

# Indice

PREMESSA

Presupposti didattici del progetto: l'Unità di Apprendimento

1. INTRODUZIONE	8
1.1 Il controllo posturale	9
1.1.1 Sistema visivo	9
1.1.2 Sistema propriocettivo	10
1.1.3 Sistema vestibolare	16
1.1.4 Fisiologia del controllo posturale	17
1. 2 Postura ideale	18
1. 3 Muscoli del controllo posturale	21
1. 4 Assi e piani del corpo umano	24
1. 5 Mantenimento di una postura corretta	27
1. 6 Postura scorretta	27
1. 7 Postura in movimento e bilanciamento	28
2. SCOPO DELLA TESI	30
3. MATERIALI E METODI	31
3. 1 Soggetti	31
3. 2 Protocollo sperimentale	31
3. 2. 1 Misura della massa corporea e della statura	32
3. 2. 2 Valutazione del controllo posturale	32
3. 2. 3 Protocollo di lavoro	34
4. RISULTATI	36
5. CONCLUSIONI	41
BIBLIOGRAFIA	42

Il progetto “Postura: equilibrio e stabilità” è stato realizzato dai docenti e dagli studenti della classe 3<sup>a</sup> C (anno scolastico 2012/2013) del Liceo Classico “J. Stellini” di Udine con il coordinamento del prof. L. Sepulcri e la collaborazione del dott. L. Plaino.

## Presupposti didattici: l'Unità di Apprendimento

UNITA' DI APPRENDIMENTO	
<b>Denominazione</b>	<b>Postura: equilibrio e stabilità</b>
<b>Prodotti</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Ricerca, sotto forma di report/relazione sul tema del controllo posturale;</li><li>• Realizzazione di un Power Point;</li><li>• Presentazione dei risultati in conferenza.</li></ul>
<b>Assi trasversali</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Matematico – informatico: uso degli strumenti matematici per l'elaborazione statistica dei dati, uso di un foglio di lavoro, costruzione di grafici adeguati.</li><li>• Scientifico e tecnologico: i concetti della neurofisiologia della percezione applicata al movimento, raccolta e interpretazione dei dati.</li><li>• Linguaggi: esposizione di un testo/messaggio in forma scritta e orale, in modo chiaro ed appropriato, variando, a seconda dei contenuti, l'uso della lingua.</li></ul>

<b>UNITA' DI APPRENDIMENTO</b>	
<b>Competenze di cittadinanza:</b>	<p><b>Consapevolezza ed espressione culturale:</b></p> <p>riconoscere gli aspetti comunicativi, culturali e relazionali dell'espressività corporea.</p> <p><b>Comunicazione nella madrelingua:</b></p> <p>utilizzare una terminologia specifica secondo le esigenze comunicative del contesto scientifico;</p> <p>redigere relazioni scientifiche e documentare le attività individuali e di gruppo.</p> <p><b>Imparare ad Imparare:</b></p> <p>organizzare il proprio apprendimento, individuando ed utilizzando fonti diverse.</p> <p><b>Collaborare e partecipare:</b></p> <p>interagire in gruppo in modo attivo e rispettoso, sapersi inserire in modo responsabile nelle attività per raggiungere un obiettivo comune.</p> <p><b>Individuare collegamenti e relazioni:</b></p> <p>individuare e rielaborare i collegamenti e le relazioni appartenenti a diversi ambiti disciplinari.</p> <p><b>Comunicare:</b></p> <p>Saper trarre conclusioni dai dati ricavati.</p>
<b>Competenze professionali:</b>	<p>Saper valutare la propria postura e organizzare il tempo libero per migliorarne il controllo.</p> <p>Saper realizzare un programma di lavoro per migliorare la stabilità del tronco.</p>

<b>UNITA' DI APPRENDIMENTO</b>	
<b>Abilità</b>	<b>Conoscenze</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mantenere e controllare la propria postura.</li> <li>• Reagire in modo adeguato alla perdita di equilibrio.</li> <li>• Affrontare situazioni complesse di disequilibrio.</li> <li>• Mantenere la postura più idonea in funzione della situazione.</li> <li>• Assumere comportamenti funzionali alla salvaguardia e al miglioramento della salute.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Anatomia e fisiologia degli apparati: visivo, uditivo, tattile e locomotore.</li> <li>• Neurofisiologia del movimento</li> <li>• Apprendimento motorio e performance.</li> <li>• Elementi che influenzano il mantenimento di una postura.</li> <li>• Esercizi per migliorare l'efficienza dei muscoli stabilizzatori.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Produrre testi scritti di vario tipo anche in un registro formale e utilizzando un lessico specifico.</li> <li>• Stendere una relazione scientifica.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Funzioni della comunicazione verbale e non verbale.</li> <li>• Modalità di una stesura di un testo scientifico.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prendere appunti e produrre sintesi.</li> <li>• Raccogliere ed elaborare dati anche in modo cooperativo.</li> <li>• Realizzare una ricerca scientifica.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fonti dell'informazione e della documentazione.</li> <li>• Fasi della ricerca scientifica.</li> <li>• Principi base dell'informatica.</li> <li>• Utilizzo foglio di lavoro per inserimento ed elaborazione dei dati.</li> <li>• Struttura di una relazione e di un report.</li> </ul>
Utilizzare differenti registri comunicativi in ambiti specialistici.	I linguaggi della comunicazione, della scienza e della tecnologia.
<b>Utenti destinatari</b>	Classe III <sup>a</sup> liceo classico.
<b>Prerequisiti</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mantenere il corpo allineato nella posizione di "ponte".</li> <li>• Possedere le nozioni di base di anatomia degli apparati visivo, uditivo, tattile e locomotore.</li> <li>• Saper redigere una relazione.</li> </ul>
<b>Fase di applicazione</b>	Dal mese di dicembre al mese di aprile.

<b>UNITA' DI APPRENDIMENTO</b>	
<b><i>Tempi</i></b>	34 ore così ripartite:  1 italiano, 4 scienze, 10 scienze motorie, 12 lavoro personale degli allievi, 7 stesura lavoro.
<b><i>Esperienze attivate</i></b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Formazione in aula con i docenti.</li> <li>• Esecuzione, in palestra, di un protocollo di esercizi di stabilizzazione.</li> <li>• Test di valutazione del controllo posturale.</li> <li>• Elaborazione di dati.</li> <li>• Stesura dell'articolo e del Power Point.</li> <li>• Organizzazione della presentazione del progetto.</li> </ul>
<b><i>Metodologia</i></b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lezione frontale.</li> <li>• Lavori di gruppo e individuale.</li> <li>• Ricerca in internet.</li> <li>• Esercitazioni pratiche in palestra.</li> <li>• Brainstorming.</li> </ul>

<b>UNITA' DI APPRENDIMENTO</b>	
<b>Risorse umane</b>  <b>interne/esterne</b>	<p><b>Interne:</b></p> <p><b>Coordinatore:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Docente di scienze motorie: coordina sia la fase progettuale che operativa; determina i test di valutazione individuali del controllo posturale, definisce le esperienze motorie per il controllo della postura in palestra, fissa i retest al termine del protocollo di lavoro.</li> </ul> <p><b>Collaboratori:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Docente di lingua e letteratura italiana: (elementi della comunicazione, linguaggi non verbali e verbali; insieme al coordinatore fornisce indicazioni per la stesura e la revisione degli elaborati scritti e delle presentazioni verbali).</li> <li>• Docente di scienze: anatomia e fisiologia dei recettori sensori motori.</li> <li>• Docente di matematica: principi di statistica, il foglio di lavoro, rappresentazione dei dati attraverso un grafico.</li> </ul> <p><b>Esterne:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Docente Universitario: i sistemi di controllo del movimento umano.</li> <li>• Medico: le patologie della colonna vertebrale.</li> </ul>
<b>Strumenti</b>	Copie fotostatiche, libri di testo, pubblicazioni scientifiche, tappeti, accelerometro (delos postural system), pc, proiettore.
<b>Valutazione</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Valutazione del prodotto sulla base dei criteri predefiniti.</li> <li>• Valutazione dei processi: competenze organizzative dei singoli e dei gruppi.</li> <li>• Autovalutazione del risultato ottenuto.</li> </ul>

# 1. Introduzione

Il nostro progetto si pone sulla scia di numerosi e importanti studi sorti per esaminare le cause del peggioramento delle funzioni locomotorie provocate da una scorretta postura oltre che da una carenza di attività fisica. Il nostro programma si è iniziato con il rilevamento, attraverso una prima indagine, fatta sugli studenti dell'ultimo anno del nostro istituto, della tendenza posturale; successivamente, attraverso un apposito programma di esercizi da svolgere a casa quattro volte alla settimana a partire da metà dicembre, si è mirato a raggiungere un miglioramento da registrare nella seconda e ultima indagine svolta sempre sugli stessi soggetti.

Per prima cosa dobbiamo fissare il concetto di postura, che possiamo definire come ciascuna delle posizioni assunte dal corpo, contraddistinta dai rapporti fra i diversi arti e rispetto all'ambiente circostante. La postura è quindi una funzione che riguarda la gestione della posizione e contemporaneamente il controllo del movimento, essa è perciò alla base di ogni nostro gesto.

Ogni giorno per compiere anche i gesti più semplici, come stare in piedi o chinarci per raccogliere un oggetto, mettiamo in moto tutta una serie di meccanismi che ci consentono di agire sia in condizioni statiche che dinamiche. Quindi cosa c'è alla base della nostra capacità di mantenere o modificare la nostra postura, in relazione alle esigenze esterne, sempre però in funzione di un equilibrio stabile? Senza ombra di dubbio vanno citati il sistema propriocettivo - comprendente i fusi neuromuscolari, gli organi tendinei del Golgi e i recettori articolari, il sistema centrale visivo e quello vestibolare, sempre centrale, i quali verranno approfonditi successivamente perché fondamentali nel meccanismo della postura. Immediatamente successivi per importanza abbiamo i mezzi e gli esercizi il cui scopo è di consolidare e/o migliorare il controllo posturale. Questa semplice introduzione mira a spiegare i nostri obiettivi e ad anticipare i risultati della ricerca e dello studio teorico compiuto da noi studenti in vista di una solida conoscenza dell'argomento per potersi esprimere sui dati raccolti e sui risultati ottenuti.



## 1.1 Il controllo posturale

La postura è la posizione che il corpo assume per controbilanciare la forza di gravità, in una situazione di riposo (alla fine di un movimento o prima del suo inizio). Il mantenimento dell'equilibrio è affidato ad una serie di riflessi, detti posturali, che mantengono il corpo in posizione eretta e provvedono ai continui aggiustamenti. La postura è dunque solo apparentemente una condizione statica, in quanto il suo mantenimento comporta un lavoro neuromuscolare incessante, a seconda delle stimolazioni dell'ambiente esterno.

Il continuo avanzare degli studi, ha portato ad individuare quelli che sono i sistemi che rendono possibile sia il controllo della postura, sia la capacità di gestire situazioni ad alta instabilità. L'abilità nell'affrontare il disequilibrio si basa sulla cooperazione di più sistemi:

- sistema visivo (il più preciso);
- sistema propriocettivo (il più rapido);
- sistema vestibolare (il più grossolano e tardivo).

### 1.1.1. Sistema visivo

Il metodo utilizzato dal nostro sistema visivo per il mantenimento di una posizione ricorda quello del *tracking* (sistema di puntamento) degli aerei da combattimento: la retina vede la proiezione dell'immagine di qualsiasi oggetto che osserviamo, quando la proiezione dello stesso si sposta, il sistema comanda, attraverso i centri motori, la correzione per riportare l'immagine nella precedente posizione.

La vista funziona dunque come un vero e proprio *sistema di puntamento* con il compito di migliorare e affinare le informazioni che giungono dai propriocettori (se ad esempio si prova a stare in equilibrio su di un solo piede risulta più difficile se si tengono gli occhi chiusi). Quello visivo è dunque un sistema di precisione ed è altrettanto rapido.

Due terzi delle informazioni sensoriali passano dall'occhio, quindi se un soggetto avrà determinate disfunzioni o traumi agli occhi avrà precisi sintomi.

## 1. 1. 2. Sistema propriocettivo

Per riuscire a mantenere la stabilità sia in posizione statica che in movimento il sistema di controllo dell'equilibrio utilizza una complessa rete di strumenti che si suddividono in 3 livelli:

- recettori sensoriali (esterocettivi cutanei e propriocettivi, visivi, vestibolari e uditivi) che posizionano le varie parti del corpo in relazione all'insieme e all'ambiente;
- centri superiori (nuclei vestibolari, cervelletto, formazione o sostanza reticolare, corteccia cerebrale) che integrano e rielaborano i dati derivanti dalle fonti precedenti;
- effettori (nuclei cranici oculomotori e il midollo spinale da cui partono i segnali diretti alle placche motrici dei muscoli scheletrici per la stabilità antigravitazionale) che ricevono lo stimolo dai centri superiori e li mettono in atto.

La maggior parte dei movimenti corporei viene eseguita in maniera automatica grazie all'attività di controllo e decisione del sistema nervoso. In particolare partecipano numerose aree dell'encefalo: lobo frontale, corteccia pre-motoria, corteccia motoria.

Per propiocezione si intende la capacità del sistema nervoso centrale di percepire la posizione del corpo e delle sue parti senza l'ausilio della vista. Tale sensibilità perviene ad un organo mediante la stimolazione di specifici recettori sensoriali posti nei muscoli, nei tendini e nelle articolazioni che rispondono alle tensioni muscolari, alla posizione e ai movimenti degli arti. I recettori vestibolari, posti all'interno dell'orecchio, invece, rispondono alla posizione e al movimento della testa. Gli esterocettori cutanei e i propriocettori sono responsabili della propiocezione fornendo informazioni sull'ambiente permettendo al sistema posturale di conoscere la posizione e lo stato di ogni osso, muscolo, organo e sistema. Queste necessitano di essere integrate dal cervello che è così in grado di creare l'immagine della posizione del corpo.

## Recettori

- Cellule o dischi di Merkel: esterocettori cutanei costituiti da grosse cellule che svolgono un ruolo importante nel determinare le caratteristiche delle sensazioni tattili. Le grosse cellule di Merkel sono sensori proporzionali in quanto trasformano una pressione sulla cute in un impulso nervoso. Poiché trasmettono gli impulsi tramite una singola fibra nervosa, solo l'eccitazione contemporanea di più cellule di Merkel adiacenti viene trasmessa come segnale al midollo spinale.
- Corpuscoli ramificati di Meissner, esterocettori cutanei tattili di particolare sensibilità. Tali corpuscoli reagiscono a variazioni di pressione: quanto più rapidamente varia la pressione, tanto più intensamente scarica la fibra nervosa. I corpuscoli di Meissner sono molto numerosi nelle regione cutanee glabre, ossia senza peli (specie in polpastrelli, labbra, piedi ecc.). Essi infatti vengono, ad esempio, utilizzati per afferrare con precisione oggetti di piccole dimensioni.
- Fusi neuromuscolari, sono recettori sensoriali diffusi nella muscolatura di tutto l'organismo, in quantità maggiore nelle vicinanze delle giunzioni muscolo-tendinee dei muscoli con funzione posturale. I fusi neuromuscolari sono strutture formate da una capsula connettivale affusolata, dai 3 ai 10 mm di lunghezza, con all'interno 3-12 fibre muscolari specializzate (fibre intrafusali) poste parallelamente fra le normali fibre muscolari (extrafusali). Le fibre intrafusali sono connesse, tramite le estremità, alle fibre extrafusali o al tendine; la capsula che le racchiude si continua quindi con la fascia connettivale. Il fuso neuromuscolare è ricco di vasi sanguinei e nervi (più della metà delle fibre che costituiscono un nervo muscolare riguardano i fusi neuromuscolari). La parte recettrice del fuso è situata nella zona centrale dove, al posto dei filamenti contrattili, sono presenti le terminazione nervose dei nervi sensitivi insieme a un liquido gelatinoso (che facilita lo scorrimento delle fibre). Le fibre sensitive dei fusi neuromuscolari sono di due tipi: tipo IA, primarie (fibre con la trasmissione più veloce dell'intero organismo), presenti una per fuso

avvolte a spirale al centro di esso, e tipo II, secondarie (più lente e di diametro inferiore) situate un più in periferia e prevalentemente nelle fibre intrafusali a catena. Queste fibre nervose sensitive vengono eccitate da allungamenti anche minimi (la soglia di attivazione è circa 3 grammi) della zona centrale del fuso o dell'intero muscolo e per contrazioni delle porzioni polari delle fibre intrafusali (con la lunghezza del muscolo che non si modifica), tramite le fibre motorie gamma. Le terminazioni sensitive primarie (tipo IA) rispondono agli stimoli in maniera dinamica (adattamento dinamico o fasico) ossia in maniera intensa solo nel momento dello stiramento della parte centrale del fuso neuromuscolare fornendo così informazioni al sistema nervoso sulla velocità dello stiramento, le terminazioni secondarie (tipo II) reagiscono agli stimoli in maniera statica (adattamento statico o tonico) ossia trasmettono segnali per tutto il tempo in cui il recettore rimane eccitato informando il sistema nervoso sull'entità dello stiramento. Oltre alle fibre sensitive IA e II, vi è il contributo di terminazioni a fiorami, distribuite quasi esclusivamente sulle fibre intrafusali a sacco. A ognuna delle due estremità del fuso neuromuscolare è presente una placca motrice formate da fibre nervose mieliniche motorie, più sottili rispetto a quelle muscolari, derivanti dai motoneuroni gamma delle corna anteriori del midollo spinale. Queste fibre nervose gamma si distinguono in due tipi: fibre motorie gamma I, che innervano le fibre intrafusali a sacco e sono dinamiche (rinforzano le risposte dinamiche allo stiramento), e fibre motorie gamma II, più sottili che innervano le fibre intrafusali a sacco e a catena e sono statiche (rinforzano la reazione statica allo stiramento diminuendo o sopprimendo quella dinamica). La complessa interazione fra le fibre nervose dei fusi neuromuscolari con i motoneuroni alfa delle fibre extrafusali costituisce il circuito o nodo gamma che determina il controllo della sensibilità dei recettori fusali (una fibra afferente la interagisce con più di cento motoneuroni alfa) e determina il riflesso spinale miotatico. Tramite tale riflesso spinale, i fusi neuromuscolari, forniscono indicazioni sulla lunghezza del muscolo e sulla velocità di variazione della stessa lunghezza determinando il tono muscolare e fungendo da propriocettori di

primaria importanza nel sistema dell'equilibrio (tonico posturale).

- Organi muscolo-tendinei del Golgi, sono costituiti da una capsula connettivale allungata contenente numerose terminazioni nervose di fibre ad alta velocità di conduzione (gruppo IB). Questi propriocettori sono situati nel punto di contatto tra tendine e muscolo e sono sensibili alla variazione di tensione. Gli organi muscolo-tendinei del Golgi sono disposti in serie rispetto alle fibre fasciali e a un gruppo di fibre muscolari di riferimento (circa 20) appartenenti a diverse unità motorie. Per evitare che una fortissima tensione sul tendine possa danneggiare il muscolo gli organi del Golgi registrano la tensione muscolo-tendinea e quindi la contrazione attiva muscolare determinando, se superata la soglia di attivazione (100-200 grammi), il riflesso spinale miotatico inverso che suscita il rilassamento delle relative fibre muscolari e la contrazione di quelle del muscolo antagonista. Gli organi del Golgi registrano quindi la tensione muscolo-tendinea proteggendo le strutture tendinee, legamentose e capsulari da eccessive contrazioni muscolari ma sono altresì determinanti in ambito posturologico: la loro specifica funzione è quella di segnalare ai centri superiori la tensione media sviluppata da un selezionato gruppo di unità motorie (meccanocettori ad adattamento statico o tonico), fungendo così da meccanismo di controllo riflesso della forza di contrazione muscolare (feed-back) e di programmazione della stessa da parte dei centri motori (feed-forward). Possedendo gli organi del Golgi una soglia di attivazione (100-200 grammi) notevolmente superiore a quelle dei fusi neuromuscolari (3 grammi), presentano di conseguenza un'azione molto meno immediata e frequente rispetto a quest'ultimi. Da notare che l'influenza dell'attività degli organi muscolotendinei del Golgi dipende molto dalle afferenze cutanee a bassa soglia e articolari.
- Corpuscoli ramificati di Ruffini: costituiti da terminazioni nervose e fibre connettivali presenti negli strati cutanei e tissutali profondi, nelle capsule articolari (strati superficiali), legamenti ecc.. I corpuscoli di Ruffini sono pertanto sia esteroceettori cutanei che propriocettori. Essi reagiscono maggiormente agli stimoli veloci e presentano un lento adattamento

statico e quindi importanti nel segnalare stimoli tattili e pressori prolungati e intensi. In qualità di recettori articolari segnalano direzione e velocità di movimento nonché la posizione dell'articolazione insieme ai meccanorecettori a rapido adattamento, sensibili all'accelerazione. Essi somigliano nell'aspetto agli organi muscolo-tendinei di Golgi, con i quali hanno anche in comune la funzione principale: la misurazione della tensione nel tessuto.

- Corpuscoli Vater-Pacini e Paciniformi, sono corpuscoli di grandi dimensioni (fino a 4 mm di lunghezza) che si trovano immediatamente al di sotto della cute, nel tessuto adiposo ipodermico, sia nei tessuti connettivali profondi (di norma si collocano più profondamente rispetto ai corpuscoli di Ruffini), capsule articolari (strati profondi), legamenti spinali, giunzioni muscolo-tendinee. Essendo ad adattamento molto rapido (pochi centesimi di secondo) i corpuscoli di Vater-Pacini e paciniformi segnalano solo variazioni meccaniche molto veloci quali le vibrazioni (quelle con frequenza superiore ai 100Hz in particolare) reagendo all'inizio e al termine della sollecitazione in modo crescente.

### **Classificazione delle fibre nervose implicate nella propriocezione**

- A-alfa, IA, IB: propriocezione, motilità scheletrica.
- A-beta, II: tatto, pressione, vibrazione.
- A-gamma, II: motrici per i fusi neuromuscolari.
- A-delta, III: dolore (da stimoli meccanici e termici), temperatura.

### **Classificazione dei recettori in base al tipo di fibre nervose**

- IA: Provenienti dalle terminazioni anulospirali dei fusi neuromuscolari, corrispondono al tipo A-alfa della classificazione generale delle fibre nervose
- IB: Derivano dagli organi muscolo-tendinei del Golgi, corrispondono

anch'esse al tipo A-alfa.

- II: Provenienti dalla maggior parte dei meccanorecettori per la sensibilità cutanea fine (esterocettori cutanei), e dalle terminazioni dei fusi neuromuscolari, corrispondono alle fibre nervose A-beta e A-gamma.
- III: Relative ai recettori interstiziali, responsabili della sensibilità tattile grossolana, della termica e delle sensazioni dolorifiche puntiformi, corrispondono alle fibre A-delta.
- IV: Riguardano anch'esse i recettori interstiziali, amieliniche, trasportano impulsi della sensibilità dolorifica, termica, del prurito, tattile grossolana, appartengono al tipo C.

#### **Classificazione dei recettori in base alla localizzazione**

- Esterocettori: sensibili a stimoli che si originano perlopiù all'esterno dell'organismo, in sua prossimità (esterocettori cutanei) o a distanza (telecettori responsabili ad esempio di vista, udito e olfatto).
- Interocettori: sensibili a stimoli provenienti perlopiù dall'interno dell'organismo, suddivisi, a loro volta, in propriocettori, riguardanti muscoli, fascia connettivale e articolazioni (ossia fibre muscolari, tendini, legamenti, capsule articolari) ed enterocettori o propriocettori viscerali, relativi agli altri organi e sistemi dell'organismo (fra cui i recettori vestibolari, retinici e determinati barocettori renali).

#### **Classificazione dei recettori in base alla specializzazione**

- Meccanocettori , segnalano le deformazioni del recettore stesso o delle cellule ad esso adiacenti.
- Termocettori, terminazioni nervose libere, a lento adattamento, che segnalano variazioni di temperatura sia interna che esterna all'organismo.
- Nocicettori, recettori dolorifici, costituiti perlopiù da terminazioni nervose libere, che segnalano un danno tessutale fisico e/o chimico.

- Recettori elettromagnetici, segnalano gli stimoli luminosi a livello della retina (fotorecettori).
- Chemocettori, segnalano stimoli di natura chimica (es. quelli gustativi della bocca, olfattivi del naso, quelli che segnalano la concentrazione di ossigeno nel sangue, l'osmolarità dei liquidi corporei ecc.).

### **Classificazione dei recettori in base al grado di adattamento allo stimolo**

- Recettori fasici o dinamici o di velocità, si attivano solo quando l'intensità dello stimolo cambia inviando un numero di impulsi proporzionale alla velocità della variazione per poi, tramite il fenomeno di rapido adattamento, divenire presto silenti una volta che lo stimolo rimane costante. Questo tipo di recettori consente al sistema nervoso centrale di conoscere la velocità con cui sta avvenendo un certo cambiamento nel corpo, consentendogli così di effettuare previsioni e quindi opportuni adeguamenti anticipatori (feed-forward). Le terminazioni sensitive primarie (tipo IA) dei fusi neuromuscolari (proprioceettori) e i corpuscoli di Pacini (esterocettori cutanei meccanocettori) sono importanti esempi di recettori di questo tipo.
- Recettori tonici o statici, i quali, in presenza di uno stimolo costante e prolungato, continuano a trasmettere fino alla cessazione dello stimolo o almeno per molti minuti od ore (fenomeno di lento adattamento). Esempi di questo tipo di recettori sono gli organi muscolo-tendinei del Golgi e le terminazioni nervose sensitive secondarie (tipo II) dei fusi neuromuscolari (proprioceettori), i corpuscoli di Ruffini e i dischi di Merkel (esterocettori cutanei sensibili al tatto).

### **1. 1. 3. Sistema vestibolare**

E' un sistema costituito da strutture che compongono l'orecchio interno: i *canali semicircolari*, l'*utricolo* e il *sacculo*. Il principale compito dell' apparato vestibolare è quello di registrare la posizione del nostro corpo rispetto alla forza di gravità e di tutte le accelerazioni che agiscono sul corpo. Il suo controllo non



è molto preciso, interviene infatti solamente quando i movimenti della testa superano una certa ampiezza e velocità. L'apparato vestibolare entra dunque in azione in situazioni di emergenza in modo da consentire al sistema visivo e archeopropriocettivo di gestire al meglio la situazione. Le informazioni di questo apparato giungono al midollo e alla corteccia, informandola quindi di tutti gli spostamenti della testa nello spazio.

#### **1. 1. 4. Fisiologia del controllo posturale**

Il neurone sensitivo primario porta il segnale fino al midollo spinale dove, nella maggior parte dei casi, contrae sinapsi con interneuroni o neuroni sensitivi secondari. Questi ultimi, a loro volta, possono contrarre sinapsi ancora a livello del midollo spinale o raggiungere il talamo (tranne l'olfatto che prende direttamente contatto con l'encefalo), dove si connettono con i neuroni sensitivi terziari che prendono ulteriori contatti col sistema nervoso centrale. Le informazioni arrivano ai nuclei vestibolari da parte dei recettori sensoriali posturali (recettori vestibolari, esterocettori cutanei, propriocettori ed enterocettori ed esterocettori visivi) e qui sono elaborate, assieme alla sostanza reticolare e sotto il controllo del cervelletto, oltre che della corteccia cerebrale, consentendo così al sistema dell'equilibrio di svolgere il suo compito, che consiste nel garantire il corretto assetto posturale sia statico che dinamico.

Si definisce epicritica, ossia fine e localizzata, la sensibilità cosciente ai segnali originati dai recettori e ne è responsabile la corteccia cerebrale, oppure protopatica, ossia diffusa (non ben localizzata) e "grossolana" (difficilmente definibile), ed è sotto la gestione del talamo.

Il tipo di sensazioni o risposte evocate dalla stimolazione di un dato recettore dipende esclusivamente dalla regione del sistema nervoso centrale attivata dalla relativa via sensitiva. Le sensazioni relative saranno le stesse (ad esempio se viene eccitata una fibra nervosa dolorifica, si avverte dolore indipendentemente dalla natura dello stimolo che lo ha provocato) e verranno riferite di norma alla sede del recettore indifferentemente dalla natura dello stimolo e dal punto in cui esso è collocato. La zona cutanea di riferimento

corrisponde al dermatomero le cui fibre sensoriali entrano nel midollo spinale tramite la medesima radice posteriore in cui decorrono anche fibre sensoriali viscerali o muscolari.

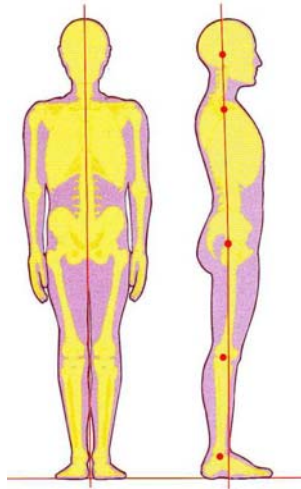
Le terminazioni nervose degli organi muscolo-tendinei del Golgi subiscono, durante la contrazione attiva del muscolo, una deformazione meccanica che innesca un impulso nervoso che giunge al midollo spinale, lungo fibre nervose ad alta velocità di conduzione del gruppo Ib. Nel midollo spinale i motoneuroni alfa sono attivati tramite l'intermediazione di un solo interneurone spinale inibitorio (connessione ossia tramite due sinapsi) mentre, in contemporanea, un interneurone facilitatorio stimola la contrazione dei muscoli antagonisti (attivazione antagonista). Questo processo viene definito riflesso miotatico inverso. Come tutti i riflessi spinali, agisce in maniera e in modo analogo è sottoposto al controllo dei centri superiori. La sua soglia di attivazione è molto bassa (3 grammi), ciò comporta che l'attività dei fusi è praticamente permanente e da loro dipende il tono muscolare, influenzando molto la postura. Infatti viene impiegato per la stabilizzazione, avendo il compito di mantenere costante l'estensione di un muscolo.

Durante l'allungamento attivo o passivo del muscolo, raggiungono il midollo spinale anche gli impulsi provenienti dai fusi neuromuscolari ed eccitano i motoneuroni alfa dello stesso muscolo e dei muscoli agonisti tramite una sinapsi, ciò provoca il riflesso spinale miotatico o di stiramento o riflesso osteotendineo (ROT), ossia una contrazione riflessa che tende a riportare il muscolo alla sua lunghezza originaria. Le afferenze nervose secondarie, tipo II, accanto ad una funzione monosinaptica, esercitano complessi effetti polisinaptici di tipo eccitatorio sui muscoli flessori e di tipo inibitorio sui muscoli estensori.

## **1. 2 La postura ideale**

Ogni parte del corpo possiede un proprio centro di gravità; il centro di gravità del corpo è la somma di ognuno di essi. La proiezione al suolo del centro di

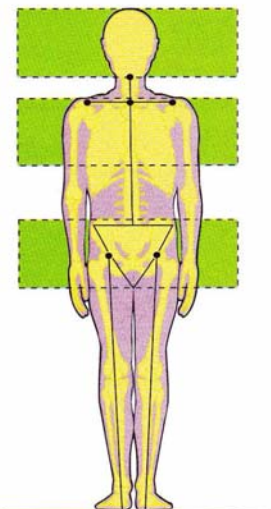
gravità di un uomo in posizione eretta è la linea verticale ideale che cade all'interno della superficie di appoggio dei piedi (img 1).



1. La postura ideale

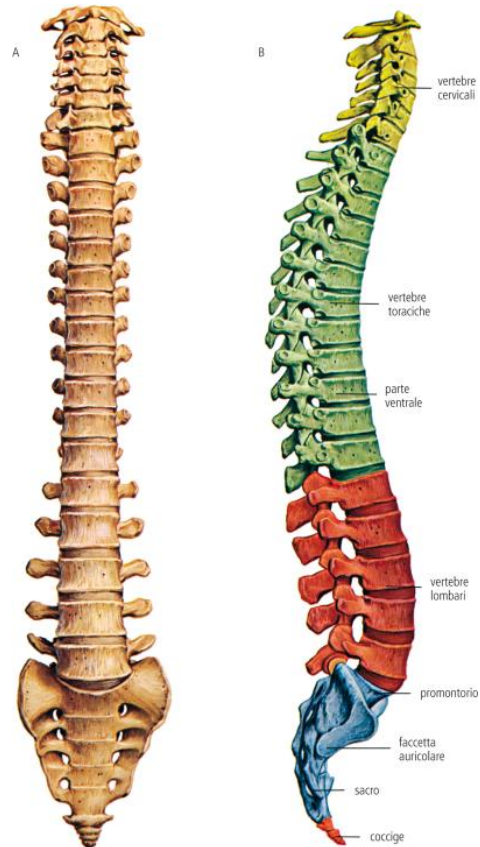
Il corpo umano può essere considerato un sistema biomeccanico costituito da tre unità funzionali posturali (img 2):

- la mandibola e il cranio;
- la cintura scapolo-omerale;
- la cintura pelvica.



2. Le tre unità funzionali posturali

Queste tre unità, che presentano influenze posturali reciproche, sono collegate da due raccordi: il tratto cervicale e il tratto toraco-lombare che vanno a comporre la colonna vertebrale o rachide.



3. La colonna vertebrale

La colonna vertebrale, o rachide, (img 3) è formata dall'insieme delle vertebre e costituisce un sistema.

Le vertebre sono costituite da un corpo e un arco e sono messe in relazione tra loro da due tipi di articolazione:

- la vertebro-vertebrale articola i corpi vertebrali, ed è dotata di movimenti illimitati;
- la intervertebrale articola gli archi vertebrali ed è dotata di movimenti limitati.

Le due articolazioni si condizionano a vicenda realizzando l'equilibrio. Il sistema legamentoso paravertebrale riduce l'indipendenza funzionale delle singole vertebre: in questo modo ognuna si muove pochissimo e la colonna ha una maggiore stabilità.

La somma dei movimenti minimi di ciascuna vertebra rispetto alle altre permette ampi movimenti del sistema vertebrale nella sua totalità (flessione, estensione e inclinazione laterale). Le curve funzionali del rachide (cifosi e lordosi) distribuiscono al meglio il peso del corpo e rendono elastica la colonna.

Nel tratto cervicale (lordosi) la funzione dinamica prevale su quella statica.

Nel tratto toracico (cifosi) la funzione statica prevale su quella dinamica (la cifosi è congeniale alla cassa toracica e alla funzione respiratoria).

Il tratto lombare (lordosi), come quello cervicale, è dotato di un'ampia funzione dinamica.

### **1. 3 I muscoli del controllo posturale**

Gli effettori coinvolti nel mantenimento della postura e nel controllo del corpo sono i muscoli posturali, che fanno parte dei muscoli scheletrici nei quali possiamo distinguere per la funzione che rivestono:

- stabilizzatori locali;
- stabilizzatori globali;
- mobilizzatori globali.

I muscoli posturali sono caratterizzati da uno scarso consumo energetico e poca affaticabilità e sono comandati per lo più in modo riflesso. I muscoli stabilizzatori sostengono e stabilizzano il corpo mentre i muscoli sinergici eseguono movimenti.

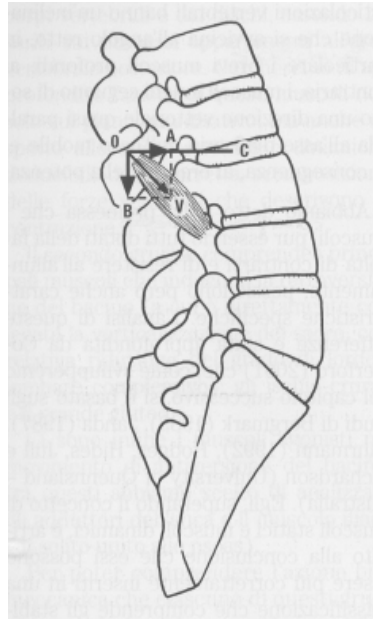
Gli **stabilizzatori locali** sono muscoli segmentari presenti nello strato più profondo. Sono muscoli prevalentemente deputati a sostenere e stabilizzare le articolazioni.

Questi muscoli non possono realizzare movimenti ad ampio raggio ma sono in grado di mantenere la contrazione per un lungo periodo.

Gli stabilizzatori locali hanno il compito di sviluppare una forza continua di bassa intensità in tutte le posizioni del range articolare e in tutte le direzioni del movimento. L'attività di questi muscoli induce un aumento della "rigidità" muscolare segmentaria per controllare i movimenti eccessivi, fisiologici e di

traslazione, garantendo la giusta stabilità durante i movimenti prodotti dai muscoli mobilizzatori.

Gli stabilizzatori locali agiscono sul “senso di posizione”, svolgono infatti un ruolo determinante sulla percezione della postura. Sono stabilizzatori locali i muscoli interspinosi, il multifido (img 4) con le sue inserzioni da una vertebra all'altra, il quadrato dei lombi.

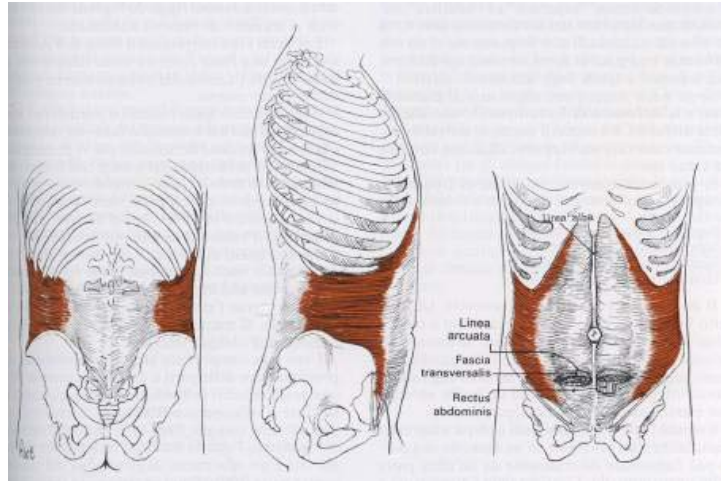


4. muscolo stabilizzatore locale: il multifido profondo

Gli **stabilizzatori globali** si trovano nello strato intermedio e svolgono la loro azione stabilizzatrice soprattutto nell'ambito delle contrazioni eccentriche (azione antigrafitazionale).

Funzione di questi muscoli è lo “*stiffening effect*”. La maggiore attivazione del muscolo, cioè una maggiore stiffness (rigidità), garantisce una maggiore stabilità articolare. Questi muscoli sono deputati, oltre al movimento del rachide, anche al trasferimento delle forze dalla parte superiore a quella inferiore del corpo e viceversa.

Un esempio di stabilizzatori globali sono il lunghissimo del dorso, il multifido, il quadrato dei lombi per le sue fibre laterali, il trasverso dell'addome (img 5).

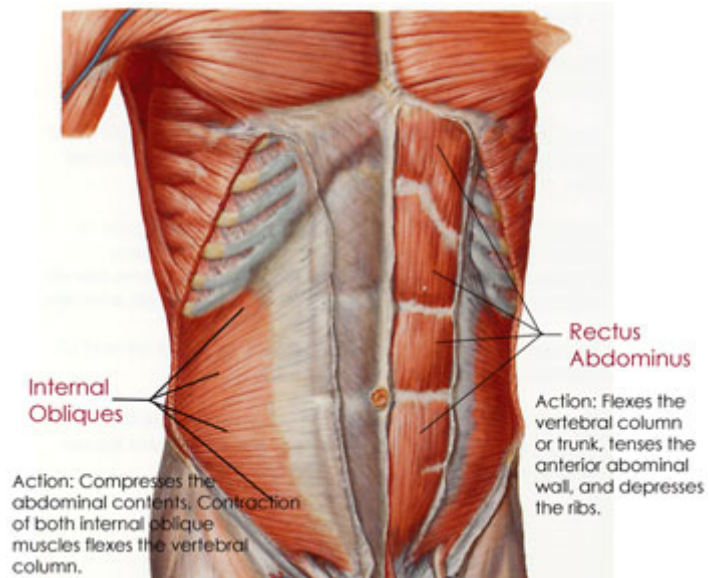


5. muscolo stabilizzatore globale: il trasverso dell'addome visto posteriormente, lateralmente e anteriormente.

Pur non ricoprendo un ruolo specifico nel mantenimento della postura, anche i muscoli **mobilizzatori globali** del tronco possono svolgere questa azione. Questi muscoli, presenti nello strato superficiale, creano movimenti tramite contrazioni concentriche, ma non contribuiscono alla stabilizzazione delle articolazioni.

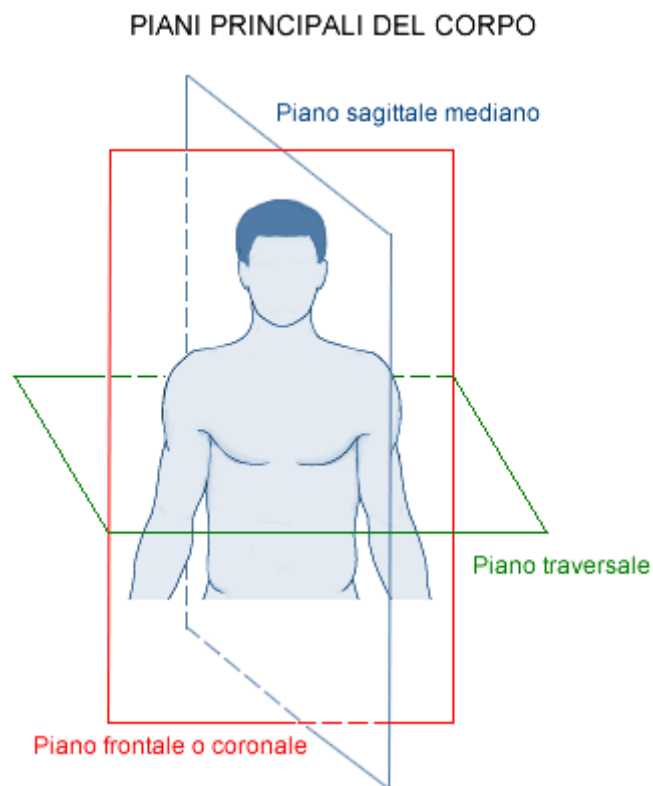
Questi muscoli sono molto efficienti sul piano sagittale; anche se possono generare forze elevate non sono però in grado di contribuire in modo significativo al controllo di rotazione.

I mobilizzatori globali entrano in azione in seguito alla stabilizzazione delle articolazioni da parte dei muscoli dello strato intermedio (gli stabilizzatori globali). Funzione dei mobilizzatori è determinare i movimenti della colonna vertebrale. Mobilizzatori globali sono muscoli come gli ischio-crurali, il grande gluteo, il muscolo sacrospinale, i muscoli interspinosi, l'obliquo esterno, l'obliquo interno e il retto dell'addome (img 6).



#### 6. Muscoli mobilizzatori globali

### 1. 4 Assi e piani del corpo umano



Nella definizione della postura corretta come anche dei movimenti possibili dall'organismo è necessario definire dei riferimenti spaziali. Per rendere univoci



e universalmente validi i concetti “sopra”, “sotto” e “davanti” prendiamo un soggetto che si disponga nella *posizione anatomica*, ovvero in posizione eretta, le palme delle mani verso l'osservatore, i gomiti accostati ai fianchi e i piedi leggermente divaricati (img 7).

Il piano è un concetto primitivo della geometria, definito anche luogo geometrico di punti; l'asse invece è una retta immaginaria e l'incontro di più di esse genera tre piani immaginari che dividono il corpo in parti di uguale massa.

Dunque l'aspetto che andremo ad analizzare sarà il movimento che può essere eseguito in un piano generato dall'intersezione di due assi.

### **Piano frontale**

Questo piano corre parallelo alla fronte ed è generato dall'incontro dell'asse trasversale con quello longitudinale; tale piano divide il corpo in una parte anteriore (o ventrale) e in una posteriore (o dorsale); il piano che divide il corpo in due parti di massa uguale è detto mediano.

I movimenti che si possono compiere su questo piano sono:

- inclinazione laterale del busto;
- abduzione cioè allontanamento degli arti dal corpo;
- adduzione cioè avvicinamento degli arti al corpo.

### **Piano sagittale**

Questo piano è generato dall'incontro dell'asse longitudinale e di quello sagittale, decorre in senso antero/posteriore e divide il corpo nella parte sinistra e nella parte destra; il piano che divide il corpo in due parti di massa uguale è detto anche in questo caso mediano e gli altri piani paralleli ad esso vengono chiamati parasagittali: nel caso si trovino vicini al piano mediano sono detti mediali, se invece sono lontani da quest'ultimo sono detti laterali.

I movimenti eseguibili in questo piano sono:

- flessione;
- estensione.

## Piano trasversale

L'ultimo piano del movimento è generato dall'incontro dell'asse sagittale con quello trasversale, divide il corpo in una metà superiore e in una metà inferiore. Il movimento che origina su questo piano è la rotazione che può coinvolgere diversi arti e in diverse direzioni:

- rotazione del rachide a destra e a sinistra;
- pronazione;
- supinazione;
- intra-rotazione;
- extra-rotazione.

Le origini di questi movimenti sono possibili grazie ai diversi tipi di articolazioni con vari gradi di libertà. Nel corpo umano sono presenti tre tipologie principali di articolazioni:

- le **sinartrosi**, articolazioni fisse;
- le **anfiartrosi**, articolazioni semi-mobili;
- le **diartrosi**, articolazioni mobili.

Queste ultime, le diartrosi, sono le più rappresentate nel nostro corpo e a loro volta possono essere di diverso tipo:

- **enartrosi**: permettono movimenti in tutte le direzioni, in tutti i piani dello spazio, grazie alla loro specifica costituzione che presenta una superficie articolare sferica che ruota su una superficie articolare ad incavo (esempio: spalle e anche);
- **a sella**: permettono movimenti in due piani dello spazio e presentano due superfici concave a contatto (esempio: carpo e metacarpo del pollice);
- **condiloidea**: anch'esse permettono movimenti solo in due piani e si compongono di una forma ovoidale, di un capo articolare convesso e di un altro capo a superficie articolare concava (esempio: polso);
- **trocoide**: permettono movimenti in un unico piano dello spazio a causa della una struttura costituita da un perno (esempio: l'atlante della prima

vertebra cervicale che ruota intorno all'epistrofeo, rilievo osseo della seconda vertebra cervicale);

- **Troclea:** permette movimenti su un unico piano come la precedente e viene detta "a cardine" per il suo funzionamento simile a quello dei cardini di una porta (esempio: gomito).

## **1. 5 Mantenimento di una postura corretta**

A livello fisico-muscolare sono da considerare forze esterne (gravità, conformazione del piano d'appoggio) e interne (attività muscolari e tensioni passive tra legamenti, tendini e articolazioni). Nel caso in cui le componenti interne siano in condizioni ottimali, perfettamente funzionanti, il mantenimento di una postura corretta è semplice e richiede il minimo impiego energetico. Dal punto di vista della fisica infatti è sufficiente che il vettore peso, che scende a terra a partire da nostro centro di massa (situato entro il corpo approssimativamente a livello del secondo segmento sacrale), sia proiettato all'interno delle basi di appoggio, nel punto medio del segmento, in modo che la sua forza si spartisca ugualmente sui due piedi. In una postura ottimale sostenere questo peso è facile per i segmenti del corpo, in quanto le articolazioni sono vicine all'allineamento verticale (ginocchia, bacino, schiena) e le tensioni tra legamenti e muscoli sono minime.

## **1. 6 Postura scorretta**

É importante monitorare la postura statica e assicurarsi della sua correttezza e simmetria. Una postura scorretta infatti è un chiaro indizio di squilibrio muscolare. Ci sono diversi motivi che portano a una postura scorretta e asimmetrica compreso il malfunzionamento del tessuto miofasciale (tessuto connettivo che avvolge muscoli e tendini). Qualunque sia la ragione, il vero problema sta nella capacità del nostro corpo e dei nostri muscoli di adattarsi a diverse situazioni per ricercare l'equilibrio e ottenere il miglior risultato possibile. Questa capacità è senz'altro utile quando si parla di postura dinamica, in quanto l'adattamento a diverse posizioni è necessario per ottimizzare i movimenti, massimizzando la loro efficacia e minimizzando i rischi. Ma se la

situazione alla quale ci si adatta è per un motivo o per l'altro scorretta, asimmetrica, e abitudinaria, a poco a poco i muscoli e tendini si contrarranno o allungheranno per cercare comunque la stabilità in questa nuova posizione, ma così facendo usciranno dall'allineamento ideale e funzionale risultando così meno efficienti nella loro funzione stabilizzatrice e motoria, peggiorando le prestazioni e inoltre aumentando il rischio di infortuni. Questo è il caso dello squilibrio muscolare.

Uno squilibrio muscolare è un'alterazione della relazione funzionale tra due muscoli o gruppi di muscoli. Si verifica quando per certi motivi muscoli e tendini si contraggono o allungano creando asimmetria e disfunzionalità nella stabilizzazione. Questa alterazione può verificarsi spontaneamente in certi individui o essere causata da alcuni fattori destabilizzanti che portano un lato del corpo a lavorare diversamente dall'altro (come movimenti abituali o ripetitivi, infortuni, interventi chirurgici, difficoltà nella riabilitazione).

## **1. 7 Postura in movimento e bilanciamento**

Il funzionamento del nostro corpo è un sistema unico e integrato, non una serie di pezzi isolati e indipendenti. È il sistema nervoso centrale che coordina il sistema nei tre piani di movimento: accelerazione, decelerazione e stabilizzazione. Il sistema si adatta poi al carico, alla resistenza, alla posizione del corpo e al movimento. Tutti i muscoli, anche se dotati di diverse caratteristiche, lavorano coordinati tra loro per produrre un movimento efficiente.

Muscoli diversi svolgono diverse funzioni. I muscoli detti *agonisti* danno il primo impulso al movimento mentre gli *antagonisti* agiscono in direzione opposta; i *sinergisti* aiutano gli agonisti nel movimento funzionale mentre gli stabilizzatori supportano e stabilizzano il corpo durante la fase di movimento.

Mobilità e stabilità devono coesistere affinché il movimento del nostro corpo sia efficiente. La mobilità include muscoli e giunture, la stabilità è la capacità di controllare i movimenti prima di uno sforzo e durante. Di solito queste capacità si sviluppano naturalmente e consequenzialmente: come per un bambino che,

una volta acquisita la capacità di muoversi, necessita di equilibrio e controllo. Senza adeguate mobilità e stabilità anche un adulto nel compiere determinati movimenti avrà problemi, e questi movimenti dovranno essere eseguiti non in maniera ottimale, ma adattandoli alle proprie capacità individuali. Senza mobilità e stabilità un atleta non può sviluppare forza, resistenza, potenza o velocità, o per farlo deve sviluppare nuove e innaturali abitudini biomeccaniche, con il risultato di peggiori *performance* e maggiori probabilità di infortunio: per compiere azioni uguali infatti saranno necessarie una maggiore energia e impegno.

## **2. Scopo della tesi**

Lo scopo della nostra ricerca è valutare l'effetto di un protocollo di lavoro sotto forma di esercizi di allenamento sul controllo posturale statico di un gruppo di studenti.

I dati raccolti hanno costituito la base conoscitiva per saper valutare la propria postura e organizzare il tempo libero per migliorarne il controllo attraverso la realizzazione di un programma di lavoro (ovvero indicazioni operative di allenamento) per migliorare la stabilità del tronco.

### 3. Materiali e metodi

#### 3. 1 Soggetti

I soggetti protagonisti di questo progetto sono 76 studenti delle classi terze dell'istituto liceo classico " J. Stellini" di Udine, con un'età compresa tra i 17 e i 19 anni. In tabella 1 sono riportati i loro dati caratteristici (massa corporea, statura e BMI), suddivisi in maschi e femmine, come valore medio e  $\pm$  deviazione standard. In tabella 2 sono presentati gli stessi parametri per la totalità dei soggetti.

Maschi (24 soggetti)			Femmine (52 soggetti)		
Massa corporea (kg)	Statura (m)	BMI (kg/m <sup>2</sup> )	Massa corporea (kg)	Statura (m)	BMI (kg/m <sup>2</sup> )
67,44	1,76	21,78	56,82	1,63	21,38
$\pm 8,38$	$\pm 0,05$	$\pm 2,33$	$\pm 8,46$	$\pm 0,06$	$\pm 2,83$

Maschi e femmine (76 soggetti)		
Massa corporea (kg)	Statura (m)	BMI (kg/m <sup>2</sup> )
60,18	1,67	21,48
$\pm 9,75$	$\pm 0,08$	$\pm 2,67$

Tab 1-2: Caratteristiche antropometriche dei soggetti protagonisti dell'esperimento.

#### 3. 2 Protocollo sperimentale

L'intero schema dello studio ha previsto un test iniziale (svolto alla fine del mese di novembre 2012), un successivo protocollo di lavoro ed un test finale (condotto a fine aprile 2013). Il test iniziale ha previsto la rilevazione della massa corporea e statura dei soggetti, mentre in entrambi i test si è provveduto a valutare il controllo posturale.

### 3. 2. 1 Misura della massa corporea e della statura

Per rilevare la massa corporea è stata utilizzata una bilancia pesapersona "Health Scale" con portata 120 kg e sensibilità 0,1 kg. Invece per effettuare la misurazione della statura, i soggetti, posti in piedi e appoggiati al muro, sono stati misurati servendosi di un metro a nastro e di una squadra, appoggiata nel punto più alto del capo. Entrambe le rilevazioni sono state fatte in corrispondenza della prima serie di test.

### 3. 2. 2 Valutazione del controllo posturale

Per la misura della stabilità statica è stato utilizzato il sistema **Delos Vertical Controller (DVC)**.

Il dispositivo, applicato anteriormente sullo sterno (fig 8), rileva in tempo reale i movimenti angolari del tronco in senso latero-laterale (piano frontale, asse y) e antero-posteriore (piano sagittale, asse x) che sono visualizzati da un software proprietario installato su un PC, per una successiva registrazione ed analisi.



8. DVC applicato in regione sternale



La rilevazione della stabilità statica è stata effettuata secondo il seguente protocollo di valutazione:

- calibrazione iniziale con occhi aperti e appoggio bipodalico ;
- pausa di 15";
- 20" con occhi aperti e appoggio monopodalico sul piede sinistro;
- pausa di 15";
- 20" con occhi aperti e appoggio monopodalico sul piede destro;
- pausa di 15";
- 20" con occhi chiusi e appoggio monopodalico sul piede sinistro;
- pausa di 15";
- 20" con occhi chiusi e appoggio monopodalico sul piede destro.






Le variabili considerate per valutare il livello di controllo posturale sono state:

- **Angolo di scostamento riferito all'asse medio (sui piani frontale, asse y, e sagittale, asse x):** espresso in gradi, indica di quanto il soggetto si è scostato dall'asse medio della prova. *Rappresenta l'indice di stabilità posturale.* È opportuno puntualizzare come con il termine "asse medio" s'intenda l'inclinazione media del segmento a cui è applicato il *DVC* rispetto alla verticale.







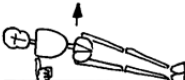



### 3. 2. 3 Protocollo di lavoro

Il protocollo di lavoro individuale, svolto a casa, avente lo scopo di migliorare il controllo posturale in previsione del secondo test, è stato effettuato con una regolarità di 2 volte a settimana per una durata di circa 4 mesi. Nelle successive tabelle sono riportati gli esercizi.

#### Esercizi di mobilizzazione

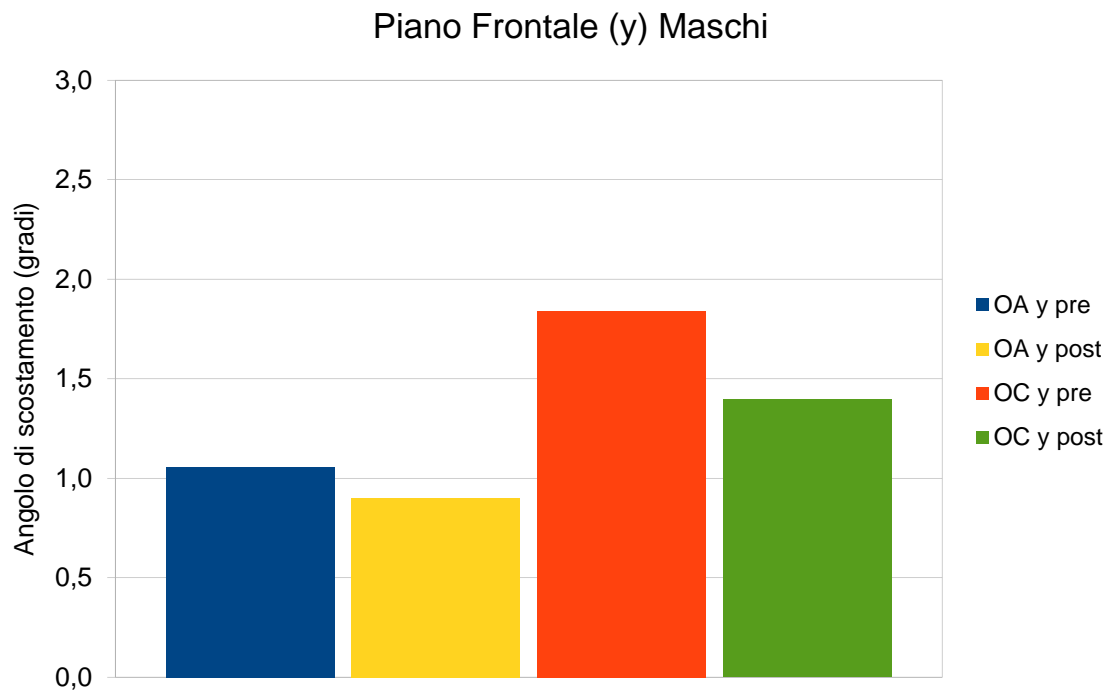
Traslazioni laterali. Ripetizioni: 20 (10dx, 10sx)	
In quadrupedia. Cifosi e lordosi della colonna vertebrale. Ripetizioni: 20	
In quadrupedia. Antiversione e retroversione del bacino. Ripetizioni: 20	
In quadrupedia. Inclinazione laterale del tronco e allungamento del braccio convesso. Ripetizioni: 10 (5dx, 5sx)	
In quadrupedia. Torsioni del tronco staccando un appoggio. Ripetizioni: 20 (10dx, 10sx)	

## Esercizi di stabilizzazione

<p>In posizione seduta. Cercare di toccarsi i gomiti posteriormente. Mantenere la posizione per 6 secondi. Ripetizioni: 10</p>	
<p>In posizione supina. Flessioni delle ginocchia oblique al petto con resistenza delle braccia. Mantenere la spinta per 6 secondi. Ripetizioni: 10</p>	
<p>In posizione supina. Flessioni delle ginocchia, portare un ginocchio al petto con resistenza del braccio opposto. Mantenere la spinta per 6 secondi. Ripetizioni: 10dx, 10 sx.</p>	
<p>In ginocchio con le mani poggiate a terra. Spinte delle mani verso il pavimento sollevando leggermente le ginocchia. Mantenere la posizione per 10 secondi. Ripetizioni: 10</p>	
<p>In posizione supina con anche e ginocchia flesse. Elevare il bacino (in allineamento) e contrarre i glutei. Mantenere la posizione per 10 secondi. Ripetizioni: 10</p>	
<p>Dalla posizione prona in appoggio sui gomiti. Sollevare il bacino e mantenerlo allineato con la colonna per 1 min. Ripetizioni: 3</p>	
<p>Sdraiato sul fianco con il gomito poggiato a terra. Sollevare il bacino portandolo in allineamento con la colonna e mantenere la posizione per 30 secondi. Ripetizioni: 3 a dx e 3 a sx.</p>	
<p>In appoggio sui gomiti e sulle ginocchia. Lento strapiombo anteriore del tronco e estensione alternata posteriore di una gamba. Mantenere la posizione per 5 secondi, ritornare alla posizione di partenza e cambiare arto. Ripetizioni: 10 dx e sx.</p>	
<p>In quadrupedia. Staccare una mano, tendere il braccio in avanti e oscillare con il tronco in avanti e indietro. Ripetizioni: 10 dx e sx.</p>	
<p>Superman: in quadrupedia , in appoggio su un braccio e la gamba contro laterale, mantenere l'allineamento del corpo per 5 secondi. Ripetizioni: 10 dx e sx.</p>	

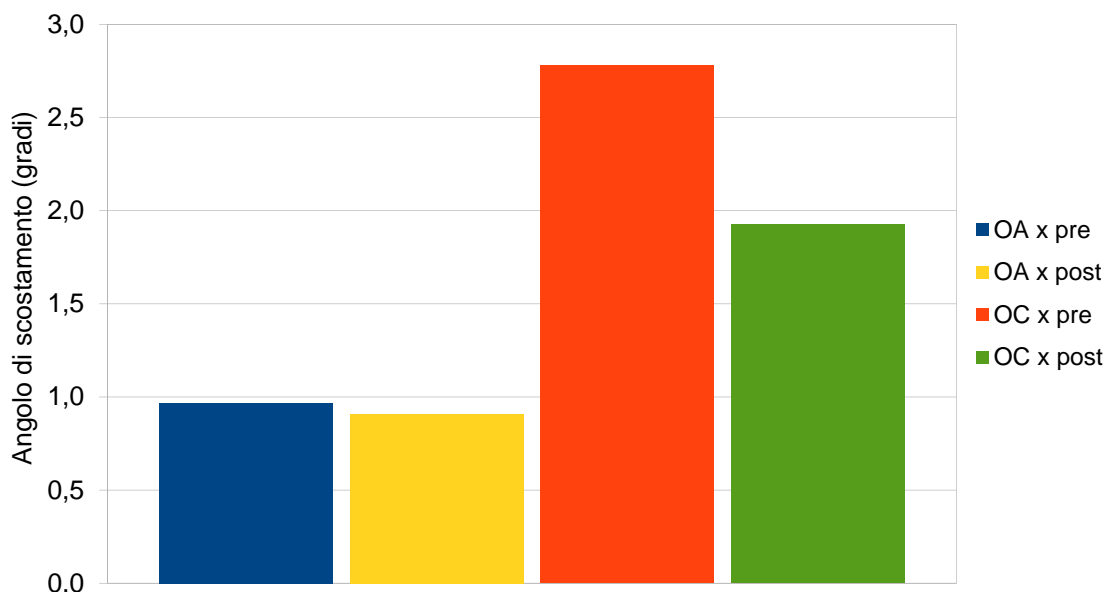
## 4. Risultati

### Maschi



*Grafico1 confronti dei gradi di spostamento sul piano sagittale OA (occhi aperti) e OC (occhi chiusi) sui soggetti prima dello svolgimento del protocollo di lavoro (pre) e dopo (post).*

### Piano Sagittale (x) Maschi



*Grafico 2 confronti dei gradi di spostamento sul piano frontale OA e OC sui soggetti prima dello svolgimento del protocollo di lavoro (pre) e dopo (post).*

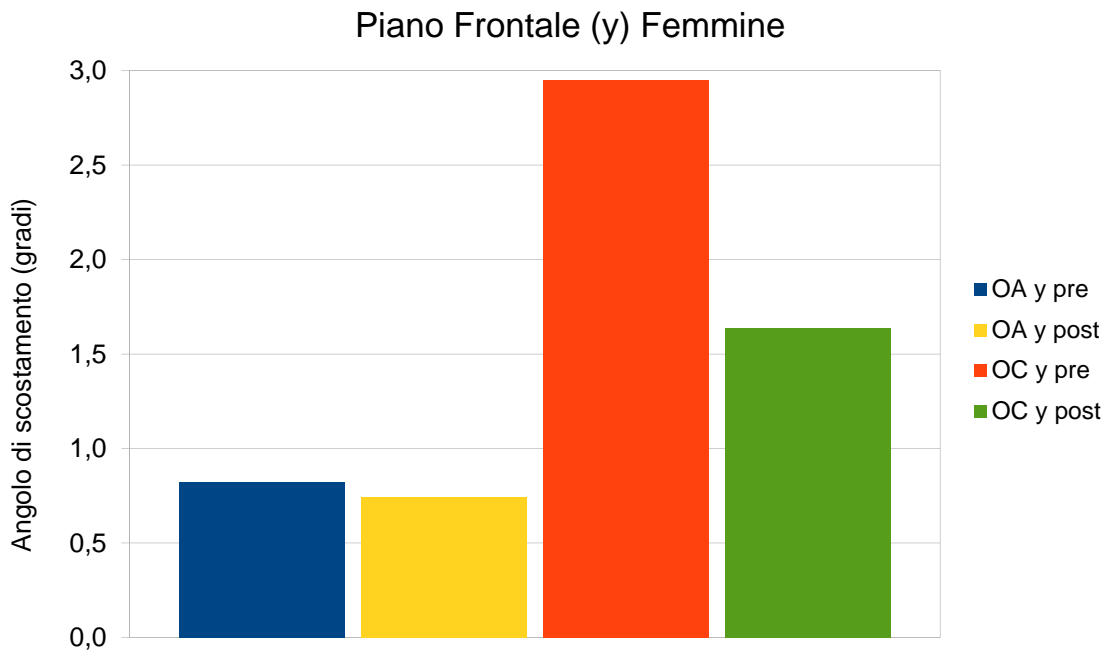
Nel grafico 1 e 2 sono riportati i confronti dei gradi di scostamento sul piano sagittale (x) e frontale (y) con gli occhi aperti (OA) e con gli occhi chiusi (OC). I dati si riferiscono alla media dei valori ottenuti dall'arto destro e sinistro in appoggio monopodalico senza vincoli degli arti superiori durante il test posturale iniziale e finale.

Analizzando i dati ottenuti, rappresentati nel grafico 1, si può notare che per entrambi gli arti si evidenzia una diminuzione dei gradi medi di scostamento dopo la somministrazione del protocollo di lavoro:

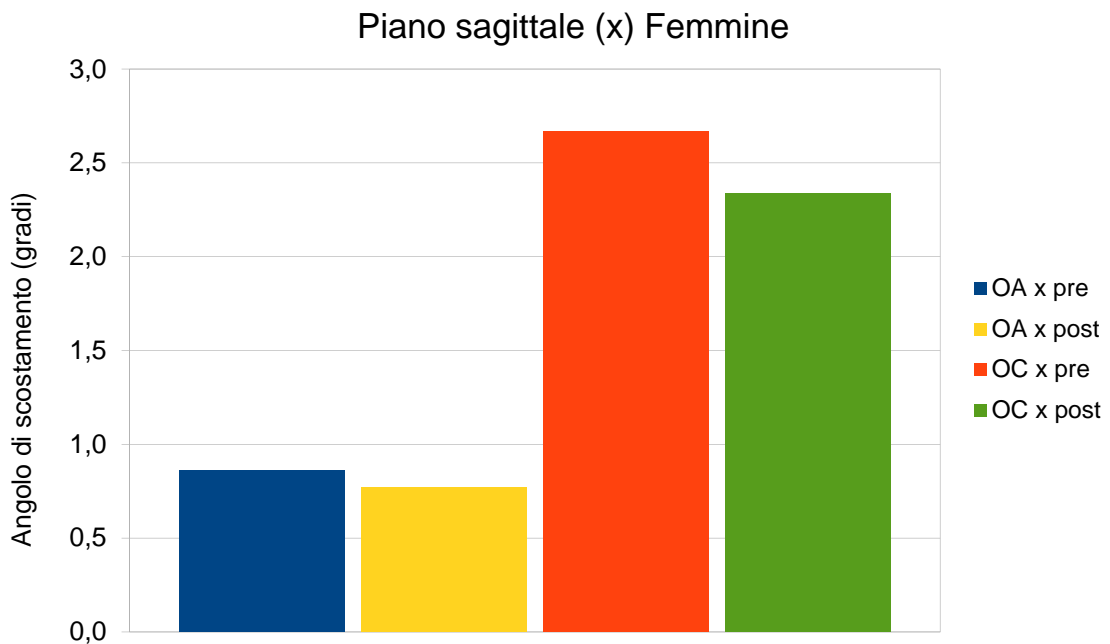
- per quanto riguarda l'arto destro OA si passa da un valore medio di 0,93 gradi rilevati nel test iniziale ai 0,83 gradi del test finale. Mentre a OC si passa da un valore medio di 2,88 gradi a 1,93 gradi.
- per quanto riguarda l'arto sinistro OA si passa da un valore medio di 1,01 gradi rilevati nel test iniziale ai 0,89 gradi del test finale. Mentre a OC si passa da un valore medio di 2,64 gradi a 1,89 gradi.
- Analizzando i dati ottenuti, rappresentati nel grafico 2, si può notare che per entrambi gli arti si evidenzia una diminuzione dei gradi medi di scostamento dopo la somministrazione del protocollo di lavoro:

- per quanto riguarda l' arto destro OA si passa da un valore medio di 1,12 gradi rilevati nel test iniziale ai 0,89 gradi del test finale. Mentre a OC si passa da un valore medio di 1,86 gradi a 1,47 gradi.
- per quanto riguarda l' arto sinistro OA si passa da un valore medio di 0,98 gradi rilevati nel test iniziale ai 0,83 gradi del test finale. Mentre a OC si passa da un valore medio di 1,76 gradi a 1,33 gradi.

## Femmine



*Grafico 3 confronti dei gradi di spostamento sul piano sagittale OA e OC sui soggetti prima dello svolgimento del protocollo di lavoro (pre) e dopo (post)*



*Grafico 4 confronti dei gradi di spostamento sul piano frontale OA e OC sui soggetti prima dello svolgimento del protocollo di lavoro (pre) e dopo (post)*

Nei grafici 3 e 4 sono riportati i confronti dei gradi di scostamento sul piano sagittale (x) e frontale (y) OA e OC. I dati si riferiscono alla media dei valori ottenuti dall' arto destro e sinistro in appoggio monopodalico senza vincoli degli arti superiori durante il test posturale iniziale e finale.

Analizzando i dati ottenuti, rappresentati nel grafico 3, si può notare che per entrambi gli arti si evidenzia una diminuzione dei gradi medi di scostamento dopo la somministrazione del protocollo di lavoro:

- per quanto riguarda l' arto destro OA si passa da un valore medio di 0,85 gradi rilevati nel test iniziale ai 0,73 gradi del test finale. Mentre a OC si passa da un valore medio di 2,50 gradi a 2,23 gradi.
- per quanto riguarda l' arto sinistro OA si passa da un valore medio di 0,88 gradi rilevati nel test iniziale ai 0,81 gradi del test finale. Mentre a OC si passa da un valore medio di 2,83 gradi a 2,45 gradi.
- Analizzando i dati ottenuti, rappresentati nel grafico 4 , si può notare che per entrambi gli arti si evidenzia una diminuzione dei gradi medi di scostamento dopo la somministrazione del protocollo di lavoro:

- per quanto riguarda l'arto destro OA si passa da un valore medio di 0,82 gradi rilevati nel test iniziale ai 0,73 gradi del test finale. Mentre a OC si passa da un valore medio di 1,90 gradi a 1,54 gradi.
- per quanto riguarda l'arto sinistro OA si passa da un valore medio di 0,82 gradi rilevati nel test iniziale ai 0,75 gradi del test finale. Mentre a OC si passa da un valore medio di 1,77 gradi a 1,73 gradi.



## 5. Conclusioni

In questo studio si è voluto indagare quali siano i meccanismi che agiscono sul controllo e sulla stabilizzazione della postura del nostro corpo. Questo è stato infatti il presupposto fondamentale per poter agire sulle cause che determinano una postura scorretta. Lavorare sul nostro corpo per migliorarne la stabilità ha costituito la tappa finale di un lavoro che, partendo da basi teoriche, è arrivato alla dimostrazione pratica dell'efficacia di un protocollo di esercizi finalizzato al potenziamento dei muscoli deputati al controllo posturale.

Nonostante il lasso relativamente breve di tempo intercorso tra il primo test, effettuato a novembre 2012, e il secondo test, effettuato ad aprile 2013 dopo lo svolgimento di un settimanale protocollo di lavoro, si è potuto apprezzare un lieve miglioramento della stabilità posturale degli studenti che si sono impegnati con costanza negli esercizi.

Ipotizzare una simile strategia metodologica, oltre ad avere positive ricadute sull'efficacia dei movimenti sportivi, può rappresentare un metodo per mantenere e migliorare una corretta postura, punto di partenza per assumere abitudini e comportamenti utili a salvaguardare la propria salute.

La considerazione finale è che anche un training non eccessivamente impegnativo, fatto di esercizi semplici e senza attrezzi sofisticati, può portare ad un miglioramento della stabilità posturale e alla conseguente prevenzione di future patologie. Condizioni necessarie per perseguire questi obiettivi sono però la continuità e la costanza dell'allenamento, che deve essere visto come un momento dedicato al proprio benessere psicofisico.

## **Bibliografia**

Cook G., "Athletic Body in Balance. Optimal movement skills and conditioning for performance". Human Kinetics, 2003.

Clark M.A., Lucett S.C., "NASM Essentials of corrective exercise training". Lippincott, Williams & Wilkins, 2011.

Cerretelli P., "Fisiologia dell'esercizio". Società Ed. Universo, Roma, 2001.

Fontani G., "Basi neurofisiologiche della sensibilità propriocettiva e dell'equilibrio", Istituto di Fisiologia Umana, Università di Siena in: Propriocettività e gestione dell'disequilibrio, Torino 1998.

Gollhofer A., "Functional importance of proprioceptive activation on neuromuscular properties". Dep. of Sport Science, University of Stuttgart, Germany, 4th Congress of the European College of Sport Science, Rome, 14-17 July 1999.

Kapandji A., "Fisiologia Articolare", vol. 2 arto inferiore. Malone Manduzzi Editore, 1999.

Sepulcri L., "Il controllo del corpo nei gesti sportivi. Principi e applicazioni pratiche". Atti del convegno: "Corso avanzato di formazione per preparatori fisici", Ancona, 2010.

Toso B., "Back School, programma per prevenire e curare il mal di schiena e le patologie vertebrali", ass. Back school, Milano, 2010.