

*Tesi di Laurea*

*ANALISI ANTROPOMETRICA E POSTURALE IN UN  
GRUPPO DI GIOVANI ATLETI*

**Claudia Belpoliti**

**Anno accademico 2009 2010**

**Relatore Prof. Giulina Gobbi**

**Tutor Prof. Andrea Pelosi**

# Sommario

1. Introduzione.....	6
2. ANTROPOMETRIA .....	10
3. Misurazioni antropometriche .....	13
3.1. Statura totale in piedi.....	13
3.2. Lunghezze segmentali corporee .....	14
3.3. Lunghezza segmentale del tronco.....	14
3.4. Lunghezze segmentali degli arti.....	15
3.4.1. Arto superiore .....	15
3.4.2. Arto inferiore.....	16
3.5. Circonferenze corporee.....	17
3.5.1. Circonferenza del torace .....	17
3.5.2. Circonferenza della vita.....	17
3.5.3. Circonferenza dei fianchi.....	18
3.6. Peso Corporeo.....	19
3.7. Composizione Corporea .....	20
3.8. Metodiche di indagine antropometrica e loro applicazioni.....	24
4. LA POSTURA.....	28
4.1. Propriocettori e Risposte Posturali Toniche.....	29
4.1.1. Fusi Neuromuscolari.....	29
4.1.2. Organi tendinei del golgi .....	30
4.2. Recettori del Sistema Vestibolare .....	30
4.3. Le Informazioni Visive .....	31
4.4. Il Cervelletto .....	31
4.5. Catene Muscolari e Postura .....	32
4.6. La Postura Corretta .....	34
4.7. La Ginnastica Posturale .....	36
5. CENNI DI ANATOMIA DEL RACHIDE.....	39
5.1. Le Curve del Rachide .....	40
5.2. I Muscoli del Rachide.....	42
5.2.1. Estensori.....	42
5.2.2. Strato superficiale .....	43
5.2.3. Strato profondo.....	44
5.2.4. Flessori spinali .....	46

5.2.5.	Muscoli obliqui e retti dell'addome .....	47
5.2.6.	Muscolo diaframma .....	48
6.	IL PIEDE E LA SUA ARCHITETTURA.....	50
6.1.	La volta plantare : suo equilibrio e sue modificazioni.....	50
6.2.	Piede Cavo.....	52
6.3.	Piede Piatto .....	53
7.	L' ALLENAMENTO GIOVANILE NELL'ATLETICA LEGGERA.....	55
7.1.	Le prove dell'Atletica Leggera .....	55
7.2.	Problematiche legate all'allenamento nei giovani.....	59
7.3.	Influenza dell'allenamento sistematico sui giovani atleti"eccellenti" .....	62
7.4.	Altezza .....	63
7.5.	Peso e Composizione corporea .....	64
7.6.	Relazioni fra allenamento, mineralizzazione ossea e maturità sessuale .....	65
7.7.	Rischi associati all'allenamento con carichi .....	65
8.	MATERIALI E METODI UTILIZZATI PER LA RICERCA .....	67
8.1.	Descrizione dello studio e del campione.....	67
8.1.1.	Periodo Preparatorio ( ottobre – marzo) .....	68
8.1.2.	Periodo Agonistico ( aprile –giugno ) .....	69
8.2.	Materiali e metodi.....	73
8.3.	Metodi utilizzati per l'esame Antropometrico e Posturale.....	78
8.3.1.	Esame Antropometrico .....	78
8.3.2.	Esame Posturale .....	82
8.3.3.	Esame su Pedana Posturo-stabilometrica.....	83
8.3.4.	Valutazione del rachide mediante verticale di Barrè.....	85
8.3.5.	Valutazione del rachide mediante Spinal Mouse.....	87
9.	RISULTATI .....	89
9.1.	Analisi antropometrica.....	89
9.2.	Antropometria essenziale .....	90
9.2.1.	Altezza .....	90
9.2.2.	Peso .....	91
9.2.3.	Indice di massa corporea o BMI .....	92
9.3.	Valutazione della composizione corporea .....	93
9.3.1.	Percentuale di grasso corporeo .....	93
9.3.2.	Massa magra scheletrica, massa muscolare scheletrica, massa grassa corporale .....	94
9.4.	Analisi posturale.....	95
9.4.1.	Valutazione dell'appoggio plantare .....	96

9.4.2.	Valutazione della stabilità .....	97
9.4.3.	Valutazione curvature del rachide .....	100
10.	DISCUSSIONE .....	102
	Bibliografia.....	106
	Ringraziamenti.....	108

# Indice delle Figure

Figura 1 - A sinistra, rilevazione delle misure in posizione eretta standard, con indicazione delle principali regioni del corpo umano. A destra, punti di repere anatomici per la rilevazione delle misure in posizione eretta standard .....	11
Figura 2 - Misure antropometriche .....	12
Figura 3 - Misure cilindriche .....	27
Figura 4 - Il rachide in visione frontale e sagittale .....	40
Figura 5 - Muscoli posteriori del tronco .....	43
Figura 6- Diaframma.....	48
Figura 7 - Archi della volta plantare .....	50
Figura 8 - Volta plantare.....	51
Figura 9 - Ripartizione del peso sui tre punti di appoggio.....	52
Figura 10 - Piede normale I e piatto II e III, Kapandji                      Piede normale I e cavo II e III .....	54
Figura 11 - Classificazione delle prove dell'atletica leggera (Starosta, 2004) .....	56
Figura 12 - Classificazione della differenziazione locale dei movimenti fondamentali eseguiti in diverse discipline sportive (Starosta, 1996) .....	57
Figura 13 - Classificazione orientativa di alcune prove di atletica leggera a seconda della loro complessità-livelli della coordinazione del movimento (Starosta, 2004) .....	58
Figura 14 - Stabilizzazione in quadrupedia.....	71
Figura 15 – Esempio di misure stabilometriche .....	76
Figura 16 - Spinal Mouse .....	78
Figura 17 - Posizione su InBody.....	79
Figura 18 - Posizione corretta                      Posizione Errata.....	80
Figura 19 - Massa magra .....	81
Figura 20 - Massa grassa .....	82
Figura 21 -    Proiezione a terra del baricentro a destra e baricentro a sinistra.....	83
Figura 22 - Visione antero-posteriore .....	86
Figura 23 - Visione laterale.....	87
Figura 24 - Misure statimetriche .....	90
Figura 25 - Misure ponderali .....	91

Figura 26 - Indice di massa corporea (BMI).....	92
Figura 27 – Percentuale di grasso corporeo.....	93
Figura 28 - Massa magra scheletrica massa muscolare scheletrica, e massa grassa corporale .....	94
Figura 29 - Distribuzione carico plantare .....	96
Figura 30 - Lunghezza della curva .....	98
Figura 31 - Lunghezza curva maschi vs femmine .....	99
Figura 32 – Comparazione maschi vs femmine.....	100

## **Indice delle Tabelle**

Tabella 1 - Benefici di un allenamento sportivo attento (da “Età evolutiva ed attività motorie” G.Caldarone e M.Gianpietro-Mediserve 1997).....	61
Tabella 2 - Carico plantare .....	97

# 1. Introduzione

“RARO CADE CHI BEN CAMMINA !”

In questa frase di Leonardo Da Vinci è racchiuso il senso di questo studio. Infatti “chi ben cammina” ha senz’altro una postura che glielo permette, ovvero una postura “corretta”.

Nel sentire comune una postura siffatta corrisponde ad uno “star dritto” che non ha alcun significato (star dritto rispetto a chi, a che cosa? E soprattutto come?).

Infatti, proprio “stai dritto!”, si ripete spesso ai ragazzi che sono in fase di crescita; ma cosa significa in realtà lo stare dritto per loro, come per la maggior parte delle persone cui viene rivolto questo imperativo? Significa (chi non lo ha notato?) istintivamente portare il mento verso l’alto o aprire le spalle spingendo il petto in avanti, nel tentativo di apparire, appunto, più “diritti” alludendo così anche ad una implicazione psicologica della postura quale affermazione, in questo esempio, di superiorità o comunque di capacità nell’affrontare ogni situazione.

Spesso, in realtà, questo aggiustamento non fa che rivelare ulteriori difetti di postura e comunque una carenza di consapevolezza e percezione riguardo la propria conformazione fisica.

Soltanto il possedere una buona conoscenza del proprio corpo nella sua interezza e delle sue potenzialità nel rapportarsi sia con l’ambiente che lo circonda sia con le differenti situazioni che la vita ci offre e talvolta ci impone, ci può aiutare a conquistare o a mantenere una buona postura; infatti “la postura corretta, fondamentale per il benessere dell’Uomo, consiste in un procedimento estremamente complesso che, per raggiungere l’Equilibrio,

esige da ciascuno una conoscenza integrale del proprio corpo, dei suoi limiti o della sua corretta localizzazione nello spazio, insomma una profonda maturazione somatopsichica e spirituale” (H.M.da Cunha).

Una sorta di guida in questo percorso di conoscenza, riappropriazione e miglioramento della propria postura, si può individuare nella **ginnastica posturale**, che guidata dalla competenza dell’insegnante, si occupa di facilitare la presa di coscienza del proprio corpo, migliorando la percezione dell’appoggio plantare, del rachide, degli arti inferiori e superiori ed il loro porsi nello spazio.

Gli esercizi posturali (che devono essere personalizzati o ancor meglio, individuali proprio perché la postura è peculiare caratteristica di ognuno) oltre ad avere tale primaria finalità, migliorano la mobilità articolare, l’elasticità muscolare e soprattutto l’azione dei muscoli posturali che individuano le posizioni corrette dei segmenti corporei permettendo il giusto allineamento ed il mantenimento delle fisiologiche curve rachidee.

Dunque, uno degli obiettivi su cui si deve basare la ginnastica posturale consiste nello sviluppare in colui che la pratica, la capacità di assumere e controllare la propria postura sia nelle azioni motorie quotidiane attraverso la qualità ed il controllo consapevole del movimento, sia nella pratica sportiva. Infatti nell’attività sportiva, acquisire un buon controllo dei muscoli posturali può essere d’aiuto nel conseguire i migliori risultati evitando o comunque riducendo il rischio di subire eventuali traumi.

Ogni pratica sportiva, soprattutto ad alto livello, provoca delle sollecitazioni a carico delle strutture muscolo-scheletriche, e gli effetti di queste sollecitazioni possono essere amplificati se chi pratica il gesto sportivo non è capace di assumere e mantenere posture bilanciate e corrette.

Un buon controllo posturale permette di mantenere una opportuna verticalità nell'esecuzione della prestazione evitando di influire in senso negativo sull'apparato muscolo-scheletrico e sulle curve rachidee.

In conclusione, al fine di praticare in maniera benefica una qualsiasi attività, sia che appartenga al vivere quotidiano che al mondo sportivo, è opportuno possedere una buona conoscenza ed un buon controllo posturale.

Ritornando alla frase (citata all'inizio) di Leonardo da Vinci, un apporto fondamentale al conseguimento del "buon cammino" nel senso metaforico prima individuato, ci viene fornito dall'Antropometria che, attraverso lo studio della costituzione umana, assume un valore preventivo e di indirizzo per l'individuo.

Infatti la misurazione delle dimensioni, delle proporzioni, del peso e della composizione corporea, insieme alle loro variazioni nelle differenti età ci danno numerose indicazioni riguardo un corretto ed armonico sviluppo del corpo, delle sue possibili alterazioni e complessivamente del suo stato di salute.

In ambito sportivo le scienze antropometriche consentono di individuare eventuali attitudini alle diverse specialità e soprattutto di controllare ed eventualmente di modificare le metodiche di allenamento sia per ottimizzare il raggiungimento delle migliori prestazioni sia perché l'attività svolta possa agire positivamente sul soggetto evitando e prevenendo possibili effetti dannosi causati da una pratica errata.

Questo studio è nato quindi su queste basi. Lo scopo delle valutazioni posturali ed antropometriche a cui i giovani atleti sono stati sottoposti, è stato quello di osservare se nel loro approccio alla pratica sportiva avessero tratto dei vantaggi, se vi fossero da apportare

delle modifiche all'allenamento, se si riscontrassero delle variazioni nella crescita di cui tener conto negli esami svolti nei due differenti periodi allo scopo di evitare l'insorgenza o l'accentuazione di eventuali asimmetrie e paramorfismi, o semplicemente per conoscere la condizione atletica del soggetto valutato.

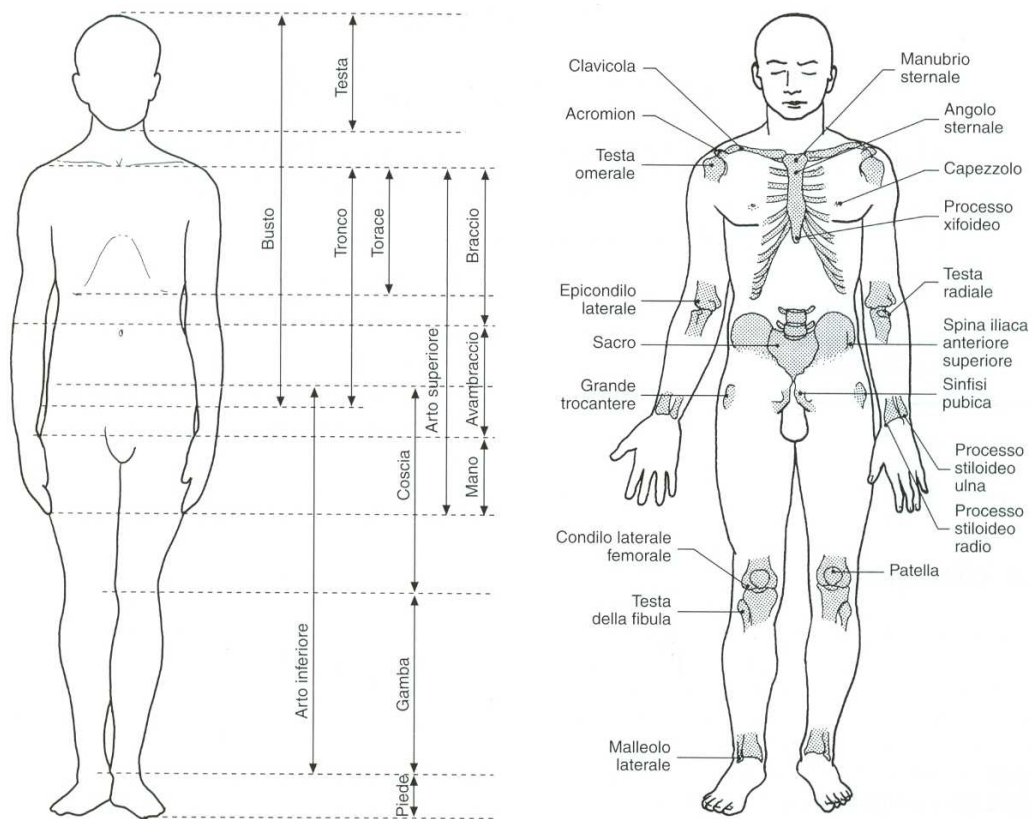
**E' quindi auspicabile che l'utilizzo di tali metodiche di valutazione posturale ed antropometrica (che, insieme a tutte le conoscenze scientifiche, anatomiche e fisiologiche trasmesse da questo corso di laurea, ho avuto la fortuna di apprendere) basate su parametri oggettivi, divengano sempre più parte integrante di una metodica di allenamento corretta.**

E' altresì auspicabile che costituiscano anche le fondamenta per un lavoro posturale particolarmente attento e personalizzato capace di seguire nel tempo il soggetto cui si rivolge per un riscontro oggettivo del lavoro svolto.

Per poter compiere un'Analisi Antropometrica e Posturale è indispensabile definire cosa si intenda per Postura e quali strumenti ci forniscano le scienze Antropometriche ed Anatomiche ai fini di una corretta analisi.

## 2. ANTROPOMETRIA

L'Antropometria è la scienza che si occupa di studiare la costituzione umana attraverso misurazioni del corpo nella sua totalità o nelle sue componenti: statura, peso, dimensioni, proporzioni e composizione corporea, permettendoci di esprimere in parametri misurabili tali caratteristiche morfometriche individuali e di compararle con parametri di riferimento, seguendo le loro variazioni anche in rapporto all'età dei soggetti misurati. Questa scienza ha un valore sia preventivo che di indirizzo per i soggetti a cui si rivolge, infatti, attraverso la misurazione dei caratteri fisici individuali è possibile valutare lo stato nutrizionale, determinare la composizione corporea e precisare la distrettualità della massa grassa. Nell'età evolutiva consente inoltre di monitorare il processo di crescita e le sue eventuali alterazioni (Antropometria auxologica). In medicina sportiva la conoscenza delle lunghezze segmentali scheletriche, del peso, della composizione e delle proporzioni corporee permette di individuare attitudini fisiche verso specifiche attività sportive oltre a personalizzare tecniche e metodi di allenamento per migliorare le prestazioni agonistiche (Antropometria sportiva). Le misurazioni vengono effettuate secondo precisi punti di riferimento detti Punti Antropometrici che sono suddivisi in *punti anatomici o fissi* se reperiti sempre nella medesima sede anatomica, come le prominenze dello scheletro localizzabili attraverso la cute, ed in *artificiali o mobili* se non hanno una sede fissa, come i capezzoli che si possono trovare ad altezze differenti rispetto alle coste. I punti somatometrici si possono suddividere anche rispetto alla loro simmetria in : *mediani* se situati sul piano sagittale mediano e *lateral*, in numero pari, se posti sugli emisomi destro e sinistro. I punti più vicini al centro del corpo si definiscono *prossimali* mentre i più lontani si dicono *distali*.



**Figura 1 - A sinistra, rilevazione delle misure in posizione eretta standard, con indicazione delle principali regioni del corpo umano. A destra, punti di repere anatomici per la rilevazione delle misure in posizione eretta standard**

*La maggior parte delle misurazioni antropometriche viene eseguita con il soggetto in posizione eretta standard, cioè in piedi, con i calcagni a contatto tra loro, le braccia pendenti ai lati del tronco con palmo delle mani orientato medialmente, testa posizionata secondo il piano orizzontale di Francoforte (sguardo diretto all'orizzonte in modo tale che il margine dell'orbita e del meato uditivo esterno giacciono sullo stesso piano orizzontale, facendo attenzione che questo piano sia ortogonale al piano sagittale mediano).*

La scelta di effettuare determinate misure piuttosto che altre dipende sempre dagli intenti che lo studio si propone di raggiungere o di verificare.

<i>Misure antropometriche</i>	<i>Finalità delle misurazioni</i>
Peso e statura	Dimensioni corporee complessive
Lunghezze segmentali scheletriche (tronco e arti)	Proporzioni corporee
Diametri scheletrici	Taglia corporea
Circonferenze degli arti	Indici dello sviluppo muscolare
Circonferenza vita, addome, fianchi	Indice di distrettualità del tessuto adiposo
Pliche cutanee	Indici di distribuzione topografica del tessuto adiposo

**Figura 2 - Misure antropometriche**

Negli studi longitudinali, i dati ottenuti da periodiche misurazioni antropometriche su di uno stesso individuo o su di un gruppo di individui, ci consentono di tracciare curve di *velocità di crescita* con i relativi picchi di accrescimento. Tali curve, che esprimono il rapporto tra la variazione di una misura antropometrica ed il tempo, ci trasmettono dati utili sia sui modelli e sulla velocità di crescita individuale che sull'accrescimento differenziale delle varie parti del corpo.

Negli studi trasversali, i dati ricavati dalle misurazioni antropometriche effettuate su di un ampio numero di soggetti omogenei per sesso, età ed etnia, permettono di ottenere, grazie alla statistica, gli standard di riferimento delle misure stesse nell'ambito della popolazione esaminata. La conoscenza della media e dell'indice di variabilità o di dispersione consente di evidenziare identità o differenze nei gruppi umani stabilendo se queste abbiano un significato sistematico oppure semplicemente casuale.

### **3. Misurazioni antropometriche**

#### **3.1. Statura totale in piedi**

La statura totale in piedi(ST) è la distanza in cm tra il piano passante per il punto più alto della testa o **Vertex** ed il piano di appoggio della pianta dei piedi. Tale misura esprime attraverso un solo parametro la lunghezza di tutti e quattro i segmenti corporei: testa, collo, tronco, arti inferiori. Col passare degli anni la statura tende a diminuire, a causa delle modificazioni e alterazioni a carico delle vertebre, dei dischi intervertebrali e del mantenimento della postura. La misurazione della ST va eseguita con il soggetto in posizione eretta standard, posto di spalle all'asta metrica e privo di scarpe. La superficie posteriore del corpo deve sfiorare l'asta nei seguenti punti: protuberanza occipitale esterna, regione delle scapole, regione glutea e talloni; il cursore dell'altimetro può essere abbassato fino a porlo a contatto con il vertex solo dopo aver verificato che la testa sia posizionata secondo il piano orizzontale di Francoforte. È preferibile eseguire la misurazione della statura il mattino, poiché una lunga permanenza in stazione eretta può determinare diminuzioni della statura per riduzione fisiologica dello spessore dei dischi intervertebrali e ad un aumento delle curve della colonna vertebrale per perdita di tono dell'apparato muscolare.

### **3.2. Lunghezze segmentali corporee**

La determinazione delle lunghezze segmentali scheletriche trova campo di applicazione e utilizzo in medicina clinica e riabilitativa(lunghezza segmentale toracica) oltre che in antropologia ed in medicina dello sport nella valutazione biomeccanica delle prestazioni del corpo umano(lunghezza segmentale arti).

### **3.3. Lunghezza segmentale del tronco**

I punti somatometrici mediani del tronco sono :

1. Cervicale:sulla linea mediana posteriore del collo,corrisponde al processo spinoso di C7
2. Giugulare o Sovrasternale: centro incisura giugulare dello sterno
3. Mesosternale: dove il piano passante per lo sterno incontra il piano orizzontale passante per il punto di inserzione della quarta costa
4. Xifoideo: apice del processo xifoideo dello sterno
5. Epiгаstrico:unione tra la linea mediana del corpo e la linea passante lungo il margine inferiore degli archi della decima costa
6. Ombelicale
7. Synphision: punto mediano del margine antero-superiore della sinfisi pubica
8. Lombare: sporgenza del processo spinoso di L4

I punti somatometrici laterali sono:

1. Acromiale: punto più laterale del processo acromiale della scapola
2. Ascellare posteriore: margine posteriore della piega ascellare
3. Iliocristale: punto corrispondente alla massima sporgenza esterna della cresta iliaca (spina iliaca antero superiore) con il soggetto in stazione eretta
4. Iliospinale anteriore: punto corrispondente alla spina iliaca anterosuperiore
5. Sottoinguinale: punto più interno e superiore della plica inguinale

### **3.4. Lunghezze segmentali degli arti**

La misurazione delle lunghezze segmentali degli arti trova applicazione ad esempio in antropologia, nello studio delle proporzioni corporee e nella comprensione dei meccanismi di crescita ed in medicina dello sport nella valutazione biomeccanica delle prestazioni del corpo umano.

#### **3.4.1. Arto superiore**

I Punti somatometrici dell'arto superiore sono :

1. Omerale: sporgenza laterale del condilo esterno dell'omero
2. Radiale: p.to più prossimale del margine laterosuperiore del capitello del radio

3. Stylian: punto più distale laterale del processo stiloideo del radio a livello dell'interlinea del polso

La *Lunghezza totale* dell'arto superiore va dal punto acromiale allo stylian,escludendo la misura della mano(dactylion è il punto più distale del terzo dito della mano).

### 3.4.2. Arto inferiore

I punti somatometrici dell'arto inferiore sono:

1. Trocanterico: punto laterale più alto del gran trocantere
2. Tibiale mediale: punto prossimale del margine interno della testa della tibia
3. Tibiale laterale: punto prossimale del margine esterno della testa della tibia
4. Sphyrion fibulare: punto laterale distale del malleolo fibulare
5. Pterion: punto più sporgente posteriore del calcagno
6. Acropodion: punto più sporgente delle dita del piede
7. Metatarsale: punto più esterno medialmente e lateralmente alla radice del primo e del quinto dito

La lunghezza totale dell'arto inferiore si può misurare dal punto trocanterico al piano di appoggio del tallone(aumentando di 1 cm nella donna e di 1,5cm nell'uomo tale misura per la differenza di altezza del punto trocanterico con l'interlinea articolare).

### **3.5. Circonferenze corporee**

La misura delle circonferenze corporee esprime la dimensione trasversale dei vari segmenti corporei. Questa misurazione è utilizzata come indice di crescita e dello stato nutrizionale, nell'adulto è utile per valutare la distribuzione del tessuto adiposo.

#### **3.5.1. Circonferenza del torace**

La circonferenza del torace(CT) corrisponde alla misura effettuata a livello della quarta articolazione sterno costale,al termine di una normale espirazione. In età pediatrica la CT insieme alla Circonferenza Cranica(CC), costituisce un buon indice dello stato nutrizionale. Nell'età evolutiva la CT corrisponde a circa la metà della statura, a sviluppo completato, tale rapporto non è più costante in quanto influenzato dal tessuto adiposo sottocutaneo e dalla costituzione morfologica individuale.

#### **3.5.2. Circonferenza della vita**

La misura della circonferenza della vita(*Waist Circumference*),corrisponde alla *circonferenza minima addominale*.

La misurazione si effettua con un nastro metrico anelastico, a livello della vita, nella parte più stretta dell'addome, alla fine di un'espirazione normale, senza che il metro comprima la cute.

La circonferenza vita è un indice del tessuto adiposo profondo (marker di adiposità addominale) correlandosi significativamente con il deposito di grasso intraddominale (Borkan et al.,1983).

**La misurazione della circonferenza vita, indice di adiposità addominale e di rischio cardiovascolare, è altamente correlata con il BMI** (Kannel,1980) e la sua misurazione associata ad esso ne aumenta il valore predittivo di morbidità e mortalità (WHO,1998). La misura della **circonferenza vita, rapportata a quella dei fianchi ci dà un indice (WHR,waist-hip ratio)** indicativo del grado di distribuzione androide del tessuto adiposo: quanto più alto è l'indice tanto più androide è l'obesità e quindi tanto è maggiore il rischio di malattie metaboliche come il diabete di tipo II, e cardiovascolari (Hartz et al.1984). Una circonferenza elevata è tanto più pericolosa quanto più giovane è il soggetto.

### 3.5.3. Circonferenza dei fianchi

E' la misura della circonferenza dei fianchi (HC, Hip circumference), rilevata con il nastro metrico nel punto che corrisponde alla loro circonferenza massima. Il valore ottenuto da questa misurazione è legato alla quantità regionale di tessuto adiposo, prevalentemente sottocutaneo. La sua misura viene usata per la valutazione della composizione corporea e congiuntamente alla circonferenza della vita (**Rapporto Vita/Fianchi = WHR**) è **indice di distribuzione del tessuto adiposo.**

### **3.6. Peso Corporeo**

Il peso corporeo è la massa corporea individuale misurata in chilogrammi. La misurazione del peso corporeo va effettuata in condizioni standard: con il soggetto a digiuno, dopo che ha svuotato l'alvo e la vescica, privo di scarpe e vestito con la sola biancheria intima, nel caso indossasse una maglietta oppure un indumento leggero bisogna detrarre il peso dalla relativa misurazione. Il peso di un soggetto rappresenta nel bambino sino a due anni, un indice di crescita, successivamente un indice del suo stato nutrizionale e, nell'adulto, un parametro per la valutazione dell'equilibrio dietetico e nutritivo oltre che dello stato di salute, risultando importante nello screening dell'obesità, magrezza e denutrizione.

Il parametro ponderale è fondamentale, insieme alla statura, per il calcolo dell'indice di massa corporea(BMI o **Body Mass Index**). Il BMI è il parametro biometrico, basato sulla relazione peso-statura, più utilizzato negli studi sull'obesità ed è espresso dalla formula:

**BMI = Peso / ( Altezza )<sup>2</sup>**,ove la massa è misurata in chilogrammi(Kg) e l' altezza in metri(m.).

Tale indice permette di ottenere una valutazione della massa corporea in toto. L'OMS(Organizzazione Mondiale della Sanità) e la WHO (World Health Organization) utilizzano dei valori di riferimento contenuti nelle tabelle e nelle curve dei centili del peso, della statura e dell'Indice di Massa Corporea ( anche Tavole di Accrescimento per età o Growth Cards) per definire lo stato del peso dei soggetti:

- **BMI < 18,5 = sottopeso**
- **18,5 < BMI <24,9 = normopeso**
- **25 < BMI < 29,9 = sovrappeso**
- **BMI > 30 = obesità**

### 3.7. Composizione Corporea

Secondo il modello anatomo-funzionale, il corpo umano si può considerare costituito da due o più compartimenti corporei. Tali compartimenti sono in proporzioni ben definite tra loro e la loro somma rappresenta il peso corporeo totale.

Il **Modello Bicompartimentale** considera il peso corporeo di un individuo ( BW o Body Weight) dato dalla somma della **Massa grassa(FM o Fat Mass)** che rappresenta il 15% del BW e costituisce la componente instabile o grasso di deposito, più la **Massa magra( FFM o Fat Free Mass )**, pari a circa l'85% del peso corporeo nell'uomo di riferimento, ed è la componente stabile.

Quindi per il Modello Bicompartimentale della composizione corporea sarà:  **$BW = FM + FFM$** .

In un soggetto adulto alla fine dell'accrescimento corporeo, le variazioni di peso sono dovute essenzialmente alla variazione della massa adiposa. Un aumento di peso, dovuto ad un incremento della massa muscolare, può essere provocato solo da un allenamento fisico notevole, mentre il tessuto di sostegno e l'acqua extracellulare sono relativamente inerti; le variazioni idriche modificano il peso corporeo, con diminuzione dello stesso per disidratazione o con aumento in caso di iperidratazione o ritenzione idrica, solo in condizioni patologiche.

Negli adolescenti si ha un aumento della FFM(soprattutto della massa muscolare e della massa ossea) specie in prossimità dell'adrenarca con l'apice in corrispondenza del picco di crescita staturale e ponderale. Nei maschi quindi tale aumento è superiore rispetto alle femmine che invece presentano un maggiore incremento della FM.

Con l'avanzare degli anni, sia nell'uomo che nella donna, si verifica un incremento in percentuale della FM con una progressiva perdita di massa magra.

Il **Modello Multicompartmentale o Pentacompartmentale** considera il peso corporeo o BW come la somma di **Massa grassa (FM)**, lipidica, pari al 15% del peso corporeo nell'uomo di riferimento, e della **Massa Magra (FFM)**, pari a circa l'85% del BW, che è invece composta da:

- **Acqua corporea totale** (TBW=Total Body Water : 73% di FFM)
- **Proteine** (PM=Protein Mass :20% di FFM)
- **Glicogeno** (Gn=Glycogen :1% di FFM)
- **Minerali** (MM=Mineral Mass :6% di FFM)

Quindi il peso corporeo totale o BW per il Modello Pentacompartmentale sarà:

$$\mathbf{BW = FM + (TBW + PM + Gn + MM).}$$

La **Massa grassa** è costituita da tessuto adiposo, non contiene ioni potassio ed è anidra.

Nell'accrescimento, a partire dai cinque anni di età, la composizione corporea della donna si differenzia da quella dell'uomo per un incremento della percentuale di FM rispetto al peso corporeo. A sviluppo completato, i due sessi presentano diverse percentuali di tessuto adiposo, esso comprende una **quota di deposito** ed una di **grasso essenziale**. La quota di deposito nell'uomo è pari all' 11,5% , nella donna è al 10%, ed è distribuita soprattutto nel pannicolo adiposo sottocutaneo come trigliceridi, utilizzata per i bisogni energetici e le prestazioni funzionali. C'è una relazione diretta tra distribuzione di tessuto adiposo e set ormonale, infatti esiste una diversa disposizione dei depositi nei due sessi: nell'uomo l'adipe

interessa per lo più la parte superiore del corpo, nella donna invece riguarda la parte inferiore del corpo. La quota essenziale (3% nell'uomo e 12% nella donna) comprende il grasso normalmente presente in organi ed apparati e, solo nella donna, anche la quota legata al dimorfismo sessuale che è pari al 9%. La percentuale di massa grassa (FM%) aumenta in modo costante durante tutta la vita, a causa della perdita di massa muscolare, anche se il peso corporeo può rimanere pressoché invariato. Tuttavia nei soggetti attivi questo processo è molto più lento consistendo in un incremento pari all'1,5-2 % di FM, mentre nei soggetti sedentari è in media del 3 % ogni dieci anni. Intorno ai 65 anni mediamente l'uomo ha una presenza di FM del 28-30 % e la donna del 31-36%, negli sportivi attivi tali percentuali scendono al di sotto della soglia critica per la salute (30 %). L'antropometria consente di valutare la percentuale della FM rispetto al peso corporeo (FM%), il suo valore assoluto in kg ed infine la sua distribuzione.

La componente fondamentale e più importante della **Massa Magra** è rappresentata dall'acqua corporea totale o **Total Body Water** distribuita in due grandi compartimenti : l'acqua intracellulare o **LCW**(Intracellular water) e quella extracellulare o **ECW**(extracellular water). La TBW dipende da età, sesso, stato nutrizionale e livello di attività fisica del soggetto.

Il **fabbisogno idrico giornaliero** è condizionato dalla quantità di liquidi che vengono assunti, metabolizzati e persi, dai fattori legati all'ambiente, dal dispendio energetico e dalla composizione dietetica. In condizioni normali l'organismo cerca di mantenere una quantità costante di liquidi sia nelle cellule che negli spazi interstiziali conservando un equilibrio continuo tra apporto e cessione. Ogni 24 ore avviene un ricambio di circa 2-2,5 litri di acqua. L'acqua nei vari organi e tessuti è contenuta in proporzioni diverse, infatti la muscolatura ne contiene fino al 50-70% mentre il tessuto connettivo un po' meno del 40%.

La TBW rispetto al BW ( $TBW\% = TBW/BW \times 100$ ) è presente in quantità differenti nelle varie fasi della vita: mentre alla nascita rappresenta circa il 75-80% del peso totale, nei giovani e negli adulti è il 60-70% nei maschi ed il 50-60% nelle femmine, con il passare degli anni scende in rapporto alla percentuale di grasso presente nell'organismo; una maggiore quantità di adiposi riduce la percentuale di acqua nel BW e viceversa. Infatti le donne, che possiedono percentuali di tessuto adiposo superiori rispetto agli uomini, hanno minor quantità di acqua rispetto a questi ultimi così come i soggetti obesi rispetto a quelli magri. La distribuzione dell'acqua corporea totale nell'uomo di riferimento è per 2/3 intracellulare, dove ICW è pari al 40% di BW, e per 1/3 extracellulare, con ECW = 20% di BW. Già dall'età di due anni l'acqua intracellulare (ICW) inizia a prevalere su quella extracellulare, fornendo così un indice nei processi di crescita e di sviluppo cellulare. L'acqua intracellulare rappresenta infatti il costituente principale della cellula per cui le modifiche al volume intervengono nella regolazione del metabolismo cellulare. I suoi principali elettroliti sono il K, il Mg ed i fosfati (PO<sub>4</sub>).

L' ICW% viene calcolata, rispetto all'acqua corporea totale, secondo l'equazione:

$$ICW \% = ICW/TBW \times 100$$

Alla nascita, l'acqua extracellulare è prevalente su quella intracellulare, ma dall'età di due anni inizia a decrescere, comprendendo l'acqua interstiziale, plasmatica, linfatica e transcellulare. Gli elettroliti principali, presenti nell'acqua extracellulare sono il Na ed il Cl.

L'idratazione extracellulare o ECW% rispetto alla TBW, si calcola con l'equazione :

$$ECW \% = ECW/TBW \times 100$$

*La conoscenza dell'idratazione intra ed extracellulare di un soggetto ed il rapporto ECW/ICW fornisce importanti informazioni sul suo stato nutrizionale oltre che sullo stato di salute cellulare.*

Ad esempio, nei soggetti obesi, si riscontra una riduzione dell'acqua corporea totale ed un aumento del rapporto ECW/ICW per espansione dell'acqua extracellulare causato da un'aumentata volemia con conseguente incremento del rischio di ipertensione e malattie cardiovascolari.

### **3.8. Metodiche di indagine antropometrica e loro applicazioni**

Le tecniche di misurazione antropometrica del peso corporeo, della statura, delle lunghezze e delle circonferenze corporee, oltre alla Plicometria, consentono la stima della Massa grassa (FM). La determinazione della massa grassa totale, in modo facile e non invasivo, permette al medico ed al nutrizionista di definire correttamente i fabbisogni nutrizionali ed energetici di un soggetto; di identificare le connessioni tra morbilità e composizione corporea (ad esempio per compiere una diagnosi di obesità); di stimare, in funzione dello sport praticato, le modificazioni che subiscono i compartimenti corporei come la massa grassa e quella muscolare in corso di attività fisica o in seguito a particolari e specifici programmi di allenamento. **Una corretta analisi antropometrica e della composizione corporea, è molto importante in ambito sportivo per la valutazione e per l'avviamento dei ragazzi aspiranti-atleti verso appropriate attività sportive agonistiche, ma anche per valutare nel tempo le risposte adattive dell'organismo ai programmi di allenamento.**

La **Plicometria** consiste nella misurazione dello spessore in mm. delle pliche corporee, sedi di grasso sottocutaneo, per mezzo di particolari strumenti chiamati plicometri e si basa sull'assunto che la quantità di adipe del sottocute rilevata in precisi siti di misurazione, è proporzionale al grasso totale corporeo. Il valore predittivo delle pliche cutanee per la Massa grassa totale è legato al sito di misurazione. Sono dieci le pliche cutanee considerate fondamentali: Toracica, Addominale, Anteriore della coscia, Tricipitale, Bicipitale, Sottoscapolare, Sovrailiaca, Ascellare, Posteriore della gamba, Lombare; le prime sette sono strettamente legate alla Massa grassa totale e ben si correlano alla densità corporea o BD (Body Density) determinata col metodo della pesata idrostatica o tramite altre metodiche più recenti e sofisticate. Dalla misura di BD si calcola poi la percentuale di FM con l'equazione di Siri o di Brozek. Per la determinazione della densità corporea l'equazione di Durnin e Womerseley, che è considerata affidabile ed accurata, poiché permette di ottenere un risultato praticamente sovrapponibile a quello che si otterrebbe tramite la metodica della densitometria diretta, prende in considerazione la misurazione di quattro pliche: Bicipitale, Tricipitale, Sottoscapolare, Sovrailiaca i cui valori sono inseriti in apposite equazioni di calcolo. Per la predizione della densità corporea secondo Jackson e Pollock le pliche da considerare sono sette, ridotte a tre pliche negli atleti: per gli uomini sono l'Addominale, la Toracica e l'Anteriore della coscia, per le donne sono misurate invece la Tricipitale, la Sovrailiaca e l'Anteriore della coscia.

Altre metodiche che ricorrono spesso all'uso di apparecchiature sofisticate come la TAC o tomografia assiale computerizzata, la risonanza magnetica nucleare (RMN), l'assorbimento fotonico a doppio raggio (DEXA), o di più semplice e meno costoso utilizzo, come **l'Impedenza Bioelettrica (BIA)** consentono di rilevare secondo le peculiari caratteristiche morfofunzionali e le proprietà fisico-chimiche dei compartimenti corporei

esaminati, direttamente la massa grassa (FM), la massa muscolare, quella ossea, ed infine l'acqua corporea totale (TBW).

**L'impedenziometria (BIA o Body Impedance Assessment)** permette una valutazione della composizione corporea in base alla misura della resistenza offerta dal corpo umano in toto o nei suoi distretti (arti inferiori, arti superiori, tronco e torace) al passaggio di una corrente di tipo alternato e di basso voltaggio (nel caso dello strumento utilizzato per la nostra analisi, cioè InBody230, le due frequenze utilizzate sono: 20,100 kHz) applicata ad un sistema tetrapolare di elettrodi in corrispondenza delle **estremità** degli **arti inferiori e superiori**.

L'Analisi di Impedenza Bioelettrica (BIA) è un metodo basato sul fatto che il corpo

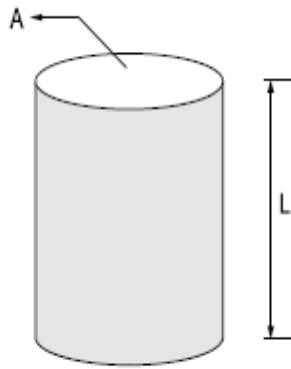
umano sia costituito da conduttori e non-conduttori.

La massa Magra del corpo umano presentando grandi quantità di acqua (ed elettroliti), funziona come conduttore,

mentre la massa grassa essendo praticamente anidra, funziona come non-conduttore.

Il metodo BIA classico misura l'impedenza di tutto il corpo, presupponendo che esso venga considerato come un cilindro per l'applicazione del modello. Se "A" è un'area di incrocio sezionale, ed "L" la lunghezza, l'impedenza del cilindro verrà espressa come segue:

$$Z = \rho L / A (\rho = \text{resistenza})$$



**Figura 3 - Misure cilindriche**

Se entrambi i lati sono moltiplicati per "L" otteniamo la nuova espressione qui illustrata:

$$V = pL^2/Z \quad (V(\text{Volume}) = A(\text{Area}) * (\text{Lungh.}))$$

Secondo questa espressione, se conosciamo "L" e il valore di impedenza, otteniamo il

volume. Cioè, se conosciamo l'altezza del corpo umano (il conduttore) e il valore di

impedenza, otterremo il volume del totale dell'acqua corporea. Qui il volume

rappresenta l'altezza del soggetto, quindi le due variabili direttamente usate nell'analisi

della composizione corporea sono IMPEDENZA e ALTEZZA. Il volume dell'acqua

corporea, viene calcolato innanzi tutto con il valore di impedenza misurato, da cui

poi otterremo il valore della massa grassa libera, usando il suddetto volume dell'acqua

corporea. La massa grassa è determinata sottraendo la massa magra dal peso misurato.

## 4. LA POSTURA

Quando parliamo di Postura intendiamo la posizione che il corpo assume nello spazio, sia in condizione di riposo che in movimento, nel suo continuo opporsi alla forza gravitazionale. Per il corpo umano è necessario potersi mantenere in equilibrio nello svolgimento delle attività e delle funzioni della vita quotidiana, il che richiede una contrazione continua di origine riflessa dei muscoli antigravitari, inoltre, il mantenimento della stazione eretta, ove la forza di gravità ha maggior incidenza, dipende dal rapporto tra la base di appoggio e l'altezza del baricentro. Nell'uomo la base di appoggio è costituita dalla superficie di contatto dei piedi, mentre il baricentro si trova, in stazione eretta, a livello del segmento lombare della colonna, anteriormente alla terza vertebra (L3). Per Bowen e Stone "la postura eretta fisiologica è quella condizione in cui i vari segmenti corporei (testa, collo, torace, addome) sono bilanciati verticalmente l'uno sull'altro in maniera tale che il peso venga sostenuto principalmente dalla struttura ossea, con il minimo lavoro dei muscoli e ridotte sollecitazioni tendinee". Il controllo posturale si avvale di informazioni provenienti dai sistemi sensoriali propriocettivo, vestibolare e visivo che vengono inviate all'elaborazione centrale ove sono integrate e processate al fine di costruire coordinate spaziali ed un modello interno di posizione del corpo." Le risposte motorie posturali sono infatti il risultato del confronto tra uno schema corporeo globale e le singole informazioni sensoriali" (Favilla, Pettorossi, Scarnati, 2005:193). Dunque il compito di mantenere la postura eretta è assolto dalla muscolatura statica, costituita soprattutto da unità toniche, tramite un meccanismo riflesso controllato da cellule specializzate: i Propriocettori.

## 4.1. Propriocettori e Risposte Posturali Toniche

I Propriocettori si dividono in: Fusi Neuromuscolari e Organi tendinei del Golgi.

### 4.1.1. Fusi Neuromuscolari

Sono meccanoceettori presenti nel ventre muscolare capaci di segnalare le variazioni di lunghezza del muscolo stesso.

L'azione della gravità sulle articolazioni causa l'apertura dell'angolo articolare provocando lo stiramento dei muscoli antigravitari. L'allungamento muscolare distende i fusi neuromuscolari disposti in parallelo rispetto alle fibre muscolari extrafusali provocando un aumento di scarica di impulsi che giungono al midollo spinale. Qui raggiungono i motoneuroni degli stessi muscoli e ne causano la contrazione così da riportare l'angolo articolare allo status quo ante. Il riflesso Miotatico tonico compie un'azione continua nel tempo assicurando la presenza di un tono muscolare a livello degli estensori dell'arto inferiore e dei flessori degli arti superiori. Il S.N.C. può modificare l'ampiezza della risposta sia in modo diretto che indiretto. Mentre l'azione diretta si esplica sui motoneuroni  $\alpha$ , quella indiretta agisce sui motoneuroni  $\gamma$ , che innervano le fibre muscolari intrafusali. L'azione indiretta permette una **regolazione fine**, modificando il riflesso ed agendo in modo più selettivo rendendo sostanzialmente il recettore più sensibile all'allungamento, provocando la contrazione delle fibre intrafusali. "E' interessante notare come il motoneurone  $\gamma$  possa essere attivato da vari stimoli quali il freddo, il tatto, il dolore, ma soprattutto dallo stato emotivo e dall'ansia" (A.Pelosi-F.Magni).

#### 4.1.2. Organi tendinei del golgi

Sono meccanocettori distribuiti nelle giunzioni muscolo tendinee, in serie con le fibre muscolari della componente contrattile. Quando l'organo viene sottoposto a tensione, durante una contrazione muscolare attiva o passiva, lo stiramento e quindi l'allungamento delle fibre collagene, causa la compressione delle terminazioni nervose, che vengono eccitate. Così l'organo tendineo del Golgi attivato dall'aumento di tensione nel muscolo provoca il rilasciamento dello stesso e la contrazione dell'antagonista realizzando il Riflesso inverso da stiramento.

#### 4.2. Recettori del Sistema Vestibolare

Il labirinto vestibolare rileva le accelerazioni retto-lineari tramite il sistema Otolitico e le accelerazioni angolari attraverso i Canali Semicircolari. Le Camere dell'apparato vestibolare sono l'Utricolo ed il Sacculo, gli organi otolitici, essi contengono aree sensoriali dette Macule, che hanno particolare importanza nel controllo della postura, registrando la direzione della forza di gravità ed i movimenti in linea retta.

Il sistema otolitico è quindi capace di segnalarci la velocità e la posizione della testa, mentre i Canali semicircolari rispondono durante le rotazioni del capo. Tutti i segnali otolitici sono inviati ai nuclei vestibolari attraverso le vie vestibolo-spinali, attivando i motoneuroni dei muscoli antigravitari. Riguardano le risposte posturali anche i Riflessi Vestibolo-Cervicali, che consentono il raddrizzamento della testa nello spazio ed i Riflessi Vestibolo-Spinali che, allo scopo di mantenere la posizione eretta, provocano la contrazione dei muscoli estensori degli arti inferiori.

### **4.3. Le Informazioni Visive**

Il sistema visivo collabora con i sistemi propriocettivo e vestibolare al fine di mantenere la postura in stazione eretta. Le informazioni che la Retina fornisce al S.N.C. riguardano lo spostamento della posizione della testa rispetto agli oggetti circostanti dato che possiede delle cellule gangliari in grado di segnalare specificamente lo spostamento delle immagini. I nuclei vestibolari ed il cervelletto ricevono tali segnali che, combinandosi con le altre informazioni ricevute, assicurano stabilità posturale. Altro ruolo del sistema visivo consiste nella capacità di ricostruire l'Orientamento spaziale della verticalità e dell'orizzontalità tramite particolari riferimenti visivi. Grazie a questi riferimenti possiamo costruire un sistema di coordinate spaziali che combinandosi con le altre informazioni vestibolari e propriocettive costituiscono il sistema fondamentale di riferimento per la postura e la coordinazione motoria.

### **4.4. Il Cervelletto**

Controlla le sensazioni propriocettive (di posizione), le informazioni visive provenienti dall'occhio e le sensazioni vestibolari (dell'equilibrio) dall'orecchio interno quando i movimenti stanno per iniziare. Durante il movimento il cervelletto controlla le informazioni in arrivo e le confronta con quelle già sperimentate in movimenti precedenti (la sua peculiarità consiste quindi in due funzioni: correzione dei muscoli posturali e programmazione e fine regolazione dei movimenti volontari ed involontari), che mantiene in memoria. I quadri di attività cerebellare sono appresi mediante prove ed errori, dopo molte

ripetizioni, finché il movimento appreso non diviene fluido ed automatico. Molti modelli base vengono stabiliti precocemente nella vita, come ad esempio la regolazione dell'equilibrio in statica e in dinamica.

E' fondamentale che il soggetto abbia una rappresentazione accurata della propria posizione nello spazio e dei rapporti fra i diversi segmenti corporei. Ciò è reso possibile dalla congruità delle informazioni pervenute insieme alla corretta realizzazione interna di uno schema di riferimento che parte dalla ricostruzione centrale del proprio baricentro. La regolazione posturale globale si realizza secondo le necessità contingenti e, tenendo conto della forza di gravità, ridistribuisce le risposte motorie affinché il punto di applicazione di tale forza cada all'interno della base di appoggio. Può essere interessante notare che all'organizzazione dello schema corporeo, contribuisce in modo significativo anche lo stato di allungamento muscolare.

#### **4.5. Catene Muscolari e Postura**

I meccanismi regolatori dell'attività posturale non dipendono dalla volontà e si avvalgono di sistemi sensorimotori a vari livelli in modo tale da mantenere una permanente contrazione antigравitaria di molti gruppi muscolari che controllano anche le articolazioni: queste sono le cosiddette Catene muscolari. Per poterne comprendere l'azione, è necessario" immaginare che ad ogni piede sia legata l'estremità di un muscolo, e questo, senza soluzione di continuità, si leghi ad un altro muscolo, fino a formare una catena. I piedi, dunque, sono il punto di partenza e di arrivo di tutte le catene muscolari, e la forza di gravità a cui si è costantemente soggetti si scarica al suolo proprio attraverso i piedi "(A.Pelosi-F.Magni). Lo spostamento del corpo che avviene durante il movimento è percepito dai meccanocettori che informano istante per istante, il S.N.C di ciò che avviene tra i piedi e il terreno, tra

articolazioni, muscoli e legamenti perché predisponga le contrazioni e decontrazioni muscolari convenienti per muovere il corpo e mantenerne l'equilibrio. E' essenziale per poter esprimere attività muscolare ottimale che le informazioni pervengano senza alterazioni provocate da input visivi o vestibolari, in caso contrario il S.N.C. interpreterà le variazioni pressorie come un reale cambiamento posturale, rispondendo automaticamente agli stimoli senza dare sintomi negativi. Spesso questa situazione può restare quiescente a lungo prima di manifestarsi attraverso sintomi dolorifici, dipendendo dalla capacità di adattamento individuale. **Negli atleti questa disparità può influire sull'armonia del gesto atletico o perturbare le espressioni più fini.** Definiamo ora le catene muscolari come un sistema di muscoli poliarticolari tra loro sovrapposti i cui elementi sono strettamente interdipendenti.

**Françoise Mézières ha distinto quattro catene muscolari:**

1. **La catena anteriore del collo:** formata dal piccolo retto anteriore, dal lungo della testa e dal lungo del collo. Questi muscoli flettono il capo in avanti e sono antagonisti del piccolo retto posteriore e del piccolo obliquo della nuca. Sono m. lordosizzanti e agonisti della catena posteriore per questo movimento.

2. **La catena brachiale:** costituita dal coraco-brachiale e dal bicipite brachiale, dai muscoli epitrocleari dell'avambraccio e dai muscoli dell'eminenza tenar ed ipotenar. Sono muscoli flessori, intrarotatori e pronatori, con la sola eccezione del capo breve del bicipite brachiale che è un supinatore.

3. **La catena posteriore:** la compongono i muscoli della statica o tonici, che si allungano a partire dai piedi sino all'occipite. La muscolatura che ne fa parte garantisce la stabilità e l'equilibrio in stazione eretta ed in movimento, del corpo.

4. **La catena antero-interna**: sono i muscoli diaframma e ileo-psoas insieme alla fascia lata e agli adduttori del pube che la formano, il loro scopo consiste nell'ottimizzare la locomozione.

Queste 4 catene sono suddivisibili in 2 blocchi: quello superiore comprende la catena anteriore del collo, la catena brachiale e parte della catena posteriore, quello inferiore invece comprende il rachide da D7 fino al coccige e agli arti inferiori. Sono individuabili degli "anelli di congiunzione" appartenenti alla catena posteriore, fra i due blocchi, essi sono: il m. trasverso spinale, il lungo dorsale, i fasci medi dell'ileo-costale, il gran dorsale, i fasci inferiori del trapezio.

Ogni alterazione a livello dei muscoli appartenenti ad 1 delle catene citate, in particolare a quella posteriore, si ripercuote sulle altre causando problemi a livello dell'assetto posturale di tutto il corpo.

#### **4.6. La Postura Corretta**

Analizzati brevemente gli elementi che identificano la postura, intesa come disposizione dei segmenti corporei nello spazio con lo scopo di mantenere sia l'equilibrio statico che dinamico, possiamo dare una definizione di postura eretta ideale, non patologica. Poiché il corpo non si trova mai in una condizione di immobilità essendo sottoposto all'azione continua di forze esterne che lo costringono a seppur lievi oscillazioni in risposta ad esse, è corretto parlare di equilibrio dinamico anche in una situazione statica come in stazione eretta. L'equilibrio è quindi dato dal rapporto ottimale tra il soggetto e l'ambiente in cui è inserito e la postura è la risposta migliore che il SNC può dare nella situazione contingente. Ogni corpo è formato da una moltitudine di particelle attratte verso il basso dalla forza di gravità, tale attrazione realizza un sistema di forze praticamente parallele, la cui risultante individua il peso del corpo. E' possibile quindi individuare il baricentro ovvero il punto in cui

si può applicare una forza pari per intensità, al peso del corpo e che agisce verticalmente verso l'alto in modo da conferire al corpo EQUILIBRIO IN OGNI POSIZIONE.

Il corpo umano si trova in condizione di equilibrio quando, in stazione eretta con il viso rivolto in avanti, gli arti superiori allineati ai fianchi, tracciando il prolungamento della verticale passante per il baricentro, questa si proietta al centro del poligono di appoggio (tale poligono ha forma quasi trapezoidale ed è individuato dal profilo laterale dei piedi e dalle due linee che costituiscono la parte anteriore e posteriore dei piedi) circa 3 cm davanti all'articolazione della caviglia. *La postura eretta ideale* si realizza in questa condizione di equilibrio ed il baricentro è mantenuto in tale posizione, con la minor spesa energetica e nel massimo rispetto delle strutture anatomiche, in modo che il peso del corpo risulti equamente distribuito e sostenuto in posizione stabile da ogni articolazione.

Un buon equilibrio muscolo-scheletrico volto a proteggere le strutture portanti del corpo da lesioni o deformità è quindi presupposto fondamentale per possedere/acquisire una postura corretta. In tale condizione i muscoli sono in grado di lavorare in modo efficace mantenendo inoltre gli organi interni, toracici e addominali, in posizione corretta.

**“La Postura corretta**, fondamentale per il benessere dell'uomo, consiste in un processo estremamente complesso che, per raggiungere l'Equilibrio, esige da ciascuno una conoscenza integrale del proprio corpo, dei suoi limiti o della sua localizzazione corretta nello spazio, insomma una profonda maturazione somatopsichica e sensoriale.”(prefaz. Gagey / M. da Cunha).

#### **4.7. La Ginnastica Posturale**

La ginnastica posturale agisce sul soggetto a cui si rivolge per migliorarne la postura, il controllo del corpo e permetterne un suo miglior utilizzo. Gli esercizi posturali hanno lo scopo di migliorare sia la conoscenza del proprio corpo in generale che l'immagine che ne abbiamo, attraverso la percezione delle caratteristiche del rachide, degli arti inferiori e superiori oltre alle posizioni che questi segmenti corporei assumono nello spazio.

I muscoli principalmente coinvolti dalla ginnastica posturale sono i muscoli della statica, mentre solitamente, sia nelle attività sportive come nella ginnastica tradizionale vengono attivati i muscoli della dinamica. Questi ultimi riguardano lo strato superficiale, il loro compito principale consiste sostanzialmente nell'esecuzione di movimenti, i muscoli della statica invece sono più profondi (e brevi) e devono sostenere la struttura ossea nell'opporsi continuo alla forza esercitata sul nostro corpo dalla gravità per mantenere la verticalità del corpo. La loro attivazione è differente e, se i muscoli della dinamica dovranno essere allenati per divenire più forti, quelli antigravitari dovranno diventare più resistenti. La contrazione del muscolo posturale viene utilizzata per migliorare la consapevolezza e la qualità del movimento ricercando il controllo della postura migliore. La ripetizione nell'esercizio è ricercata soltanto allo scopo di raggiungere la padronanza della postura corretta in modo automatico. La respirazione è parte integrante degli esercizi posturali, oltre a scandirne il ritmo. Ogni lavoro di tipo posturale pone l'attenzione sui muscoli respiratori, particolarmente sul diaframma.

Ad occuparsi di postura sono state e sono tuttora diverse scuole; fra le più significative, citiamo quella di F.M. Alexander che con la sua tecnica insegna a far partire ogni movimento del corpo da una immaginaria trazione del capo verso l'alto, individuando così la necessità di

un corretto allineamento vertebrale; la scuola importantissima di Françoise Mézières considera il corpo "schacciato dalla propria forza-peso, vale a dire dalla propria forza muscolare, dalle ipertonie, dagli stati di tensione e contrazione, dalle perdite di elasticità"(F.Mézières;" Il manuale del Mezierista), evidenziando i meccanismi compensatori, causati principalmente da un eccesso di tensione dei muscoli posteriori che determina a livello della colonna l'esagerazione delle curve sagittali e delle scoliosi, a tutto ciò, secondo Mézières, ci si può opporre attraverso l'allungamento delle catene muscolari attuato con il mantenimento di apposite posture; è doveroso citare la "Back School", nata in svezia ed ideata da Mariane Zachrisson-Fossel, i cardini del suo programma, assai diffuso, sono sei: 1)conoscenza del rachide, 2)ginnastica antalgica e rieducativa attuata con esercizi di educazione posturale, di mobilità articolare e di stabilizzazione del rachide, 3)uso corretto della colonna vertebrale,4) rilassamento, 5) alimentazione e stile di vita corretti ed infine 6) la consuetudine alle attività motorie. Il metodo Pilates, oggi molto seguito, attinge da queste scuole molti principi, ponendo l'attenzione sulla consapevolezza del proprio corpo e del suo baricentro, ricercando il controllo, la precisione e la fluidità del movimento scanditi dal ritmo respiratorio.

A qualunque scuola si faccia riferimento gli obiettivi di un corretto programma di ginnastica posturale dovranno essere:

- Migliorare la percezione del corpo: se si desidera migliorare la propria postura è necessario concentrarsi su di sé e capire quale sia il punto di partenza, ovvero percepire l'appoggio dei piedi sul terreno, le eventuali tensioni muscolari, la posizione del capo e delle spalle rispetto al rachide.
- Acquisire la consapevolezza delle proprie posture: una volta che si è affinata la capacità di percepire il proprio corpo, occorre osservare come si muove, se nel quotidiano, come

nel gesto sportivo, si assumano atteggiamenti posturali scorretti, così da poterli correggere.

- Migliorare la mobilità articolare e l'elasticità muscolare: la scarsa mobilità articolare e la carenza di elasticità riscontrabile in alcuni gruppi muscolari, può impedire il raggiungimento ed il controllo di una posizione corretta ed economica.
- Migliorare l'azione dei muscoli posturali: è uno dei compiti fondamentali della ginnastica posturale; essi dovranno divenire resistenti e riconoscibili, in modo da poter essere attivati in modo corretto quando è necessario.
- Migliorare l'abilità posturale: è necessario esercitare la capacità di saper assumere e controllare la postura più corretta nelle azioni quotidiane, finché non divenga un automatismo.

Naturalmente un buon insegnante di ginnastica posturale dovrà avere tutte le conoscenze e le competenze che tale ruolo richiede, dato che il buon esito di un programma di ginnastica posturale risiede anche, in buona parte, nella preparazione e nella professionalità di chi lo trasmette.

## 5. CENNI DI ANATOMIA DEL RACHIDE

Il Rachide è la struttura fondamentale dell'asse corporeo poiché rappresenta il pilastro centrale del corpo umano. Le vertebre che lo compongono formano una vera e propria colonna con funzioni di mobilità, di sostegno e di protezione per il midollo spinale. La colonna vertebrale si suddivide convenzionalmente in regioni che, a partire dal cranio, sono: *cervicale, toracica, lombare, sacrale e coccigea*. Le vertebre cervicali sono sette, compongono il collo e si estendono inferiormente verso il tronco. La prima vertebra cervicale è l'Atlante, sostiene la testa e si articola con i condili dell'occipite permettendo l'oscillazione del capo, mentre la settima (C7), o vertebra Prominente, osservabile alla base del collo per il lungo e sottile processo spinoso, si articola con la prima toracica, costituendo l'interfaccia tra la curva cervicale e quella toracica. Dodici sono le vertebre dorsali o toraciche che "formano la regione mediana posteriore ed ognuna si articola con uno o più paia di coste; la dodicesima vertebra toracica si articola con la prima v. lombare" (Martini/Timmons). Il tratto posteriore-inferiore, o tratto lombare è costituito da cinque vertebre, la quinta lombare (L5), si articola con il sacro. Il sacro origina come un gruppo di cinque vertebre che in genere completano la loro fusione intorno al venticinquesimo anno d'età. Il tratto sacrale si articola con il coccige, o coda ossea; "le vertebre coccigee distali non completano la loro ossificazione prima della pubertà e la loro fusione avviene in epoca variabile" (Martini/Timmons/Tallisch, 2004:164).



Figura 4 - Il rachide in visione frontale e sagittale

## 5.1. Le Curve del Rachide

Osservando la colonna sul piano frontale, questa si presenta rettilinea, mentre sul piano sagittale possiamo evidenziare quattro curve fisiologiche: partendo dall'alto notiamo una lordosi cervicale a convessità anteriore, una cifosi dorsale a convessità posteriore, una lordosi lombare con concavità posteriore, una curva sacrale con concavità anteriore. La curva sacrale e la curva toracica sono curve primarie o di accomodazione poiché appaiono durante lo

sviluppo fetale e si adattano ai visceri toracici e addomino-pelvici. Le curve lombare e cervicale sono curve secondarie o di compensazione poiché aiutano a sostenere il peso del corpo sulle gambe e si accentuano quando il bambino inizia a camminare e a correre. I corpi delle vertebre adiacenti, con interposto il disco fibrocartilagineo, si articolano tra loro tramite i processi articolari e, uniti da strutture capsulo-legamentose, rappresentano l'unità funzionale del rachide, utile al fine di distribuire il peso ed i carichi in modo ottimale, assorbendo urti e compressioni. "La presenza di 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), quindi una colonna che si presenti con curve ben evidenziate avrà una funzionalità dinamica, una con curve rettificata avrà una funzionalità di tipo statico. Inoltre, il rachide, grazie alle curve fisiologiche, realizza il proprio equilibrio sul piano antero-posteriore, tale equilibrio abbiamo visto essere regolato dal tono posturale e da precise sinergie fra muscoli agonisti ed antagonisti. In più le curve lordotiche permettono una maggiore escursione dei movimenti che coinvolgono gli arti superiori ed inferiori. Infatti, ad esempio, nell'abduzione del braccio, il rachide deve partecipare al movimento per raggiungere la posizione di 180° (verticalizzazione), "se è in abduzione un solo braccio, sarà sufficiente una inclinazione laterale, per azione dei muscoli spinali del lato opposto, se sono in abduzione entrambe le braccia, ...ci vuole anche una iperlordosi lombare, anche questa sotto azione dei muscoli spinali" (Kapandji, 2002:72).

Il rachide può considerarsi nell'insieme come un'articolazione a tre gradi di libertà, che comprende movimenti di flesso-estensione, di inclinazione laterale destra e sinistra e di rotazione assiale. Grazie all'elevato numero di articolazioni vertebrali, nonostante le ampiezze segmentarie di questi movimenti elementari siano relativamente piccole, il rachide può globalmente contare su di una mobilità piuttosto ampia infatti :

La Flessione totale del rachide è di 110°

L'Estensione totale del rachide è di 140°

L'Inclinazione totale del rachide(fra cranio e sacro)è:75°/85°

La Rotazione assiale del rachide cervicale è ampia:45°/50°

La Rotazione assiale(bacino-cranio)è circa di 90°

Naturalmente questi valori sono suscettibili di variazioni in base alla elasticità del soggetto e all'età.

## **5.2. I Muscoli del Rachide**

### **5.2.1. Estensori**

I muscoli del rachide sono situati al di sotto della muscolatura più superficiale del dorso.

L'estensione della colonna vertebrale avviene grazie ai muscoli **Estensori del Rachide o Erettori**, che si suddividono nel: **Gruppo degli Spinali**, **Gruppo dei Lunghissimi**, **Gruppo degli Ileocostali**. Questa suddivisione è basata sulla distanza del muscolo dalla colonna vertebrale: il Gruppo degli Spinali è il più vicino mentre quello degli Ileocostali è il più lontano. I nomi assegnati ai singoli muscoli forniscono indicazioni utili per individuare le loro inserzioni; infatti se il nome contiene la dicitura "del capo" indica una inserzione sulle ossa del cranio, la dicitura "del collo" indica un' inserzione a livello delle vertebre cervicali, infine la dicitura "del torace" significa che l'inserzione si trova sulle ultime vertebre cervicali e sulle prime toraciche. Con la contrazione simultanea degli Erettori si ottiene l' estensione della colonna

vertebrale, mentre la contrazione dei muscoli di un solo lato provoca la flessione laterale del rachide.

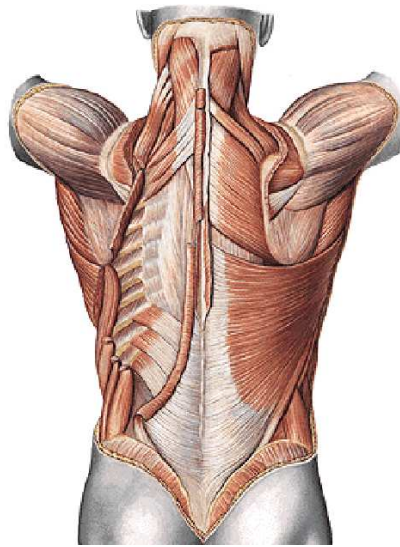


Figura 5 - Muscoli posteriori del tronco

### 5.2.2. Strato superficiale

#### **Gruppo degli Spinali:**

- **Spinale del collo**, estende il collo ( **O**: leg.nucale,proc.spin.C7 - **I**: proc.spin.Epistrofeo)
- **Spinale del torace**, estende la colonna (**O**: proc.spin.vert.toraciche inf. e sup. – **I**: vert.toraciche.superiori)

#### **Gruppo dei Lunghissimi:**

- **Lunghissimo della testa**, i muscoli dei due lati collaborano nell'estensione del collo,ognuno ruota ed inclina il capo dal proprio lato (**O**: processi trasversi delle vertebre cervicali inferiori e toraciche superiori. – **I**: processo mastoideo)

- **Lunghissimo del collo**, stessa azione del precedente (**O**: processi trasversi vertebre toraciche sup. – **I**: processi trasversi vertebre toraciche intermedie e superiori)
- **Lunghissimo del torace**, estensione e/o flessione laterale della colonna (**O**: vasta aponeurosi e processi trasversi vertebre toraciche e lombari superiori; col muscolo ileocostale forma il "sacrospinale" – **I**: processi trasversi vertebre toraciche e lombari, facce inferiori ultime 10 coste)

#### **Gruppo degli Ileocostali :**

- **Ileocostale del collo**, estensione o flessione laterale del collo; innalza le coste (**O**: vicino all'angolo costale nei margini superiori delle coste vertebrosterali – **I**: processi trasversi vertebre cervicali intermedie ed inferiori)
- **Ileocostale del torace**, stabilizza, durante l'estensione, le vert. toraciche (**O**: margine superiore ultime 7 coste – **I**: coste superiori e proc. trasversi di C7)
- **Ileocostale dei lombi**, estende la colonna, abbassa le coste (**O**: cresta iliaca, cresta sacrale, processi spinosi lombari – **I**: facce inferiori ultime 7 coste vicino all'angolo costale)

#### 5.2.3. Strato profondo

I muscoli profondi della colonna si trovano al di sotto degli spinali ed hanno la funzione di stabilizzare le vertebre. Fra i più importanti, i **muscoli semispinali, multifido, rotatori, interspinali, intrertrasversari**, che pur essendo tutti brevi, oltre a provocare una lieve estensione o rotazione della colonna hanno un ruolo determinante e fondamentale al fine di mantenere la posizione delle singole vertebre, insieme alla stabilizzazione di quelle

adiacenti. E' importante notare che in caso di **problemi o lesioni occorsi a questi muscoli**, può instaurarsi una sorta di circolo vizioso che origina da uno stimolo dolorifico: **dolore** → **stimolazione muscolare** → **contrazione** → **dolore**.

Tutto ciò può condurre alla **compressione dei nervi spinali** adiacenti e di conseguenza ad una perdita della sensibilità oltre che ad una limitazione della mobilità che potrebbe, se non risolta, portare ad una serie di **"compensi"**, possibile premessa di un assetto posturale scorretto e patologico. Da qui l'importanza di eseguire **opportuni esercizi di allungamento muscolare diretti a queste strutture profonde, inserendoli preventivamente nella preparazione all'attività sportiva di ogni livello**.

### **Gruppo dei semispinali**

- **Semispinale della testa**, i mm. dei due lati cooperano per l'estensione del collo, ognuno di loro estende e flette il collo dal proprio lato (**O**: vertebre cervicali inferiori e toraciche sup. – **I**: Occipite, tra le linee nucali)
- **Semispinale del collo**, estende il rachide e lo ruota dal lato opposto (**O**: processi trasversi di T1-T5/T6 – **I**: processi spinosi di C2-C5)
- **Semispinale del torace**, estende e ruota dal lato opposto la colonna (**O**: processi trasversi di T6-T10, **I**: processi spinosi di C5-T4)

**Multifido** : estende il rachide e lo ruota dal lato opposto, (**O**: osso sacro e processi trasversi delle singole vertebre, **I**: processi spinosi della terza e quarta vertebra soprastante)

**Rotatori (del collo, del torace e dei lombi)**: estendono il rachide e lo ruotano dal lato opposto (**O**: processi articolari vertebre cervicali, processi trasversi delle vertebre toraciche e

dai proc. mammillari delle vertebre lombari, **I**: processi spinosi della vertebra adiacente superiore)

**Interspinali**: estendono la colonna,(**O**: processi spinosi vertebrali,**I**: processo spinoso vertebra superiore)

**Intertrasversari**: flessione laterale della colonna,(**O**: processi trasversi vertebrali,**I**: processi trasversi vertebra superiore).

#### 5.2.4. Flessori spinali

Non sono molti i flessori della colonna vertebrale poiché alcuni grossi muscoli del tronco sono in grado di fletterla contraendosi, inoltre la gran parte del peso del corpo si trova anteriormente, in più la forza di gravità tende a flettere il rachide.

**Lungo della testa**: i muscoli dei due lati cooperano per la flessione del collo; singolarmente determinano rotazione del capo dal proprio lato ( **O**: processi trasversi vertebre cervicali,**I**: base Occipite )

**Lungo del collo** : flessione e/o rotazione del collo, ne limita l'iperestensione, (**O**: superfici anteriori vertebre cervicali e toraciche superiori, **I**: processi trasversi vertebre cervicali superiori )

**Quadrato dei lombi** : i muscoli dei due lati abbassano le coste, singolarmente flettono la colonna da un lato(**O**: cresta iliaca e legamento ileo lombare, **I**: ultima costa e processi trasversi vertebre lombari)

Da citare inoltre tra i flessori del rachide, il muscolo **ILEOPSOAS** formato dal **grande psoas**, che origina dai processi trasversi di T12-L5 e si inserisce sul piccolo trocantere del femore insieme al **muscolo iliaco**, che invece origina dalla fossa iliaca. Questo potente muscolo è in grado di **flettere** non solo l'**anca**, ma anche il **rachide lombare**. Infatti quando lo psoas prende inserzione fissa sul femore, ad anca bloccata, ha una azione forte sul rachide lombare: lo fa inclinare dalla parte della sua contrazione e lo ruota verso il lato opposto e, poichè si inserisce sull'apice della lordosi lombare, nella flessione ne accentua la curva .

#### 5.2.5. Muscoli obliqui e retti dell'addome

Questi muscoli si trovano, tra il rachide e la linea Alba dell'addome. I **muscoli retti** rivestono un ruolo **assai importante nella flessione** della colonna vertebrale dato che sono i muscoli **antagonisti degli erettori**. Gli obliqui possono comprimere le strutture sottostanti o ruotare la colonna se si contraggono solo i muscoli di un lato o di entrambi. I muscoli obliqui e retti del tronco con il m. Diaframma hanno una comune origine embriologica. I **muscoli obliqui** ricomprendono, a livello cervicale, i *m.scaleni*, divisi in *anteriore, medio, posteriore, che elevano le prime due coste e cooperano nella flessione del capo*, a livello toracico i muscoli *intercostali esterni*, che rivestono gli intercostali *interni*, sono coinvolti nei *movimenti respiratori* essendo situati tra le coste, ed il *m.trasverso del torace* che attraversa l'interno della gabbia toracica.

I muscoli dell'addome sono i muscoli: obliquo esterno, obliquo interno, trasverso, retto dell'addome, quest' ultimo, separato dalla linea Alba, origina dal processo xifoideo e dalle cartilagini costali 5-7 e si inserisce nei pressi della sinfisi pubica, provoca l'abbassamento

delle coste comprime l'addome e soprattutto, **flette il rachide**, e si compone di quattro bande trasverse di tessuto fibroso .

### 5.2.6. Muscolo diaframma

E' un muscolo impari ed asimmetrico, che separa la cavità toracica da quella addominopelvica. Si tratta del principale muscolo respiratorio, vero fulcro della funzione respiratoria. La sua contrazione provoca un aumento del volume della cavità toracica, promuovendo l'inspirazione, mentre il suo rilassamento riduce tale volume facilitando l'espiazione. E' cupuliforme, consta di una porzione tendinea, chiamata "centro frenico" e di una porzione muscolare divisa in tre parti : vertebrale, costale e sternale.

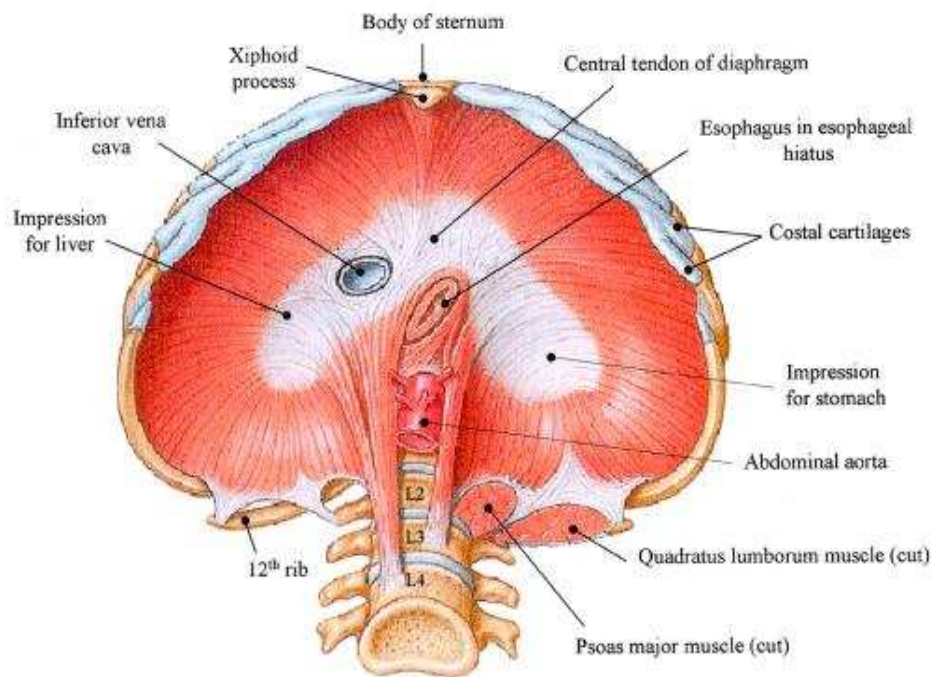


Figura 6- Diaframma

La porzione vertebrale è costituita da due voluminosi fasci di fibre: il pilastro destro, che si inserisce sui dischi intervertebrali delle prime tre vertebre lombari(L1/L2 ed L2/L3) discendendo talvolta sul disco L3-L4, ed il pilastro sinistro, che si inserisce sul disco di L1-L3 e talvolta su quello di L2-L3.

La porzione costale ha la sua origine sulla faccia interna delle ultime sei coste e sulle arcate aponeurotiche, che congiungono gli apici delle Coste10-12 e che prendono inserzione sul centro frenico.

La porzione sternale è costituita da due fascetti muscolari distinti, derivanti dalla faccia posteriore del processo xifoideo, che vanno a terminare sempre sul centro frenico.

Il diaframma, per riuscire a svolgere la propria funzione di muscolo inspiratore, deve poter disporre di punti fissi e di punti mobili. Infatti, appena le sue fibre si contraggono, la cupola comincia ad abbassarsi (determinando l'entrata di aria) fino a quando incontra la resistenza dei visceri e del tendine sospensore del diaframma, frenata da tale resistenza, la cupola, che ormai non può più scendere, impone quindi al costato di salire, determinando in questo modo l'aumento dei volumi toracici.

La fissità del centro frenico consente al diaframma di agire sul rachide dorso-lombare, particolarmente all'altezza di D11 e D12 dove la mobilità delle coste fluttuanti e la direzione leggermente obliqua delle fibre muscolari permettono una trazione diretta sulle prime due vertebre lombari che ( costituiscono ) / rappresentano anche la zona di inserzione dei pilastri diaframmatici . E' necessario notare che, se si contrae vigorosamente in associazione con gli addominali, il diaframma non è il solo ad accentuare la lordosi lombare: anche il trasverso e lo psoas agiscono trazionando le vertebre lombari in avanti.

## 6. IL PIEDE E LA SUA ARCHITETTURA

### 6.1. La volta plantare : suo equilibrio 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, l'anteriore, mentre fra i due contatti laterali è situato l'arco esterno di lunghezza e d'altezza intermedia; infine, dei tre, il più alto e il più lungo, ovvero l'arco interno, considerato il più importante sia in statica che in dinamica.

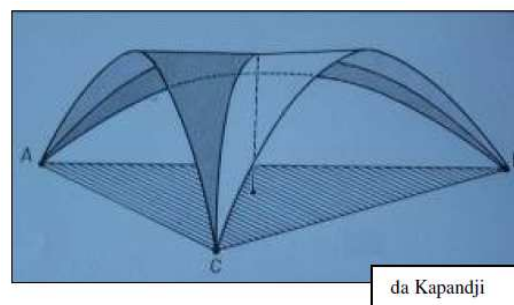
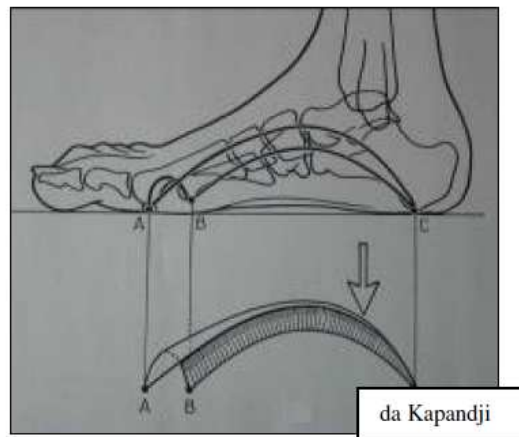


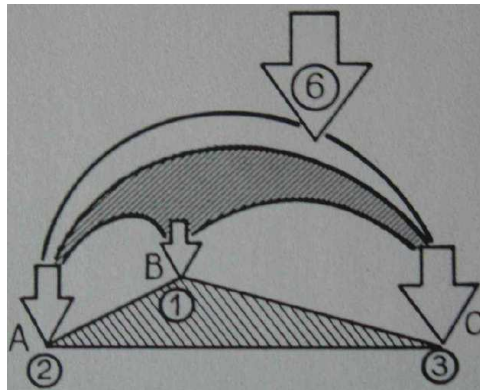
Figura 7 - Archi della volta plantare



**Figura 8 - Volta plantare**

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

La distribuzione dei carichi relativa delle forze su questi appoggi è, ricordando gli studi di Morton, sui tre punti d'appoggio seguendo la regola del SEI: "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 in stazione eretta, verticale e immobile, i talloni sopportano lo sforzo principale, vale a dire la metà del peso corporeo. Consistendo il piede, in una struttura triangolare data da tre superfici : inferiore o volta , antero-superiore e posteriore. L'equilibrio strutturale del piede dipende dall'azione di più strutture: riguardo la superficie inferiore o volta, sono indispensabili i legamenti e i tendini plantari, in quella antero superiore l'attivazione dei flessori della caviglia e degli estensori delle dita, per la superficie posteriore gli estensori della caviglia e i flessori delle dita .



**Figura 9 - Ripartizione del peso sui tre punti di appoggio**

La forma normale della pianta, fondamentale per un corretto adattamento al suolo è il risultato dell'equilibrio tra le forze di ognuna di queste superfici. In un piede fisiologico l'ampiezza metatarsale anteriore deve corrispondere ad 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 rettilinea con le dita in appoggio per lasciare la giusta impronta. L'asse longitudinale deve suddividere il tallone centralmente e proseguire fra il secondo e terzo dito. Quando l'ampiezza dell'istmo si manifesta più ampia del valore indicato, siamo di fronte ad un piede piatto, se invece la larghezza dell'istmo si presenta ridotta il piede si considera cavo .

## **6.2. Piede Cavo**

Nel piede cavo si ha un'accentuazione dell'arco plantare per una retrazione dei legamenti plantari o per una contrattura dei muscoli plantari , come anche per una insufficienza dei flessori della caviglia. E' normale quindi ritrovare la pianta del piede enormemente sollevata, con il calcagno che tende al varismo quando il tono dei muscoli tibiale anteriore, posteriore e

la retrazione dei legamenti e dei muscoli plantari si accentua. Il piede cavo si presenta morfologicamente con tre alterazioni differenti : una causata dall'equinismo dell'avampiede che provoca un piede cavo anteriore con disequilibrio dei muscoli delle dita e relativo slivellamento dei metatarsi; un piede cavo posteriore è così chiamato perché lo squilibrio porta sul pilastro posteriore un'insufficienza del tricipite surale. I muscoli della concavità prevalgono causando il piede cavo : i flessori della caviglia ruotano il piede in flessione. Si ha quindi un piede cavo-talo posteriore che può prendere una inclinazione laterale in valgismo per la contrazione degli abduttori (estensore comune delle dita, peronei laterali ed anteriori) [Kapandji, 2002], in ultimo possiamo ritrovare un piede cavo medio per la contrazione dei muscoli plantari o per retrazione dell'aponeurosi plantare. La diagnosi del piede cavo è facilitata dallo studio dell'impronta plantare: rispetto ad una impronta normale, il piede cavo all'inizio si caratterizza per una sporgenza convessa sul bordo esterno e per un approfondirsi dell'incavo del bordo interno, in seguito il fondo dell'incavo raggiunge il bordo esterno tagliando l'impronta in due; nei piedi cavi inveterati alle suddette caratteristiche si aggiunge la scomparsa dell'impronta delle dita per la posizione ad artiglio da esse assunta.

### **6.3. Piede Piatto**

Nel piede piatto si ha un appiattimento dell'arco plantare che può essere dovuto ad una insufficienza legamentosa o muscolare plantare ed anche ad un tono eccessivo dei muscoli anteriori o posteriori. In questo piede è comune ritrovare un valgismo del calcagno con un retro piede pronato e l'avampiede supinato legato ad una insufficienza musco-legamentosa dei plantari, del tibiale posteriore o più spesso del peroneo laterale lungo. Le alterazioni

dell'equilibrio fra muscoli agonisti ed antagonisti si ripercuotono sulla funzione di ammortizzazione della struttura podalica.



Figura 10 - Piede normale I e piatto II e III, Kapandji

Piede normale I e cavo II e III

## 7. L' ALLENAMENTO GIOVANILE NELL'ATLETICA LEGGERA

### 7.1. Le prove dell'Atletica Leggera

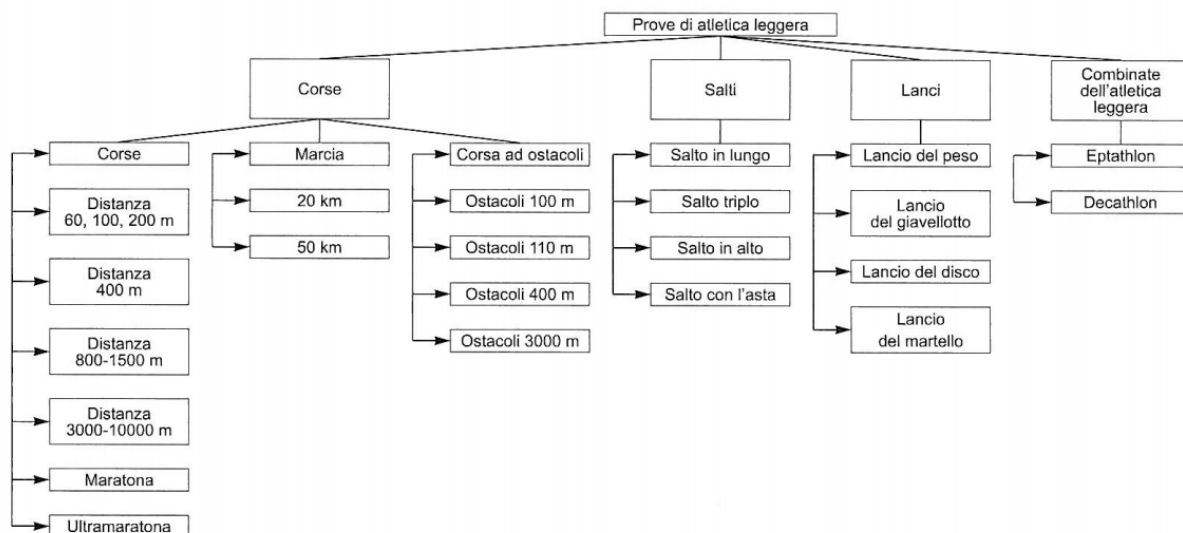
L'Atletica Leggera appartiene alla categoria delle discipline sportive più popolari; questa sua popolarità è dovuta essenzialmente alla sua "praticabilità" in qualunque condizione climatica ed in qualunque fascia di età, inoltre, grazie alla ricchezza di competenze motorie che fornisce, permette di trovare il tipo di attività più prossimo alle proprie esigenze. Probabilmente anche per questo motivo l'Atletica Leggera è considerata "la regina dello sport".

Le prove dell'Atletica si possono suddividere in tre gruppi principali: Prove di Corsa, Prove di Salti ed infine Prove di Lanci .

Del **primo gruppo** fanno parte le **Corse** su distanze da 30 metri fino alla ultramaratona (superiore a m.42.195), comprendendo altresì la marcia ed i diversi tipi di corse ad ostacoli. Queste prove richiedono agli atleti diverse caratteristiche condizionali (velocità e resistenza ed anche l'insieme delle due) e coordinative (in primis la differenziazione di tempo, spazio, e la capacità di equilibrio), oltre alla combinazione di entrambe (resistenza coordinativa).

Nel **secondo gruppo** troviamo tutti i vari tipi di **Salti**, dal relativamente più semplice Salto in lungo al salto più complesso, cioè il Salto con l'asta, che prevede la padronanza di "diversi aspetti tecnici, ginnici e di tecnica della corsa" (Sergey Bubka, prefazione a "La base posturale per lo Sport", V. Petrov e V. Canali).

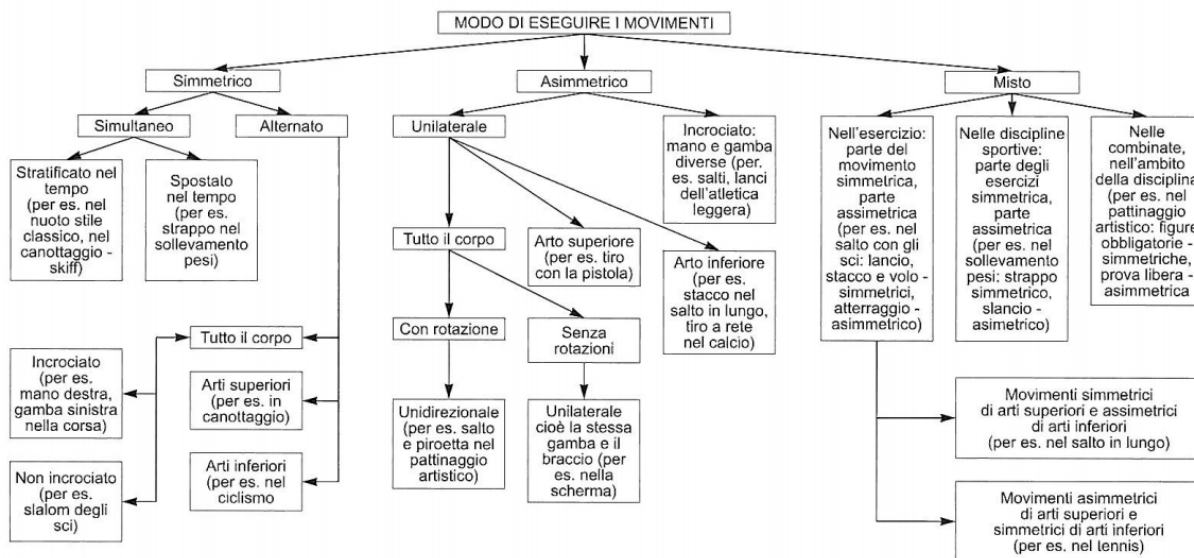
Le prove di Atletica che appartengono al **terzo gruppo** combinano lo sforzo umano con l'utilizzo di un attrezzo e sono: il **Lancio** del Peso, il Lancio del Martello, il Lancio del Disco e del Giavellotto.



**Figura 11 - Classificazione delle prove dell'atletica leggera (Starosta, 2004)**

Un altro modo per differenziare le prove di Atletica Leggera consiste nell' esaminare il Modo di Eseguire i Movimenti, cioè classificarle in base alla **Differenziazione locale dei Movimenti** stessi (Starosta, 1990). Quest'ultima competenza risulta essere relativamente impegnativa in ogni tipo di corsa e marcia poiché in esse è necessaria una coordinazione crociata, che coinvolge insieme gli arti superiori e quelli inferiori(braccio destro e gamba sinistra). Nell'allenamento dei giovani e quindi al fine di un loro sviluppo motorio ottimale, questo genere di movimenti è il più utile e raccomandabile dato che assicura uno sviluppo simmetrico del corpo. Nel caso di prove, come il salto in lungo, ove è richiesta la composizione di movimenti simmetrici degli arti superiori con movimenti asimmetrici di quelli inferiori, oltre a ricercare una specializzazione in un'età relativamente tardiva( intorno ai sedici anni), si consiglia di "correggere" tale asimmetria con esercizi complementari

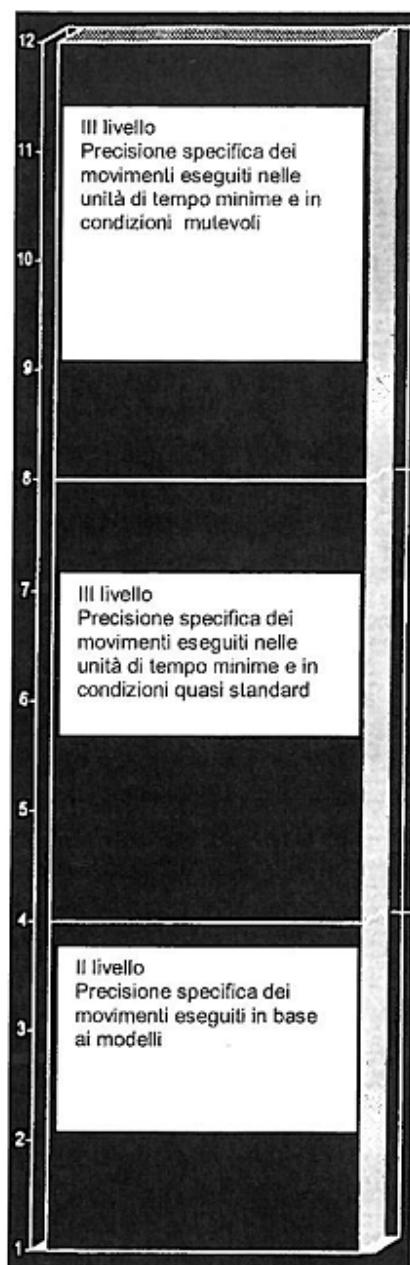
utilizzando ad esempio “l’altro piede di stacco” o “l’altra gamba”e, nel caso dei lanci, ”con l’altra mano”.



**Figura 12 - Classificazione della differenziazione locale dei movimenti fondamentali eseguiti in diverse discipline sportive (Starosta, 1996)**

Un’ ultima analisi delle prove di Atletica può essere condotta secondo **tre livelli di Coordinazione Motoria** ( concetto sviluppato da W.Starosta); esse, in maggior numero, sono collocabili al secondo livello, che richiede l’ecuzione di movimenti precisi, in unità minime ed ottimali di tempo, in condizioni praticamente standardizzate( ovvero svolte in strutture sportive indoor). Nel caso dello svolgimento delle stesse prove in strutture all’aperto(outdoor), queste rientreranno nel livello superiore, cioè nel terzo livello, poichè gli elementi perturbativi (come il vento, la pioggia e la variabilità di temperatura ed illuminazione) che l’atleta deve affrontare durante la prestazione ne aumentano considerevolmente la difficoltà.

**Grado di  
complessità**



#### **In stadio all'aperto**

1. Salto con l'asta
2. Prove multiple
3. Salto in alto
4. Lancio del disco
5. Lancio del martello
6. Salto triplo
7. Salto in lungo
8. Lancio del peso con rotazione
9. Corsa ad ostacoli 100 e 110m
10. Lancio del giavellotto
11. Lancio del peso
12. Staffetta
13. Corsa 3000m siepi
14. Marcia
15. Maratona

#### **In stadio indoor**

1. Salto con l'asta
2. Prove multiple
3. Salto in alto
4. Salto triplo
5. Salto in lungo
6. Lancio del peso con rotazione
7. Lancio del peso
8. Staffetta
9. Corsa ad ostacoli
10. Marcia

**Figura 13 - Classificazione orientativa di alcune prove di atletica leggera a seconda della loro complessità-  
livelli della coordinazione del movimento (Starosta, 2004)**

## **7.2. Problematiche legate all'allenamento nei giovani**

L'ALLENAMENTO consiste in "un processo pedagogico-educativo continuo che si concretizza nell'organizzazione dell'esercizio fisico ripetuto in qualità, quantità ed intensità tali da produrre carichi progressivamente crescenti che stimolano i processi fisiologici di supercompensazione dell'organismo e favoriscono l'aumento delle capacità fisiche, psichiche, tecniche e tattiche dell'atleta, al fine di esaltarne e consolidarne il rendimento in gara" ( prof. Carlo Vittori).

Questo concetto generale, va evidentemente adattato di volta in volta tenendo opportunamente in considerazione l'età dell'atleta, le sue qualità fisiche, il grado di allenamento qualitativo e quantitativo che ha raggiunto. Ogni tipo di attività fisica, ripetuta in maniera sistematica e continuativa, è in grado di determinare sull'organismo alcuni effetti fisiologici dovuti ad una reazione di adattamento e di difesa con conseguenti risposte funzionali più economiche e resistenti per un migliore rendimento.

L'allenamento giovanile è un processo guidato, fatto di crescita e maturazione fisica ma anche psicologica, che viene attuato con la pratica organizzata di opportune esercitazioni fisiche, volte al miglioramento dell'efficienza fisica del giovane atleta con lo scopo di realizzare il miglior risultato sportivo, sempre tenendo ben presenti sia le esigenze legate alla crescita del giovane sia la funzione educativa e socializzante del contesto entro il quale avviene la pratica sportiva. Scopo primario della preparazione atletica nei giovani dovrà essere uno sviluppo armonico generale del fisico, che passi attraverso un'attenta costruzione di base delle capacità motorie e che si realizzi all'interno di un contesto educativo e formativo della personalità del ragazzo. Per raggiungere tali obiettivi e per conseguire un'ottimale risultato sportivo, è necessario garantire ai ragazzi-futuri atleti, tutti i benefici legati ad una sana attività fisica, rispettando la loro crescita dal punto di vista

fisiologico e psicologico. E' molto importante, da questo punto di vista, l'applicazione di esercizi legati ad una metodica di Multilateralità Intensiva, che si ritiene essere più adatta agli adolescenti che si affacciano all'agonismo; infatti un approccio multilaterale che consideri il ragazzo come "totipotente" ovvero che gli permetta di conoscere e di sperimentare ogni specialità prima di dedicarsi interamente a quella nella quale potrà eccellere, risulta essere un'ottima scelta per evitare i pericoli causati da una specializzazione precoce.

I rischi connessi con una specializzazione precoce possono essere riassunti in tre punti principali: la stagnazione delle prestazioni, intesa come carenza di competenze motorie al di fuori di quelle necessarie per la specialità prescelta, la facile esposizione a traumi dell'apparato locomotore per la presenza di squilibri, soprattutto nel caso di discipline che necessitano di gesto asimmetrico le quali, favorendo l'insorgere di atteggiamenti viziati, possono predisporre ad eventuali paramorfismi, infine l'abbandono precoce causato dalla perdita di interesse per la ripetitività e la monotonia degli esercizi proposti oltre che per la mancanza di nuovi stimoli sia fisici che psicologici.

Al contrario, i **benefici indotti da un allenamento sportivo attento** e competente, rivolto a giovani atleti di medio livello sono ormai noti da tempo e possono essere individuati attraverso lo schema seguente:

Apparato Scheletrico	Muscolo	Migliore postura e mobilità articolare,tonicità muscolare
Sistema metabolico	endocrino-	Rapporto peso-statura favorevole,riduzione della massa grassa,corretto assetto glico-lipidico
Apparato cardiocircolatorio e respiratorio	e	Valida gittata sistolica, capillarizzazione, facilitato ritorno venoso, bradicardia, P.A.favorevole,incremento dei volumi polmonari,rapida riduzione della frequenza cardiaca e respiratoria dopo sforzo,miglioramento della capacità aerobica
Aspetti psicologici		Capacità di socializzazione,miglior controllo emotivo,valida autostima,buona adattabilità

**Tabella 1 - Benefici di un allenamento sportivo attento (da "Età evolutiva ed attività motorie" G.Caldarone e M.Gianpietro-Mediserve 1997)**

Studi condotti su un significativo numero di ragazzi di età compresa fra i 6 ed i 10 anni hanno dimostrato che un allenamento correttamente eseguito da *professionisti* porta a risultati positivi senza influire minimamente sul corretto rapporto di BMI, migliorando sensibilmente la percezione spazio-temporale e della postura del corpo.

Tale studio ha inoltre evidenziato significativi progressi nello sviluppo delle capacità condizionali e coordinative sempre in quei ragazzi che hanno attivamente partecipato ad un programma professionalmente condotto.

[Chiodera P, Volta E, Gobbi G, Milioni MA, Mirandola P, Bonetti A, Delsignore R, Bernasconi S, Anedda A, Vitale M. SPECIFICALLY DESIGNED PHYSICAL EXERCISE PROGRAMS IMPROVE CHILDREN MOTOR ABILITIES]

**Scand J Med Sci Spor.** 2008;18(2):179-87. [IF: 2.264]

### **7.3. Influenza dell'allenamento sistematico sui giovani**

#### **atleti"eccellenti"**

Il fatto che sempre più frequentemente le società sportive cerchino nuovi talenti fra i ragazzi in giovane età, induce un'analisi sulle reali conseguenze di un allenamento intensivo condotto durante le fasi critiche di crescita e maturazione nei bambini e negli adolescenti. Generalmente i giovani atleti "eccellenti" sono stati selezionati in base: alle **abilità** richieste in un particolare sport, ai **successi ottenuti** e, soprattutto per alcuni sport, alle **caratteristiche antropometriche** e **costituzionali** del ragazzo, infatti le misure e la costituzione fisica sono considerate dei fattori addizionali in alcuni sport. Il nuoto, la pallacanestro ed il football americano necessitano di misure antropometriche maggiori rispetto alla media, nello stesso tempo per altre discipline questo può essere al contrario un fattore limitante. Le dimensioni, le prestazioni sportive e la costituzione fisica sono in parte legate alla maturazione biologica e questa va considerata senz'altro in relazione alla specificità dello sport. Le età "critiche" da considerarsi per ogni attività sportiva sono quelle dai 9 ai 14 anni, quando sono evidenti i cambiamenti nelle dimensioni attribuibili alla maturazione fisico-biologica, e quella dai 15 ai 17 anni, età nella quale i soggetti che maturano più tardi raggiungono gli altri, riducendo così le variazioni legate alla maturità in dimensioni fisiche e prestazioni sportive. Infatti "la maggior parte delle organizzazioni sportive inizia programmi di riconoscimento del talento individuale tra l'inizio ed il completamento della pubertà. E' necessario considerare gli effetti della crescita e dei cambiamenti legati alla maturazione nell'ambito dei programmi di accertamento e riconoscimento del talento" (D.T. Pearson, G.A. Naughton, M. Torode, Predictability of

physiological testing and the role of maturation in talent identification for adolescent team sports, *Journal of Science and medicine in Sport*, 2006; 9, 277-287). Il successo nella prestazione atletica durante l'adolescenza è dovuta a molti fattori ed i paragoni che vengono fatti tra i giovani atleti presentano dei limiti, "il processo di riconoscimento del talento negli sport (di squadra) è complesso e la previsione del successo è imperfetta". La crescita e la maturazione sono importanti, ciononostante non sono i soli fattori determinanti in una prestazione di alto livello, essendo parte di un insieme di fattori biologici e comportamentali connessi alle caratteristiche richieste in specifici sport.

Consideriamo quindi i fattori antropometrici tenuti in maggior conto nelle selezioni dei giovani atleti e l'eventuale influenza esercitata su di essi dall'allenamento.

#### **7.4. Altezza**

Le altezze dei giovani atleti nella maggior parte degli sport e di entrambi i sessi (ad eccezione della ginnastica che interessa atleti con un profilo costante di bassa statura) sono uguali o superano le mediane di riferimento. Sono riscontrabili delle variazioni in rapporto al ruolo e/o alla competizione nell'ambito di alcuni sport, ad esempio nell'atletica leggera, gli atleti nei salti e nei lanci tendono ad essere più alti dei velocisti e dei fondisti (Malina, 2004). I dati longitudinali riferiti ad atleti giovani nel lungo periodo, peraltro molto scarsi, suggeriscono che l'altezza non sia sostanzialmente influenzata dall'allenamento sportivo, infatti i tassi di crescita stimata per gli atleti di entrambi i sessi in molti sport, siano riconducibili ai parametri previsti per i non-atleti (sempre considerando che molti atleti vengono già selezionati per le loro caratteristiche morfometriche in base allo sport praticato).

## **7.5. Peso e Composizione corporea**

Il peso corporeo di per sé presenta un modello simile a quello dell'altezza. Il peso corporeo della maggior parte degli atleti giovani di diverse discipline sportive tende ad essere uguale, in media, o superiore alle mediane di riferimento. Riguardo alla costituzione corporea, la stima della percentuale della massa grassa (FM%) viene effettuata in rapporto ai dati relativi ai non praticanti della stessa età e dello stesso sesso. L'allenamento regolare influenza la composizione corporea: "Gli atleti ed i non-atleti maschi mostrano entrambi un calo della FM% durante l'adolescenza, ma gli atleti hanno una percentuale più bassa quasi ad ogni età (R.Malina, Giovani atleti: crescita, maturazione ed influenza dell'allenamento, in "Le basi scientifiche dell'allenamento in atletica leggera"). Ciò è maggiormente evidente nelle atlete di sesso femminile, infatti la FM% non aumenta molto nelle atlete, come al contrario accade normalmente nelle non-atlete della stessa età. Alla diminuzione della FM% si accompagna talvolta un aumento della massa magra (FFM%) soprattutto in coincidenza di un periodo di allenamento più intenso (Meleski e Malina, 1985). Le modificazioni relative alla massa grassa dipendono dall'allenamento sistematico e continuo, infatti quando l'allenamento viene sospeso o ridotto significativamente si assiste ad un aumento della FM% mentre quando l'allenamento viene ripreso o ri-intensificato tende a riabbassarsi.

Un'altra importante riflessione da farsi riguardo all'allenamento ed i suoi possibili effetti sui giovani atleti concerne il tessuto scheletrico e muscolare.

## **7.6. Relazioni fra allenamento, mineralizzazione ossea e maturità sessuale**

Generalmente si associa un maggiore contenuto di minerale osseo nel tessuto scheletrico nei giovani atleti adolescenti sottoposti ad un allenamento regolare. Ciò riguarda buona parte degli sport. Ma in alcune giovani atlete, in contrasto con l'influenza positiva di un regolare allenamento sportivo sulla mineralizzazione ossea, un allenamento di eccessiva intensità associato ad una alterazione del menarca, può comportare una perdita di minerale osseo. Di ciò bisogna certamente tener conto, soprattutto se lo sport praticato richiede diete restrittive, come per la ginnastica e la danza, o se sono presenti dei disturbi alimentari nelle giovani atlete da allenare.

## **7.7. Rischi associati all'allenamento con carichi**

Alcuni atleti tendono a subire strappi muscolari e deformazioni dei dischi intervertebrali sia in gara che in allenamento. Per evitare che questo accada, è necessario seguire alcune precauzioni fondamentali. Le lesioni ai muscoli possono dipendere da squilibri nella forza dello stesso gruppo muscolare o da scarsa irrorazione causata dal freddo o dalla stanchezza. E'utile, per prevenire questo tipo di infortuni, apprendere bene l'esercizio prima di aumentare il carico, svolgere un adeguato riscaldamento e mantenerlo, non sovraccaricare muscoli già stanchi e cessare l'allenamento in caso di dolori muscolari.

Per evitare lesioni al ginocchio, ai menischi principalmente, oltre ad evitare esercizi troppo intensi ed uniformi come per le altre articolazioni maggiormente esposte a lesioni, è

opportuno evitare accosciate profonde durante lavori intensi e prolungati, indossare calzature appropriate e soprattutto controllare la posizione dei piedi.

Infine, ma di fondamentale importanza, allo scopo di proteggere le strutture del rachide è necessario evitare carichi ripetuti sulla colonna nella stessa seduta di allenamento, eseguire esercizi di e in scarico per la colonna, **rinforzare la muscolatura addominale, dorsale e quella profonda dei muscoli antigravitari o posturali, mantenere la colonna vertebrale in posizione corretta al fine di un'equa distribuzione del carico a livello dei dischi intervertebrali.**

## 8. MATERIALI E METODI UTILIZZATI PER LA RICERCA

### 8.1. Descrizione dello studio e del campione

Questo studio sperimentale si è posto l'obiettivo di analizzare dal punto di vista antropometrico e posturale, un gruppo di atleti adolescenti che pratica l'Atletica Leggera e si appropria ad un primo orientamento più specialistico nella prossima stagione. Le analisi sono state condotte in due fasi differenti della stagione atletica e dell'allenamento: la prima, il 28 maggio, al culmine della preparazione atletica, che va da Aprile a Giugno a cui seguono alcune delle competizioni più importanti, e la seconda, fra l'1 ed il 3 di settembre, al termine di tale periodo. L'intento di questa valutazione è stato di considerare se gli effetti dell'allenamento praticato, in relazione alle caratteristiche fisiche dei giovani atleti coinvolti avessero apportato loro dei vantaggi, se fosse ben condotto o se invece fosse necessario modificarlo alla luce dei dati raccolti.

Le analisi posturali ed antropometriche di questo studio, sono state eseguite all'interno del "Centro Interdipartimentale di Morfologia, Biometria e Composizione Corporea" dell'Università di Parma, Facoltà di Medicina e Chirurgia.

Il campione che si è sottoposto allo studio sperimentale è composto da tredici ragazzi fra i 14 e i 15 anni di cui tre maschi e dieci femmine, appartenenti alla squadra di atletica denominata "Self Atletica" nelle categorie degli "Allievi" e "Cadetti". I giovani atleti non si sono ancora specializzati in una sola disciplina, poiché gli allenatori e la società rispettano negli allenamenti le indicazioni relative alla particolare fascia di età, facendo attenzione alle problematiche dell'accrescimento.

L'allenamento cui sono sottoposti annualmente i ragazzi viene suddiviso in due fasi principali: un primo Periodo preparatorio a cui segue un Periodo agonistico.

**In accordo con i due tecnici è stata decisa l'introduzione di alcuni esercizi posturali nel contesto degli allenamenti specifici per la preparazione atletica. Si è considerato molto utile, soprattutto trattandosi di ragazzi in accrescimento, dare loro degli strumenti di**

migliore conoscenza della propria postura attraverso esercizi di educazione posturale, insieme ad esercizi di mobilizzazione e stabilizzazione del rachide volti a proteggere le strutture muscolo-scheletriche da eccessive o errate sollecitazioni. Gli esercizi sono stati personalizzati ed insegnati in progressione, una volta appresi gli esercizi di educazione posturale, i ragazzi si sono dedicati a quelli di mobilizzazione e di stabilizzazione del rachide.

### 8.1.1. Periodo Preparatorio ( ottobre – marzo)

#### **Preparazione Atletica:**

1. 50% di potenziamento generale
2. 30% di insegnamento generale della tecnica delle specialità
3. 20% di potenziamento muscolare specifico

**Esercizi di educazione posturale:** in decubito supino ad arti inferiori tesi per la percezione delle curve rachidee osservare l'ampiezza delle zone di contatto con il suolo da fermi, e avvertirne le variazioni, attraverso la collocazione di una o più palline di spugna o piccoli oggetti comprimibili in corrispondenza delle curve, tra il soggetto ed il suolo, elevando ed abbassando gli arti superiori, dapprima in modo alternato, poi contemporaneamente, in modo da percepire chiaramente l'accentuarsi della lordosi lombare. Lo stesso esercizio è ripetuto in stazione eretta, in appoggio ad una parete.

**Esercizi di mobilizzazione del bacino,** antero-retroversione in posizione supina ed in stazione eretta con il grounding; posizione base: in stazione eretta, con i piedi paralleli ed equidistanti tra loro per la larghezza del bacino, eseguire una piccola flessione degli arti inferiori, spostando il peso del corpo sugli avampiedi senza però sollevare i talloni, le ginocchia allineate ai piedi, la lordosi lombare conservata e le braccia allungate ai lati del corpo, il

mento leggermente arretrato e la testa sul prolungamento del rachide. Da questa posizione di equilibrio eseguire i movimenti di antero-retroversione abbinati alla respirazione addominale: durante l'inspirazione, gli addominali si rilassano e l'addome si gonfia, ponendo il bacino in anteroversione ed evidenziando la lordosi lombare, mentre in fase espiratoria avviene il movimento inverso, infatti gli addominali si contraggono, l'addome si retrae, il bacino è in retroversione, la lordosi lombare è ridotta. Il grounding permette agli arti inferiori di svolgere la loro funzione di sostegno ed ammortizzamento in ogni situazione che comporti uno sforzo od uno stress all'apparato muscolo-scheletrico, mantenendo un buon equilibrio ed un perfetto controllo specialmente durante l'esecuzione di diversi gesti atletico-sportivi. "La funzione ammortizzante degli arti inferiori abbinata al mantenimento delle curve fisiologiche è la condizione che garantisce la migliore protezione alla colonna vertebrale"(Back School, B.Toso, 2008).

### 8.1.2. Periodo Agonistico ( aprile -giugno )

#### **Preparazione atletica:**

1. 60% di insegnamento specifico delle specialità
2. 20% di potenziamento generale muscolare (principalmente durante il riscaldamento)
3. 20% di potenziamento muscolare specifico

Le percentuali suddette sono state modificate con gradualità .

L'Allenamento per il potenziamento muscolare generale :

- esercizi per il tronco ( anche con utilizzo della bacchetta )
- addominali

- dorsali
- flessori delle anche
- braccia e spalle ( flessioni sulle braccia prona e supina )
- muscolazione delle gambe e potenziamento articolazione della caviglia ( ½ squat a carico naturale )

Esercizi per migliorare la coordinazione ( con le andature come il passo saltellato, il passo stacco, etc. ed anche coordinando l'alternanza o la contemporaneità dell'uso dell'arto inferiore con l'arto superiore, esercizi per migliorare la coordinazione oculo-manuale).

Esercizi per piedi e caviglie con molleggi, estensioni e balzi a piedi pari con e senza riferimenti.

Esercizi di equilibrio (anche sulla palla medica ) e di propriocezione.

Stretching attivo ( con slanci ).

Salti con la corda per equilibrio, coordinazione, ritmo.

Il potenziamento muscolare specifico riguarda :

- lanci della palla medica (con e senza piegamenti sulle gambe, con una o entrambe le braccia, frontali o laterali)
- Introduzione dei balzi alternati e successivi
- Esercitazioni di marcia (rullata, marcia sul posto, con movimenti delle braccia, etc.)

**Esercizi posturali per la stabilizzazione del rachide:** sono esercizi volti a proteggere e conservare le curve fisiologiche della colonna vertebrale attraverso il controllo posturale e la stabilizzazione del rachide, grazie all'attivazione dei muscoli della regione dorso-sacrale e della parete addominale insieme alla capacità di gestione del movimento senza provocare un'eccessiva alterazione nell'ampiezza delle curve stesse.

Il “**dead bug**”: è un esercizio che accomuna diverse scuole di ginnastica posturale, nel metodo Mc Kenzie ne esiste una variante, quella che i giovani atleti hanno appreso è ispirata alla Back School, lo scopo che ho ricercato è preventivo rispetto alle alterazioni della colonna durante il gesto atletico. Si esegue in posizione supina con il mento leggermente abbassato, arti inferiori flessi, piedi paralleli e braccia lungo i fianchi. Inizialmente si è insegnato ad estendere gradualmente ed in modo alternato gli arti inferiori verso l’alto passando da una loro flessione sull’addome anche passiva, ove necessario, in modo da raggiungere la postura in decubito dorsale con arti inferiori a 90° (è una delle posture più utilizzate anche nel metodo Mezieres) sempre cercando di “mantenere”le curve fisiologiche; in un secondo momento sono stati coinvolti gli arti superiori che vengono alzati e abbassati alternativamente rispetto all’estensione sempre alternata degli arti inferiori, fino a raggiungere l’estensione contemporanea di un arto superiore insieme all’arto inferiore opposto, controllando simultaneamente l’ampiezza delle curve attraverso la contrazione dei muscoli addominali che agiscono da stabilizzatori.



**Figura 14 - Stabilizzazione in quadrupedia**

**Stabilizzazione in quadrupedia**: anche questo esercizio è utilizzato analogamente in diverse ginnastiche posturali, in particolare nella pratica del metodo Pilates è chiamato “swimming intermedio”. Nella posizione quadrupedica sono sollecitati come stabilizzatori i muscoli estensori del rachide. La posizione di base prevede che gli arti superiori, distesi, siano

paralleli alle cosce, con il peso del corpo ben distribuito sui quattro appoggi, nel frattempo si ricerca la posizione nella quale sono conservate le tre curve fisiologiche, per cui lo sguardo deve cadere tra le mani e l'addome contenere la spinta di gravità sui visceri verso terra. Da questa posizione, espirando, si eleverà un arto superiore teso in avanti e contemporaneamente, l'arto inferiore opposto verrà esteso alla medesima altezza sul prolungamento dell'anca, senza modificare le curve del rachide. Ricercare la posizione di equilibrio per qualche istante, quindi ritornare nella posizione iniziale inspirando, ripetere l'esercizio con gli arti controlaterali non coinvolti.

### Competizioni

Allo scopo di individuare un qualche orientamento individuale fra le specialità praticate dai ragazzi possiamo citare le competizioni che hanno affrontato con maggior frequenza e/o le gare che hanno affrontato in occasione dei "Societari" :

#### **Gli "Allievi"**

A.F. = 80m.-Salto in Lungo - Staffetta 4x100m  
C.G. = Giavellotto - 1000 m  
B.A. = Salto in Alto – 1000m  
F.E. = Salto in Alto – 80m – staffetta 4x100m  
G.S. = 80 hs (ostacoli) – Salto in Lungo -80m – staffetta 4x100m  
M.E. = 300 hs – Salto in Lungo -1000m  
V.V. = 80m – 300m –Salto in Lungo – staffetta 4x100m  
V.S. = marcia 3km – Salto in Lungo  
V.M. = marcia 2km – Lancio del peso – vortex – 1000m  
P.G. = 1000m -2000m

#### **I "Cadetti" :**

A.M. = 300m – Salto in lungo – staffetta 4x100m.  
C.S. = 80m. – staffetta 4x100m.  
P.M. = Salto in Lungo -80m – 300m hs – staffetta 4x100m.

## 8.2. Materiali e metodi

Di seguito vengono riportati i materiali usati per l'analisi antropometrica, posturale e del rachide.

### 8.2.1. Materiali usati per Analisi ANTROPOMETRICA

Sono stati rilevati **i dati Antropometrici** : età, peso, altezza, Body Mass Index; e la **composizione corporea** nelle sue principali componenti: % di grasso corporeo, massa grassa, massa magra scheletrica e massa muscolare scheletrica.

Per la misurazione delle caratteristiche antropometriche ci si è serviti quindi dei seguenti strumenti:

- I. Statimetro (Harpenden):** fa parte dello strumentario antropometrico ed è utilizzato per la misura della statura in piedi; è costituito da un'asta metallica graduata in cm., perpendicolare alla base su cui si poggiano i piedi, e da un braccio mobile a squadra che scorre verticalmente lungo l'asta centimetrata. Lo statimetro utilizzato in questo studio è un Harpenden certificato.
- II. Analizzatore del peso e della composizione corporea (InBody230) :** rileva la composizione corporea, oltre a determinare il peso del soggetto, basandosi sul metodo BIA, compiendo quindi un'analisi segmentale basata sui principi della Bioimpedenziometria, avvalendosi di elettrodi tattili tetra polari. La misurazione segmentale è una tecnologia che considera il corpo come un insieme di cinque cilindri: quattro sono costituiti dagli arti e uno dal tronco, InBody230 misura l'impedenza di queste parti separatamente. L'esame della composizione corporea fornisce misurazioni segmentali dell'acqua corporea, della massa muscolare, della massa grassa libera o FFM%. Basandosi sul fatto che la FFM consiste del 73.3% di fluido

corporeo, si può considerare che questo rifletta la distribuzione di FFM. Dato che InBody230 può analizzare la distribuzione segmentale del fluido corporeo, separatamente per ogni arto superiore e inferiore oltre che del tronco, esso esamina quindi lo sviluppo segmentale del soggetto sottoposto a misurazione.

### 8.2.2. Materiali usati per Analisi POSTURALE

Per la valutazione sia della distribuzione dei carichi plantari e della stabilità in ortostatismo che delle curve del rachide ci si è serviti della seguente strumentazione:

- ✓ ***Podata (componente del Sistema di analisi Posturale Globale GPS 400)***: è una pedana posturo – stabilometrica in bilaminato con piano d'appoggio in cristallo (cm. 47 x 99 x 47h), bipodalica con podoscopio incorporato collegato direttamente con il PC che permette di eseguire una fotografia con una web cam dell'appoggio podalico del soggetto da esaminare. E' un sistema a dotato di sei celle di carico posizionabili nei punti corrispondenti al primo, al quinto metatarso ed al tallone in modo da rilevare i carichi relativi. Il principio di funzionamento è quello della ripartizione dei carichi su di una linea per cui conoscendo la posizione della cella il software Global Postural System riesce a calcolare il carico sui rispettivi appoggi.

**La pedana Podata è in grado di fornirci :**

- La proiezione al suolo del Baricentro del soggetto
- La dinamica di tale proiezione al momento dell'osservazione compresi i piccoli movimenti attorno a tale punto ( il Gomitolo )
- La localizzazione e la dinamica del baricentro di ciascun piede
- La ripartizione del carico fra piede destro e sinistro
- La ripartizione del carico fra 1° metatarso, 5° metatarso ed il tallone

Analizzando questi dati è possibile valutare disfunzioni e patologie in campo posturale, da quelle vestibolari ed ortopediche a quelle odontoiatriche e podologiche.

**I parametri principali che si possono verificare sono :**

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

E' importante notare che la tendenza a deviare verso destra o sinistra non è in relazione diretta con l'essere destrimane o mancino. La pedana posturometrica è utile non solo ai fini diagnostici ma può essere utile strumento per oggettivare i comportamenti posturali e tenere in memoria la situazione attuale e confrontarla con quella degli esami futuri.

La Stabilometria ha introdotto la misurazione nell'osservazione dei fenomeni di controllo della postura in ortostatismo, fornendoci la distribuzione di diversi parametri che identificano una postura in stazione eretta che rientri nel range di normalità. Si può quindi affermare se il comportamento di un soggetto sia o meno ascrivibile entro tali limiti di normalità. Ciò non significa misurare l'equilibrio del soggetto, bensì la sua stabilità, in quanto proprietà di un corpo disturbato nel suo equilibrio, di ritornare nel suo stato. L'equilibrio in senso fisico non è misurabile ma si può soltanto definire come uno stato limite ideale verso cui tende l'uomo in stazione eretta.

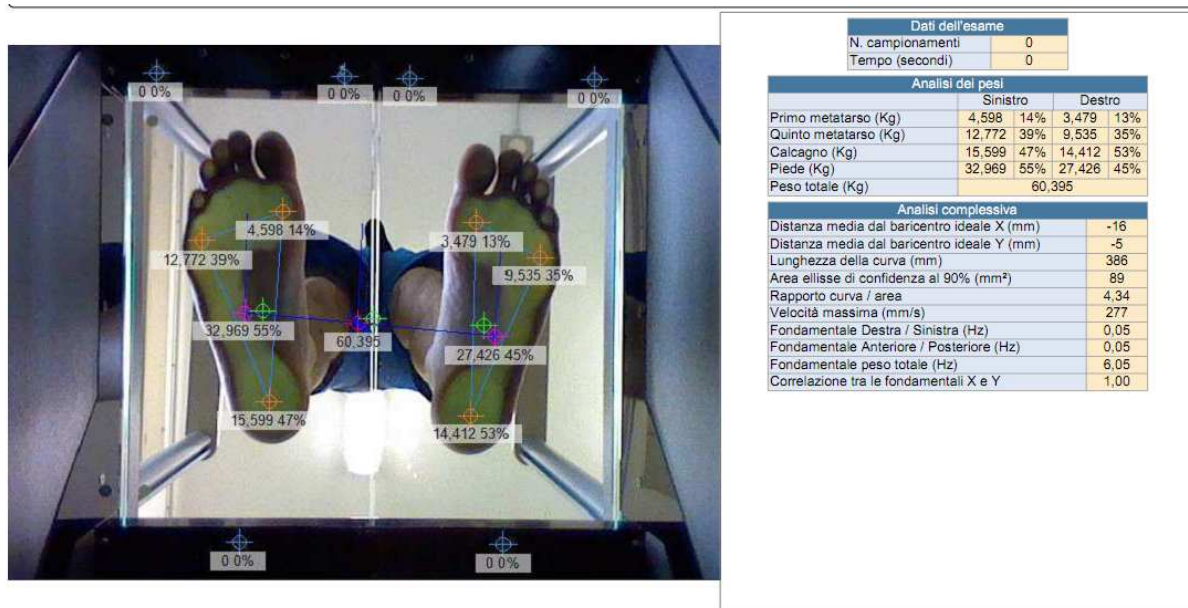


Figura 15 – Esempio di misure stabilometriche

### 8.2.3. Materiali usati per Analisi del RACHIDE

La valutazione delle curve del rachide sono state effettuate (per valutare) sia in posizione eretta che in massima flessione ed estensione. A tal fine sono state utilizzate le seguenti strumentazioni:

✓ **Analizzatore posturale Lux (componente del Sistema di analisi Posturale Globale GPS 400)**

è strutturato da una pedana in bilaminato con piedini regolabili (cm 80 x 72 x 225 h). Le due aste laterali in alluminio sono complete di misuratori millimetrati dove scorrono i cursori con i fili per l'allineamento posturale **Verticale di Barrè** = L'esame della verticale si effettua con il soggetto che deve rimanere immobile, rilasciato, con le braccia lungo il corpo, con lo sguardo all'altezza degli occhi. L'osservatore allinea l'occhio rispetto ai due fili a piombo per rilevare la posizione media, tra le oscillazioni posturali della piega glutea, della spinosa di L3, della spinosa di C7 e del vertice, in rapporto al piano verticale sagittale mediano intramalleolare. Se tali riferimenti non si trovano sul piano di Barrè, il soggetto non è in condizioni normali...Di profilo,..il miglior riferimento biomeccanico è il punto in cui si

proietta, normalmente, la verticale di gravità..il bordo posteriore dell'apofisi stiloide del quinto metatarso, ne rappresenta una buona approssimazione. Un filo a piombo allineato su tale bordo posteriore deve, normalmente, proiettarsi in mezzo alla coxo-femorale ed all'acromion. Il condotto uditivo esterno si trova un po' in avanti di circa 1 cm. (P.M.Gagey, B.Weber "Posturologia", 2000).

- ✓ **Spinal Mouse**: innovativo dispositivo elettro – meccanico, non invasivo che, tramite un PC cui è connesso via bluetooth e grazie ad un accurato software consente la misurazione di postura e mobilità della colonna vertebrale ( evitando emissioni di RX ) permettendo quindi una valutazione di tipo funzionale del rachide sia sul piano sagittale che su quello frontale. Lo strumento ha una struttura adatta ad una ottimale rilevazione delle curve della colonna vertebrale infatti lo Spinal Mouse è guidato manualmente lungo il rachide durante la misurazione, facendolo scorrere lungo i processi spinosi; al suo interno è presente un goniometro in grado di rilevare le angolazioni delle singole vertebre ed un inclinometro atto a valutarne l'inclinazione; questi due supporti lavorano contemporaneamente ed i dati che acquisiscono vengono inviati tramite onde radio ad una ricevente collegata al computer che visualizza ed immagazzina i dati raccolti permettendo così all'operatore di poterli interpretare. Tutte le misurazioni riguardo gli angoli segmentali sono registrate e visualizzate attraverso grafici funzionali : gli angoli di inclinazione tra i corpi vertebrali, gli angoli totali relativi ai segmenti lombari e dorsali, l'inclinazione del sacro e della colonna vertebrale nel suo insieme. Il rachide viene riprodotto e visualizzato in tempo reale via software sullo schermo del PC .



**Figura 16 - Spinal Mouse**

I gradi angolari misurati descrivono la postura della colonna vertebrale:

- Valori angolari positivi indicano un angolo cifotico
- Valori angolari negativi indicano un angolo lordotico

Il software dello Spinal Mouse attraverso il confronto con i valori di norma e/o con differenti posture permette di evidenziare la capacità di escursione del rachide e di rilevare eventuali situazioni di Ipo ed Iper Mobilità di ogni segmento vertebrale.

### **8.3. Metodi utilizzati per l'esame Antropometrico e Posturale**

#### 13.3.1. Esame Antropometrico

Durante la prima visita, i ragazzi, scalzi e vestiti di indumenti minimi, sono stati misurati in altezza utilizzando lo Statimetro a parete. Una volta rilevata l'altezza, e dopo aver impostato anche gli altri dati anagrafici, il nome, l'età ed il sesso di ognuno di loro, sono stati invitati a salire sulla bilancia bioimpedenziometrica (InBody230) per la valutazione della composizione

corporea e delle dimensioni corporee complessive : statura e peso. A partire da questi due dati è possibile calcolare l'Indice di Massa Corporea attraverso la formula :  $BMI = \text{Peso} / (\text{Altezza})^2$ , espresso in  $\text{Kg} / \text{m}^2$ , che rappresenta semplicemente un indicatore per la valutazione del livello di obesità del soggetto senza considerarne la composizione corporea. Lo strumento utilizzato identifica un BMI standard corrispondente a 22 per il sesso maschile e a 21,5 per il sesso femminile.

Durante la misurazione, i ragazzi devono posizionarsi in piedi sulla bilancia, a braccia distese e staccate dal tronco, evitando il contatto diretto tra le braccia, all'altezza delle ascelle, ed il tronco e, tra le gambe, a livello della parte alta delle cosce, cercando di rimanere rilassati e fermi, mantenendo sempre la medesima postura.

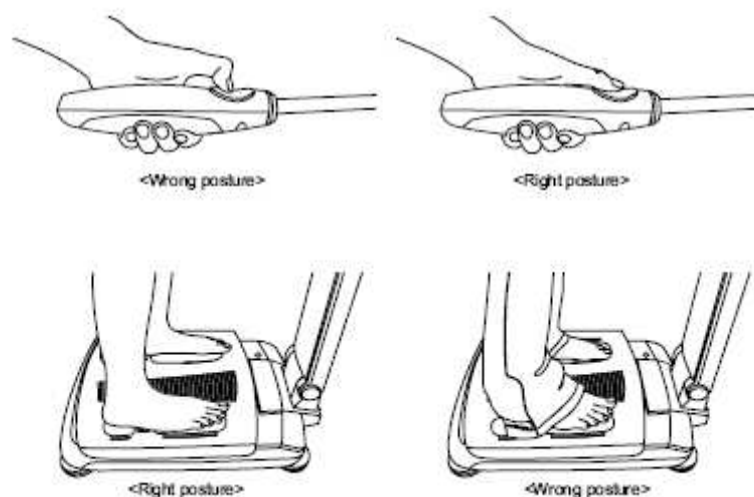


**Figura 17 - Posizione su InBody**

Il pesapersona InBody230 per la misurazione della composizione corporea si avvale di un sistema tetrapolare di elettrodi tattili ad 8(otto) punti : due per ogni mano, in corrispondenza del pollice e del resto del palmo ed altri due per ogni piede relativamente al tallone ed alla pianta. Riguardo gli elettrodi palmari, questi vanno impugnati afferrando le manopole dei bracci laterali della bilancia bioimpedenziometrica in modo tale da porre il

pollice a coprire il cuscinetto superiore della maniglia mentre gli altri elettrodi vanno tenuti con il resto della mano. I piedi nudi andranno posti a contatto con gli elettrodi relativi : il tallone sull'elettrodo circolare posteriore, il resto della pianta sulla parte ellittica dell'elettrodo anteriore.

Il peso preciso del soggetto misurato, dopo qualche oscillazione, comparirà automaticamente nella colonna " Weight ", la misurazione dura circa trenta secondi ed i risultati relativi alla composizione corporea sono mostrati sullo schermo LCD mentre il ragazzo si trova ancora sull'apparecchio.



**Figura 18 - Posizione corretta      Posizione Errata**

InBody230 è in grado di determinare, oltre al peso del soggetto, anche la sua composizione corporea ed in particolare: la massa muscolare scheletrica (MM), la massa di grasso corporeo (FM), l'acqua totale presente nel corpo (TBW), la massa magra o priva di grassi (FFM) e le sue componenti. Questa bilancia bioimpedenziometrica permette di compiere una precisa diagnosi di obesità, consentendo di analizzare il grado di obesità in modo accurato ed utile, attraverso tre parametri fondamentali : l'Indice di Massa Corporea (di cui

abbiamo già detto), la Percentuale di Grasso Corporeo (Percent Body Fat) ed il Rapporto tra la Circonferenza della vita e la Circonferenza dei Fianchi (Waist-Hip Ratio).

La "Percent Body Fat" indica la percentuale di grasso corporeo in relazione al peso corporeo. La percentuale di grasso corporeo standard nell'uomo è rappresentata dal 15% mentre nelle donne tale percentuale sale al 23%, l'intervallo consentito di grasso corporeo per gli uomini corrisponde al 10 - 20% del peso standard, nelle donne invece corrisponde al 18 -28% del peso standard. Per ragazzi di età inferiore ai diciotto anni, è utilizzato uno standard differente.

Il "Waist-Hip Ratio" (WHR) indica il rapporto Circonferenza vita/Circonferenza fianchi. Gli intervalli standard sono rappresentati da 0,80 - 0,90 per il sesso maschile e 0,75 - 0,85 per il sesso femminile. L'obesità addominale è diagnosticata in caso di un risultato superiore a 0,90 per il sesso maschile e 0,85 per il sesso femminile.

La "Massa Magra Segmentale" mostra il livello della massa muscolare segmentale considerando il peso del soggetto esaminato(tronco, arti inferiori ed arti superiori).

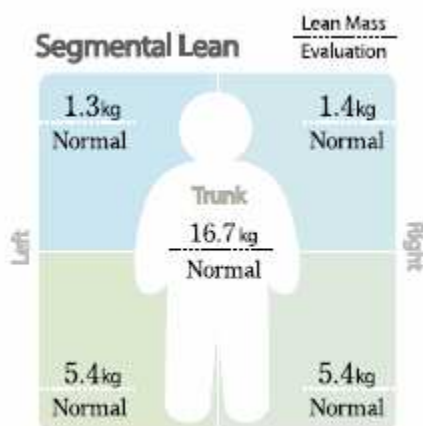


Figura 19 - Massa magra

La "Massa Grassa Segmentale" mostra la percentuale di grasso corporeo e la sua valutazione nell'insieme.

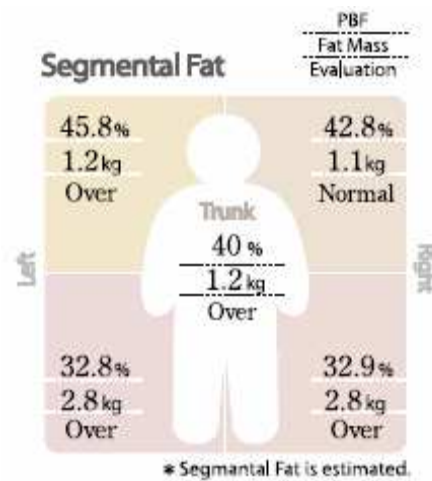


Figura 20 - Massa grassa

La bilancia InBody230 consente inoltre di controllare il rapporto grasso-muscoli :

“Muscle – Fat Control” ( Controllo Grasso – Muscoli )

Controllo muscoli (Kg) = indica la quantità di massa muscolare che deve essere controllata. I segni (+) e (-) rappresentano l’incremento o la diminuzione nella quantità da controllare.

Controllo Massa grassa (Kg) = indica la quantità di massa grassa che va controllata.

L’incremento o la diminuzione nella quantità da controllare sono individuati dai segni (+) e (-)

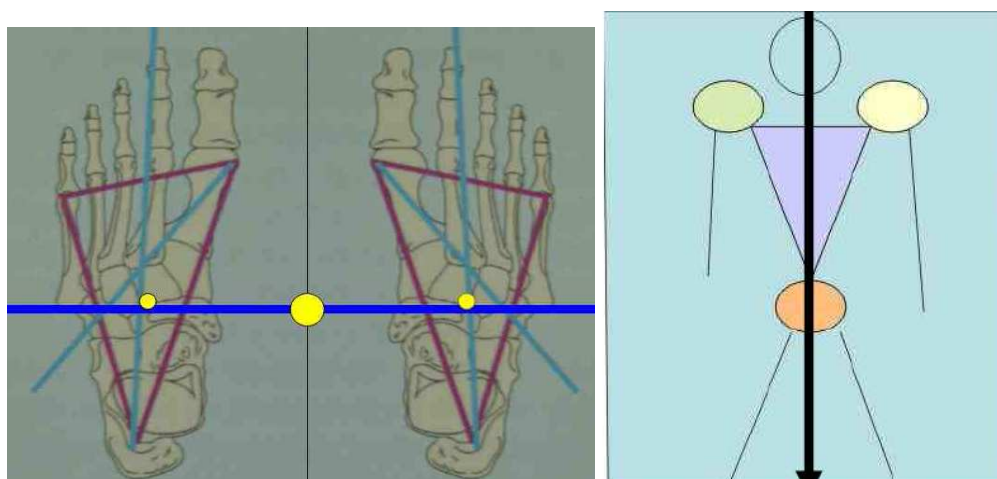
I dati antropometrici che abbiamo considerato in questo studio relativamente ai giovani atleti esaminati sono: età, sesso, peso, altezza, BMI, percentuale di grasso corporeo, massa grassa, massa magra scheletrica, massa muscolare scheletrica.

### 13.3.2. Esame Posturale

L’analisi posturale permette una valutazione visiva del giovane atleta (nel nostro caso) al fine di stabilire la sua posizione rispetto ad una postura ideale. La valutazione è stata effettuata relativamente sia alla distribuzione dei carichi podalici e alla stabilità dei soggetti in ortostatismo che alle curve del rachide in posizione eretta e massima flessione/estensione.

### 13.3.3. Esame su Pedana Posturo-stabilometrica

Il soggetto viene invitato ad appoggiare i piedi nudi, dopo aver compiuto uno o due passi sul posto, in posizione di libertà ma tenendoli possibilmente allineati e cercando di distribuire il proprio peso equamente, sul piano d'appoggio in cristallo della Podata in modo che possa essere visualizzato e fotografato l'appoggio podalico e l'immagine del piede attraverso una web cam. E' già stato descritto come e cosa rilevi questa pedana stabilometrica, in particolare ci interessano per questo studio i parametri utili per determinare ed analizzare l'appoggio plantare oltre a quelli che descrivono il cosiddetto "gomitolo", ovvero la proiezione a terra del baricentro del corpo con le sue oscillazioni intorno a tale punto.



**Figura 21 - Proiezione a terra del baricentro a destra e baricentro a sinistra**

Le pedane posturo-stabilometriche ci permettono una integrazione delle informazioni riguardanti il baricentro del corpo della persona in un dato tempo rispetto alla condizione di equilibrio ideale, con la valutazione della strategia posturale attuata dal soggetto tramite l'analisi della distribuzione dei carichi sui pilastri d'appoggio podalico (Stabilometria = concerne la valutazione della posizione del baricentro di un soggetto rapportata alla

condizione di equilibrio ideale; Posturometria = consiste nella valutazione della strategia posturale attuata, in base agli appoggi podalici).

La fotografia del piede e del suo appoggio ci forniscono delle informazioni fondamentali quali la tipologia del piede: se piatto oppure cavo o normale, insieme alle caratteristiche del carico monopodalico che, se correttamente distribuito, dovrebbe avere il 50% del peso sul singolo arto a livello del tallone, il 17% sul quinto metatarso ed il rimanente 33% sul primo metatarso.

I parametri considerati in questo studio riguardanti l'appoggio plantare, sono: le percentuali di distribuzione del peso totale sia sul piede destro che sul sinistro, le percentuali di distribuzione del peso relative al 1°, al 5° metatarso ed al tallone su ciascun piede; i parametri analizzati rispetto alla curva tracciata al suolo dalla proiezione del baricentro del giovane atleta sono: la lunghezza della curva, l'area dell'ellisse di confidenza, il rapporto curva /area.

L'esame su Podata viene eseguito una prima volta ad occhi aperti ed una seconda volta ad occhi chiusi mantenendo il giovane atleta nella medesima posizione. Generalmente da questo secondo esame si rilevano : o variazioni di poco significato rispetto all'esame ad occhi aperti, o una situazione di peggioramento della stabilità del soggetto, il che conferma l'importante ruolo delle afferenze visive al mantenimento dell'equilibrio, oppure un miglioramento, da valutarsi.

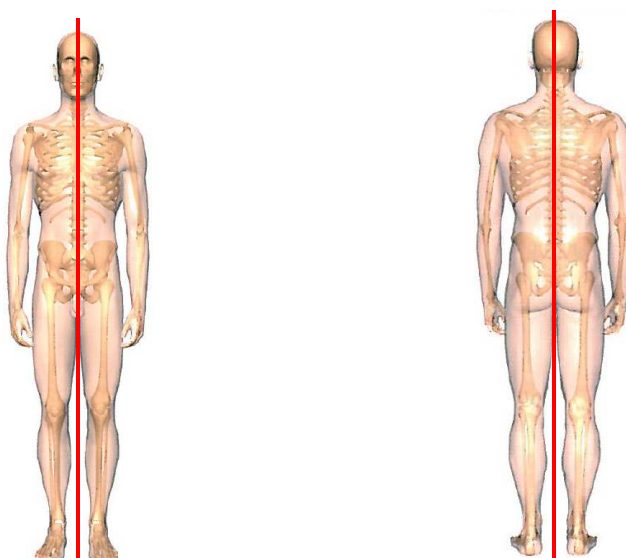
#### 13.3.4. Valutazione del rachide mediante verticale di Barrè

La posizione deve essere verificata sui tre piani : Il Piano Sagittale (i segmenti corporei saranno o flessi o estesi ), Il Piano Frontale (i segmenti del corpo potranno essere addotti o abdotti, inclinati in convessità o in concavità, sollevati o abbassati), Il Piano Orizzontale o Trasversale (i segmenti del corpo ruotano).

La valutazione posturale di un soggetto prevede la sua osservazione in ortostatismo posto dietro un filo a piombo di riferimento. Il filo a piombo è collocato in un punto fisso, standard, che nel piano frontale è al centro del poligono di appoggio determinato dai piedi. La prima osservazione è eseguita su di un piano orizzontale, su cui sono disegnate le impronte podaliche utili al soggetto per ritrovare la posizione corretta dei piedi. Il soggetto esaminato, nel nostro caso il giovane atleta, che abbiamo detto essere a piedi nudi e vestito di un abbigliamento minimo, si deve porre in una posizione il più possibile rilassata, immobile, con le braccia lungo i fianchi e con lo sguardo rivolto all'orizzonte (al piano di Francoforte). Nella visione frontale si pone l'attenzione sull'atteggiamento della testa, l'allineamento delle spalle, la posizione delle scapole, l'anatomia del torace. Si valuta inoltre la posizione delle Spine Iliache Antero Superiori, lo spazio tra arto superiore e fianco, il triangolo della taglia, le pieghe ai fianchi, l'anatomia del bacino, l'allineamento delle pieghe sottoglutee, l'anatomia del ginocchio, la posizione del piede ed infine qualunque deviazione del rachide. In sostanza in una osservazione Antero-Posteriore, Frontale, la verticale determinata dal filo a piombo deve coincidere con la linea mediana del capo e del tronco, le spalle saranno alla stessa altezza, il bacino sarà orizzontale con le spine iliache superiori sullo stesso piano, sarà equidistante dai margini mediali degli arti inferiori e dei talloni, gli arti inferiori non saranno atteggiati in varismo o in valgismo. È importante notare anche ogni asimmetria muscolare o eccesso di oscillazione laterale di entità significativa.

Il soggetto viene poi invitato a girarsi, sempre collocando i piedi sulle impronte orientate di fianco, tracciate sulla pedana dell'analizzatore posturale utilizzato, in modo da consentire l'osservazione laterale.

Lateralmente il soggetto è posto in modo che il filo a piombo passi attraverso il punto fisso di riferimento, che è appena anteriore rispetto al malleolo esterno (laterale della fibula distale). Da qui la verticale deve passare per il meato uditivo esterno, i corpi delle vertebre cervicali, l'articolazione della spalla (acromion-clavicolare), i corpi delle ultime vertebre lombari, appena posteriormente all'articolazione dell'anca, appena al davanti dell'asse trasversale del ginocchio ed infine subito davanti al malleolo esterno, dividendo ipoteticamente il corpo in una metà anteriore ed una posteriore di uguale peso. Si rileva qualsiasi deviazione dalla norma, tra cui eccessiva flessione o estensione dell'articolazione del ginocchio, della spalla o del gomito, protrusione addominale, anomalie nello schema respiratorio, oscillazione antero-posteriore, eccessiva lordosi o cifosi, eventuale presenza di gibbi. L'osservazione va ripetuta a destra ed a sinistra, ed i risultati non sempre coincidono, dato che esistono delle rotazioni del corpo intorno al proprio asse.



**Figura 22 - Visione antero-posteriore**

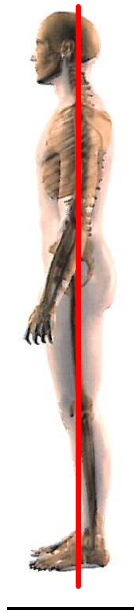


Figura 23 - Visione laterale

### 13.3.5. Valutazione del rachide mediante Spinal Mouse

Per le rilevazioni sulla colonna vertebrale effettuate tramite lo Spinal Mouse, si usa come riferimento nella porzione superiore il punto di repere dell'apofisi spinale appartenente alla settima vertebra cervicale ( $C_7$ ), anche se la misurazione inizia effettivamente a livello del disco intervertebrale di  $C_7/T_1$ , quindi il primo segmento acquisito corrisponde a  $T_1 - T_2$ . Riguardo il punto di riferimento inferiore della misurazione del rachide con Spinal Mouse è dato direttamente dall'inizio della piega interglutea. Durante questo studio sono state considerate tre posizioni nelle valutazioni eseguite nei due periodi: quella di ortostatismo statico, quella di massima flessione del busto ed infine di massima estensione posteriore.

Valutazioni eseguibili nelle tre posizioni considerate:

- In Ortostatismo si valuta la stazione eretta del giovane atleta;
- In Massima Flessione Anteriore del busto si possono valutare sia la flessibilità anteriore, che il massimo allungamento della catena cinetica posteriore;

- In Massima Estensione Posteriore il giovane atleta viene valutato riguardo la flessibilità anteriore insieme alla estensibilità della catena cinetica anteriore.

Nella misurazione effettuata in estensione, per favorire un corretto posizionamento dello Spinal Mouse il ragazzo è invitato a portare il mento verso il collo o lo sterno e porre le braccia incrociate sul petto senza reclinare all'indietro il capo ed il tratto cervicale.

Nella misurazione in stazione eretta, il giovane atleta dovrà mantenere le ginocchia estese sia durante la flessione anteriore che durante l'estensione, poiché viene calcolato il movimento dell'articolazione coxofemorale associato alla modificazione dell'angolo del sacro, che infatti non va cambiato, né variando la postura assunta né flettendo le ginocchia.

## 9. RISULTATI

### 9.1. Analisi antropometrica

I parametri antropometrici considerati in questo studio sono: età, peso, altezza, BMI, FM, % di grasso corporeo, massa magra scheletrica, massa magra muscolare. I dati ricavati sono stati ottenuti secondo il protocollo descritto nel capitolo dedicato a materiali e metodi.

Le rilevazioni sui ragazzi sono state compiute a distanza di tre mesi l'una dall'altra: la prima il 28 maggio 2010, la seconda fra l'1 ed il 3 di settembre.

Dai dati raccolti ho ricavato medie e deviazioni standard divise per sesso e per tipo di parametro. Attraverso un Test t-student ho analizzato i dati in questo modo:

- Femmine 1° valutazione vs f. 2° valutazione
- Femmine 1° valutazione vs maschi 1° valutazione
- Femmine 2° valutazione vs maschi 2° valutazione
- Maschi 1° valutazione vs maschi 2° valutazione

Da ultimo ho svolto una comparazione sempre tramite test t-student, dei dati relativi alla seconda analisi nei soggetti allenati con quelli non allenati: non si sono evidenziate differenze significative in questo breve lasso di tempo rispetto ai parametri antropometrici misurati nei due gruppi.

## 9.2. Antropometria essenziale

### 14.2.1. Altezza

Il grafico riportato in Figura 24 rappresenta visivamente il risultato dell'esame, eseguito con lo statimetro, riguardante l'altezza dei ragazzi suddivisi per sesso, nei due periodi considerati.

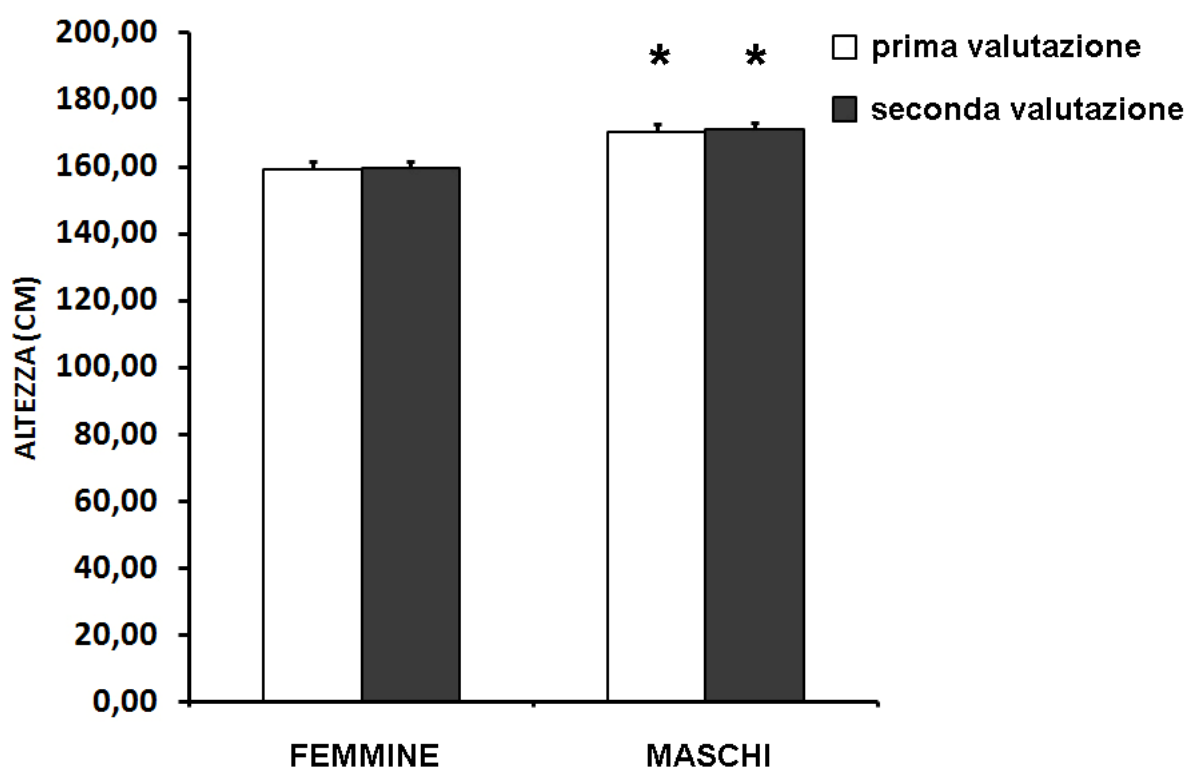


Figura 24 - Misure statimetriche

I ragazzi e le ragazze sono tutti mediamente cresciuti nel periodo considerato, pur non registrandosi un'ampia variabilità. Si mantiene però costante la differenza significativa tra i due sessi sia nella prima analisi che nella seconda.

### 14.2.2. Peso

La Figura 25 individua il grafico dei dati ricavati dalle misurazioni del peso dei giovani atleti, maschi e femmine, eseguite utilizzando la bilancia bioimpedenziometrica, durante le due analisi.

Legenda dei grafici: \* =  $p < 0.05$ : differenza maschi e femmine

# =  $p < 0.05$ : differenza fra prima e seconda analisi

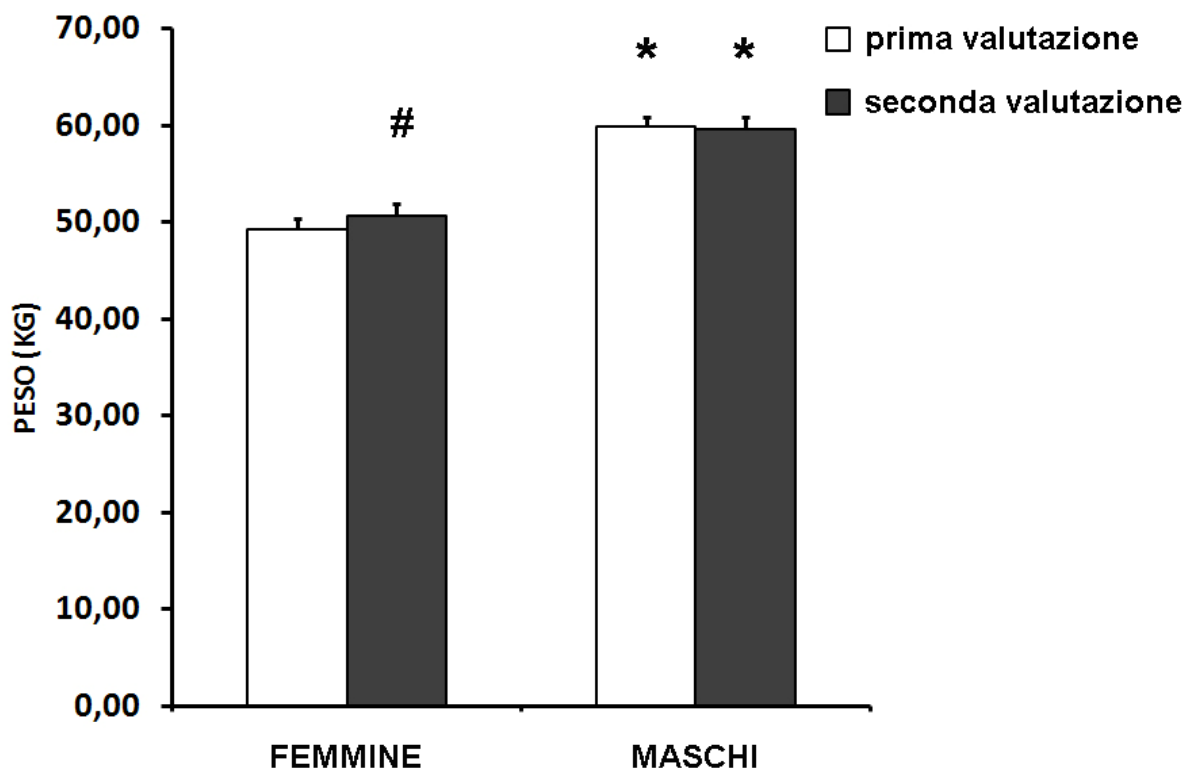


Figura 25 - Misure ponderali

Anche nel caso di questo parametro si può osservare che la differenza fra i due sessi è conservata, sia nella prima che nella seconda misurazione; si registra inoltre un incremento significativo del peso nelle femmine fra la prima e la seconda analisi, come evidenziato dal simbolo # sovrastante la colonna riferita alle atlete.

### 14.2.3. Indice di massa corporea o BMI

Il grafico riportato nella Figura 26 rappresenta l'andamento dei dati riconducibili all'indice di massa corporea, che sappiamo venire calcolato grazie alla formula :  $\text{peso}/\text{altezza}^2$ , sulla base dei parametri di peso ed altezza precedentemente misurati sui medesimi soggetti.

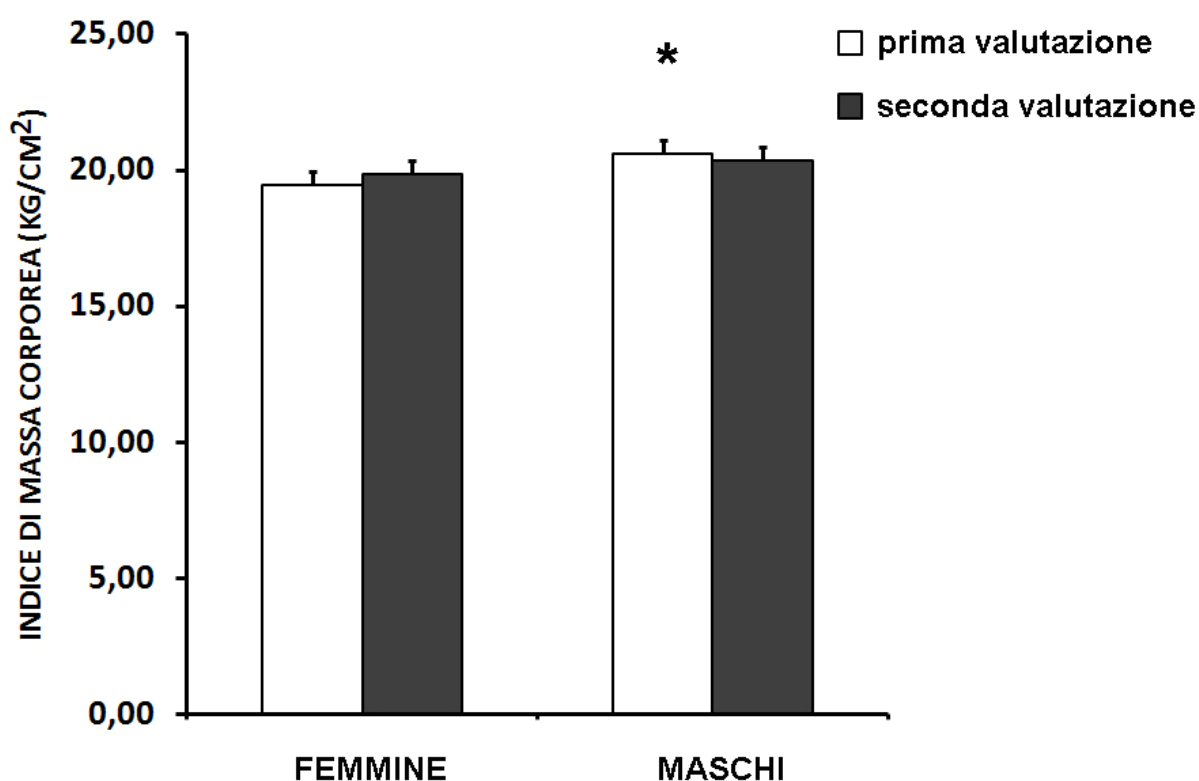


Figura 26 - Indice di massa corporea (BMI: Kg/m<sup>2</sup>)

Esaminando il grafico relativo al BMI dei giovani atleti, maschi e femmine, possiamo notare una differenza significativa fra i due sessi, relativamente alla prima analisi effettuata nel mese di maggio. Tale differenza risulta annullata durante la seconda valutazione.

L'indice di massa corporea costituisce solo un indicatore quantitativo della massa grassa di un individuo, quindi, per avere maggiori informazioni è necessario studiare più nel dettaglio la composizione corporea del soggetto analizzato.

### 9.3. Valutazione della composizione corporea

I parametri considerati in questa valutazione sono stati scelti per l'importanza che rivestono nell'analisi compiuta ad un gruppo di atleti appartenenti ad una fascia d'età adolescenziale, e quindi di crescita, allo scopo di monitorare l'allenamento in relazione al loro accrescimento. Vediamo dunque nel dettaglio i parametri considerati relativamente alla composizione corporea.

#### 14.3.1. Percentuale di grasso corporeo

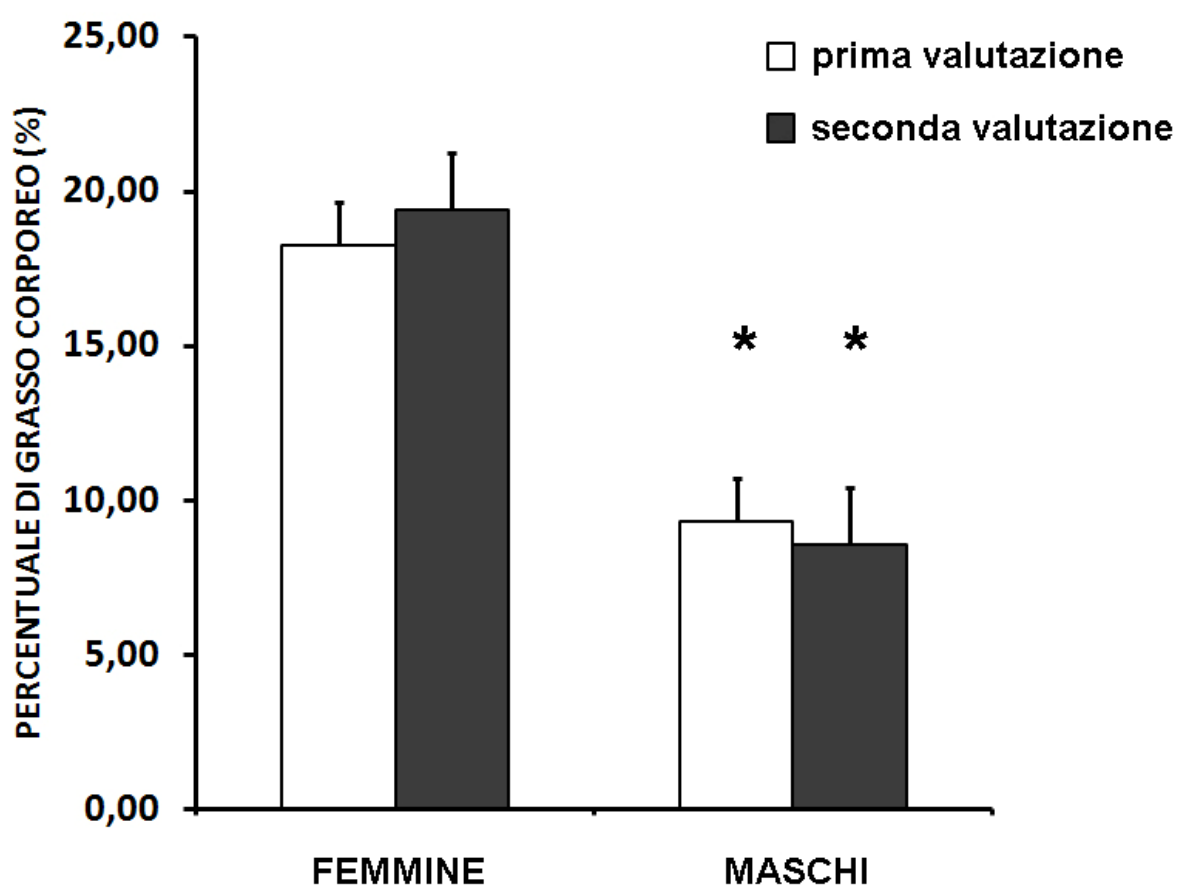


Figura 27 – Percentuale di grasso corporeo

Considerando i dati rilevati relativamente alla percentuale di grasso corporeo, possiamo osservare (Figura 27) la differenziazione fra maschi e femmine rispetto a tale parametro sia nella prima analisi che nella seconda. In particolare si evidenzia la tendenza, da parte delle femmine, ad accumulare una maggior percentuale di grasso corporeo al contrario dei

maschi, nei quali si rileva la tendenza opposta, che potrebbe divenire una diminuzione significativa con una più ampia casistica.

14.3.2. Massa magra scheletrica, massa muscolare scheletrica,  
massa grassa corporeale

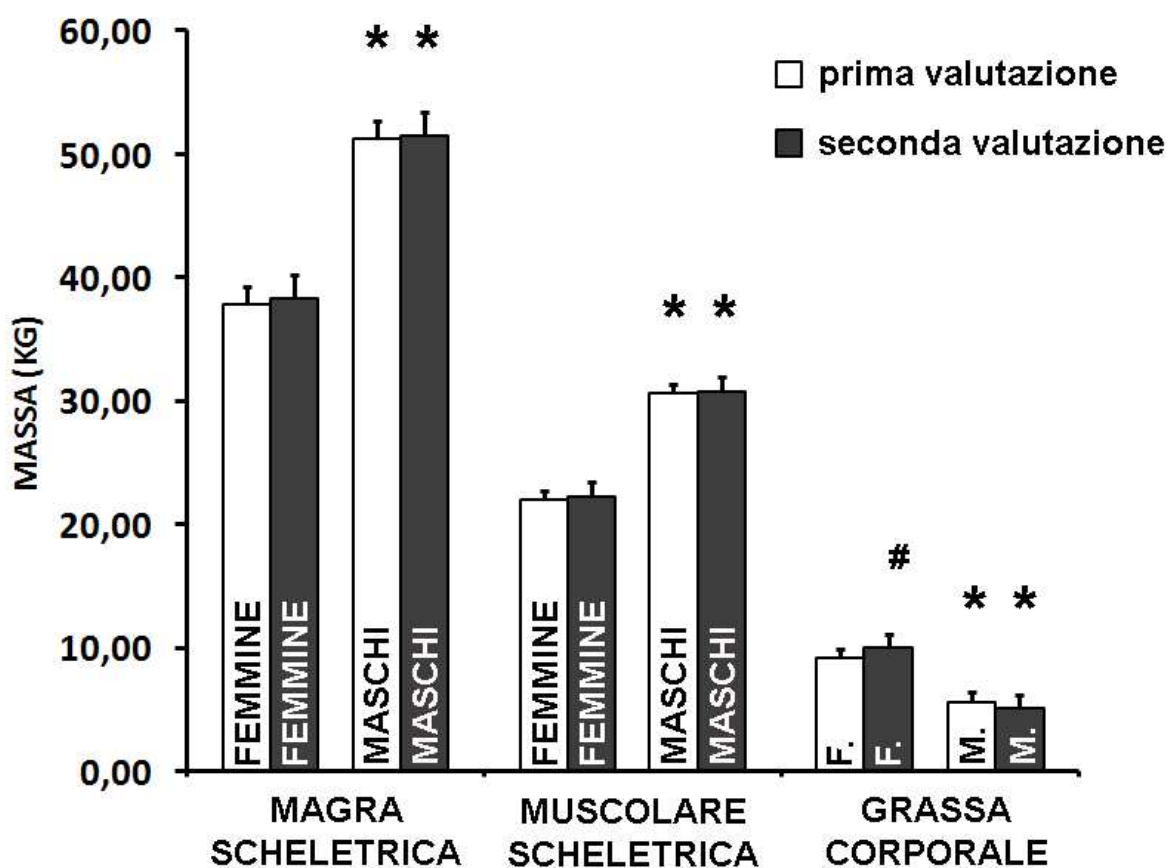


Figura 28 - Massa magra scheletrica massa muscolare scheletrica, e massa grassa corporeale

Figura 28. Dall'osservazione di questo grafico, notiamo che sia le due componenti considerate facenti parte della massa magra, sia la massa grassa, mantengono nel tempo la tendenza degli altri parametri alla differenziazione fra atleti maschi e femmine. Tuttavia è evidente tra le femmine un aumento significativo della massa grassa fra la prima e la seconda analisi effettuata in settembre. Questo trova riscontro nell'aumento di peso registrato tra i soggetti

femminili nella seconda misurazione di tale parametro. Nei maschi invece sembra manifestarsi la tendenza ad una diminuzione della massa grassa, anche se la scarsa numerosità del campione non permette di ottenere un dato significativo.

#### **9.4. Analisi posturale**

I parametri posturali esaminati riguardo l'appoggio plantare, sono: la % del peso totale sia sul piede destro che sul sinistro, la % di distribuzione del peso sul 1° metatarso, sul 5° metatarso e sul tallone relativamente al piede destro ed al sinistro, mentre riguardo i dati che individuano il cosiddetto "gomitolo" ovvero la curva disegnata dalla proiezione sul suolo del baricentro del soggetto misurato, sono: la lunghezza della curva, l'area dell'ellisse di confidenza al 90%, il rapporto curva/area.

Le due analisi si sono svolte il 28 maggio 2010 ed il 1° ed il 3° giorno di settembre 2010; tutti i ragazzi sono stati esaminati sia ad occhi aperti, sia cambiando la condizione dell'esame, ovvero eseguendolo anche ad occhi chiusi. I dati ricavati dalle analisi sono stati misurati facendo salire i giovani atleti sulla pedana posturostabilometrica Podata GPS 400, secondo le modalità riferite nel capitolo relativo a materiali e metodi.

Ho calcolato e considerato le medie e le deviazioni standard dei dati relativi a tutti i ragazzi senza suddividerli in maschi e femmine, ed utilizzando un Test t-student li ho analizzati in questo modo:

- Occhi aperti : tutti i parametri sono stati confrontati, ognuno con il proprio corrispondente, nella 1° valutazione vs 2° valutazione
- Occhi chiusi: tutti i parametri confrontati, ognuno col proprio corrispondente, sempre rapportati nella 1° valutazione vs 2° valutazione
- 1° esame ad occhi aperti, vs il 1° esame ad occhi chiusi (variando le condizioni dello stesso esame)
- 2° esame condotto ad occhi aperti, vs 2° esame ad occhi chiusi
- Tutti i parametri, analizzati ad occhi aperti, relativi al piede destro vs quelli relativi al piede sinistro, sia nel 1° esame di maggio, che nel 2° esame condotto a settembre.

In base ai risultati ottenuti ho compiuto delle ulteriori comparazioni rispetto al parametro “lunghezza della curva” suddividendo il campione totale secondo il sesso di appartenenza.

#### 14.4.1. Valutazione dell'appoggio plantare

La valutazione dell'appoggio plantare è molto importante per l'assetto posturale dell'individuo, allo scopo di rilevare eventuali disequilibri che potrebbero condurre ad atteggiamenti viziati e ad eventuali paramorfismi.

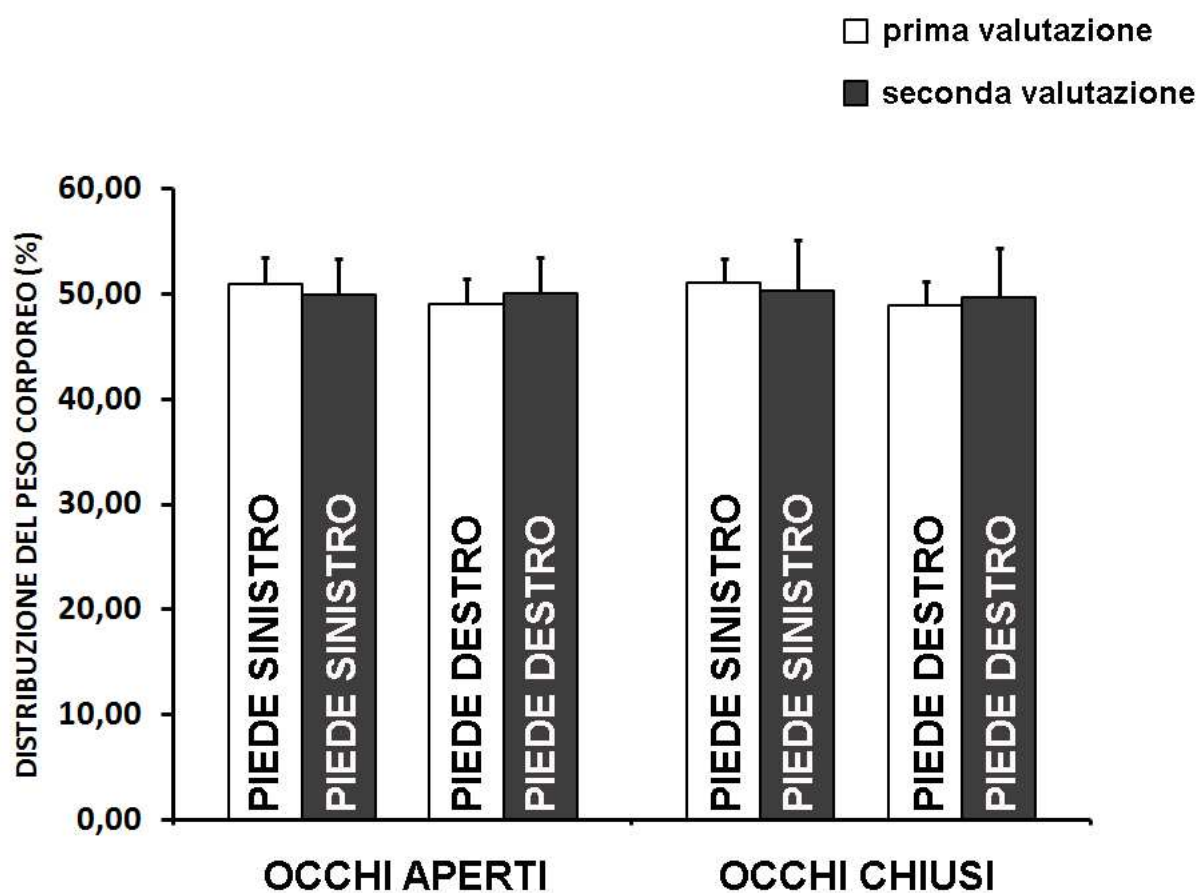


Figura 29 - Distribuzione carico plantare

Figura 29. Rappresentazione grafica della percentuale di distribuzione del peso corporeo totale rispetto al piede destro rapportato al piede sinistro negli individui esaminati. Nel grafico sono rappresentate le due analisi compiute nel mese di maggio e di settembre, sia nella condizione di occhi aperti che di occhi chiusi. Dal momento che da una prima analisi non sono state riscontrate differenze significative per questi parametri tra maschi e femmine, per le successive valutazioni è stata considerata la media e la deviazione standard ottenuta dall'analisi di tutti i giovani atleti, indipendentemente dal genere. Non si evidenziano differenze significative rispetto all'appoggio plantare sia sul piede destro che sul sinistro, pur notandosi una prevalenza nel caricare il 5°metatarso rispetto al 1° metatarso (Tabella 2) ciononostante si può osservare complessivamente un'equa distribuzione del carico plantare in entrambe le visite che si mantiene quindi nel tempo.

	% di distribuzione del peso del piede sinistro sul 1° metatarso (Kg)	% di distribuzione del peso del piede sinistro sul V° metatarso (Kg)	% di distribuzione del peso del piede sinistro sul calcagno (Kg)	% di distribuzione del peso del piede destro sul 1° metatarso (Kg)	% di distribuzione del peso del piede destro sul V° metatarso (Kg)	% di distribuzione del peso del piede destro sul calcagno (Kg)
<b>prima valutazione</b>						
<b>MEDIE</b>	18,25	36,17	45,57	13,05	40,56	46,39
<b>SD</b>	6,62	7,04	10,32	8,26	10,19	11,65
<b>seconda valutazione</b>						
<b>MEDIE</b>	16,73	39,80	43,47	15,82	37,27	46,91
<b>SD</b>	5,19	6,93	9,40	8,39	9,31	10,29
	ns	ns	ns	ns	ns	ns

**Tabella 2 - Carico plantare**

#### 14.4.2. Valutazione della stabilità

La stabilità di un soggetto si può misurare analizzando la curva che disegna la proiezione al suolo del baricentro del corpo.

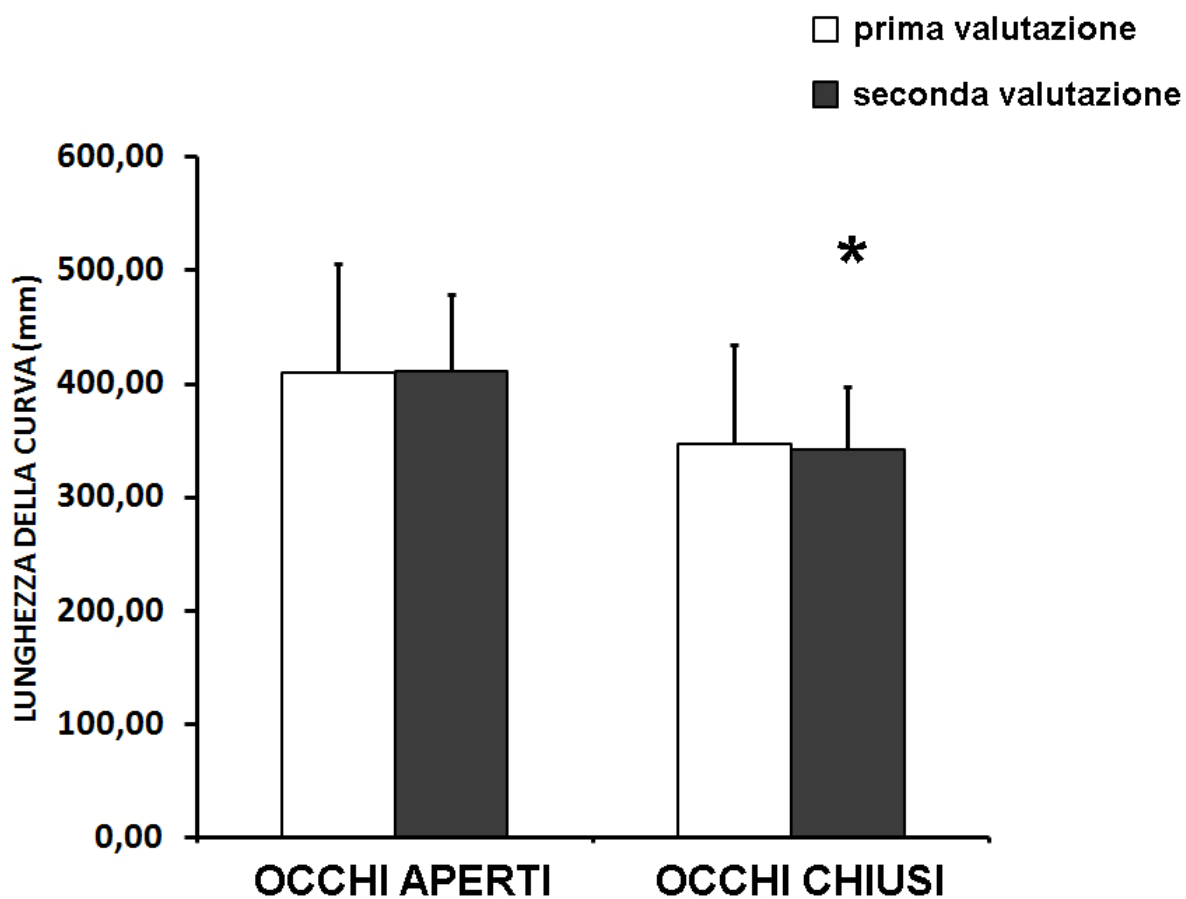


Figura 30 - Lunghezza della curva

Il grafico in Figura 30 riproduce la variazione significativa riscontrata nei dati relativi alla lunghezza della curva valutati sui gruppi totali, in occasione della seconda analisi. E' evidente una riduzione della curva nell'esame effettuato ad occhi chiusi, cambiandone le condizioni .

Allo scopo di approfondire questo dato, e con l'intento di scoprirne le cause, ho diviso i maschi dalle femmine, per capire se il dato è attribuibile ad uno dei due gruppi ottenuti.

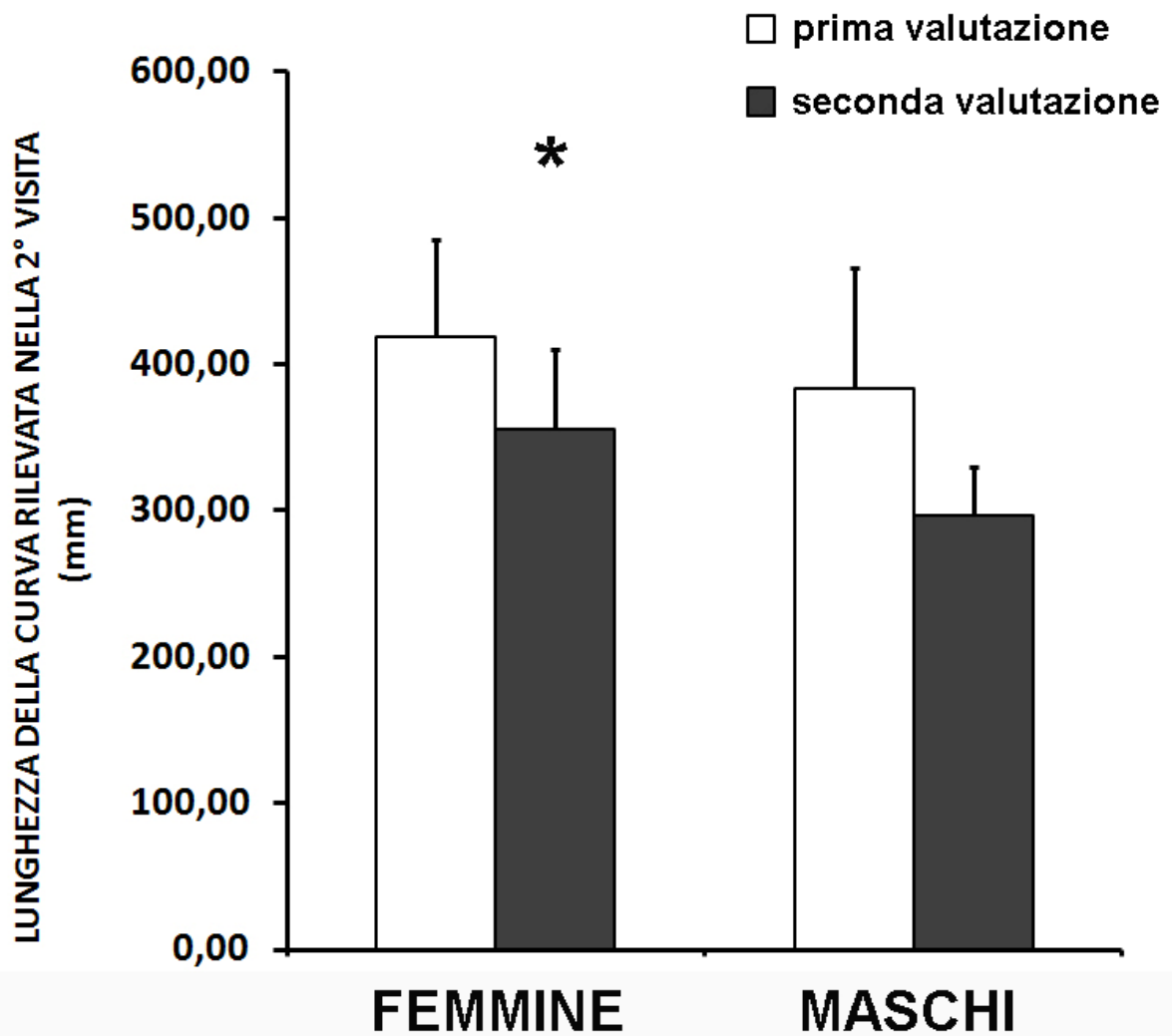


Figura 31 - Lunghezza curva maschi vs femmine

Dai dati ottenuti ricavo l'istogramma riportato in Figura 31. La lettura del grafico rivela una differenza significativa nel gruppo delle femmine fra l'analisi condotta ad occhi aperti e quella ad occhi chiusi dove la lunghezza della curva è minore. Quanto osservato indica una maggior stabilità delle femmine nell'esame ad occhi chiusi, tendenza che pare manifestarsi anche nei maschi, ma che non si è potuta evidenziare per la differenza numerica del campione. Questo dato può essere interpretato considerando le afferenze visive come un fattore distraente, compatibile con l'età dei ragazzi, che comunque trovano una maggior concentrazione ad occhi chiusi, fattore presumibilmente riconducibile anche alle metodiche dell'allenamento.

### 14.4.3. Valutazione curvature del rachide

E' stata effettuata una valutazione delle curve rachidee di tipo qualitativo; si è basata sulla funzionalità complessiva della colonna vertebrale dei giovani atleti rilevata grazie ai tracciati visualizzati dallo Spinal mouse, la conservazione delle curve fisiologiche e l'allineamento rispetto alla verticale tracciata dal filo a piombo utilizzato per tale valutazione, come già ho descritto nell'apposito capitolo. Rispetto alle due analisi compiute a distanza di circa tre mesi l'una dall'altra, ovvero in un breve lasso di tempo, non si sono manifestate nel complesso, variazioni apprezzabili riguardo i parametri considerati.

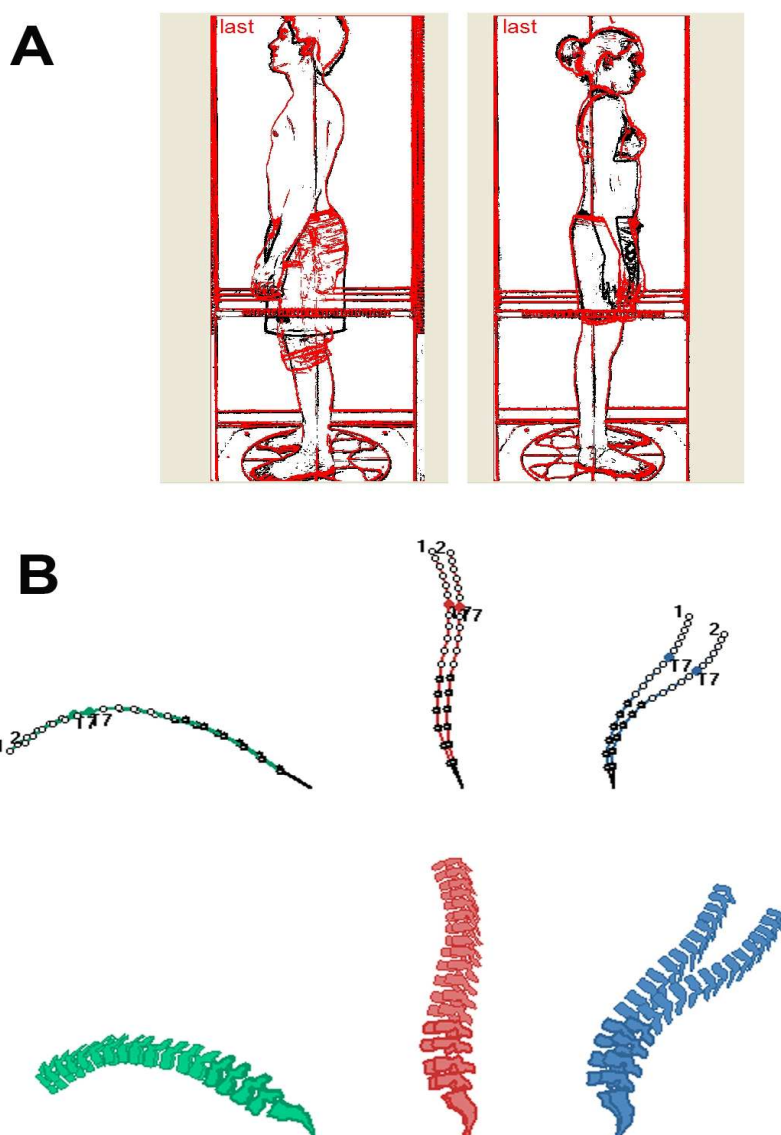


Figura 32 – Comparazione maschi vs femmine

Figura 32. In (A) sono rappresentati due ragazzi esaminati durante il test posturale, in rappresentanza dei due sessi, si può notare che le due immagini di ogni singolo soggetto riferite ai differenti periodi in cui sono state compiute le analisi, sono praticamente sovrapponibili. In (B) è mostrato il tracciato della valutazione funzionale del rachide di un soggetto durante la flessione, l'estensione e l'iperestensione compiute nei due periodi considerati.

## 10. DISCUSSIONE

Una delle fasi più importanti della crescita di un individuo è certamente quella della pubertà, sono molteplici i cambiamenti che intervengono in questa fase della vita, ed anche nell'allenamento di una pratica sportiva è necessario tener conto delle esigenze legate a questa età. Un buon allenamento deve saper dosare la pratica sportiva in relazione al periodo di maturazione della persona cui si rivolge, incrementandone le potenzialità e le competenze. Negli ultimi anni si è però manifestata una duplice tendenza rispetto ai giovani praticanti attività sportive: o un abbandono precoce, con tutti i rischi legati alla sedentarietà o un eccesso di specializzazione agonistica, con le preoccupazioni ad essa connesse.

Avendo affiancato i tecnici della società "Self Atletica", durante gli allenamenti di un gruppo di atleti adolescenti, ho considerato importante valutare l'accrescimento e l'assetto atletico-posturale di questi ragazzi. Le due analisi sono state compiute a distanza di tre mesi l'una dall'altra. **Scopo di questo studio antropometrico e posturale è stato, di valutare la presenza di eventuali anomalie nella costituzione o nella postura dei soggetti analizzati per far sì che l'attività sportiva praticata potesse agire in senso positivo sul loro sviluppo costituzionale evitando di incorrere più facilmente in infortuni durante la stagione atletica, ed anzi fosse capace di favorire negli atleti di questa età, un corretto accrescimento,** oltre ad evidenziare eventuali differenze riscontrabili nei dati relativi ai due periodi presi in esame.

Rispetto ai dati antropometrici, i ragazzi sono risultati complessivamente in fase crescita sia rispetto all'altezza che al peso, evidenziandosi anche nella composizione corporea la differenziazione fra maschi e femmine tipica dell'età puberale. Infatti, è stato registrato mediamente un aumento sia nel peso che nell'altezza; ciononostante non si è notato un

incremento significativo di questi due parametri e dell'indice di massa corporea, fra le due visite, pur evidenziandosi una netta differenza fra i parametri antropometrici riferibili alle femmine rapportati a quelli dei maschi.

Si è notata la tendenza delle ragazze ad un lieve aumento di peso dovuto ad un incremento della percentuale di grasso corporeo, che potrebbe essere legato alla maturazione ormonale di alcune tra le giovani atlete. L'indice di massa corporea rilevato resta sempre entro i parametri di normalità, o addirittura nella fascia considerata sottopeso, dato senz'altro positivo e riconducibile all'allenamento sportivo svolto.

Riguardo la composizione corporea si registrano significative differenze fra maschi e femmine a livello della massa muscolare scheletrica, della massa grassa corporale, della percentuale di grasso corporeo e della massa magra scheletrica. (Le femmine sembrano già differenziarsi rispetto ai maschi esaminati.)

Mentre è evidente la differenza costante fra maschi e femmine rispetto ai parametri antropometrici, non si evidenzia alcuna sostanziale diversità nei parametri posturali in base al sesso dei soggetti esaminati. I giovani atleti, maschi e femmine, non differiscono sostanzialmente nell'assetto plantare sia rispetto all'appoggio del piede destro che del piede sinistro; essi presentano un'equa distribuzione del carico plantare che si mantiene nella prima analisi come nella seconda, manifestandosi costante nel tempo. Si nota soltanto una certa propensione all'appoggio sul 5° metatarso rispetto al 1° metatarso, condivisa dai due sessi. Varia invece significativamente rispetto ai parametri posturali, la lunghezza della curva, tracciata dalla proiezione al suolo del baricentro del corpo, al variare della condizione d'esame. Si osserva una maggiore stabilità quando l'analisi viene condotta ad occhi chiusi, in particolare del gruppo delle ragazze. Possiamo dedurre che i giovani atleti esaminati siano in grado di raggiungere una migliore concentrazione proprio ad occhi chiusi; mentre tale

tendenza è palese tra le femmine, nei maschi non si è potuta evidenziare a causa del campione numericamente inferiore.

I parametri posturali misurati ci restituiscono, quindi, dati positivi rispetto all'assetto posturale di questi giovani atleti. Si rileva complessivamente un'equa distribuzione dell'appoggio plantare sia nei maschi che nelle femmine che in più viene mantenuta nel tempo, riscontrandosi in entrambe le analisi. Negli allenamenti, oltre agli esercizi volti alla preparazione atletica ne ho introdotti alcuni propriocettivi e di stabilizzazione del rachide tratti dai principi delle ginnastiche posturali.

Un dato emerso dai parametri legati alla postura ci fa riflettere riguardo i possibili meriti di un buon allenamento, ed è la maggior stabilità registrata durante la visita ad occhi chiusi. Grazie a questo dato si evidenzia la tendenza che i giovani atleti esaminati raggiungano una maggiore concentrazione in questa condizione. Gli esercizi posturali, insieme a molti degli esercizi proposti per lo sviluppo delle capacità coordinative ed in particolare dell'equilibrio, inducono contemporaneamente un miglioramento nella capacità di concentrazione.

**In conclusione: un allenamento corretto e periodicamente monitorato non altera l'assetto posturale complessivo dei giovani atleti, al contrario, può indurre armonia nel loro accrescimento.**

E' dunque necessario sottolineare l'importanza di un'analisi antropometrica e posturale come presupposto di un'ottimale pratica allenante. Essa è utile per valutare la condizione atletica all'inizio di stagione e per controllare in itinere l'efficacia dell'allenamento sugli atleti, ed è fondamentale per evitare l'insorgere di eventuali anomalie posturali, asimmetrie, atteggiamenti viziati e paramorfismi che espongono maggiormente gli atleti ad infortuni all'apparato locomotore. A questo scopo è vantaggioso ricorrere alla ginnastica posturale.

Nello sport raggiungere un buon controllo dei muscoli antigravitari può essere d'aiuto nel conseguire migliori risultati con minori traumi, poiché è essenziale per ogni atleta assumere e mantenere posture bilanciate nell'esecuzione corretta del gesto atletico e nel contempo evitare eccessive sollecitazioni a carico delle strutture muscolo-scheletriche.

## Bibliografia

- Martini, Timmons, Tallitsch, Anatomia umana. Edises, Napoli, 2008
- F. Cagnazzo, R. Cagnazzo, Valutazione antropometrica in clinica, riabilitazione e sport. Ed. Ermes, Milano, 2009.
- I. A. Kapandji, Fisiologia articolare Vol. I-II-III. Ed. Monduzzi, Maloin, 2002
- E. Lazzari, La postura, i fondamenti. Ed. Martina
- Favilla, Luppino, Pettorossi, Scarnati, et al., Fisiologia dell'uomo. Ed. Ermes, 2005
- D. T. Pearson, G. A. Naughton, M. Torode, Predictability of Physiological testing and the role of maturation in talent identification for adolescent team sports, Journal of Science and Medicine in Sport (2006) 9, 277-287
- P. Chiodera, E. Volta, G. Gobbi, M.A. Milioli, P. Mirandola, A. Bonetti, R. Delsignore, S. Bernasconi, A. Anedda, M. Vitale, Specifically designed physical exercise improve children motor-abilities, Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports, 2008: 18: 179-187
- R. M. Malina, I. Nicoletti, W. Starosta, Y. Verchosanskij, R. Manno, F. Merni, A. Madella, C. Mantovani, Le basi scientifiche dell'allenamento. Centro Studi e Ricerche FIDAL, Roma, 2005
- V. Petrov, V. Canali, La base posturale per lo sport, la ginnastica per il salto con l'asta.
- Tosi, Ceciliani, Monferraro, Ricci, Scienze e motricità. Ed. Esculapio, 2002
- P. M. Gagey, B. Weber, Posturologia, Regolazione e perturbazioni della stazione eretta. Ed. Marrapese, Roma, 2000
- E. Spinass, D. Viscuso, G. Chessa, A. Pelosi, A. Nanussi, F. Magni et al., Odontoiatria e Sport. Ed. Ermes, Milano, 2009
- E. De Col, La ginnastica posturale. Ed. Mediterranee, Roma, 2006

B. Toso, Back School, Un programma completo per prevenire e curare le algie vertebrali. Ed.Red!, Milano, 2008

M. Lastrico, Biomeccanica muscolo-scheletrica e metodica Mézières. Ed. Marrapese, Roma, 2009

G. Denys-Struyf, Il manuale del méziérista. Vol. I-II. Ed. Marrapese, Roma, 1996

S. Williams, D. Jansen, Pilates. Ed.Red!, Milano, 2008

R. Mc Kenzie, Prenditi cura della tua schiena.Ed. Spinal publication, Milano, 2006

S. Brent Brotzman, Kevin E. Wilk, La Riabilitazione in Ortopedia.II° Edizione, Ed.Excerpta medica.

## **Ringraziamenti**

Al termine di questo lavoro, il mio ringraziamento e la mia stima vanno alla Prof.ssa Giuliana Gobbi, che con tanta disponibilità e professionalità mi ha sempre seguito, sia nelle dure giornate dedicate alla valutazione dei ragazzi che nelle analisi dei dati, permettendomi di concludere questa tesi con soddisfazione. Estendo la mia gratitudine al Prof. Andrea Pelosi che, fornendomi un'ampia ed importante documentazione, ha arricchito le mie conoscenze facilitando il mio compito.

Un ringraziamento davvero speciale va ai miei familiari, Antonello e Pflip, ed anche a mio fratello Stefano e a mio padre Oriano, che hanno condiviso ogni emozione legata a questi anni di studio, sostenendomi sempre.

Vorrei ringraziare tutti gli amici che in mille modi hanno partecipato alla realizzazione di questo mio progetto: in particolare un grazie di cuore ad Anna, Beatrice, Luca, Cristina e Andrea.

Un pensiero di gratitudine è rivolto anche alle mie compagne di studio: Katia, Lucia e Silvia, e naturalmente, a tutti gli "allievi e le allieve" dei miei corsi.

Grazie a Nino, a Gabriele e ai giovani atleti della "Self Atletica".

Un bacio alla piccola Giulia, e a Gessica.