

Arto inferiore – Parte I

Anca e ginocchio: biomeccanica vettoriale e relazioni di carico

Dott. Mauro Lastrico – dott.ssa Laura Manni

Nota editoriale

Questo articolo costituisce la **Parte I** del capitolo dedicato alla biomeccanica dell'arto inferiore. In questa sezione vengono analizzate l'articolazione coxo-femorale e il ginocchio come **unità funzionale integrata**, in cui le dominanze muscolari e i vettori di carico determinano assetti prevedibili e compensi coerenti.

L'analisi del piede, con le sue specificità biomeccaniche, è trattata nella Parte II.

Arto Inferiore

L'arto inferiore rappresenta il principale sistema di trasmissione dei carichi tra il tronco e il suolo. Nel modello biomeccanico analitico e sistemico, anca e ginocchio non possono essere interpretati come articolazioni indipendenti, ma come elementi strettamente interconnessi, in cui le dominanze muscolari prossimali e distali condizionano reciprocamente l'assetto articolare e la distribuzione delle forze.

In questa prima parte vengono analizzati i meccanismi vettoriali che regolano il comportamento dell'articolazione coxo-femorale e del ginocchio in carico, ponendo le basi per comprendere le alterazioni dell'arto inferiore e le loro ripercussioni sistemiche.

1 Articolazione Coxo-femorale

1.1 Controllo Muscolare dell'Articolazione dell'Anca

La posizione e i movimenti della testa del femore nell'articolazione dell'anca sono sotto il controllo di muscoli provenienti dal bacino, dalla colonna e dall'arto inferiore.

Essendo questi muscoli asimmetricamente distribuiti e con potenziale vettoriale diverso, se entrano in eccesso di tensione possono, inizialmente, rendere l'articolazione muscolarmente rigida e, se l'eccesso di tensione perdura nel tempo, determinare il disassiamiento articolare.

1.2 Classificazione Funzionale dei Muscoli dell'Anca

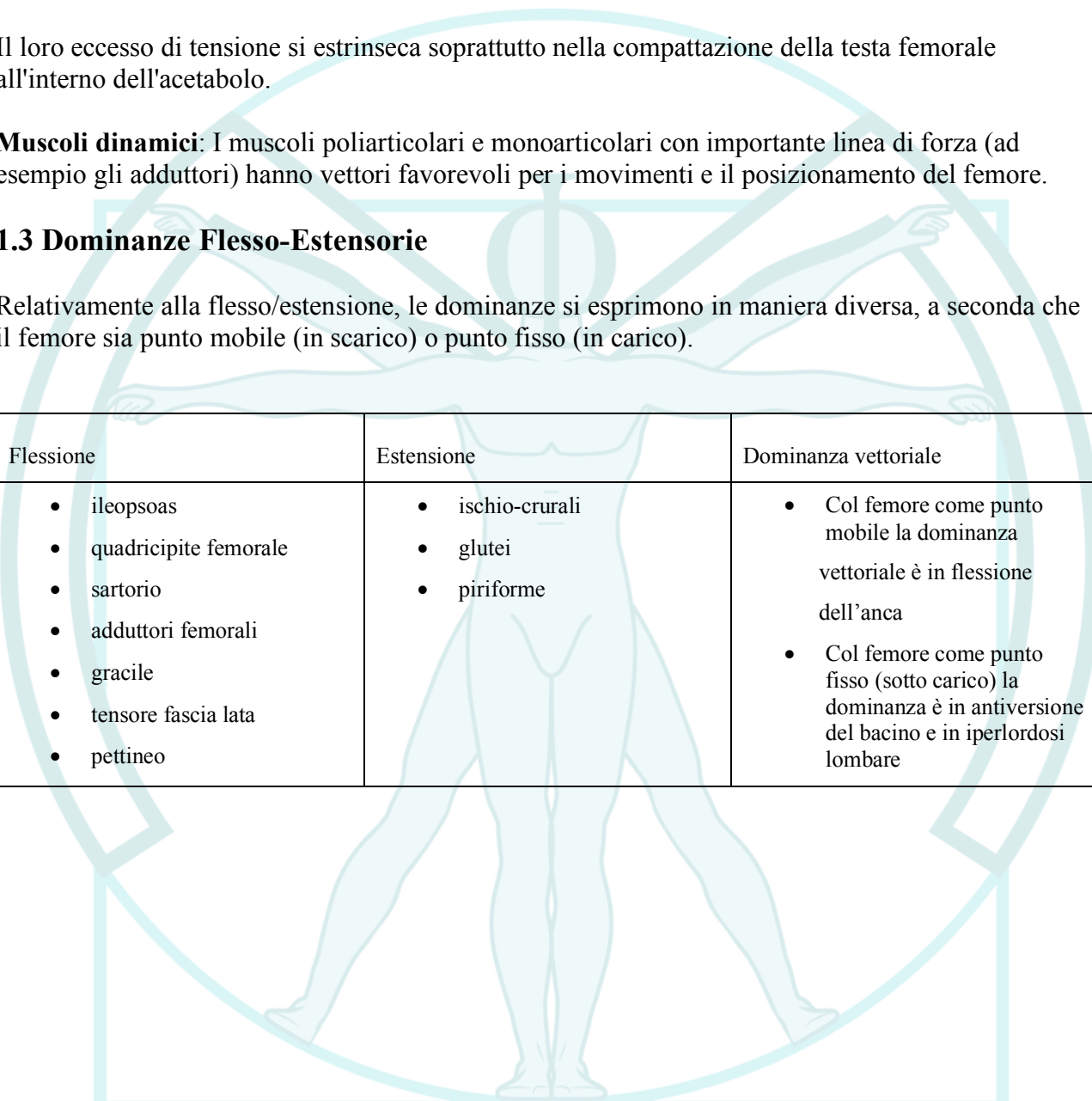
Muscoli stabilizzatori: I muscoli monoarticolari, con una breve linea di forza, hanno vettori che favoriscono la stabilizzazione articolare.

Il loro eccesso di tensione si estrinseca soprattutto nella compattazione della testa femorale all'interno dell'acetabolo.

Muscoli dinamici: I muscoli poliarticolari e monoarticolari con importante linea di forza (ad esempio gli adduttori) hanno vettori favorevoli per i movimenti e il posizionamento del femore.

1.3 Dominanze Flesso-Estensorie

Relativamente alla flesso/estensione, le dominanze si esprimono in maniera diversa, a seconda che il femore sia punto mobile (in scarico) o punto fisso (in carico).



Flessione	Estensione	Dominanza vettoriale
<ul style="list-style-type: none">• ileopsoas• quadricipite femorale• sartorio• adduttori femorali• gracile• tensore fascia lata• pettineo	<ul style="list-style-type: none">• ischio-crurali• glutei• piriforme	<ul style="list-style-type: none">• Col femore come punto mobile la dominanza vettoriale è in flessione dell'anca• Col femore come punto fisso (sotto carico) la dominanza è in antiversione del bacino e in iperlordosi lombare

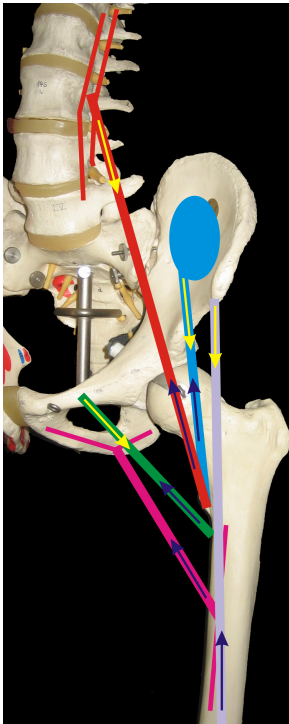


Figura 1:

- *Psoas: rosso*
- *Iliaco: blu*
- *Retto femorale: viola chiaro*
- *Pettineo: verde*
- *Adduttori: magenta*

Femore punto mobile → dominanza flessori dell'anca (frecche blu)

Femore punto fisso (sotto carico) → dominanza in antiversione del bacino e proiezione anteriore colonna lombare (frecche gialle)

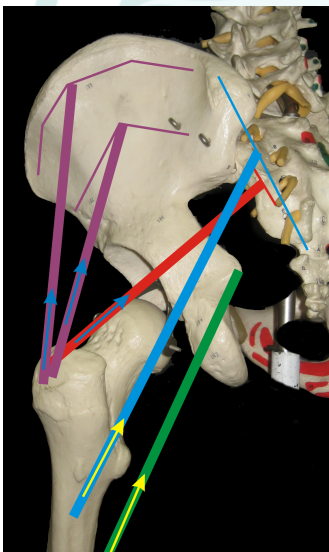


Figura 2:

- *Piriforme: rosso*
- *Grande gluteo: blu*
- *Medio e piccolo gluteo: viola*
- *Ischio-crurali: verde*

Gli unici vettori con buona capacità estensoria sono gli ischio-crurali con l'appoggio secondario del grande gluteo (frecche gialle)

Piriforme, medio e piccolo gluteo hanno vettori soprattutto orientati alla stabilità articolare

Meccanismo della dominanza in carico

La differenza di dominanza tra femore mobile e femore fisso deriva dal cambiamento del punto di applicazione delle forze.

Con il femore come punto mobile (arto sollevato), i flessori dell'anca avvicinano il femore al bacino determinando la flessione.

Con il femore come punto fisso (piede in appoggio), gli stessi muscoli cambiano la direzione della loro azione: invece di portare il femore verso il bacino, portano il bacino verso il femore.

L'ileopsoas e il retto femorale, trazionando con le loro inserzioni pelviche, determinano l'antiversione del bacino che trascina con sé le vertebre lombari aumentandone la lordosi.

Gli estensori dell'anca (ischiocrurali e glutei), pur opponendosi a questa azione, risultano sottodominanti quando il carico assiale aumenta la stabilizzazione richiesta all'articolazione.

In carico, quindi, la risultante vettoriale favorisce l'antiversione pelvica e l'iperlordosi lombare.

1.4 Dominanze Adduttorio-Abduttorie

Adduzione	Abduzione	Dominanza vettoriale
<ul style="list-style-type: none"> adduttori femorali gracile grande gluteo (con inserzione sulla tuberosità glutea) pettineo quadrato del femore otturatore esterno 	<ul style="list-style-type: none"> tensore fascia lata medio e piccolo gluteo grande gluteo (con inserzione sulla fascia lata) piriforme otturatore interno 	Adduzione

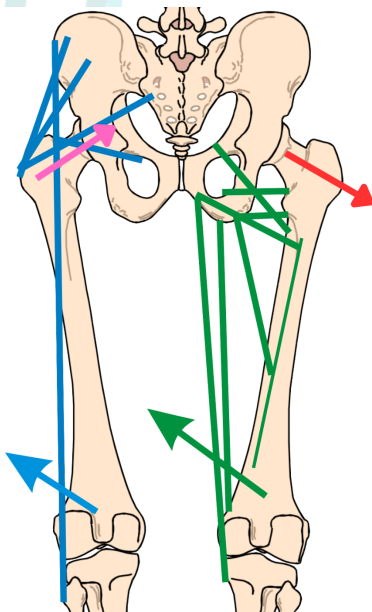


Figura 3:

- *Blu: abduttori*
- *Verde: adduttori*

La dominanza vettoriale adduttoria principalmente espressa nella porzione distale del femore (freccia verde) determina la proiezione verso la lussazione della testa del femore (freccia rossa)

Al contrario gli abduttori, più che esprimersi sulla porzione distale (freccia blu) si esprimono nella porzione prossimale (freccia rosa) comportandosi come legamenti dinamici capaci di adattarsi alle sollecitazioni endo-articolari

1.5 Dominanze Rotatorie

Intrarotazione	Extrarotazione	Dominanza vettoriale
<ul style="list-style-type: none"> • semitendinoso • semimembranoso • adduttore grande • gracile • medio e piccolo gluteo con le sue fibre anteriori • tensore fascia lata 	<ul style="list-style-type: none"> • adduttori • bicipite femorale • sartorio • grande gluteo • medio e piccolo gluteo con le sue fibre dorsali • ileopsoas • quadrato del femore • otturatore interno • piriforme 	<p>Numericamente gli extrarotatori sono in quantità maggiore e risultano dominanti quando il femore non è sotto carico (ad esempio in posizione supina o durante la fase sospensiva della deambulazione).</p> <p>In stazione eretta e col piede in appoggio, considerando la lunghezza delle forze e la Potenza (forza per spostamento nell'unità di tempo) esprimibile, i vettori dominanti sono semitendinoso e semimembranoso e in co-agonismo adduttore grande e gracile.</p> <p>La dominanza vettoriale risultante si esprime così nel senso dell'intrarotazione.</p>

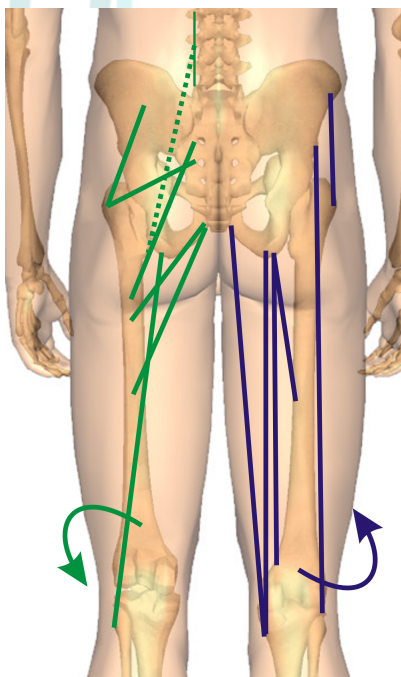


Figura 4

- *Intrarotatori femorali: blu*
- *Extrarotatori femorali: verde*

In stazione eretta con i piedi in appoggio al suolo, la dominanza vettoriale è a favore degli intrarotatori

1.6 Equilibrio Articolare e Compensazioni Muscolari

Per quanto riguarda le sollecitazioni all'interno dell'articolazione coxo-femorale, i muscoli con vettori lunghi (cioè quelli che con modesti accorciamenti intrinseci alterano l'asse articolare),

devono essere bilanciati dai muscoli monoarticolari che, comportandosi come veri legamenti dinamici, innalzano il loro tono basale.

Questo innalzamento del tono può determinare sintomi locali.

La Sindrome del Piriforme: Un Esempio Clinico

Un esempio è dato dalla sindrome del piriforme, che può manifestarsi in due scenari opposti:

Scenario 1 - Intrarotazione e abduzione del femore: Se la dominanza muscolare porta la testa del femore in intrarotazione e abduzione (per effetto dell'adduzione nella sua parte distale, ad esempio nel valgismo del ginocchio), il piriforme dovrà attivarsi ad alta intensità per il contenimento dell'articolazione.

Scenario 2 - Varismo di ginocchio: Nel problema opposto (varismo di ginocchio), la testa del femore viene "spinta" all'interno dell'acetabolo.

In questo caso, il piriforme, avendo le inserzioni in avvicinamento, per essere efficace nel suo lavoro di legamento attivo dovrà lavorare con un tono basale aumentato.

In entrambi i casi, il piriforme sarà in sovraccarico.

In termini di rapporto Forza Resistente/Forza Lavoro (capitolo 2), nel primo scenario il piriforme aumenta la FR per mantenere la tensione di contenimento, nel secondo aumenta la FR per compensare l'accorciamento delle inserzioni.

In entrambi i casi, l'aumento della FR riduce la FL disponibile, determinando inefficienza meccanica e sovraccarico che può comprimere il nervo sciatico.

1.7 Connessioni Neurali e Correlazioni Vertebrali

Nelle problematiche di anca bisogna considerare anche la sua connessione dermatomerica con L5-S1.

Nei fenomeni di tipo artrosico, come dato concomitante, si osserva spesso l'orizzontalizzazione del sacro con compromissione del passaggio L5-S1.

Occorre valutare se questa alterazione vertebrale rappresenti la causa primaria delle problematiche dell'anca o piuttosto una semplice associazione.

2 Ginocchio

2.1 Posizionamento di Riferimento

In stazione eretta e in visione posteriore, con l'asse centro del tallone-secondo dito orientato in avanti, i quattro condili femorali dovrebbero presentarsi sulla stessa linea orizzontale.

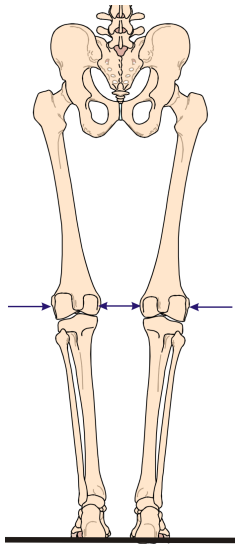


Figura 5: Posizionamento fisiologico

- *In stazione eretta e con l'asse centro del tallone-2° dito orientato in avanti, i quattro condili femorali dovrebbero trovarsi lungo la stessa linea orizzontale*

I vettori dominanti producono vari quadri diversamente associati tra loro:

2.2 Iperestensione

Escludendo l'iperestensione da lassità legamentosa (grave malattia sistemica del collagene) ed eseguita una valutazione differenziale di cui parleremo più avanti, vedremo che l'iperestensione presenta un meccanismo specifico.

Meccanismo dell'Iperestensione con Piede Punto Fisso

In stazione eretta con piedi appoggiati al suolo come punto fisso, gli ischiocrurali e il tricipite surale non "cambiano" la loro azione ma la direzione della loro trazione produce un effetto meccanico opposto.

Gli ischio-crurali, mantenendo la loro linea di forza tra ischio e tibia, con il piede punto fisso trazionano la tibia posteriormente.

Poiché la tibia non può muoversi indietro (bloccata dal piede in appoggio), la trazione si traduce in una spinta del ginocchio verso l'estensione.

Analogamente, il tricipite surale, con inserzione femorale anteriore rispetto al tallone punto fisso, trazione il femore posteriormente.

Anche questa trazione, con piede bloccato, si converte in estensione del ginocchio.

Il retto femorale con piede punto fisso esprime la sua componente estensoria solo nella porzione tra rotula e tuberosità tibiale: una frazione minima della sua lunghezza totale.

La sua azione è quindi di compartecipazione all'estensione, non di motore primario.

I veri motori dell'estensione sotto carico sono la coppia ischiocrurali/tricipite surale.

Ischiocrurali e tricipite non invertono la loro azione: continuano a trazionare con le loro inserzioni.

Il diverso punto fisso, però, converte la trazione in estensione invece che in flessione.

È la fisica dei punti di applicazione delle forze che determina l'effetto risultante, non un cambio di funzione muscolare.

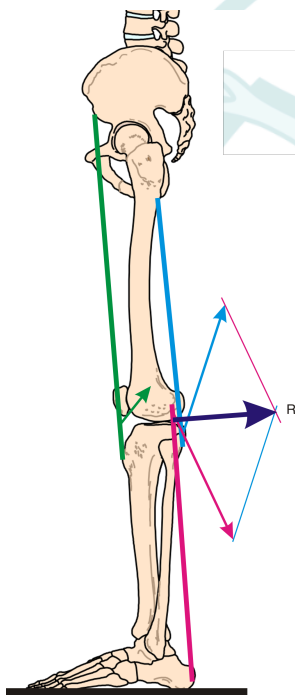


Figura 6: Meccanismo estensorio

- *In stazione eretta, con piede punto fisso, gli ischio-crurali (blu) avendo l'inserzione tibiale anteriore rispetto alla SIPS trazionano la tibia indietro e in alto*
- *Il tricipite surale (magenta) avendo l'inserzione femorale anteriore rispetto all'inserzione sul tallone traggono il femore indietro e in basso*

La risultante porta il ginocchio all'estensione a cui il retto femorale partecipa modestamente con la porzione compresa tra rotula e inserzione tibiale (freccia verde)

Questa dinamica è ancora più evidente nell'azione di alzarsi da una sedia, camminare in salita o salire le scale.

L'estensione del ginocchio è determinata dalla coppia ischiocrurali-tricipite surale mentre il retto femorale è soprattutto impegnato nella stabilizzazione del bacino: è la rotula, che funzionando da moltiplicatore di forza, gli permette di bilanciare gli ischiocrurali che altrimenti renderebbero impossibile l'azione dinamica producendo la retroversione del bacino.

Il recurvato determina alterazioni anche alle articolazioni dell'anca e della tibio-tarsica rilevabili attraverso lo studio del comportamento delle forze G e R.

In particolare, la forza complessiva del tronco applicata all'articolazione dell'anca non potrà distribuirsi sull'intero femore che risulta in iperestensione.

Di conseguenza, le forze G e R saranno addensate all'interno della cavità acetabolare determinando potenziali conflitti meccanici.

Potenziati conflitti meccanici potranno essere riscontrati anche nell'articolazione del ginocchio e nell'articolazione tibio-tarsica, dove potranno determinarsi momenti di forza.

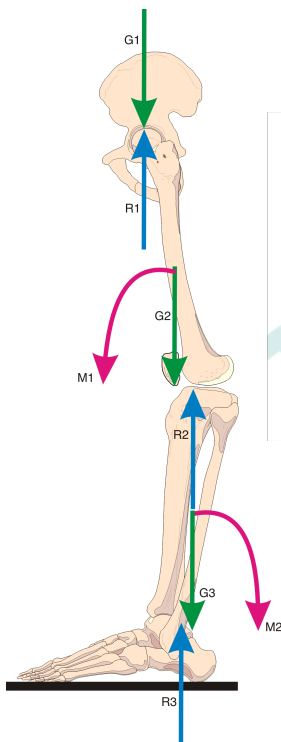


Figura 7: Distribuzione delle forze nel recurvato

- *Ginocchio recurvato in stazione eretta*
- *Le forze complessive G e R applicate ai singoli baricentri determinano, con le loro componenti g e r, compressioni endo-articolari localizzate*
- *La forza G1 è equilibrata dalla forza R1 ma, non trovando il corpo del femore sul proprio asse, anziché distribuirsi sull'intero femore, rimane localizzata all'interno della cavità acetabolare*
- *Le forze G2 e G3 determinano momenti di forza M1 e M2 e, attraverso le forze R2 e R3, compressioni meccaniche alla porzione anteriore dell'articolazione del ginocchio e alla porzione posteriore dell'articolazione tibio-tarsica*

2.3 Intrarotazione

Sotto carico, i vettori dominanti sono quelli di semitendinoso e semimembranoso, in associazione con gli adduttori femorali con componente intrarotatoria.

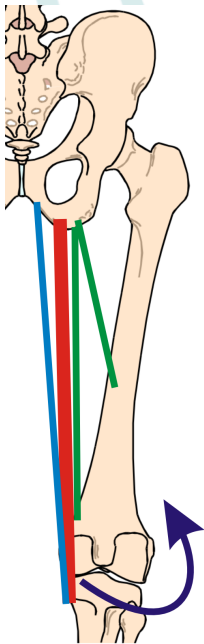


Figura 8: Muscoli intrarotatori

- *Semitendinoso e semimembranoso: rosso*
- *Gracile: blu*
- *Adduttore grande: verde*

Quadro associato: Iperestensione e intrarotazione spesso compongono un quadro associato.

Test Differenziale per il Recurvato

Per differenziare un recurvato indotto da accorciamento muscolare da quello indotto da lassità legamentosa, tra le molte indagini, è possibile semplicemente correggere l'intrarotazione femorale derotando le ginocchia, attivamente o passivamente.

- **Nel caso di recurvato da lassità legamentosa:** la derotazione non modifica l'iperestensione
- **Nel caso di recurvato indotto da accorciamento muscolare:** la derotazione determina la flessione delle ginocchia (la messa in tensione in allungamento di una parte determina la reazione in accorciamento dell'altra)

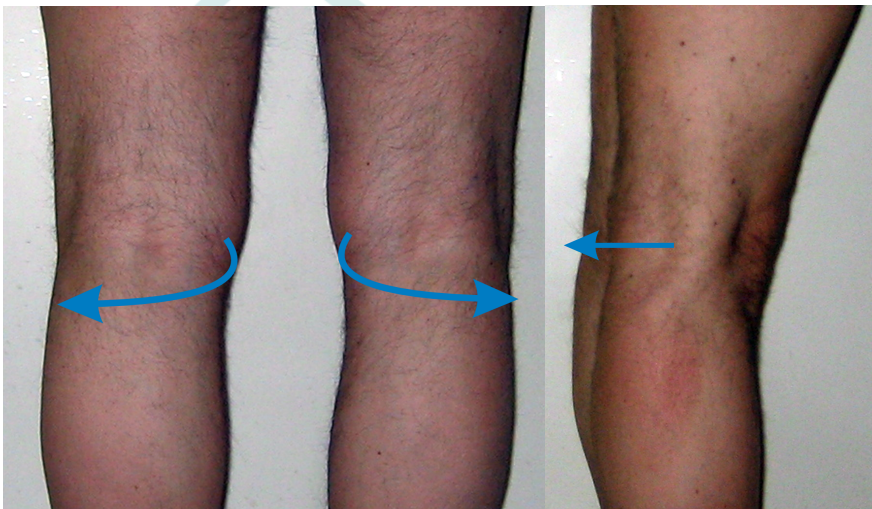


Figura 9 e 10: Ginocchia iperestese e intraruotate

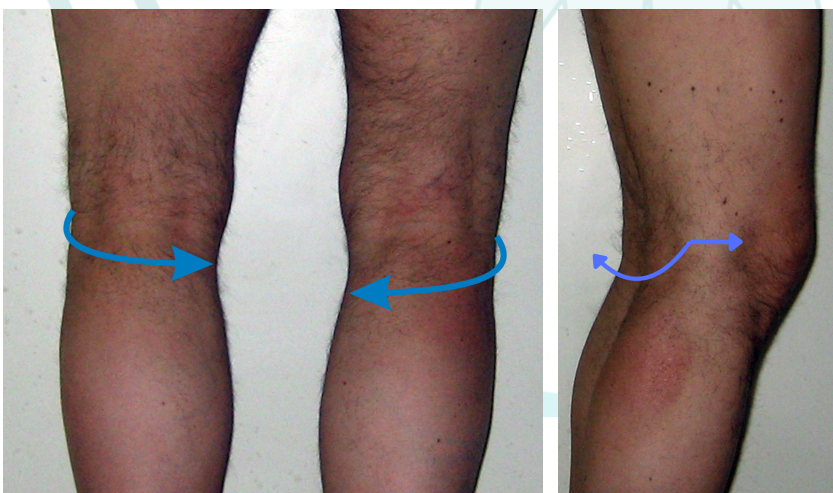


Figura 11 e 12: Test di differenziazione

- Chiedendo attivamente la correzione dell'intrarotazione, o eseguendola passivamente, è possibile differenziare tra recurvato da lassità legamentosa o da tensione muscolare

- *Nell'immagine, l'extrarotazione attiva delle ginocchia ne determina la flessione*
- *In questo caso, è ipotizzabile che la posizione sotto carico dell'arto inferiore sia dovuta all'eccesso di tensione degli intrarotatori ed estensori di ginocchio*

2.4 Flessione

L'azione iperestensoria della coppia ischiocrurali-polpacci è limitata dall'articolazione femoro-tibiale.

Raggiunto il limite massimo, se l'accorciamento dei due gruppi muscolari progredisce, la linea di forza risultante finale determinerà la flessione del ginocchio.

Le inserzioni tibiali degli ischiocrurali, infatti, si verranno a trovare posteriormente rispetto alla SIPS, come pure le inserzioni femorali del tricipite surale rispetto al tallone.

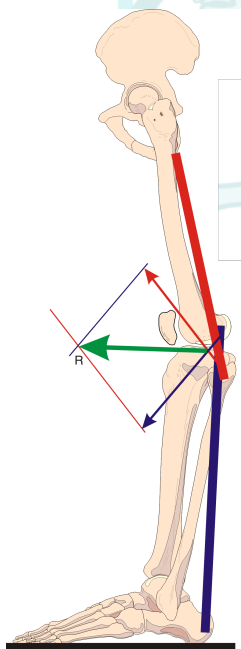


Figura 13: Inversione di azione

- *Tricipite surale: blu*
- *Ischio-crurali: rosso*

Raggiunto il limite articolare dell'iperestensione, entrano in inversione di azione e flettono il ginocchio

Meccanismo della Flessione Rigida

Nel caso in cui l'accorciamento della coppia ischiocrurali-tricipite surale sia tale da portare il ginocchio dall'iperestensione alla flessione, i due gruppi muscolari tornano a essere estensori del ginocchio.

In questo caso però, le loro componenti vettoriali verticali agiranno a un'intensità tale da impedire l'estensione stessa.

La sommatoria delle componenti vettoriali orizzontali e verticali non potrà, in stazione eretta, estendere il ginocchio ma potrà, in collaborazione con il quadricipite, opporsi alla caduta al suolo.

Tale azione richiederà un grande dispendio energetico con conseguente irrigidimento articolare.

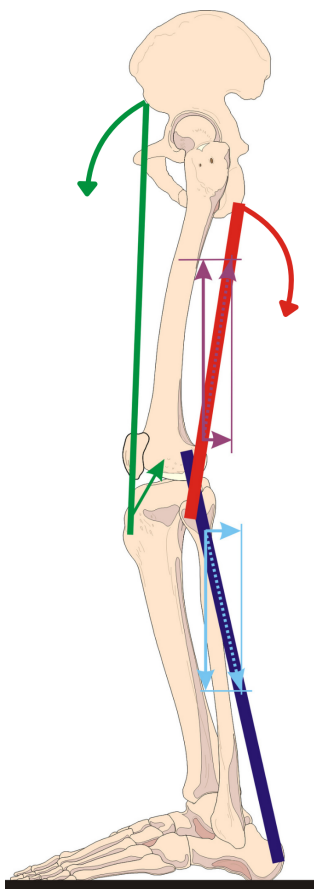


Figura 14: Flessione rigida

- *Tricipite surale: blu*
- *Ischio-crurali: rosso*
- *Retto femorale: verde*
- *Se l'accorciamento della coppia ischiocrurali-tricipite surale è tale da portare il ginocchio in flessione, i due gruppi muscolari tornano a essere estensori del ginocchio*
- *In questo caso però, il loro accorciamento reciproco non permette di estendere il ginocchio ma solo, e con grande dispendio di energia, di impedire, in collaborazione con il retto femorale, la caduta al suolo*
- *Inoltre, l'accorciamento degli ischiocrurali determina una forza di trazione alla SIPS (freccia rossa) che porterebbe il bacino in retroversione se non bilanciata dal retto femorale (freccia verde)*
- *Le componenti vettoriali verticali, dominanti su quelle orizzontali, oltre a impedire l'estensione, possono determinare fenomeni meccanici compressivi alla porzione posteriore dell'articolazione*

Nota: In questo capitolo stiamo analizzando i vettori dell'arto inferiore.

La retroversione del bacino indotta dagli ischiocrurali può essere bilanciata anche da iliaco e gran dorsale.

Se interviene, quest'ultimo provocherà compressioni a livello della colonna dorso-lombare.

Distribuzione delle Forze nella Flessione

Le forze compressive G2, G3 e R2, R3 e le loro componenti g e r possono determinare fenomeni compressivi localizzati alla porzione posteriore dell'articolazione del ginocchio e alla porzione anteriore dell'articolazione tibio-tarsica.

La forza complessiva G1, proveniente dal tronco, non potendosi distribuire uniformemente sull'intero femore, sarà equilibrata dalla forza complessiva R1 all'interno della cavità acetabolare, dando luogo a potenziali conflitti meccanici endo-articolari.

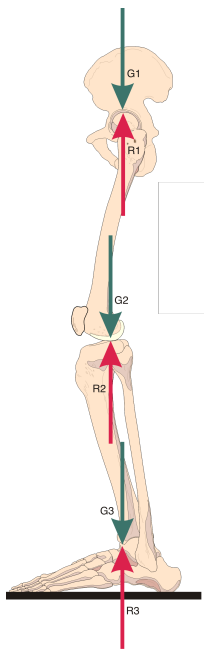


Figura 15: Distribuzione delle forze nella flessione

- La forza complessiva $G1$, proveniente dal tronco, non è distribuita sull'intero femore e la coppia di forza $G1-R1$ determina compressioni meccaniche all'interno della cavità acetabolare
- Le forze $G2$, $G3$, $F2$ e $F3$ determinano compressioni meccaniche alla porzione posteriore dell'articolazione del ginocchio e alla porzione anteriore dell'articolazione tibio-tarsica

2.5 Extrarotazione

La rotazione interna è limitata dall'articolazione stessa.

Se raggiunto tale limite gli ischiocrurali si accorciano ulteriormente, prevarrà la componente extrarotatoria del bicipite femorale a cui si assoceranno gli adduttori ad azione extrarotatoria.

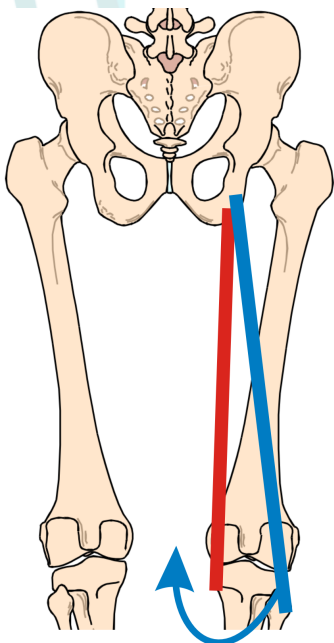


Figura 16: Meccanismo dell'extrarotazione

- Semitendinoso, semimembranoso: rosso
- Bicipite femorale: blu
- Semitendinoso e semimembranoso prevalgono vettorialmente sul bicipite femorale e l'accorciamento complessivo degli ischiocrurali inizialmente determina l'intrarotazione del ginocchio
- Raggiunto il limite articolare, se questi muscoli entrano in ulteriore accorciamento, prevale la componente extrarotatoria indotta dal bicipite femorale, con l'appoggio degli adduttori lungo e breve (non rappresentati in figura)

2.6 Progressione dei quadri patologici

I quattro quadri sono associati tra loro rappresentando una progressione di aggravamento: inizialmente intrarotazione e iperestensione, successivamente flessione ed extrarotazione.

Un ginocchio che appare in buona posizione potrebbe quindi esserlo davvero ma potrebbe anche aver esaurito le prime due direzioni di movimento sfociando nelle due successive.

I due quadri hanno come estremi intrarotazione e recurvato da una parte ed extrarotazione e flessione dall'altra.

Nel passaggio da un quadro all'altro, le componenti possono determinare quadri intermedi, variamente associati tra loro: il ginocchio potrebbe, per esempio, presentarsi intraruotato e flesso.

Il passaggio da un quadro all'altro, espressione di ulteriore accorciamento muscolare, renderà l'articolazione del ginocchio progressivamente più rigida, aumentando le componenti compressive endo-articolari.

10.2.7 Deviazione rotulea laterale

Durante il cammino le rotule devono essere orientate in avanti e a questo provvede il quadricipite femorale attraverso i vasti.

Quando per l'azione degli ischiocrurali il femore è in rotazione interna o esterna, il quadricipite può riposizionare la rotula, creando però una dissociazione femoro-rotulea.

L'azione dei vasti del quadricipite è secondaria e mirata a salvaguardare la funzione.

La deviazione rotulea è quindi causata direttamente dai vasti mediale o laterale ma come conseguenza della rotazione dell'arto inferiore indotta prevalentemente dagli ischiocrurali.

Valutazione Clinica della Deviazione Rotulea

Nell'osservazione delle ginocchia, la visuale posteriore fornisce l'effettiva posizione assiale del rapporto femoro-tibiale e del femore.

La visuale anteriore permette di valutare la posizione rotulea e la sua sincronia con la rotazione femorale.

Per valutare la vera posizione delle rotule, quindi, è necessario osservarle frontalmente dopo aver corretto l'asse del femore.



Figura 17 e 18: Dissociazione femoro-rotulea

- All'osservazione posteriore, il femore appare intraruotato
- All'osservazione anteriore, le rotule appaiono complessivamente orientate in avanti
- In questo caso, vi è dissociazione femoro-rotulea, provocata dall'azione degli intrarotatori sul femore e dal vasto laterale sulla rotula

10.2.8 Valgismo

In assenza di alterazioni scheletriche, congenite o acquisite, le forze che in accorciamento possono determinare il valgismo provengono dal bacino (adduttori e tensore della fascia lata) e, con il piede in appoggio come punto fisso, dai supinatori del tallone (tricipite surale) e del piede (tibiale posteriore).

Muscoli Determinanti il Valgismo

Adduttori: Adducendo la porzione distale del femore creano una coppia di forza che valgizza il ginocchio e contemporaneamente destabilizza la testa del femore, attivando il bilanciamento ad alta intensità da parte dei muscoli mono-articolari dell'anca.

Tensore della fascia lata: Quando il ginocchio è in asse, la sua azione sposta la tibia verso l'esterno e, assieme al gracile che fa la cosa opposta, stabilizza latero-lateralmente il ginocchio.

Una volta che il valgismo si è instaurato, il tensore inverte la sua azione e concorre alla fissazione del valgismo, pur non essendone mai la causa prima.

Tricipite surale: è un forte supinatore del tallone.

Quando il tallone è in appoggio al suolo, il suo accorciamento si esprime deviando verso l'interno la porzione distale del femore.

Tibiale posteriore: anche in questo caso, con piede in appoggio al suolo, il suo accorciamento si esprime deviando verso l'interno la porzione prossimale della tibia.

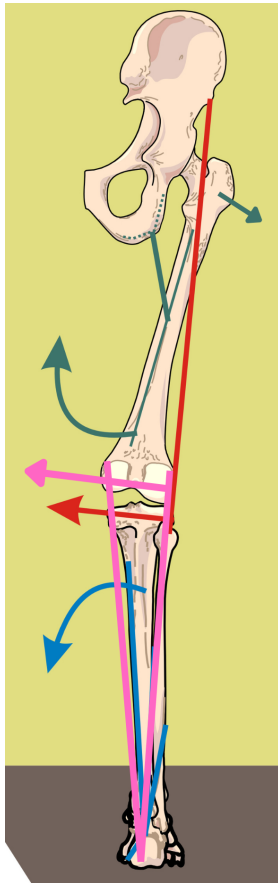


Figura 19: Muscoli valgizzanti

- *Tensor fascia lata: rosso*
- *Adduttori: verde*
- *Tricipite: viola*
- *Tibiale posteriore: blu*

2.9 Varismo

Sempre in assenza di alterazioni scheletriche congenite o acquisite, il varismo è determinato vettorialmente dall'accorciamento dei muscoli che partono dal piede quando questo è punto fisso: tibiale anteriore e peronieri breve e lungo.

Considerazioni sui Muscoli dell'Anca

La componente abducentoria dei muscoli dell'anca, esprimendosi a livello prossimale del femore, è poco significativa.

Nei capitoli introduttivi del testo si è visto come il massimo dell'efficienza della contrazione muscolare si abbia per l'avvicinamento dei capi articolari del 10% della lunghezza totale del muscolo, sottolineando anche che gli accorciamenti residui all'interno delle fibre muscolari sono di piccola entità (2-3%).

Immaginando un accorciamento complessivo inferiore al 2-3% si evidenzia come gli abducentori dell'anca, muscoli monoarticolari, possano influenzare poco il rapporto femoro-tibiale, al contrario di vettori più lunghi come quelli dei tibiali e dei peronieri.

Saranno invece molto efficaci nella stabilizzazione della testa del femore all'interno dell'acetabolo.

Comportamento del Gracile

Il gracile si comporta come il tensore della fascia lata sul lato opposto.

Quando il ginocchio è in asse, il gracile adduce la tibia e in questo bilancia il tensore della fascia lata, con il quale fa coppia di forza per la stabilizzazione latero-laterale del ginocchio.

Una volta che il ginocchio è in varismo, il gracile inverte l'azione e contribuisce alla stabilizzazione del varismo.

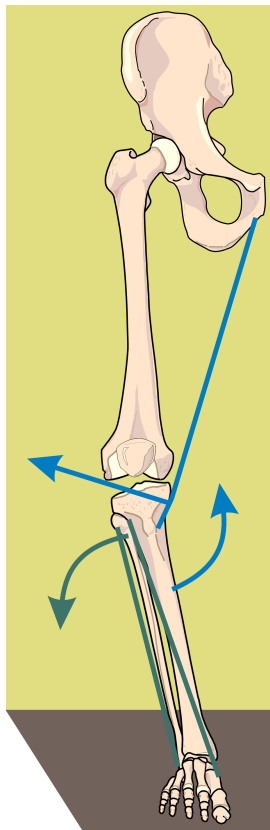


Figura 20: Muscoli varizzanti

- *Tibiale anteriore e peronieri: verde*
- *Gracile: blu*

2.10 Valutazione Differenziale Varo/Valgo

In base a quanto esposto, i vettori che portano al valgismo sono numericamente maggiori rispetto ai varizzanti.

La valutazione differenziale dovrà escludere interferenze date dalla rotazione degli arti inferiori.

Metodologia di Valutazione

In stazione eretta e con i piedi a contatto, i condili femorali mediali dovrebbero essere in leggero sfioramento.

- **In caso di valgismo:** il contatto risulterà eccessivo
- **In caso di varismo:** il contatto sarà assente

Varo e valgo sono disassiami che si esprimono sul piano frontale e le componenti rotatorie del femore possono mistificare, per eccesso o diminuzione, il reale varo/valgo.

Test di derotazione:

1. **Posizione iniziale:** Paziente in stazione eretta, posizione spontanea.
2. **Osservazione:** Valutare l'apparente varo/valgo e la presenza di rotazioni femorali.
3. **Esecuzione:** Chiedere al paziente di derotare i femori mantenendo i piedi paralleli e le ginocchia estese (o guidare passivamente il movimento).
4. **Valutazione:** Osservare come varia la distanza tra i condili mediali.

La derotazione elimina l'interferenza della componente rotatoria sul piano frontale, rivelando il reale rapporto varo/valgo dell'articolazione e la variazione osservata orienta verso l'identificazione delle componenti primarie dell'alterazione: se prevalentemente rotatorie, se varo-valgiche, o se miste.

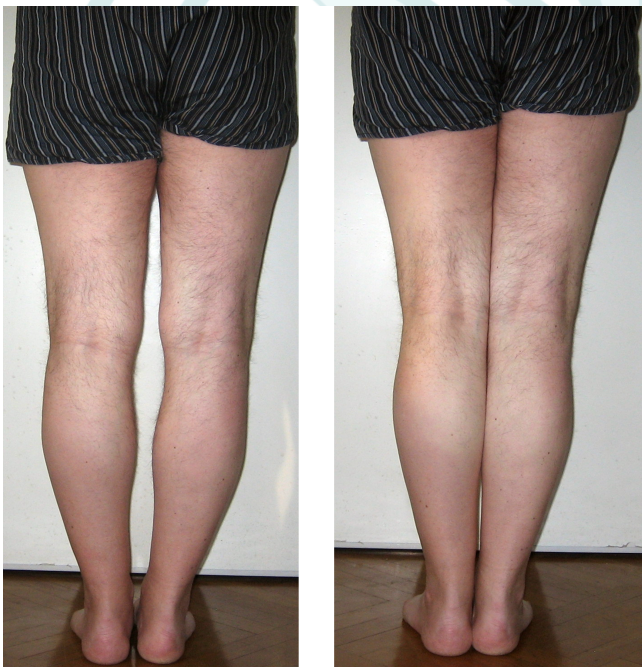


Figura 21: Test di derotazione

- Foto a sinistra: posizione spontaneamente assunta dal paziente. Le ginocchia appaiono in varismo ma è anche presente un'importante rotazione interna degli arti inferiori
- Foto a destra: alla derotazione attiva in estensione delle ginocchia, i condili mediali si avvicinano ed entrano in ipercontatto

In questo caso, la rotazione interna dei femori fa apparire un varismo mentre, in realtà, la tendenza del ginocchio è verso il valgismo

Conclusioni Sezione Ginocchio

L'analisi del ginocchio evidenzia come questa articolazione rappresenti il punto di convergenza delle forze provenienti dall'anca e dal piede.

I quadri patologici seguono una progressione logica determinata dall'intensificarsi degli accorciamenti muscolari, con manifestazioni che vanno dall'iperestensione e intrarotazione iniziali fino alla flessione ed extrarotazione nelle fasi più avanzate.

La comprensione di questa progressione, dei meccanismi di compenso rotuleo e di deviazione assiale, fornisce gli strumenti per identificare le cause primarie delle alterazioni e distinguerle dalle manifestazioni secondarie.

Le alterazioni del ginocchio e del piede si influenzano reciprocamente attraverso la catena cinematica dell'arto inferiore.

Un piede in supinazione può obbligare il ginocchio a compensazioni rotatorie per permettere l'appoggio plantare, così come una deviazione assiale del ginocchio può determinare adattamenti distali.

L'analisi deve quindi considerare la bidirezionalità delle influenze meccaniche per identificare l'origine primaria dell'alterazione.

