICO 5° MET SX	0,34526	0,464365
CRP-CARICO 1° MET SX	0,503981	0,32527
CRP-CARICO ASTR. SX	0,334717	0,72809
CRP-TOT CARICO SX	0,809909	0,915992
CRP-PESO (Kg)PRIMA	0,853745	0,885966
CRP-CARICO 5° MET DX	0,322703	0,251386
CRP-CARICO 1° MET DX	0,700265	0,805159
CRP-CARICO ASTR. DX	0,91711	0,910188
CRP-TOT CARICO DX	0,488699	0,651182
FILO-FRECCIA C7	0,069965	0,106012
FILO-FRECCIA D12	0,735684	0,663811
FILO-FRECCIA L3	0,527446	0,044111
FILO-STRAPIOMBO C7	0,015487	0,941212

Tabella 5. Test T nel gruppo Bosu e in quello Tradizionale. (OAP)carico podalico a occhi aperti, (OCP)carichi a occhi chiusi, (CRP)carichi a capo retroflesso, (FILO-FRECCIA)distanza da C7,D12,L3 alla verticale, (FILO-STRAPIOMBO) distanza da C7 alla verticale sul piano frontale.

Vado a considerare tutti i valori che si sono dimostrati significativi, anche se ricordo che sono indice di una media di valori. Dai risultati statistici ottenuti posso dire che:

- la media delle lunghezze delle curve ad occhi aperti (OA- lunghezza curva) si è rivelata significativa con $P = 0.055$ nel gruppo “Bosu” che sta ad indicare che tra il prima e dopo trattamento i valori si sono modificati. Infatti se vado a controllare i risultati noto che ad occhi aperti la lunghezza del “gomitolo” aumenta maggiormente rispetto al gruppo “Tradizionale”, pur avendo un valore comunque inferiore.
- La distanza media dal baricentro ideale sull'asse x nella posizione a capo retroflesso (CR- Distanza media bar. Ideale asse x) si è dimostrata quasi significativa con $P = 0.06$ per il gruppo Tradizionale che dimostra una netta differenza dei valori medi tra il prima e il dopo trattamento; osservando i risultati è evidente che la distanza dal baricentro ideale diminuisce notevolmente, avvicinandosi allo “zero” e quindi migliorando la loro stabilità.
- La freccia C7 (FILO-FRECCIA C7) ha ottenuto un valore quasi significativo con $P = 0.069$ nel gruppo Bosu; questo risultato evidenzia una buona diminuzione della distanza finale, tra C7 e la verticale, rispetto a quella iniziale. Questo valore si è modificato maggiormente in questo gruppo rispetto all'altro che ha ottenuto cambiamenti meno evidenti.
- La freccia L3 (FILO-FRECCIA L3) è risultata significativamente modificata con $P = 0.04$ ($P < 0.05$) per il gruppo Tradizionale: si sottolinea che in questo caso la distanza tra L3 e la verticale è diminuita, tendendo alla normalità, in modo più cospicuo rispetto al gruppo Bosu che ha, al contrario, mantenuto circa gli stessi valori.
- Lo strapiombo C7 (FILO-STRAPIOMBO C7) si è modificato notevolmente in modo significativo con $P = 0.01$ ($P \leq 0.01$) nel gruppo Bosu; dai valori medi si riscontra un'ottima diminuzione della distanza tra C7 e la verticale sul piano frontale, tendendo allo “zero”, rispetto ai risultati del gruppo Tradizionale che rimangono invece invariati.

Proseguo la mia analisi calcolando, questa volta, il test di significatività prendendo tutti i 14 valori, di uno stesso parametro. In questo modo si riesce a capire se i due gruppi si sono differenziati in media , cioè se risultano appartenenti a due popolazioni diverse. A fianco ho inserito la media dei valori di uno stesso parametro sia per il gruppo Bosu che per quello Tradizionale. Per ottenere questi dati elaborati ho modificato il segno delle distanze dal baricentro ideale sull'asse x e y, prendendoli in valore assoluto, per quantificare lo spostamento effettuato.

	Test T	Media BOSU	Media TRAD
ETA'	0,504385	13,28571	12,42857
SESSO			
OA- Distanza media bar. Ideale asse x PRIMA	0,057268	29,14286	8,714286
OA- Distanza media bar. Ideale asse x DOPO	0,375883	15,85714	11,14286
OA- Distanza media bar. Ideale asse Y PRIMA	0,550397	29,42857	39,28571
OA- Distanza media bar. Ideale asse Y DOPO	0,683148	51,42857	43,42857
OA- lunghezza curva PRIMA	0,563166	1075,571	1131,286
OA- lunghezza curva DOPO	0,729253	1236	1278,429
OA- area dell'ellisse PRIMA	0,771445	628,8571	613,4286
OA- area dell'ellisse DOPO	0,654208	757,4286	708,1429
OA- velocità PRIMA	0,185981	270,1429	545,8571
OA- velocità DOPO	0,430868	280,8571	333,7143
OA- lunghezza/area PRIMA	0,1892	1,707143	1,872857
OA- lunghezza/area DOPO	0,790528	1,76	1,824286
OA-DIFFERENZA L/A Δ	0,932961	0,238571	0,248571
OA-DIFFERENZA Δ %	0,763749	14,50053	12,48453
OAP-CARICO 5° MET SX PRIMA	0,123518	9,142857	4,671429
OAP-CARICO 5° MET SX DOPO	0,322934	5,842857	4,314286
OAP-CARICO 1° MET SX PRIMA	0,49127	1,685714	2,9
OAP-CARICO 1° MET SX DOPO	0,818368	3,3	3,571429
OAP-CARICO ASTR. SX PRIMA	0,709308	12,15714	12,88571
OAP-CARICO ASTR. SX DOPO	0,977607	12,87143	12,94286
OAP-TOT CARICO SX PRIMA	0,468444	23,01429	20,45714
OAP-TOT CARICO SX DOPO	0,70603	22	20,84286
OAP-PESO (Kg)PRIMA	0,447906	45,81429	41,18571
OAP-PESO (Kg) DOPO	0,674278	44,55714	42,11429
OAP-CARICO 5° MET DX PRIMA	0,100705	7,185714	3,885714

OAP-CARICO 5° MET DX DOPO	0,63535	5,728571	5,014286
OAP-CARICO 1° MET DX PRIMA	0,935717	3,985714	4,1
OAP-CARICO 1° MET DX DOPO	0,943345	3,685714	3,8
OAP-CARICO ASTR. DX PRIMA	0,575885	11,64286	12,71429
OAP-CARICO ASTR. DX DOPO	0,782304	13,04286	12,44286
OAP-TOT CARICO DX PRIMA	0,474828	22,81429	20,72857
OAP-TOT CARICO DX DOPO	0,675613	22,55714	21,28571
OC-Distanza media bar. Ideale asse x PRIMA	0,085166	26,71429	13,57143
OC-Distanza media bar. Ideale asse x DOPO	0,880325	16,71429	15,57143
OC- Distanza media bar. Ideale asse Y PRIMA	0,506787	31,42857	39,28571
OC- Distanza media bar. Ideale asse Y DOPO	0,752314	43,14286	39,28571
OC-lunghezza curva PRIMA	0,5216	1240,429	1321,857
OC-lunghezza curva DOPO	0,63111	1325	1420,571
OC-area dell'ellisse PRIMA	0,672964	845,1429	781,1429
OC-area dell'ellisse DOPO	0,773545	939,2857	877,7143
OC-velocità PRIMA	0,424431	1042	595,5714
OC- velocità DOPO	0,863372	554,1429	616,4286
OC-lunghezza/area PRIMA	0,483077	1,591429	1,778571
OC-lunghezza/area DOPO	0,336734	1,502857	1,725714
OC-DIFFERENZA L/A Δ	0,308312	0,537143	0,344286
OC-DIFFERENZA Δ %	0,206971	32,33383	20,38949
OCP-CARICO 5° MET SX PRIMA	0,08873	8,514286	4,414286
OCP-CARICO 5° MET SX DOPO	0,264708	6,228571	4,357143
OCP-CARICO 1° MET SX PRIMA	0,792998	2,585714	3,014286
OCP-CARICO 1° MET SX DOPO	0,806351	4,171429	3,857143
OCP-CARICO ASTR. SX PRIMA	0,486262	11,08571	12,71429
OCP-CARICO ASTR. SX DOPO	0,741109	12,61429	11,74286
OCP-TOT CARICO SX PRIMA	0,539583	22,17143	20,14286
OCP-TOT CARICO SX DOPO	0,324374	23	19,95714
OCP-PESO (Kg)PRIMA	0,486166	45,35714	41,08571
OCP-PESO (Kg) DOPO	0,660481	44,58571	42,02857
OCP-CARICO 5° MET DX PRIMA	0,113917	7,157143	4,3
OCP-CARICO 5° MET DX DOPO	0,788249	5,7	5,228571
OCP-CARICO 1° MET DX PRIMA	0,963739	4,085714	4,142857
OCP-CARICO 1° MET DX DOPO	0,631511	4,571429	3,771429
OCP-CARICO ASTR. DX PRIMA	0,777693	11,95714	12,55714
OCP-CARICO ASTR. DX DOPO	0,46514	11,3	13,08571
OCP-TOT CARICO DX PRIMA	0,482499	23,18571	20,95714
OCP-TOT CARICO DX DOPO	0,863831	21,6	22,12857
CR- Distanza media bar. Ideale asse x PRIMA	0,349982	25,71429	18,42857

CR- Distanza media bar. Ideale asse x DOPO	0,029671	22,42857	8,571429
CR- distanza media bar. Ideale asse Y PRIMA	0,778129	30,85714	34,71429
CR- distanza media bar. Ideale asse Y DOPO	0,442938	43	28,85714
CR- lunghezza curva PRIMA	0,593046	1131,143	1193,429
CR- lunghezza curva DOPO	0,362938	1233,143	1538,429
CR- area dell'ellisse PRIMA	0,480154	738,5714	686,7143
CR- area dell'ellisse DOPO	0,413746	745,1429	1061,143
CR- velocità PRIMA	0,375986	561	326,8571
CR- velocità DOPO	0,444869	474,5714	802,8571
CR- lunghezza/area PRIMA	0,204489	1,547143	1,791429
CR- lunghezza/area DOPO	0,792508	1,731429	1,677143
CR-DIFFERENZA L/A Δ	0,809575	0,33	0,362857
CR-DIFFERENZA Δ %	0,972245	21,4283	21,13483
CRP-CARICO 5° MET SX PRIMA	0,188334	9,028571	5,4
CRP-CARICO 5° MET SX DOPO	0,286909	6,271429	4,5
CRP-CARICO 1° MET SX PRIMA	0,916121	2,671429	2,871429
CRP-CARICO 1° MET SX DOPO	0,761735	3,9	4,3
CRP-CARICO ASTR. SX PRIMA	0,403073	10,82857	12,7
CRP-CARICO ASTR. SX DOPO	0,611128	13,2	11,82857
CRP-TOT CARICO SX PRIMA	0,680528	22,54286	20,98571
CRP-TOT CARICO SX DOPO	0,391543	23,37143	20,61429
CRP-PESO (Kg)PRIMA	0,461243	45,64286	41,11429
CRP-PESO (Kg) DOPO	0,656757	44,62857	42,02857
CRP-CARICO 5° MET DX PRIMA	0,091208	7,357143	4,142857
CRP-CARICO 5° MET DX DOPO	0,829356	5,228571	5,585714
CRP-CARICO 1° MET DX PRIMA	0,46654	3,785714	4,685714
CRP-CARICO 1° MET DX DOPO	0,992657	4,328571	4,342857
CRP-CARICO ASTR. DX PRIMA	0,754495	11,94286	11,3
CRP-CARICO ASTR. DX DOPO	0,934051	11,68571	11,5
CRP-TOT CARICO DX PRIMA	0,275688	23,1	20,12857
CRP-TOT CARICO DX DOPO	0,952124	21,27143	21,44286
FILO-FRECCIA C7 PRIMA	0,164305	6,257143	4,771429
FILO-FRECCIA C7 DOPO	0,437132	4,2	3,642857
FILO-FRECCIA D12 PRIMA	0,802335	4,8	4,542857
FILO-FRECCIA D12 DOPO	0,224874	5,171429	4,285714
FILO-FRECCIA L3 PRIMA	0,351689	6,142857	5,771429
FILO-FRECCIA L3 DOPO	0,11074	5,8	4,871429
FILO-STRAPIOMBO C7 PRIMA	0,129592	0,457143	0,657143
FILO-STRAPIOMBO C7 DOPO	0,015101	0,171429	0,671429

Tabella 6. Test T e Medie dei due gruppi.

Dai risultati ottenuti si sono evidenziati i seguenti cambiamenti:

- La distanza media dal baricentro ideale rispetto all'asse x, ad occhi aperti, prima del trattamento (OA- Distanza media bar. Ideale asse x PRIMA), si è dimostrato significativo con $P = 0.057$; questo significa che all'inizio del lavoro i due gruppi scelti casualmente, si sono differenziati in media, cosa che non si è riscontrata dopo il trattamento. Osservando le medie dei valori si nota infatti che all'inizio del lavoro il gruppo Bosu ha distanze più alte rispetto al Tradizionale, mentre dopo il trattamento questa differenza di valori scompare; la distanza dal baricentro nel Bosu diminuisce notevolmente (da 29.1 a 15.8 mm) mentre nell'altro aumenta (da 8.7 a 11.1 mm).
- Lo stesso commento vale per la distanza media dal baricentro ideale sull'asse x, a occhi chiusi, prima del trattamento (OC-Distanza media bar. Ideale asse x PRIMA), risultato quasi significativo con un $P = 0.08$; analizzando i valori medi si riscontra che il gruppo Bosu, all'inizio del lavoro, ha distanze dal baricentro ideale molto più alte rispetto al Tradizionale. Dopo il trattamento questa differenza non si evidenzia in quanto i valori del Bosu (26.7-16.7mm) si avvicinano a quelli Trazionali (13.6-15.6mm).
- La distribuzione del carico sul 5° metatarso sx, a occhi chiusi, prima del trattamento, si è dimostrato quasi significativo con un $P = 0.088$. Confrontando le medie si nota che il gruppo Bosu (8.5-6.2mm) partiva con un carico relativo maggiore rispetto al Tradizionale (4.4-4.3mm), mentre dopo il trattamento questo valore diminuisce per i primi e rimane invariato per i secondi. Questo risultato ci sta ad indicare che i valori del gruppo Bosu, tra l'inizio e la fine del lavoro, sono cambiati a discapito di quelli Tradizionali che sono rimasti pressoché uguali.
- La distanza media dal baricentro ideale sull'asse x, a capo retroflesso, dopo il trattamento (CR- Distanza media bar. Ideale asse x DOPO) è risultato significativo con $P = 0.029$. Studiando le medie si osserva che prima del trattamento i due gruppi non evidenziavano differenze significative perché i valori non si differenziavano di molto, invece, dopo l'attività le distanze dal baricentro del gruppo Tradizionale sono

notevolmente diminuite rispetto a quelle del Bosu che sono diminuite in minor misura.

- La distribuzione del carico sul 5° metatarso dx, prima del lavoro, a capo retroflesso (CRP-CARICO 5° MET DX PRIMA) si è evidenziato quasi significativo con $P = 0.09$. Questo risultato sta a significare che solo prima del trattamento i due gruppi si sono mostrati in media differenti, relativo a quel valore, perché al controllo i risultati ritornano ad essere sostanzialmente simili. Nel Bosu i valori del carico diminuiscono (7.3-5.2) mentre nel Tradizionale aumentano (4.1-5.6).
- Lo strapiombo in C7, dopo il trattamento (FILO-STRAPIOMBO C7 DOPO) è risultato in perfetta significatività con un $P = 0.015$. Anche in questo caso si riscontra che prima del trattamento i due gruppi presentavano valori simili, mentre alla fine la loro differenza è ben delineata. Alla fine del trattamento i valori nel Bosu diminuiscono notevolmente (0.45-0.17) rispetto a quelli del Tradizionali che rimangono invariati (0.65-0.67).

Esaminando anche quei valori stabilometrici, che non sono risultati statisticamente significativi, posso trarre altre osservazioni per dare ulteriori conferme alle mie aspettative.

- Osservando i valori riferiti alla distanza media dal baricentro ideale sull'asse y noto che i valori medi riferiti al gruppo Bosu tendono ad aumentare in tutte e tre le condizioni: la maggioranza dei soggetti ad occhi aperti, a occhi chiusi e a capo retroflesso si allontanano dal baricentro ideale oscillando verso il piano posteriore. Per il gruppo Tradizionale l'andamento è differente: mediamente tendono ad avvicinarsi al piano posteriore, ma ad occhi aperti la distanza media aumenta, ad occhi chiusi rimane esattamente uguale mentre a capo retroflesso diminuisce avvicinandosi allo zero.

Uno studio stabilometrico dell'università della California ha dimostrato che 20 soggetti con dolore lombare confrontati con 25 in buona salute presentavano una maggiore influenza posturale, con un uno spostamento del

loro centro di forza verso il piano posteriore. Inoltre, avevano meno probabilità di essere in grado di mantenersi in equilibrio monopodalico a occhi chiusi [Nies N., Sinnott PL., 2008].

- In entrambi i gruppi, confrontando i dati sulla lunghezza della curva e sulla relativa area di confidenza, si evidenzia un incremento delle stesse tra l'inizio e la fine del trattamento.

Uno studio svolto su 52 pazienti con mielopatia cervicale è servito per valutare quantitativamente la compromissione della stabilità posturale, con la stabilometria, in rapporto a volontari sani. Le oscillazioni del centro di gravità sono state misurate in stazione eretta, a occhi chiusi per 30" e si sono valutati i parametri della lunghezza della curva e il rapporto lunghezza/area. Dai risultati si è riscontrata una maggiore instabilità posturale nei pazienti rispetto al gruppo di controllo [Yoshikawa e coll., 2008: 460-464]

- Il rapporto tra la lunghezza della curva e l'area di confidenza, in entrambi i gruppi, si mantiene inalterata anche dopo il trattamento.

Capitolo 7

CONSIDERAZIONI E CONCLUSIONI

7.1 Considerazioni finali

Considerando che la media delle lunghezze della curva dopo il trattamento, è sempre aumentata e soprattutto nel gruppo Bosu significa che i soggetti per trovare la loro stabilità hanno avuto contrazioni miotatiche fasiche più lunghe. Essendo aumentata la lunghezza del gomito in tutti e tre gli esami, l'equilibrio non sembra migliorato e il dispendio energetico risulta superiore.

Nell'analisi generale, la maggioranza dei soggetti presenta sia un aumento medio della lunghezza della curva (gomito) stabilometrica che un contemporaneo aumento dell'ellisse di confidenza pur mantenendo invariato, rispetto all'inizio del trattamento, il rapporto lunghezza/area.

L'unico caso che presenta un piccolo cambiamento di questo rapporto, prima e dopo trattamento, è a capo retroflesso in cui per il Bosu L/A aumenta, mentre per il Tradizionale diminuisce; probabilmente i primi riescono ad eseguire più spostamenti nel tempo in un'area più piccola rispetto al Tradizionale che, in proporzione alla lunghezza della curva, si muovono in un'area più grande.

In ogni caso, il fatto che in tutti e due i gruppi l'area dell'ellisse di confidenza aumenti, può significare che tutti i soggetti, dopo lo svolgimento di esercizi mirati per il dorso curvo, hanno aumentato l'area sulla quale trovano la loro stabilità, con una lieve differenza di velocità massima di esecuzione dei movimenti a favore del gruppo Bosu solo ad occhi aperti.

Un dato che si è ripetutamente rivelato significativo è sicuramente la distanza dal baricentro ideale rispetto all'asse X. Sia ad occhi aperti, che a occhi chiusi, il gruppo Bosu non ha dimostrato di avere dei valori mediamente migliori del gruppo Tradizionale (ricordo che all'inizio sono stati divisi casualmente), ma dopo il trattamento hanno ottenuto una riduzione di tale

distanza X più evidente dei secondi che, al contrario, sono peggiorati. Questo non succede a capo retroflesso, in cui dopo il lavoro, il gruppo Tradizionale diminuisce di gran lunga le oscillazioni sul piano frontale, mentre il Bosu migliora solo di pochissimi millimetri.

Probabilmente finché si lavora sulle oscillazioni lungo il piano frontale il gruppo Bosu riesce ad ottenere migliori risultati avendo lavorato su una pedana instabile, ma appena si va ad aumentare le sollecitazioni sul piano sagittale già si riscontrano risposte differenti di stabilità tra i due gruppi.

Il programma Global Postural System non mostra il grafico del “gomitolo”, ma si può ipotizzare che il gruppo Bosu svolga molti più movimenti lungo il piano antero-posteriore e per questo presentano distanze rispetto all’asse Y maggiori degli altri, soprattutto verso il piano posteriore. Quando poi si va ad aumentare la sollecitazione iperestendendo il capo hanno una minore stabilità sia sul piano frontale e peggiorano sul piano sagittale. Infatti, nel gruppo Tradizionale la distanza media dal baricentro ideale sull’asse sagittale, a capo retroflesso, si avvicina allo “zero” ottenendo un valore migliore rispetto all’inizio del trattamento.

In conclusione tutti i soggetti sottoposti al trattamento per il dorso curvo presentano un notevole carico a livello del tallone, ma sul piano sagittale il gruppo Bosu tende ad allontanarsi maggiormente dal baricentro ideale rispetto al gruppo Tradizionale.

Per quanto riguarda l’andamento dei dati delle distanze Filo-freccia C7, D12, L3 e Filo-strapiombo C7, prima e dopo il trattamento, dimostrano un significativo miglioramento in tutti i soggetti trattati con particolare evidenze nel rapporto Filo-freccia C7 e Filo-strapiombo C7 nel gruppo Bosu.

Come ultima riflessione, nella distribuzione dei carichi podalici, è difficile quantificare un miglioramento vista la notevole variabilità dei risultati ottenuti; i soggetti hanno fatto molta fatica a rimanere fermi per circa 1 minuto ma qualche cambiamento si è notato. Parto dal presupposto che la maggioranza dei soggetti hanno evidenziato un notevole carico a livello dell’appoggio astragalico e al 5° metatarso, lasciando sul 1° metatarso un

carico molto più basso rispetto alla normalità. Anche se non significativo, la distribuzione del carico a livello del 5° metatarso sinistro e destro sembra essere diminuito, e quindi migliorato, per il gruppo del Bosu a differenza del gruppo Tradizionale che invece presenta valori che tendono ad aumentare. Inoltre, il carico sul 1° metatarso tenderebbe ad aumentare di qualche chilo, mentre sull'astragalo la situazione rimane pressoché simile.

Da questi risultati si potrebbe dire che il lavoro svolto con una pedana propriocettiva come il Bosu tende a riequilibrare gli appoggi podalici in misura più evidente del trattamento su piani stabili.

7.2 Conclusioni

Trattando di paramorfismi, non è mai semplice trovare un'uniformità di soggetti per un'analisi statisticamente significativa. Anche nel mio caso, i soggetti sono stati selezionati con caratteristiche morfologiche non perfettamente simili, sono stati divisi in due gruppi in modo casuale, l'età era variabile come pure la loro motivazione.

Alla fine dei tre mesi di lavoro, tutti i 14 casi che sono stati trattati, sono stati considerati clinicamente migliorati, proprio perché sono innegabili i positivi riscontri della ginnastica correttiva, rieducativa, mirata e specifica che hanno svolto.

Invece, la modificazione del trattamento tradizionale che ho voluto proporre, con l'utilizzo di un attrezzo propriocettivo come il Bosu, ha senza dubbio provocato, nell'assetto posturale del soggetto, un'iniziale destabilizzazione.

La componente instabile ha costretto i ragazzi a ritrovare una loro stabilità, o meglio un equilibrio nel loro squilibrio, riorganizzando tutte le informazioni somatosensoriali raccolte dal sistema recettoriale.

Il gruppo ha evidenziato una maggiore difficoltà nel controllo delle oscillazioni sul piano sagittale, mostrando però l'inizio di un percorso di riequilibrio della distribuzione dei carichi podalici, un avvicinamento alle fisiologiche curvature vertebrali e un ripristino della posizione corretta del capo sul tronco.

I risultati ottenuti sono stati, nella maggior parte dei casi, migliori di quelli attesi, ed hanno portato alla conclusione del trattamento cinesiologico un bilancio positivo con l'assetto posturale e l'appoggio podalico più equilibrato.

RINGRAZIAMENTI

Il mio primo grande ringraziamento a Silvia, a Cristina e al Dott. Andrea Pelosi che mi hanno permesso di dare vita a questa tesi, con i giusti consigli e il loro completo sostegno.

Un ringraziamento altrettanto importante va al Prof. Claudio Tentoni che mi ha seguita con fiducia, dimostrando, in tutti questi mesi, la sua piena disponibilità per questo lavoro.

Un grazie a Guido, per i consigli e al Prof. Alessandro Lubisco per aver elaborato i dati statistici, senza il quale non avrei potuto completare le conclusioni.

Un doveroso ringraziamento alla mia famiglia per avermi permesso di completare il mio percorso di studi, un abbraccio agli amici e ai colleghi di lavoro per la loro vicinanza.

BIBLIOGRAFIA

1. **Allum- F.Honegger**, (1998) Interactions between vestibular and proprioceptive inputs triggering and modulating human balance- correcting responses differ across muscles. *Exp Brain Res*, 121: 478-494.
2. **André Lapierre**, (1990), La rieducazione fisica cinesiologia e rieducazione, volume I, Sperling e Kupper, 3:149-153, 4:172-192, 238-2
3. **Bradford DS. Juvenile Kyphosis. In: Bradford DS, Lonstein JE, Ogilvie JW, Winter RB**, (1995), *Moe's Textbook of scoliosis and other spinal deformities*. 3^a Edition, Philadelphia: W.B. Saunders Company, 67: 349.
4. **Bricot B.** (1998), La riprogrammazione posturale globale, *Statipro*, 1: 18-70.
5. **Busquet L.** (2001). Le catene muscolari. Volume II. Lordosi-cifosi-scoliosi e deformazioni toraciche. *Marrapese*, 2:48,53,62.
6. **Calza A, Tognolo M.** (1999), Il trattamento chinesiológico del dorso curvo. *Villaverla PPS Ed.*
7. **Charrière L., Roy J.** (1963), *Kinésithérapie des déviations antero-postérieures du rachis et de l'épiphysite vertébrale*. Masson, Paris.
8. **David G. Behm**, (2002), Muscle force and neuromuscular activation under stable and unstable condition. *J. Strength Con Res* 16, 3: 416-22.
9. **David G. Behm** (2003), Trunk muscle EMG activity with unstable and unilateral exercise. *Can J Appl Physiol* 28 Suppl: 30.
10. **David G. Behm** (2003), Trunk muscle activity increase with unstable squat movements. *Can J Appl Physiol* 28 Suppl:26.
11. **David Stauffer**, (2007), L'allenamento funzionale. <http://www.fif.it/index.php?id=3786>
12. **Dimeglio A, Hérisson Ch, Simon L.** (1995), *Les cyphoses: de l'enfant à l'adult*. Paris-Milan-Barcelone: Masson.
13. **Douglas Brooks M.S.** (1998), *Integrated Balance Training. A programming guide for fitness and health professionals*. Bosu Balance Training. 1: 4-53.
14. **Favilla Marco**, (2002), *Fisiologia dell'uomo*, Ed-ermes, 7:185-186, 193-200.
15. **Ferraro C.** (2001), Approccio riabilitativo all'ipercifosi: l'esperienza italiana. In: *Negrini S, Sibilla P, eds. Le deformità vertebrali: stato dell'arte*. Vigevano: Gruppo di Studio della Scoliosi, 2: 143-149.
16. **Freeman,M.A.R.**,(1965), Instability of the foot after injuries to the lateral ligaments of the ankle. *J. Bone Joint Surgery*.47b, 4: 669-677.
17. **Gagey P.M., Weber B.**, (1997), *Posturologia: Regolazione e perturbazioni della stazione eretta*. Ed. Marrapese, Roma, 38-40, 148-160.
18. **ISICO (Istituto scientifico italiano colonna vertebrale)**, (2007), *Protocollo scientifico ISICO, Screening deformità vertebrali*. 1-6.
19. **Janda, V**, (1987). *Muscles and motor control in low back pain:assessment and management*.In:Twomey,L.T. *Physical Therapy of the low back pain*, 253-278.
20. **Kapandji I.A.** (2002), *Fisiologia articolare. Tronco e rachide*. Maloine, 1:12-46, 4:130-134.

21. **Kapandji I.A.** (2002), Fisiologia articolare. Arto inferiore. Maloine, 5:226-238.
22. **Kandel, Schwartz, Jessell.** (2003), Principi di neuroscienze, Ambrosiana, 36: 702-712.
23. **Kendall, McCreary, coll.** (2006), I muscoli. Funzioni e test con postura e dolore, Verduci 5^a edizione, 2: 51-73.
24. **Kenneth Anderson, David G. Behm.**(2005), The impact of instability resistance training on Balance and Stability. Sports Med, 35, 1: 43-53.
25. **Kinesiterapie Scientifique** (a cura di Giuseppe Massara), (1991), Attualità in cinesiterapia, Marrapese, 11:157-166.
26. **Lazzari E.** (2005), Una batteria di esami strumentali "posturali" in coordinazione sincronica e/o diacronica con riferimento all'esame clinico atti congressuali delle "terze giornate internazionali su postura-occlusione-rachide", ed. CPA, Bassano del Grappa 101-166.
27. **Mollon G, Ollier M, Rodot JC.** Deviazioni antero-posteriori del rachide: sviluppo della forza muscolare e rieducazione posturale. Enciclopedia Medico-Chirurgicale, 26310 A10.
28. **Morton D.J.** (1935), The human foot, Columbia University Press, U.S.A.
29. **McArdle W., Katch F., Katch V.,** (1998), Fisiologia applicata allo sport, Ambrosiana, 20:360-364.
30. **Negrini A., Negrini S.,Verzini N.,Parzini S.,** (1998), La cinesiterapia nel trattamento della scoliosi e della cifosi. Giornate di aggiornamento "Gruppo di studio della scoliosi e delle patologie vertebrali", 1-17.
31. **Negrini S.** (2003), L'ipercifosi e le patologie del rachide dorsale, Gruppo studio della scoliosi,1: 1-17, 5: 75-87.
32. **Negrini S.,Grosso C.,Carabalona R.,** (2005), Validità dell'esame clinico nelle deformità vertebrali dell'adolescente. ISICO, primo evidence-based meeting, 6: 31.
33. **Negrini S., Ferrero C.,coll.,** Linee Guida nazionali. Trattamento riabilitativo del paziente in età evolutiva affetto da deformità del rachide, in <http://www.gss.it> (sito visitato il 2 ottobre 2008)
34. **Nies N., Sinnott PL.,** (2008), Variations in bilance and body Swey in middle-aged adults. Subjects with healthy backs compared with subject with low-back dysfunction. Graduate program in physical therapy, University of California, San Francisco.
35. **Orti Marzio**(2006), Modificazioni indotte negli archi funzionali del rachide dopo trattamento con A.M.G.D. Tesi.
36. **Ostrowska B., Skolimowski T., Rozek-Piechura K.,** (2008), Recovery of dynamic balance following external posture disturbance in children with idiopathic scoliosis. Katedra fizjoterapii, AWF, Wrodaw.
37. **Pivetta S, Pivetta M.** (1998), Tecnica della ginnastica medica. Cifosi-Lordosi-Arti inferiori. Milano, Edi.Ermes,1 : 17-21, 4 : 60-89.
38. **Pivetta S, Pivetta M.** (2002), Tecnica della ginnastica medica. Educazione motoria preventiva e compensativa. Scoliosi. Edi-ermas., 4: 183-238.
39. **Pelosi A.,** (2007), Interferenze orali nelle sindromi cranio-mandibolo-cervicali e posturali.
40. **Platero D., Luna J.D., Pedraza V. Juvenile** (1997), kyphosis: effects of different variables on conservative treatment outcome. Acta Orthop. Belg. 63: 194-201.

41. **Rodgers M.Cavanagh P.**(1984), Glossary of biomechanical terms, concepts and units. *Phys Ther*, 12: 64.
42. **Ronconi P., Ronconi S.**, (2001), *Il piede, biomeccanica e patomeccanica in tema di antigravitarietà*, Ed. Timeo, Bologna.
43. **Shiffer R.**, (2008), *Equilibrio e postura*, www.neuroequilibrio.it. (sito visitato nov. 2008)
44. **Sibilla P., Negrini S., Giudici P.**,(1998), *La valutazione del paziente scoliotico*, Gruppo di studio della scoliosi e delle patologie vertebrali, 1: 9-13.
45. **Souchard Philippe-Emmanuel** (1982), *Ginnastica posturale e tecnica Mezières*, Marrapese D.E.M.I Roma, 2: 20-25.
46. **Souchard E.**(2003), *Lo stretching globale attivo. La rieducazione posturale e globale al servizio dello sport*. Marrapese, 1:17-79.
47. **Stagnara P.** (1985), *Les déformations du rachis*, Ed. Masson, Paris.
48. **Toso B.**, (2003), *Back School. Programmi di lavoro specifici per le patologie del rachide*. Edi-ermes, 6: 71-88, 5: 57-64.
49. **Toso B.** (2003), *Back School. Programmazione, organizzazione, conduzione, verifica*. Edi-ermes, 5: 35-46.10: 165-175., 11:187-195.
50. **Tribastone F.** (1985), *Compendio di ginnastica correttiva*, Società Stampa Sportiva, Roma, 13-15, 19-29,169-173, 181-189.
51. **Vincenzini O.**(1996), *La ginnastica correttiva e rieducativa*, II Ed., Margiacchi Galeno Editore. 173-335.
52. **Vincenzini O.**(2002), *Educazione e rieducazione della postura*. Atti congresso internazionale di Medicina dello Sport, Perugia 9-12 giugno.
53. **Vincenzini O., Raimondi P.** (2006), *Teoria Metodologia e Didattica del movimento compensativo rieducativo preventivo*, 2^a edizione Margiacchi-Galeno Editrice, 5: 159-170, 6: 204-220, 11: 313-332, 16: 405-444, 25: 585-602.
54. **V. Krishnamoorthy, J.F. Yang, J.P. Scholz**, (2005), *Joint coordination during quiet stance:effects of vision*. *Exp Brain Res* 164:1-17
55. **Villani C., Ruo P., Tardiola M.**, (2008), *Atteggiamento e strategia posturale nelle deformità del rachide*. Università La Sapienza di Roma. 1-6.
56. **Villani C., Mantenga N.**, (2008), *La postura e le patologie della colonna vertebrale nell'età evolutiva*.
57. **Lafage V., Schwab F., Skalli W., Hawkinson N., Gagey P.** (2008),*Standing Balance and Sagittal Plane Spinal Deformity: Analysis of Spinopelvic and Gravity Line Parameters*. *Spine*, 33: 1572-1578.
58. **Yoshikawa e coll.** (2008), *Impaired postural stability in patients with cervical myelopathy:evaluation by computerized static stabilometry*. *Spine* 33, 14: 460-464.

