

# **Colonna vertebrale nel piano frontale e rotatorio – Parte I**

## **Principi biomeccanici, metodologia di analisi e lettura delle convessità**

Dott. Mauro Lastrico – dott.ssa Laura Manni

### **1 Dall'analisi sagittale a quella tridimensionale**

Il passaggio dall'analisi sul piano sagittale a quella sul piano frontale e rotatorio aumenta la complessità dell'approccio biomeccanico.

Nel piano sagittale le alterazioni scheletriche sono prevedibili: esistono chiare dominanze vettoriali per ogni tratto vertebrale.

Nel piano frontale e rotatorio questa prevedibilità si riduce.

La maggiore complessità deriva dall'analisi dell'accorciamento asimmetrico di muscoli bilaterali.

Non si tratta più di muscoli intrinsecamente dominanti, ma di situazioni in cui muscoli anatomicamente identici sviluppano tensioni diverse nei due lati del corpo.

L'obiettivo dell'analisi resta invariato: identificare le componenti connettivali in accorciamento che determinano l'adattamento scheletrico.

Il principio biomeccanico che governa il piano sagittale vale anche per quello rotatorio, ma la sua identificazione richiede metodologie specifiche.

### **1.2 La metodologia d'esame in posizione supina**

Per identificare gli accorciamenti muscolari responsabili delle rotazioni vertebrali è necessario eseguire l'esame in posizione supina.

In stazione eretta il sistema muscolare è costantemente attivo per mantenere l'equilibrio e verticalizzare le forze G ed R.

Ciò che si osserva in piedi è il risultato dell'attivazione delle componenti contrattili, non lo stato delle componenti connettivali.

In posizione supina l'equilibrio è stabile e nessun muscolo deve attivarsi per il mantenimento della posizione.

Si possono così osservare gli accorciamenti strutturali reali, quelli presenti con le componenti contrattili disattivate.

Non è raro che elementi scheletrici si presentino completamente invertiti rispetto all'osservazione in stazione eretta: le compensazioni attive mascherano la condizione strutturale sottostante.

Per la valutazione occorre allineare il paziente supino sulla linea mediana: centro dei malleoli, sinfisi pubica, centro dell'incisura giugulare del manubrio sternale, centro occipitale.

L'allineamento elimina le compensazioni e permette di valutare le asimmetrie strutturali.

### **1.3 Metodologie di palpazione per il piano rotatorio**

La palpazione per identificare le rotazioni vertebrali richiede tecniche diverse per ogni tratto.

Per le vertebre cervicali C1-C5, i processi spinosi non sono affidabili essendo bifidi.

La valutazione si basa sulle apofisi trasverse: la trasversa più anteriore indica il lato della convessità.

Nel tratto cervico-dorsale C6-D3, i processi spinosi diventano attendibili.

La loro direzione rispetto alla linea mediana indica direttamente la convessità vertebrale.

Le vertebre dorsali D4-D12, non essendo palpabili in posizione supina, si valutano attraverso la convessità laterale del torace.

La traslazione toracica rispetto alla linea mediana riflette la convessità vertebrale sottostante, essendo le vertebre connesse alle coste.

Per le vertebre lombari si utilizzano nuovamente i processi spinosi, la cui direzione rispetto alla linea mediana indica la convessità.

### **1.4 Rotazione e convessità: la relazione biomeccanica**

Per convenzione anatomica, la rotazione vertebrale viene denominata in base alla direzione del corpo vertebrale.

Quando una vertebra ruota a destra, il corpo vertebrale ruota verso destra e il processo spinoso si sposta conseguentemente a sinistra.

La rotazione dei corpi determina la traslazione controlaterale delle vertebre rispetto alla linea mediana.

Nel lato della concavità i dischi intervertebrali subiscono compressioni maggiori.

Rotazione e convessità sono aspetti dello stesso fenomeno biomeccanico: nel testo indicheremo la convessità, sottintendendo che la rotazione del corpo è controlaterale.



Questa regola si modifica solo in alcune tipologie di scoliosi dove rotazione e convessità diventano omolaterali, fenomeno che analizzeremo nella sezione dedicata alle scoliosi.

## **1.5 La scelta della convessità come riferimento**

Le rotazioni vertebrali sono clinicamente rilevanti non solo nelle scoliosi manifeste.

Rotazioni minori possono determinare sintomatologie da compressione radicolare che rappresentano una parte significativa della casistica clinica quotidiana.

Si preferisce parlare di convessità piuttosto che di rotazione dei corpi vertebrali perché i muscoli che si inseriscono direttamente sulle vertebre producono, per trazione attiva, convessità omolaterale e rotazione controlaterale.

Questa scelta terminologica riflette la logica muscolare del fenomeno.

Esistono due meccanismi che possono produrre concavità vertebrale.

Il primo è la trazione muscolare diretta: il muscolo controlaterale trazione in convessità le vertebre su cui si inserisce, determinando concavità dal lato opposto.

Il secondo è la risultante meccanica: l'elevazione dell'emibacino, ad esempio, produce meccanicamente una concavità vertebrale lombare non legata ai muscoli che si inseriscono direttamente sulla colonna, ma conseguenza dell'alterazione scheletrica.

Esempio: sintomatologia neurologica dell'arto superiore destro da compressione della radice di D2 avviene nel lato concavo (destro), ma la causa è nei muscoli dell'emilato sinistro che determinano convessità omolaterale delle vertebre.

Il trattamento dovrà quindi essere indirizzato ai muscoli del lato sinistro (causa) e non al destro dove si manifesta il sintomo (effetto).

L'analisi del piano frontale e rotatorio richiede, dunque, metodologia specifica con esame in posizione supina, tecniche di palpazione differenziate per ogni tratto vertebrale, interpretazione biomeccanica che distingua tra causa muscolare ed effetto scheletrico, e approccio sistemico che consideri le compensazioni tra i diversi piani.

Nei paragrafi seguenti questi principi verranno applicati all'analisi specifica di ogni tratto vertebrale, dalla regione cranio-cervicale al bacino, identificando le cause muscolari primarie e i loro effetti scheletrici secondari.

## **1.6 Distinzione tra contrazione e accorciamento**

Prima di procedere con l'analisi dettagliata è necessario chiarire una distinzione fondamentale.

La contrazione muscolare e l'accorciamento muscolare producono gli stessi effetti immediati sullo scheletro, ma con una differenza sostanziale nella durata degli effetti.

La contrazione muove lo scheletro per il tempo della contrazione stessa.

Quando la contrazione cessa, lo scheletro torna alla posizione iniziale determinata dalla lunghezza delle componenti connettivali.

L'accorciamento, che interessa la componente connettivale della fibra muscolare, produce una modificazione stabile degli assi scheletrici.

Le vertebre rimangono deviate, i dischi compressi, le radici nervose sotto pressione anche quando la componente contrattile è rilassata.

Questo testo analizza gli effetti dell'accorciamento stabile.

È questa la causa delle alterazioni scheletriche permanenti e delle sintomatologie croniche.

L'esame in posizione supina, eliminando le contrazioni attive necessarie al mantenimento dell'equilibrio, permette di identificare proprio questi accorciamenti strutturali che rappresentano il cuore dell'analisi biomeccanica.

## **2 Il cranio e la priorità della funzione visiva**

La posizione del cranio nello spazio è assicurata dai riflessi posturali attraverso la co-contrazione di tutti i muscoli cranio-cervico-scapolari.

Poiché la visuale orizzontale è funzione prioritaria, raramente si osservano alterazioni significative per rotazione o inclinazione del capo, tranne in specifici quadri patologici come il torcicollo.

È più frequente che siano le strutture scheletriche sottostanti a disassarsi per permettere una buona posizione del capo.

In questo processo l'osso ioide, attraverso le sue molteplici connessioni, svolge un ruolo di relè meccanico come visto nel capitolo precedente.

Quando rotazione e inclinazione del cranio si mostrano come elementi rilevanti, è opportuno sospettare l'interferenza di disturbi provenienti da altri apparati.

L'apparato visivo può interferire attraverso soppressioni oculari, strabismi latenti, eso o exoforie.

L'apparato otorinolaringoiatrico attraverso disturbi vestibolari, alterazioni dell'udito.

Altri apparati possono essere coinvolti con meccanismi ancora da definire completamente.

Da qui l'importanza di effettuare test specifici in collaborazione con gli specialisti per escludere cause extramuscolari prima di procedere con l'analisi biomeccanica.

## **3 Vertebre Cervicali (C1-C5)**

### **3.1 Azione muscolare diretta**

L'elevatore della scapola e gli scaleni sono i principali responsabili delle deviazioni delle vertebre cervicali.

Entrambi, quando sviluppano accorciamento asimmetrico, determinano convessità vertebrale omolaterale.

L'elevatore della scapola origina dai processi trasversi di C1-C4 e si inserisce sull'angolo supero-mediale della scapola.

Gli scaleni originano dai processi trasversi cervicali per inserirsi sulle prime due coste.

Nella realtà clinica questi muscoli si accorciano insieme - non è possibile che uno si accorci e l'altro no data la loro stretta vicinanza anatomica e funzionale.

La distinzione tra i due gruppi ha valore principalmente didattico per comprendere le componenti vettoriali in gioco.

L'effetto finale del loro accorciamento combinato è una roto-traslazione delle vertebre cervicali: traslazione laterale che crea la convessità e rotazione dei corpi vertebrali.

Il fascio superiore del trapezio, non inserendosi direttamente sulle vertebre, può determinare convessità solo attraverso meccanismi indiretti come l'inclinazione del cranio e l'elevazione della spalla.

Questa evenienza è piuttosto remota e si riscontra in quadri specifici come il torcicollo.

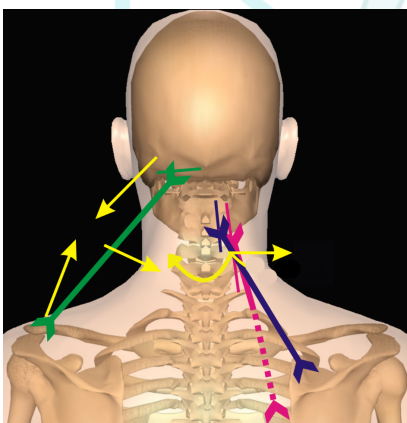
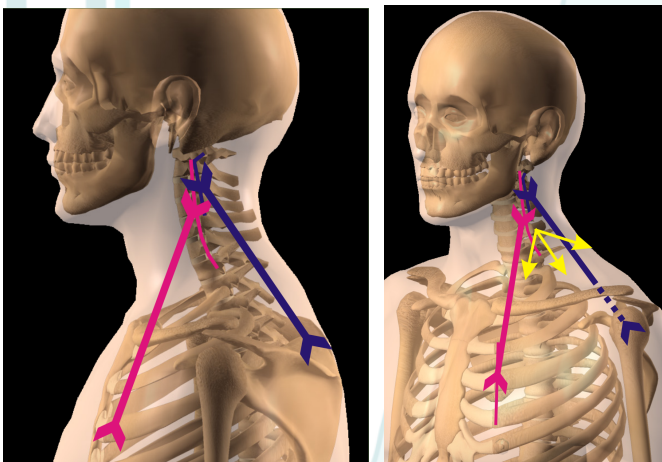


Figure 7.1, 7.2 e 7.3 –

- scaleni: magenta;
- elevatore della scapola: blu;
- fasci superiori trapezio: verde
- azioni: frecce gialle.

*La convessità cervicale è provocata direttamente da elevatore della scapola e scaleni. Il fascio superiore del trapezio può determinarla indirettamente attraverso l'inclinazione del cranio e l'elevazione della spalla.*

### 3.2 Analisi vettoriale delle forze

L'analisi vettoriale mostra come le componenti di forza agiscano su piani diversi: sul piano orizzontale determinano la rotazione vertebrale, sul piano verticale la compressione discale.

Entrando nel dettaglio tecnico, l'elevatore della scapola per il suo decorso posteriore tenderebbe a produrre rotazione omolaterale, gli scaleni, per il decorso anteriore, rotazione controlaterale. Poiché agiscono sempre in combinazione, l'effetto risultante dipende dal loro bilanciamento reciproco.

Le componenti verticali di entrambi i gruppi comprimono i dischi intervertebrali nel lato della loro azione.

Questa compressione, sommata alle forze G e R analizzate nel capitolo 3, crea una distribuzione asimmetrica dei carichi con concentrazione delle componenti g ed r in punti specifici.

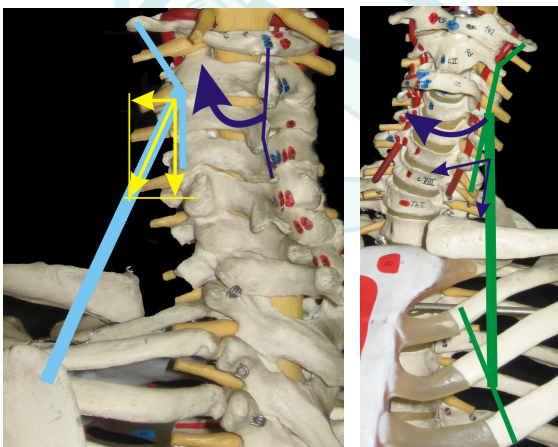


Figure 7.4 e 7.5

- *elevatore della scapola: azzurro;*
- *scaleni: verde.*

*L'analisi vettoriale mostra come le componenti orizzontali determinino rotazioni opposte mentre le componenti verticali producano compressioni omolaterali sui dischi.*

### 3.3 Meccanismo delle compressioni discali e radicolari

La compressione discale avviene attraverso meccanismi diversi nei due lati.

Nel lato della convessità deriva dalle componenti verticali dei muscoli accorciati.

Nel lato della concavità è conseguenza meccanica dell'avvicinamento dei corpi vertebrali dovuto alla roto-traslazione.

Il forame intervertebrale si riduce nel lato opposto alla convessità.

Quando il corpo vertebrale ruota, il peduncolo omolaterale alla rotazione si avvicina a quello della vertebra sottostante, riducendo lo spazio per la radice nervosa.

Questo spiega perché la sintomatologia neurologica si manifesti spesso nel lato opposto ai muscoli responsabili.



### 3.4 Implicazioni cliniche

Il dolore e la rigidità cervicale derivano dall'eccesso di tensione muscolare necessario per mantenere le vertebre in posizione alterata.

I muscoli con componenti connettivali accorciate presentano aumentata forza resistente, mentre i controlaterali devono incrementare il tono per tentare il bilanciamento.

Le cefalee muscolo-tensive possono originare dalle inserzioni craniche dei muscoli cervicali in tensione permanente.

I sintomi neurologici seguono la distribuzione del plesso brachiale: compressioni C5-C6 interessano il territorio muscolo-cutaneo e radiale, C8-D1 quello ulnare.

L'identificazione precisa dei muscoli responsabili permette un trattamento mirato sulla causa (accorciamento muscolare) anziché sull'effetto (sintomatologia).

### 4 Vertebre Cervico-Toraciche (C6-D4)

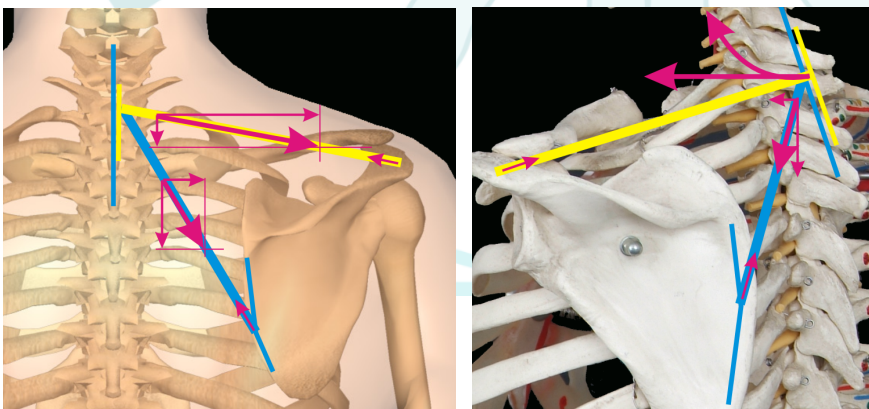
Su questo tratto di colonna agiscono direttamente il piccolo e grande romboide e i fasci medi del trapezio.

I romboidi originano dai processi spinosi C6-D4 e si inseriscono sul margine mediale della scapola.

Il loro accorciamento determina convessità vertebrale omolaterale.

La disposizione obliqua delle loro linee di forza produce componenti vettoriali orizzontali che ruotano controlateralmente i corpi vertebrali e componenti verticali che irrigidiscono il tratto vertebrale.

I fasci medi del trapezio, con disposizione più orizzontale da C7-D3 al margine mediale della scapola, producono effetti analoghi: convessità omolaterale con rotazione controlaterale dei corpi.



*Figure 7.6 e 7.7 - Fasci medi trapezio: giallo; romboidi: blu. Entrambi i gruppi muscolari determinano convessità omolaterale con rotazione controlaterale dei corpi vertebrali. Le componenti vettoriali verticali, maggiori nei romboidi per la loro obliquità, irrigidiscono il tratto C6-D4.*

La compressione sui dischi intervertebrali segue il meccanismo già descritto per il tratto cervicale:

nel lato della convessità deriva dalle componenti verticali muscolari, nel lato della concavità dall'avvicinamento meccanico dei corpi vertebrali.

Le manifestazioni cliniche variano dalla cervico-brachialgia per interessamento delle radici cervicali inferiori, a sintomatologie riferite che simulano epicondiliti.

In particolare, la compressione di D2-D3 può determinare dolore al gomito, identico a quello di un'epicondilitite ma senza causa locale.

Equivocarne l'origine può portare ad effettuare trattamenti sul gomito quando in realtà la causa è vertebrale.

## 5 Quadri del Muscolo Gran Dorsale

### 5.1 La complessità del muscolo più grande del corpo

Il gran dorsale presenta una complessità biomeccanica proporzionale alle sue dimensioni.

Le sue molteplici linee di forza possono attivarsi in combinazioni diverse, determinando quadri clinici differenti.

A questa complessità si aggiunge quella dei muscoli che fanno parte della sua unità funzionale.

Il concetto di unità funzionale - che verrà approfondito nella sezione sistemica - identifica muscoli anatomicamente separati che si comportano funzionalmente come un muscolo unico.

Dell'unità funzionale del gran dorsale fanno parte:

Nel quadrante inferiore:

- Quadrato dei lombi
- Trasverso addominale
- Obliqui

Nel quadrante superiore:

- Sottoscapolare
- Gran rotondo

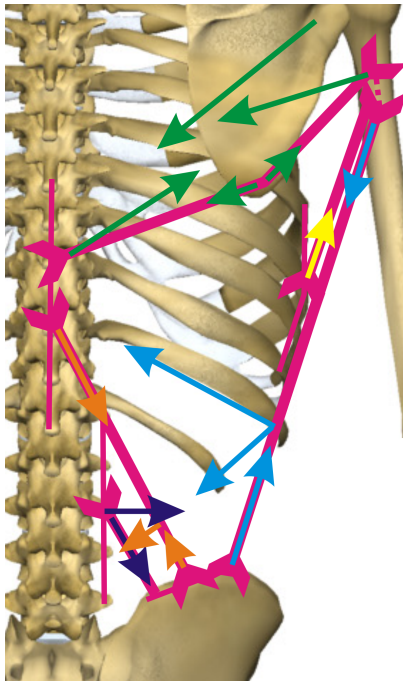
### 5.2 Le cinque linee di forza principali

Il gran dorsale presenta cinque linee di forza principali:

1. Da cresta iliaca a omero
2. Da cresta iliaca a vertebre lombari (attraverso il quadrato dei lombi)
3. Da cresta iliaca a vertebre D7-D12



4. Da vertebre D7-D12 a omero
5. Dalle ultime quattro coste a omero



*Figura 7.8*

*In viola le inserzioni del gran dorsale – quadrato dei lombi e la direzione delle linee di forza.*

*Le frecce colorate rappresentano le risultanti vettoriali e gli spostamenti scheletrici indotti.*

*La complessità delle linee di forza permette al muscolo di produrre effetti biomeccanici diversi a seconda di quali componenti siano maggiormente accorciate.*

### **5.3 Il principio delle risultanti opposte e la classificazione in due quadri**

L'analisi vettoriale delle linee di forza del gran dorsale evidenzia come molte risultanti agiscono in direzioni opposte.

A seconda di quali linee di forza siano maggiormente accorciate, si determinano quadri scheletrici diversi.

Questa osservazione ha portato a identificare due pattern principali, denominati quadro "A" e quadro "B".

La classificazione non è rigida: nella pratica clinica i due quadri non sempre si presentano puri e occasionalmente si osservano forme miste.

Tuttavia, poiché l'unità funzionale del gran dorsale collega tra loro bacino, colonna vertebrale, scapola e omero, la distinzione tra questi due pattern facilita notevolmente la valutazione diagnostica e l'impostazione terapeutica.

### **5.4 Quadro "A": il pattern dell'avvicinamento**

Nel quadro "A" sono interessati prevalentemente i fasci del gran dorsale che collegano la cresta iliaca all'omero.

Il loro accorciamento avvicina l'emibacino alla spalla omolaterale.

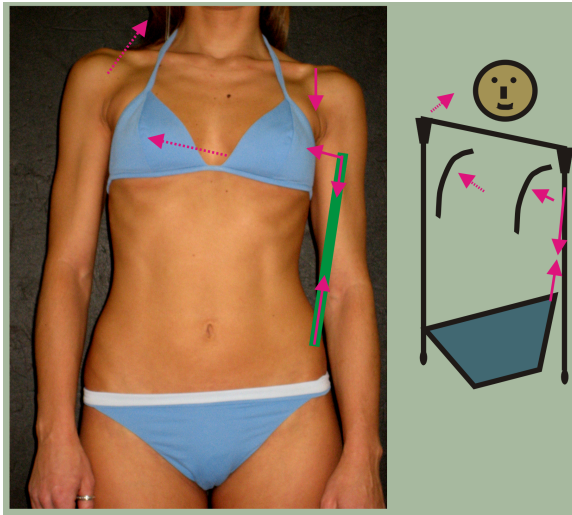
Le azioni dirette sono:

- Abbassamento della scapola

- Elevazione dell'emibacino

La risultante meccanica è una concavità laterale toracica omolaterale, cioè concavità vertebrale da D7 a D12.

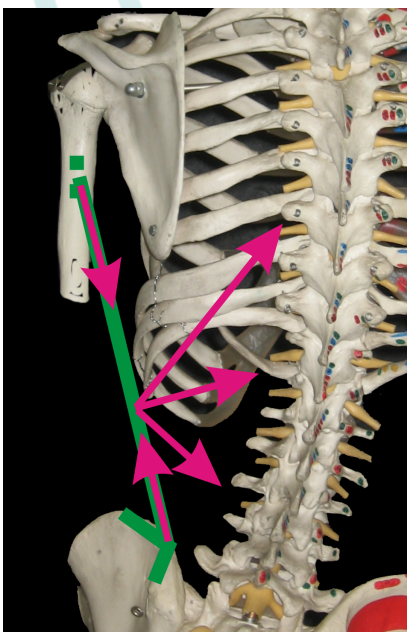
La concavità toracica non deriva dalla trazione diretta sulle vertebre, ma è conseguenza meccanica dell'avvicinamento tra scapola ed emibacino.



*Figura 7.9 - Linea di forza del gran dorsale tra cresta iliaca e omero: verde; azioni dirette: frecce viola piene; risultanti meccaniche: frecce viola tratteggiate. L'elevazione dell'emibacino e l'abbassamento della spalla omolaterali (con clavicola discendente) determinano per risultante meccanica diretta la concavità dell'emitorace omolaterale e, per risultante indiretta, convessità dell'emitorace controlaterale con spalla alta controlaterale.*

Quando prevalgono le risultanti meccaniche, la colonna vertebrale mostra ciò che appare come una curva ad ampio raggio a convessità controlaterale ma che, diagnosticamente, va letta come concavità omolaterale.

La sua riduzione non è infatti ottenibile attraverso un lavoro sui muscoli del lato convesso, ma lavorando sul gran dorsale del lato concavo, diretto responsabile della deviazione attraverso l'avvicinamento di scapola ed emibacino.



*Figura 7.10  
Linea di forza del gran dorsale tra cresta iliaca e omero: verde;  
risultanti meccaniche: frecce viola.*

*Con l'interessamento principale dei fasci tra omero e cresta iliaca, l'emibacino risulta elevato e il moncone della spalla depresso. La colonna vertebrale presenta conseguentemente una concavità omolaterale ad ampio raggio.*

## 5.5 L'opposizione delle forze vertebrali nel quadro "A"

Il gran dorsale si inserisce sui processi spinosi da D7 a D12 e, attraverso la fascia toraco-lombare, sui processi costiformi delle vertebre lombari.

Il quadrato dei lombi, oltre alla dodicesima costa, si inserisce sui processi costiformi delle prime tre vertebre lombari.

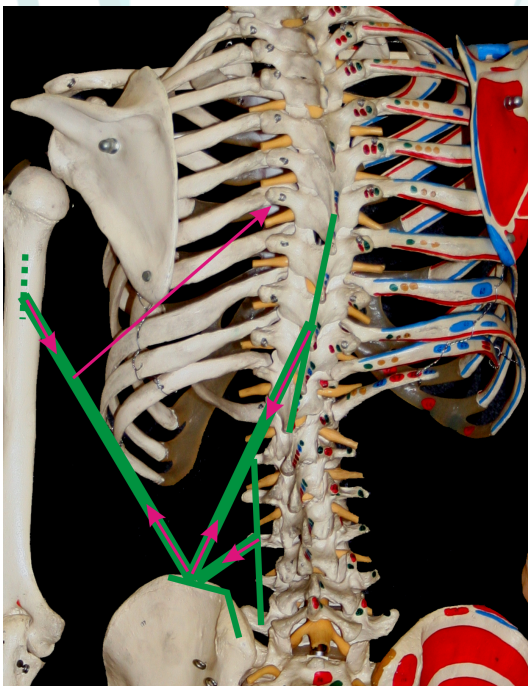
Queste inserzioni vertebrali creano un meccanismo particolare: mentre i fasci iliaco-omerali del gran dorsale determinano l'elevazione dell'emi-bacino che meccanicamente produce concavità vertebrale, il quadrato dei lombi - che fa parte dell'unità funzionale del gran dorsale - può trazionare direttamente le vertebre lombari omolateralmente.

A questa azione possono associarsi diaframma e psoas omolaterali, anch'essi con inserzione vertebrale diretta.

Il quadrato dei lombi, eventualmente con diaframma e psoas, può quindi opporsi alla risultante meccanica dell'elevazione dell'emi-bacino, mantenendo la colonna verticale o creando una convessità omolaterale lombare.

In questo caso si determina una doppia curva dove:

- Il quadrato dei lombi (con possibile partecipazione di diaframma e psoas) è direttamente responsabile della convessità vertebrale lombare per trazione diretta sulle vertebre.
- Il gran dorsale determina la concavità vertebrale toracica superiore come risultante dell'avvicinamento di spalla ed emi-bacino.



*Fig. 11 - Interessamento delle fibre del gran dorsale da: cresta iliaca a omero; cresta iliaca a vertebre toraciche; cresta iliaca a vertebre lombari (quadrato dei lombi). In questo caso l'interessamento delle fibre ad inserzione sulle vertebre toraciche e lombari possono opporsi alla risultante meccanica determinata dall'elevazione dell'emi-bacino e determinare una convessità vertebrale estesa dalle vertebre lombari alle ultime toraciche. L'avvicinamento del moncone della spalla e dell'emi-bacino determina, per risultante meccanica, la concavità omolaterale delle vertebre toraciche da D4 a D7. A livello vertebrale si determinerà una doppia curva che diagnosticamente possiamo definire come convessità inferiore (in quanto direttamente prodotta dai muscoli ad inserzione vertebrale) e concavità superiore (in quanto risultante meccanica).*

## 5.6 Quadro "B": il pattern dell'elevazione

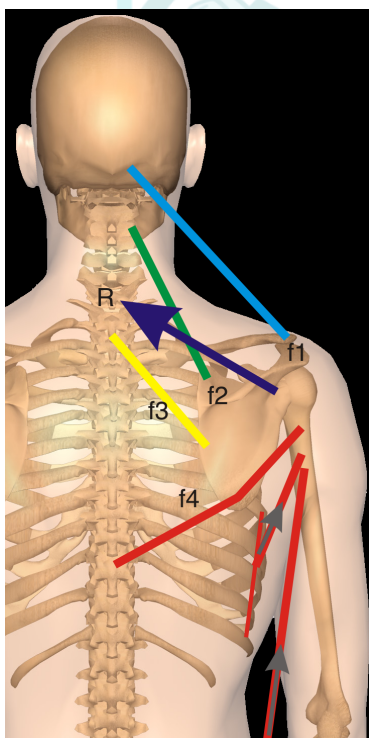
Il quadro "B" è caratterizzato dall'azione associata tra i fasci superiori del gran dorsale e i muscoli che elevano il moncone della spalla: fasci superiori del trapezio, elevatore della scapola e romboidi.

La risultante complessiva di questi muscoli determina:

- Elevazione in adduzione della scapola
- Elevazione della clavicola

I fasci toraco-omerale del gran dorsale determinano convessità laterale toracica omolaterale (convessità vertebrale D4-D12).

I fasci inferiori elevano l'emibacino e lo ruotano posteriormente.



*Fig. 12 - gran dorsale: rosso; elevatore della scapola: verde; romboidi: giallo; fascio superiore trapezio: azzurro. In questo quadro il gran dorsale nella sua porzione superiore scapolo-omero-vertebrale agisce in associazione con i muscoli dominanti che elevano il moncone della spalla: fasci superiori del trapezio, elevatore della scapola, romboidi. Utilizzando la regola del parallelogramma (non rappresentato in figura) si è calcolata la risultante complessiva tra i muscoli che elevano la scapola e quelli che la deprimono. Ne è derivata una linea di forza complessiva R (freccia blu scuro) che determina l'elevazione in adduzione della scapola. I fasci costo-omerale del gran dorsale determinano l'aumento della convessità laterale toracica omolaterale ed i fasci inferiori l'elevazione dell'emi-bacino.*

*Ne deriva un quadro associato composto da: spalla alta; convessità laterale toracica (convessità vertebre D4-D12); emi-bacino elevato*

## 5.7 Le conseguenze meccaniche dell'elevazione scapolare nel quadro "B"

La convessità laterale toracica deriva anche dall'elevazione del moncone della spalla.

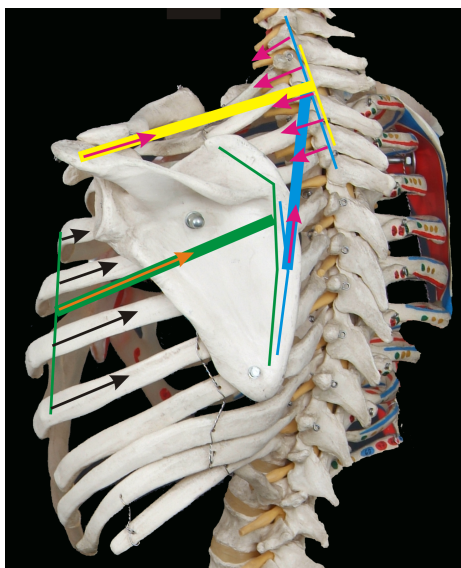
Romboidi e fasci medi del trapezio, elevando e adducendo la scapola, producono convessità omolaterale delle vertebre toraciche.

Il dentato anteriore aumenta la sua tensione nel tentativo di opporsi all'adduzione e risalita scapolare.

Essendo sottodominante rispetto agli adduttori, la scapola diviene per lui punto fisso.

La sua trazione si manifesta quindi sulle coste (punto mobile) che si spostano lateralmente, aumentando il dismorfismo toracico.





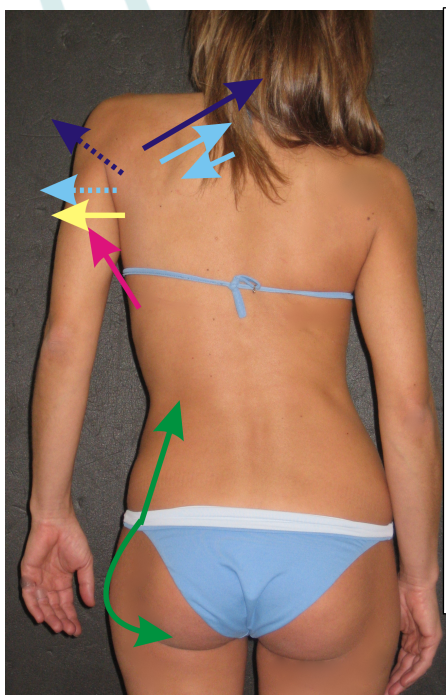
*Fig. 13 - fasci medi trapezio: giallo; romboidi: blu; dentato anteriore: verde. Fasci medi del trapezio e romboidi elevano in adduzione la scapola e traslano omolateralmente in rotazione le vertebre da C6 a D4 (freccie viola). La convessità vertebrale che ne deriva espande lateralmente omo-lateralmente le coste superiori. La tensione aumentata del dentato anteriore, causata dal tentativo di opporsi all'adduzione scapolare, si traduce nell'espansione laterale del torace. La convessità laterale toracica al di sopra di D7 è quindi il prodotto meccanico della deviazione laterale della colonna vertebrale e dell'azione del dentato anteriore (freccia arancione) per il quale la scapola diviene punto fisso e le coste punto mobile (freccie nere).*

## 5.8 Il quadro associato completo del pattern "B"

Il quadro "B" presenta potenzialmente sullo stesso emilato:

- Scapola elevata e addotta
- Clavicola ascendente
- Convessità laterale toracica superiore (D4-D7)
- Convessità laterale toracica inferiore (D7-D12)
- Elevazione dell'emibacino
- Rotazione del bacino

Non tutti questi elementi sono necessariamente presenti contemporaneamente.



*Fig. 14*

- *freccie blu: risultante complessiva dell'azione degli elevatori del moncone della spalla e dei fasci superiori del gran dorsale (la freccia tratteggiata indica la risultante meccanica indotta dall'elevazione in adduzione della spalla);*
- *freccia magenta: azione dei fasci costo omerali del gran dorsale;*
- *freccie verdi: azioni dei fasci inferiori del gran dorsale; freccie celesti: azioni dei fasci medi del trapezio e romboidi (la freccia tratteggiata indica la risultante meccanica indotta dalla convessità vertebrale);*
- *freccia gialla: azione del dentato anteriore*

## 5.9 Varianti del quadro "B": doppia curva e curva unica

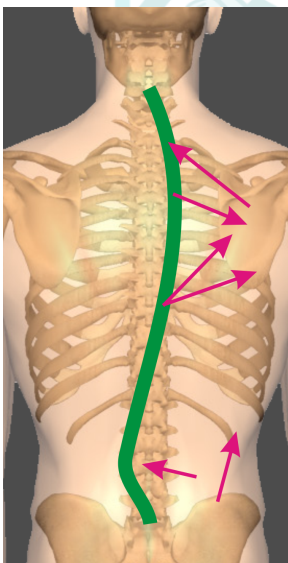
### Variante con doppia curva

Se a livello lombare prevale la risultante meccanica determinata dall'elevazione dell'emibacino, si determina una doppia curva vertebrale a concavità lombare e a convessità toracica.

I fasci inferiori del gran dorsale elevano l'emibacino.

L'elevazione dell'emi-bacino determina meccanicamente una concavità lombare come risultante.

Contemporaneamente i fasci superiori del gran dorsale, associati a romboidi e fasci medi e inferiori del trapezio, determinano direttamente la convessità vertebrale toracica D4-D12 per trazione diretta sulle vertebre.



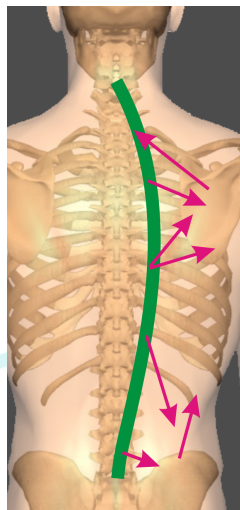
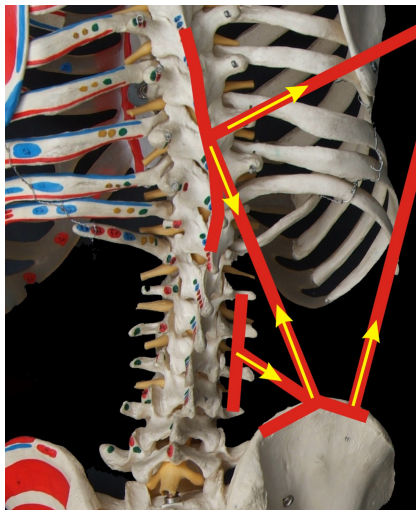
*Figura 7.15 - In verde la simulazione dell'andamento vertebrale. Se prevale la risultante meccanica indotta dall'elevazione dell'emibacino causata dai fasci inferiori del gran dorsale, l'andamento della colonna vertebrale presenterà una concavità a livello lombare ed una convessità a livello toracico indotta dai fasci superiori del gran dorsale e dagli adduttori della scapola.*

### Variante con curva unica

Nel caso in cui le fibre del quadrato dei lombi (che fa parte dell'unità funzionale del gran dorsale) siano in accorciamento insieme a quelle del gran dorsale che uniscono bacino a colonna dorso-lombare, queste si opporranno alla risultante meccanica determinata dall'elevazione dell'emibacino.

La colonna vertebrale dorso-lombare avrà quindi andamento verticale o in convessità omolaterale nonostante l'emibacino sia elevato.





*Figure 7.16 e 7.17 - Gran dorsale e quadrato dei lombi: rosso; risultanti scheletriche: frecce gialle. Linea verde: simulazione andamento colonna vertebrale. In questo caso, pur essendo l'emibacino elevato, la colonna lombare potrà presentarsi diritta o in convessità omolaterale. L'andamento complessivo vertebrale mostrerà una convessità D4-L5 ad ampio raggio.*

Si verrà così a creare una curva ad ampio raggio, dove:

- La convessità dorso-lombare è direttamente determinata dalla forza di trazione sulle vertebre lombari esercitata dal quadrato dei lombi e sulle vertebre toraciche dal gran dorsale;
- La convessità toracica superiore è indotta dalla forza di trazione esercitata dagli adduttori scapolari e dalla risultante meccanica dell'elevazione della spalla.

### 5.10 Principi Diagnostici e Applicazioni Cliniche

I muscoli con azione diretta sulle vertebre sono dominanti nel determinare le deviazioni vertebrali rispetto alle deviazioni prodotte da risultanti meccaniche.

Diagnosticamente definiamo convessità le deviazioni prodotte da trazione muscolare diretta e concavità quelle derivanti da risultanti meccaniche di spostamenti di altri segmenti corporei.

Non è raro trovare quadri apparentemente incongruenti, soprattutto a livello lombare dove frequentemente le vertebre sono in convessità omolaterale al bacino elevato.

Se con l'emibacino elevato le vertebre lombari si presentano in asse, è solo apparentemente un buon segno.

Meccanicamente, l'emibacino elevato dovrebbe produrre convessità controlaterale delle vertebre.

Se sono in asse significa che forze attive - quadrato dei lombi, pilastro del diaframma e psoas omolaterali - si oppongono alla risultante meccanica.

Tale opposizione determina irrigidimento del tratto con compressione discale per le componenti vettoriali verticali.

### 5.11 Frequenza clinica dei due quadri

Il quadro "A" del gran dorsale è molto più raro del quadro "B".

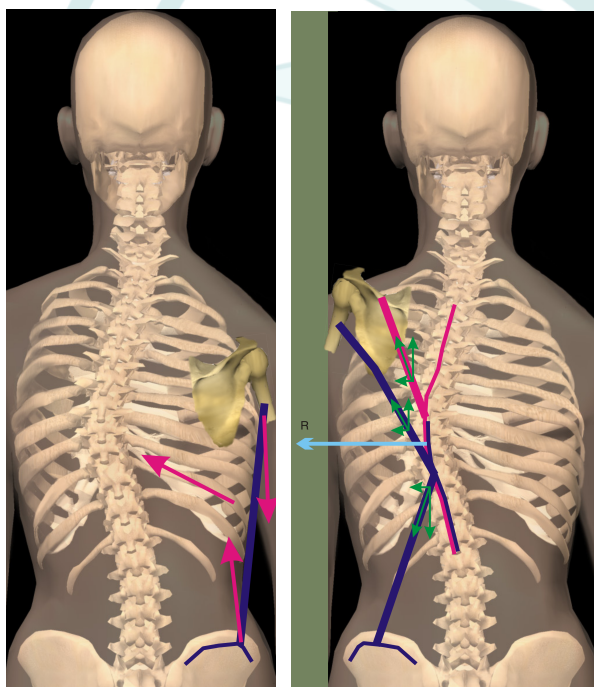
Il quadro "A" prevede il prevalere della linea di forza cresta iliaca-omero, situazione biomeccanicamente meno frequente rispetto al quadro "B" dove prevalgono le componenti con inserzione vertebrale e scapolare.

## 6 Vertebre D4-D12

Sono le vertebre direttamente interessate dai quadri del gran dorsale.

Criteri diagnostici differenziali:

- Concavità vertebrale: quadro "A" con linea di forza dominante cresta iliaca-omero
- Convessità vertebrale: quadro "B" con prevalenza delle linee di forza ad inserzione vertebrale



*Figure 7.18 e 7.19 - Concavità laterale vertebrale figura a sinistra (quadro "A" del gran dorsale);*

*convessità laterale vertebrale figura a destra (quadro "B" del gran dorsale).*

*Nella figura a sinistra la linea di forza verticale del gran dorsale (blu) avvicinando scapola e bacino determina la risultante meccanica in concavità delle vertebre (freccie magenta). Nella figura a destra le linee di forza vertebrali del gran dorsale (blu) associate a quelle del fascio inferiore del trapezio (magenta) determinano direttamente la convessità vertebrale (freccia azzurra).*

## 7 Vertebre Lombari

La distinzione tra concavità e convessità lombare segue criteri specifici.

Concavità lombare: quando la deviazione è proporzionale all'elevazione o rotazione dell'emibacino, quindi conseguenza meccanica dello spostamento del bacino.

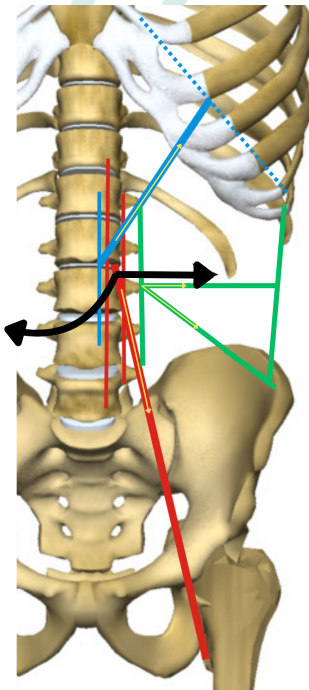
Convessità lombare: quando l'andamento non è congruente con la deviazione attesa per elevazione e rotazione del bacino.

Tale incongruenza, come già osservato, può avvenire per opposizione alla risultante meccanica, e in questo caso la forza di trazione responsabile è omolaterale al lato del bacino elevato.

Oppure rivelare una sproporzione per eccesso: quando la quantità di elevazione del bacino sembra produrre una convessità vertebrale opposta esagerata per quantità, questo rivela la trazione diretta dei muscoli controlaterali che, approfittando della reazione meccanica, la amplificano ulteriormente.

I vettori muscolari responsabili della convessità lombare sono:

- Quadrato dei lombi
- Diaframma
- Psoas



*Figura 7.20 –*

- *psoas: rosso;*
- *diaframma: azzurro;*
- *quadrato dei lombi: verde.*

*Le frecce nere indicano la risultante complessiva in convessità omolaterale alla trazione esercitata dai tre muscoli e in rotazione controlaterale.*

## 8 Bacino

L'elevazione e la rotazione posteriore sono indotte dalla coppia gran dorsale-quadrato dei lombi.

E' possibile distinguere due quadri principali:

1. Elevazione emibacino e rotazione omolaterali. E' il segnale che lo squilibrio dell'accorciamento asimmetrico dei muscoli dei due lati è significativo.
2. Elevazione emibacino da un lato e rotazione contro-laterale. E' il segnale che l'accorciamento muscolare dei due lati è meno rilevante. In questi casi l'accorciamento della

coppia gran dorsale – quadrato dei lombi è solitamente maggiore dal lato dell'emibacino elevato.

## 9 Sintesi: le quattro curve indipendenti

La colonna vertebrale sul piano frontale/rotatorio è composta da quattro curve muscolarmente indipendenti:

1. Cranio-cervicale (C1-C5)
2. Cervico-toracica (C6-D4)
3. Toracica (D4-D12)
4. Lombare (L1-L5)

Queste curve possono presentarsi controlaterali l'una all'altra o unirsi formando raggi più ampi. Per il trattamento devono essere considerate separatamente con strategie specifiche per ogni tratto.

Tratto vertebrale	Convessità	Concavità	Quadro associato
C1-C5	Elevatore della scapola Scaleni		Elevatore della scapola: scapola elevata ed addotta Scaleni: convessità delle prime coste
C6-D3	Romboidi Fasci medi del trapezio		Elevazione ed adduzione della scapola
D4-D12	Quadro "B" del gran dorsale		Scapola ed emi-bacino elevati, convessità laterale del torace
D4-D12		Quadro "A" del gran dorsale	Clavicola discendente, concavità laterale del torace, emi-bacino elevato
L1-L5		Emi-bacino elevato e ruotato, quadri "A" e "B" del gran dorsale	
L1-L5	Quadrato dei lombi, diaframma, psoas		