

Equilibrio muscolo-scheletrico: principi biomeccanici e criteri di valutazione clinica

dott. Mauro Lastrico – dott.ssa Laura Manni

La comprensione dell'organizzazione muscolo-scheletrica rappresenta un prerequisito fondamentale per l'intervento fisioterapico efficace. Il presente articolo si propone di integrare i fondamenti teorici della biomeccanica con un modello operativo di valutazione clinica, nell'ambito del framework concettuale elaborato da Françoise Mézières e sviluppato dall'Associazione Italiana Fisioterapisti Metodo Mézières (AIFiMM).

L'approccio qui presentato si differenzia dalle concezioni tradizionali per l'adozione di un modello di riferimento di tipo ingegneristico, basato non su parametri statistici di normalità, ma sulla definizione di condizioni ideali di efficienza biomeccanica. Tale prospettiva consente di quantificare il divario tra lo stato attuale del sistema e la sua configurazione ottimale, discriminando così tra equilibri funzionali ed equilibri patologici.

PARTE I – FONDAMENTI TEORICI

1. Definizione biomeccanica della configurazione spaziale corporea

Nel linguaggio clinico corrente, il termine "postura" viene frequentemente impiegato con accezione morfologica, designando una forma da correggere o una posizione da modificare. Tale utilizzo genera un'ambiguità concettuale che conduce a interventi centrati sull'aspetto esteriore della configurazione corporea, trascurando l'analisi delle determinanti meccaniche che la sostengono.

Dal punto di vista biomeccanico, occorre invece definire con precisione il concetto di *postura* come **l'espressione della sequenza articolare fisiologica, sia a livello distrettuale che sistemico, risultante dall'equilibrio vettoriale delle forze muscolari agenti sul sistema scheletrico.**

Questa definizione operativa consente di superare l'interpretazione puramente descrittiva: la configurazione spaziale del corpo in un dato istante non rappresenta una variabile indipendente da giudicare in termini estetici o normativi, bensì la risultante osservabile di un sistema di forze in equilibrio dinamico.

Di conseguenza, qualificare una configurazione come "corretta" o "scorretta" sulla base della forma o della simmetria visibile costituisce un errore metodologico. La valutazione deve invece concentrarsi sulla qualità della sequenza articolare: ciò che determina la funzionalità del sistema non è la posizione assunta, ma il rispetto delle relazioni fisiologiche tra i segmenti ossei, sia nelle singole catene cinetiche che nell'organizzazione complessiva del corpo.

A partire da questa premessa concettuale, sostituiamo nel prosieguo della trattazione il termine "postura" con l'espressione ***equilibrio muscolo-scheletrico***, per evidenziare la natura dinamica e meccanica del fenomeno analizzato, evitando le connotazioni morfologiche e prescrittive associate al lessico comune.

2. L'equilibrio muscolo-scheletrico come risultante delle forze

Se l'equilibrio muscolo-scheletrico costituisce l'esito di un sistema di forze, la sua comprensione richiede necessariamente l'analisi dei vettori che lo determinano. In termini biomeccanici, questo equivale a considerare i muscoli non come semplici effettori motori, ma come **vettori di forza** che, attraverso il loro stato tensionale e il loro accorciamento, influenzano direttamente l'allineamento segmentario e la sequenza articolare.

L'azione meccanica del muscolo si esplica attraverso due componenti:

a) Il tono basale: rappresenta il livello di tensione muscolare presente anche in condizioni di riposo apparente, necessario per garantire la stabilità articolare e il controllo posizionale del segmento. Costituisce la componente neuromotoria dell'equilibrio.

b) La lunghezza muscolare effettiva: determina la distanza tra le inserzioni ossee e, di conseguenza, le relazioni angolari tra i segmenti articolari. Costituisce la componente strutturale dell'equilibrio.

In questa prospettiva, l'accorciamento muscolare non viene interpretato come l'effetto diretto di posizioni mantenute o di abitudini scorrette, ma come la conseguenza di un aumento del tono basale che il sistema neuromuscolare utilizza per garantire stabilità e controllo.

Il muscolo rappresenta, in questo senso, l'effettore finale di adattamenti che possono originare da ambiti diversi: biomeccanici (alterazioni della sequenza articolare che richiedono compensi), neurofisiologici (modificazioni del controllo motorio), o legati alla regolazione emotiva (espressione somatica di stati di allerta o difesa). Questi adattamenti, pur avendo eziologie differenti, trovano nel tono muscolare una via comune di espressione.

3. Dalla componente neuromotoria alla modificazione strutturale

Quando l'incremento del tono basale si protrae nel tempo, il processo non rimane confinato alla sola componente contrattile del muscolo. La tensione costante induce progressivamente modificazioni anche a carico della **componente connettivale** – il tessuto di sostegno e trasmissione della forza composto da fascia, tendini ed endomisio.

Questa evoluzione dal funzionale allo strutturale rappresenta un punto critico nella storia naturale dell'adattamento: quando la componente connettivale si adatta alla tensione mantenuta attraverso processi di rimodellamento tissutale, l'accorciamento tende a stabilizzarsi. A questo stadio, la riduzione della distanza tra le inserzioni ossee diventa biomeccanicamente rilevante: la trazione esercitata sulle strutture scheletriche modifica le relazioni articolari e contribuisce, nel tempo, all'alterazione progressiva della sequenza articolare fisiologica.

Il passaggio da un aumento di tono reversibile a una modificazione strutturale stabilizzata segna dunque il confine tra un adattamento ancora gestibile attraverso la modulazione neuromuscolare e una condizione che richiede interventi di ripristino della lunghezza tessutale. È in questa fase che l'accorciamento muscolare diventa una determinante primaria dell'alterazione dell'equilibrio muscolo-scheletrico, e non più una semplice conseguenza reversibile di fattori transitori.

4. Sequenza articolare e organizzazione meccanica del sistema

Il concetto di **sequenza articolare fisiologica** costituisce il parametro di riferimento fondamentale per la valutazione dell'equilibrio muscolo-scheletrico. Per sequenza articolare si intende la relazione spaziale e funzionale tra segmenti ossei adiacenti, definita da:

- L'allineamento reciproco dei segmenti ossei nel piano frontale, sagittale e trasverso
- La congruenza delle superfici articolari in condizioni di riposo e durante il movimento
- La distribuzione fisiologica dei carichi attraverso le strutture articolari

Questo principio diventa particolarmente evidente in presenza di una scoliosi: anche quando il paziente assume volontariamente una posizione apparentemente "corretta", la deviazione della sequenza articolare rimane immutata, e con essa persistono le alterazioni delle relazioni di forza. Lo stesso principio si applica a situazioni cliniche meno evidenti, nelle quali piccoli disassamenti articolari alterano l'organizzazione meccanica del corpo in assenza di deformità macroscopiche.

La sequenza articolare non è una proprietà locale di una singola articolazione, ma un'organizzazione sistemica: l'alterazione di una relazione articolare in un distretto implica necessariamente adattamenti compensatori in altri distretti, al fine di mantenere le funzioni del sistema (equilibrio gravitativo della coppia G ed R, orientamento dello sguardo, capacità di movimento).

5. Adattamento, compenso e riduzione del margine funzionale

Quando una o più articolazioni perdono la possibilità di muoversi secondo una sequenza fisiologica, il sistema muscolo-scheletrico non "si blocca", ma si riorganizza. Altre strutture vengono progressivamente reclutate per mantenere la funzione, garantire la stabilità e consentire il movimento nonostante la limitazione presente.

Questo processo, definito **compenso**, non rappresenta in sé una disfunzione, ma costituisce l'espressione della capacità adattativa intrinseca del sistema biologico. Il compenso consente di preservare le funzioni essenziali (deambulazione, raggiungimento, manipolazione) redistribuendo i carichi e modificando le strategie motorie.

Nel tempo, tuttavia, queste strategie compensatorie tendono a stabilizzarsi attraverso i meccanismi di rimodellamento neuromuscolare e connettivale precedentemente descritti. Ciò che inizialmente permette di continuare a muoversi senza dolore o con sintomi contenuti finisce per modificare ulteriormente l'organizzazione meccanica del sistema, distribuendo carichi e tensioni in modo non fisiologico.

È in questa fase evolutiva che il compenso, pur continuando a garantire la funzione, può diventare una fonte indiretta di sovraccarico e di sintomatologia a distanza. La distinzione fondamentale non è qualitativa (presenza o assenza di compenso), ma *quantitativa*: tutti i sistemi biologici operano attraverso meccanismi di adattamento e compenso; ciò che discrimina un equilibrio funzionale da uno patologico è **l'entità delle deviazioni dalla sequenza fisiologica e il prezzo meccanico che il sistema è costretto a pagare per mantenerle.**

6. Relazione tra sintomo e alterazione meccanica

Nel modello qui presentato, *il dolore non coincide necessariamente con la causa primaria dell'alterazione, ma non ne è nemmeno obbligatoriamente separato.*

In molte situazioni cliniche, il sintomo è locale e direttamente correlato all'alterazione meccanica presente: ad esempio, un aumento di tono degli scaleni o dell'elevatore della scapola può determinare una rotazione o una compressione segmentaria cervicale, generando dolore a livello del rachide cervicale stesso. In questi casi, la corrispondenza anatomica tra sede del sintomo e sede della disfunzione meccanica è immediata.

In altri casi, invece, il dolore rappresenta il punto in cui il sistema, dopo aver compensato a lungo, **esaurisce il proprio margine di adattamento.** Il sintomo emerge allora dove i carichi e le tensioni non possono più essere redistribuiti efficacemente, mentre l'alterazione meccanica primaria che ha innescato la catena compensatoria può trovarsi anche a distanza considerevole.

Questa distinzione non serve a negare il valore diagnostico del sintomo, ma a chiarire perché l'equilibrio muscolo-scheletrico non possa essere valutato esclusivamente sulla base della localizzazione del dolore. La comprensione della configurazione sistemica e delle catene di compenso costituisce un prerequisito per identificare le determinanti meccaniche della sintomatologia, siano esse locali o remote.

7. Il modello di riferimento ingegneristico

Nella valutazione dell'equilibrio muscolo-scheletrico, viene adottato un **modello di riferimento di tipo ingegneristico, non statistico**.

Questo approccio si differenzia radicalmente da modelli basati sulla distribuzione statistica dei parametri nella popolazione generale. Come accade in ingegneria, si lavora rispetto a una condizione ideale di massima efficienza biomeccanica – pur sapendo che tale condizione non è realizzabile nella pratica – perché è solo grazie a un modello teorico di riferimento che è possibile quantificare le deviazioni, orientare gli interventi e valutare progressivamente il miglioramento del sistema.

È lo stesso principio applicato allo studio del rendimento di un motore: l'ingegnere ragiona su un'efficienza del 100%, pur sapendo che non potrà mai essere raggiunta. Se ci si limitasse a descrivere ciò che accade mediamente, senza un modello di riferimento teorico, il progresso tecnico si arresterebbe. Non si potrebbero identificare i margini di miglioramento, né quantificare quanto il sistema reale si discosta dalla configurazione ottimale.

Allo stesso modo, in biomeccanica, il riferimento a una sequenza articolare fisiologica ideale non rappresenta un obiettivo irraggiungibile da imporre al paziente, ma *uno strumento concettuale indispensabile per interpretare, quantificare e migliorare l'organizzazione meccanica del corpo*.

I muscoli tendono inevitabilmente ad accorciarsi nel tempo, e non è realistico pensare di azzerare questo processo. Il corpo umano non può raggiungere – né mantenere – una perfezione biomeccanica teorica. Tuttavia, **la differenza tra un equilibrio funzionale e uno patologico non è di natura qualitativa, ma quantitativa**.

In altre parole: il corpo utilizza sempre gli stessi principi di organizzazione e di compenso. Ciò che cambia è l'entità delle deviazioni dalla configurazione ideale e il prezzo meccanico che il sistema è costretto a pagare per mantenerle. Il modello ingegneristico fornisce il parametro di riferimento per quantificare questo divario e orientare l'intervento terapeutico verso la riduzione progressiva del gap tra il reale e l'ideale.

PARTE II – MODELLO OPERATIVO DI VALUTAZIONE

8. Il biotipo ideale come strumento di valutazione

Nella valutazione delle alterazioni dell'equilibrio muscolo-scheletrico, sia in condizioni statiche che dinamiche, si fa riferimento a un **biotipo ideale**. Tale biotipo viene estrapolato attraverso il modello di tipo ingegneristico precedentemente descritto: un modello di riferimento che si rifà alla miglior soluzione biomeccanica possibile relativamente alle sequenze articolari fisiologiche.

È fondamentale ribadire che questo modello non rappresenta una norma statistica né un ideale estetico di simmetria. Per definizione, siamo tutti moderatamente asimmetrici. Il biotipo ideale costituisce invece *uno strumento concettuale che permette di misurare il divario tra la configurazione reale del sistema muscolo-scheletrico del paziente e la configurazione teorica di massima efficienza*.

È proprio questo divario – il gap tra ciò che si è e ciò che idealmente si dovrebbe essere – che determina se un sistema si trova in equilibrio funzionale o in equilibrio patologico. Quanto più la configurazione reale si discosta dal modello ideale, tanto maggiore sarà il carico meccanico che il sistema deve sostenere per mantenere le funzioni essenziali, e tanto maggiore sarà la probabilità di sviluppare sovraccarichi, compensi progressivi e, infine, sintomatologia.

9. Caratteristiche dell'equilibrio muscolo-scheletrico ideale

Ogni parte del corpo possiede un proprio centro di gravità. Il centro di gravità complessivo del corpo è la risultante vettoriale della somma di ciascuno di essi. La proiezione al suolo del centro di gravità dell'essere umano in stazione eretta corrisponde alla linea verticale ideale che cade al centro dell'area delimitata dalla superficie di appoggio dei piedi.

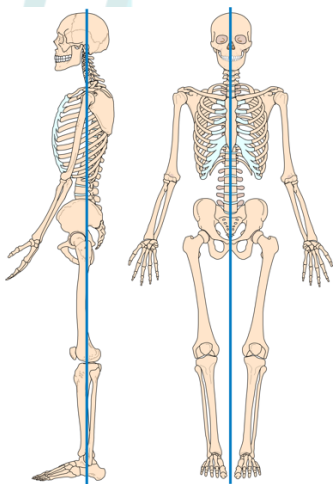
Dal punto di vista biomeccanico, nell'equilibrio muscolo-scheletrico ideale simmetrico osservato sul piano sagittale, la proiezione verticale del centro di gravità (o baricentro risultante) passa attraverso i seguenti punti di riferimento:

- Anteriormente al malleolo laterale
- Anteriormente all'articolazione del ginocchio

- Posteriormente all'articolazione dell'anca
- Attraverso la maggior parte delle vertebre lombari
- Attraverso l'articolazione acromio-clavicolare
- Attraverso le vertebre cervicali
- Attraverso il meato acustico esterno

All'osservazione anteriore o posteriore, il corpo ideale appare diviso in due emilati perfettamente simmetrici e la proiezione verticale del centro di gravità passa attraverso il centro malleolare.

Questi parametri definiscono la condizione teorica nella quale il sistema muscolo-scheletrico opera con la massima efficienza meccanica, minimizzando il dispendio energetico per il mantenimento della stazione eretta e riducendo i carichi non fisiologici sulle strutture articolari.



10. Parametri di valutazione statica

Nelle osservazioni statiche, il paziente viene valutato frontalmente, posteriormente e lateralmente, nonché in posizione supina al suolo. Il vincolo costante è rappresentato dalla posizione dei piedi: quando possibile, tallone e primo metatarso devono essere a contatto e lo sguardo orientato in avanti. Questa standardizzazione consente la riproducibilità dell'osservazione e l'evidenziazione degli adattamenti.

10.1 Osservazione frontale

Segue un elenco dei parametri principali. Ogni altro elemento osservabile si rivelerà utile in sede di valutazione funzionale.

Piede e dita:

- Gli alluci dovrebbero essere a contatto per tutta la loro lunghezza e privi di rotazioni
- Le dita dei piedi in rilasciamento, prive di flessioni, rotazioni, deviazioni laterali e non dovrebbero partecipare attivamente al mantenimento della stazione eretta

Arti inferiori:

Gli arti inferiori dovrebbero presentare quattro punti di contatto:

- Malleoli
- Polpacci al terzo superiore
- Condili femorali mediali
- Cosce al terzo superiore

Ginocchia:

- Frontalmente si osserva la posizione delle rotule

Bacino:

Vengono rilevati tre parametri:

- Traslazione laterale
- Elevazione (dislivello delle creste iliache)
- Rotazione sul piano trasverso

Triangoli della taglia:

- Si osservano i triangoli costituiti da una base descritta dal profilo dell'arto superiore fino al contatto con l'articolazione dell'anca e da due cateti descritti dal bordo laterale toracico e da quello del muscolo quadrato dei lombi. I due cateti non dovrebbero mostrare angoli acuti.

Cingolo scapolare:

Due parametri:

- Convessità laterale toracica
- Rotazione sul piano trasverso

Spalle:

Due parametri:

- Elevazione (dislivello)
- Anteposizione

Clavicole:

Due parametri:

- Andamento rispetto all'orizzontale (ascendente o discendente)
- Apparente differenza di lunghezza

Arti superiori:

Quattro parametri:

- Rotazione dell'omero (la linea intercondiloidea dovrebbe essere perpendicolare alla linea mediana corporea)
- Posizione del gomito
- Posizione dell'avambraccio
- Posizione della mano

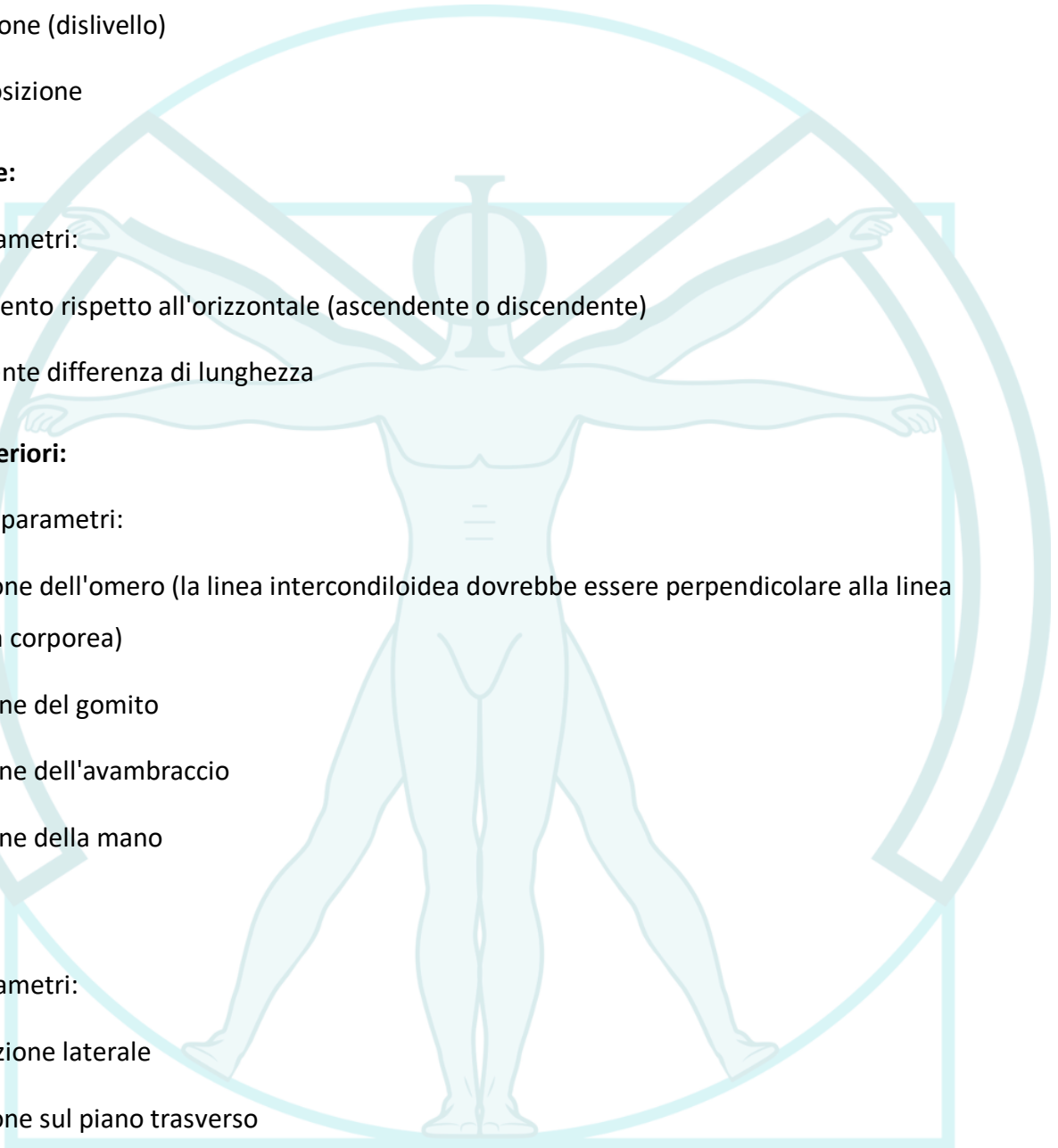
Cranio:

Due parametri:

- Inclinazione laterale
- Rotazione sul piano trasverso

Elementi accessori:

- La rima palpebrale (orientamento orizzontale)
- L'eventuale deviazione laterale della mandibola



Oltre alle differenze tra i due emilati, occorre valutare se i singoli baricentri segmentari siano allineati con la linea verticale passante per i malleoli. Quando questo allineamento non è presente, il tono muscolare deve necessariamente aumentare per permettere il mantenimento della stazione eretta.



10.2 Osservazione posteriore

Oltre alla verifica dei dati osservati frontalmente, posteriormente si effettuano ulteriori osservazioni specifiche:

Tendini d'Achille:

- Dovrebbero essere paralleli e verticali

Ginocchia:

Si valutano:

- La rotazione dei femori (i quattro condili femorali dovrebbero essere sulla stessa linea perpendicolare alla linea mediana)
- La presenza di flessione o recurvato

Regione glutea:

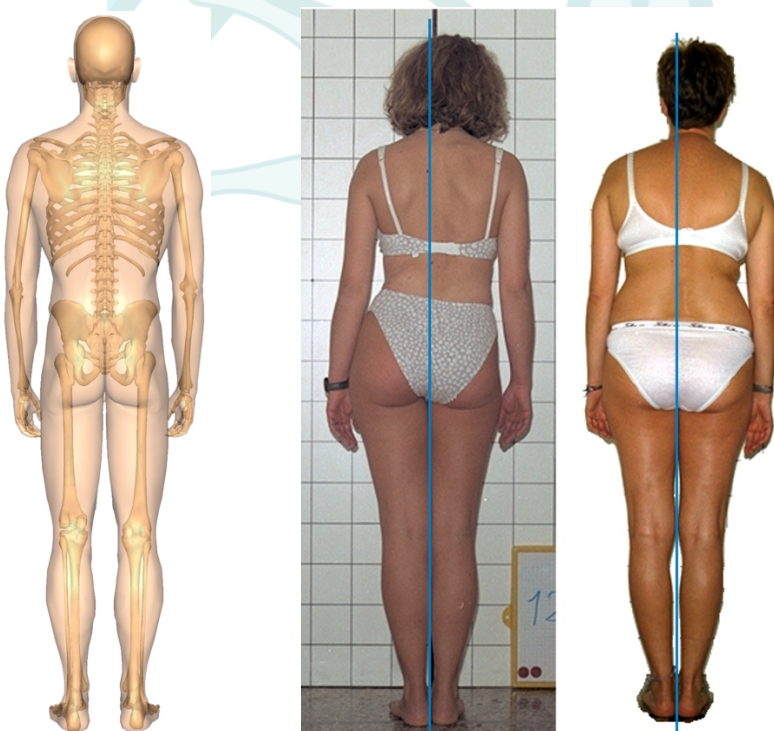
- L'andamento delle linee glutee, che dovrebbero essere presenti, profonde e lunghe

Colonna vertebrale:

- Manualmente e visivamente si controlla la sinusoide vertebrale, rilevando gli andamenti anomali sia sul piano sagittale che frontale

Scapole:

- Il rapporto tra margine mediale delle scapole e D5, che dovrebbero essere sulla stessa linea
- Il rapporto reciproco tra le scapole (elevazione, adduzione/abduzione)



10.3 Osservazione laterale

Il piano osservativo laterale consente sia di controllare alcuni dati precedenti che di valutarne di nuovi:

Caviglia e piede:

- Il tendine di inserzione dei peronieri dovrebbe girare posteriormente al malleolo esterno

Allineamento verticale:

Rispetto a una linea ideale secante i tendini d'Achille e perpendicolare al terreno, si dovrebbero trovare a monte quattro punti di contatto:

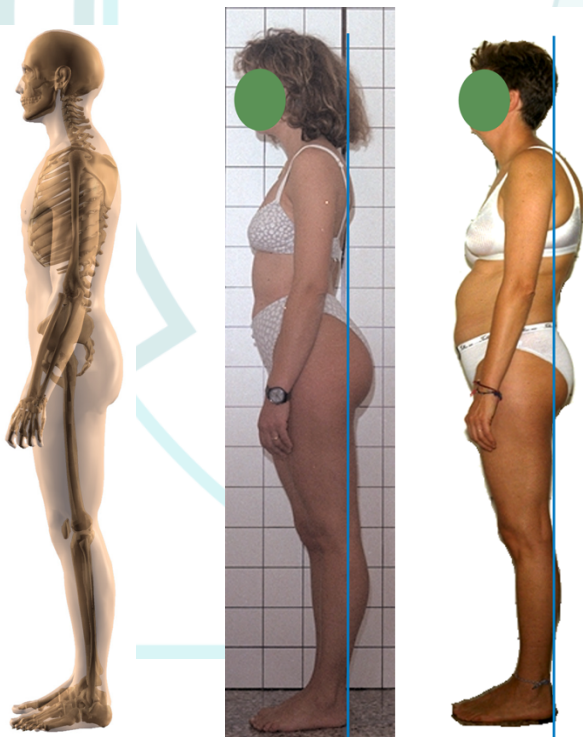
- Polpaccio al terzo superiore
- Glutei
- D5 (quinta vertebra toracica)
- Occipite

Torace:

- La linea sternale dovrebbe avere, rispetto alla verticale passante per il manubrio dello sterno, un'inclinazione di circa 30 gradi

Addome e bacino:

- La linea immaginaria tesa tra il processo xifoideo e il pube dovrebbe essere dritta e verticale
- Il bacino non dovrebbe essere né antiverso né retroverso



10.4 Osservazione in posizione supina al suolo

L'osservazione in posizione supina avviene in due tempi:

1. Inizialmente si chiede al paziente di posizionarsi come si sente dritto. Questo fornisce informazioni sul suo schema corporeo, verificando se vi è corrispondenza tra il senso soggettivo del "dritto" e la realtà oggettiva.
2. Successivamente lo si allinea passivamente considerando il centro malleolare, la sinfisi pubica, l'incisura giugulare del manubrio sternale e il cranio.

In posizione supina, nessun muscolo è costretto ad attivarsi per il mantenimento della posizione. Di conseguenza, questo tipo di esame risulta il più rilevante in quanto fornisce informazioni su quali muscoli siano effettivamente maggiormente in accorciamento e sulle conseguenze di eventuali alterazioni scheletriche.

In stazione eretta, al contrario, tutte le asimmetrie forniscono informazioni sulle strategie muscolari messe in atto per il mantenimento dell'equilibrio antigravitario.

Le osservazioni riguardano sia il piano sagittale che quello frontale e comprendono tutti gli elementi precedentemente elencati, notando che spesso molti dati delle proiezioni ortostatiche si modificano in posizione supina.

Valutazioni palpatorie specifiche:

- Palpazione delle vertebre cervicali e toraciche fino a D3, per verificare eventuali rotazioni o traslazioni vertebrali. Oltre D3, le vertebre toraciche sono interdipendenti con il torace e richiedono approcci valutativi differenti.
- Palpazione dell'articolazione temporo-mandibolare per valutare eventuali risalite del condilo della mandibola nella fossa dell'osso temporale o sub-lussazioni condilari.
- Palpazione delle vertebre lombari per identificare alterazioni della sequenza segmentaria.

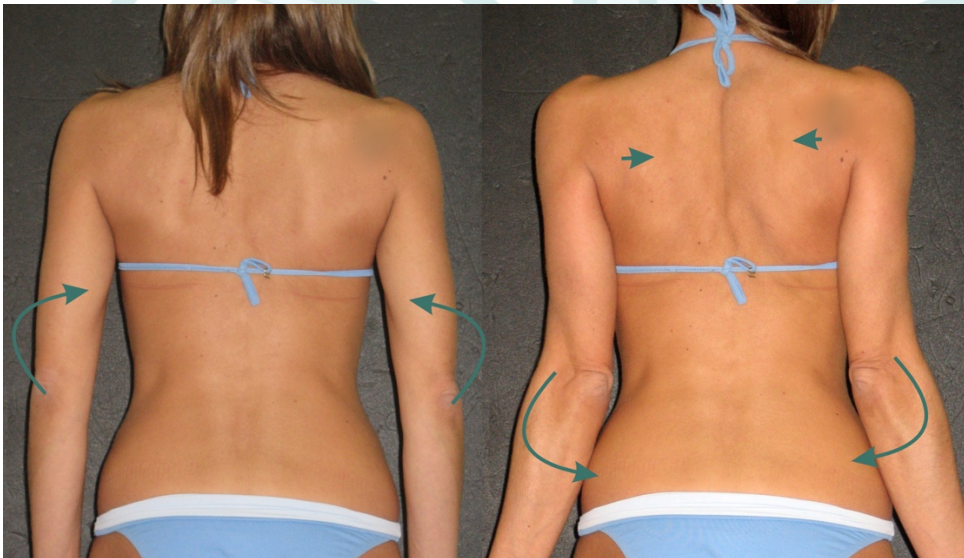
11. Osservazioni dinamiche

Le osservazioni dinamiche riguardano sia i movimenti attivi eseguiti dal paziente, sia movimenti passivi eseguiti dall'operatore. Il riferimento in entrambi i casi è il modello anatomico teorico derivato dal biotipo ideale.

11.1 Osservazioni dinamiche attive

Le osservazioni dinamiche attive hanno lo scopo di rilevare se le azioni eseguite dal paziente siano svolte dai muscoli anatomicamente deputati o se siano presenti *momenti sostitutivi* (abilità motorie emergenti che compensano l'incapacità di utilizzare i muscoli fisiologicamente preposti al movimento richiesto).

Questa valutazione consente di identificare quali distretti presentano alterazioni della sequenza articolare tali da impedire l'esecuzione di movimenti secondo i pattern fisiologici, costringendo il sistema a ricorrere a strategie compensatorie.



All'osservazione posteriore, in atteggiamento spontaneo, è riscontrabile un'intrarotazione omerale (fig. a sinistra).

Alla richiesta di correggere attivamente l'intrarotazione, (fig. a destra) la paziente, pur non avendo alcuna limitazione meccanica all'articolazione scapolo-omeroale, utilizza gli adduttori scapolari in sostituzione degli extrarotatori omerali. Utilizza, cioè, un pattern alterato di movimento composto da un'azione muscolare sostituyente e da una reazione afisiologica (l'adduzione scapolare). Se questa strategia è quella utilizzata in vita quotidiana, nel tempo, potrebbero verificarsi compressioni radicolari al distretto infrascapolare.

11.2 Osservazioni dinamiche passive

Le osservazioni dinamiche passive hanno lo scopo di rilevare **relazioni muscolo-scheletriche anomale**, distinte in due categorie:

a) Reazioni afisiologiche:

Reazioni scheletriche che avvengono con modalità non congrue al movimento indotto. Ad esempio, nell'abduzione passiva di un arto superiore, la reazione fisiologica è l'espansione laterale omolaterale del torace. La reazione afisiologica è la non espansione laterale omolaterale del torace associata a qualunque altro movimento scheletrico compensatorio.



Abduzione passiva degli arti superiori a circa 110 gradi.

Il torace, anzichè espandersi lateralmente, si muove cranialmente ma soprattutto in anteroposteriore aumentando in maniera significativa la lordosi.

In questo caso, la reazione scheletrica toracica, muovendosi su un piano diverso, viene definita "afisiologica".

Tale reazione potrebbe essere indotta dai gran dorsali che, posti in massimo allungamento dall'abduzione degli arti superiori, elicitano il loro accorciamento attraverso l'aumento della lordosi dorso-lombare e l'antiversione del bacino.

b) Restrizioni di mobilità:

Limitazioni del range di movimento articolare conseguenti ad accorciamenti muscolari o modificazioni strutturali delle componenti capsulo-legamentose. Queste restrizioni evidenziano i distretti in cui la perdita di lunghezza muscolare ha raggiunto un grado tale da limitare meccanicamente l'escursione articolare.

L'insieme delle osservazioni dinamiche passive consente di mappare le catene di accorciamento e di identificare i distretti critici dove l'intervento terapeutico dovrà concentrarsi per ripristinare una sequenza articolare più vicina al modello fisiologico.

CONCLUSIONI

Il modello qui presentato integra i fondamenti teorici della biomeccanica con un sistema operativo di valutazione clinica, fornendo al fisioterapista strumenti concettuali e pratici per l'analisi dell'equilibrio muscolo-scheletrico.

La definizione di *equilibrio muscolo-scheletrico* come espressione della sequenza articolare fisiologica, l'interpretazione dei muscoli come vettori di forza, e l'adozione di un modello di riferimento ingegneristico costituiscono i pilastri teorici di questo approccio.

Il biotipo ideale non rappresenta un obiettivo terapeutico raggiungibile, ma uno strumento di misurazione: è il divario tra la configurazione reale e quella ideale che discrimina tra equilibri funzionali ed equilibri patologici. Quanto maggiore è questo divario, tanto maggiore sarà il carico meccanico sostenuto dal sistema e la probabilità di sviluppare sovraccarichi e sintomatologia.

I parametri di valutazione statica e dinamica descritti nella seconda parte consentono di quantificare operativamente questo divario, identificando i distretti critici dove la sequenza articolare si discosta dal modello fisiologico e dove gli accorciamenti muscolari hanno raggiunto rilevanza biomeccanica.

L'intervento fisioterapico, in questa prospettiva, non mira a "correggere la postura" intesa come forma esteriore, ma a ridurre progressivamente il gap tra il reale e l'ideale, ripristinando lunghezze muscolari più fisiologiche e sequenze articolari che minimizzino il dispendio energetico e i sovraccarichi strutturali.

Solo attraverso un modello di riferimento teorico preciso è possibile orientare l'intervento clinico, valutarne l'efficacia nel tempo e progredire verso configurazioni sempre più efficienti del sistema muscolo-scheletrico, pur nella consapevolezza che la perfezione biomeccanica assoluta rimane, per definizione, irraggiungibile.