

## Biomeccanica normale della metatarso-falangea prima e nell' alluce rigido

Antonio Volpe, Andrea Postorino, Davide Varotto  
Unita' Funzionale di Chirurgia del Piede e della Caviglia  
Foot&Ankle Clinic Abano Terme  
Piazza C. Colombo 1  
35031 Abano terme (Padova)  
[www.footankleclinic.it](http://www.footankleclinic.it)

La metatarso-falangea prima (MF1) e', in senso squisitamente anatomico, quell' unico complesso articolare composto da **epifisi distale di M1-epifisi basale di F1-sistema sesamoideo**.

Vista da sopra, l' **epifisi di M1** puo' essere piu' o meno rotondeggiante. In genere una testa piccola ed eccessivamente rotonda rappresenta un fattore di rischio per alluce valgo, una testa piatto per alluce rigido.

Interessante ricordare a questo proposito gli studi di Rochera sui nuclei di ossificazione dell' epifisi di M1, usualmente **due**, uno laterale ed uno mediale nel soggetto normale, **tre** nell' alluce rigido, con una caratteristico aspetto piatto e slargato dell' epifisi.

Osservata sul piano sagittale, la testa di M1 presenta due condili rotondeggianti divisi plantarmente da una cresta, che scorre plantarmente fra i due sesamoidi, serrati fra loro dal robusto legamento intersesamoideo, sotto il quale decorre, in apposita guaina, il flessore lungo dell' alluce.

I **sesamoidi** sono stabilizzati lateralmente e medialmente dai due legamenti sospensori, il mediale ed il laterale, che si continuano nei due legamenti collaterali veri e propri, elementi stabilizzanti l' articolazione in senso latero-laterale.

La MF1 non ha infatti nessuna mobilita' passiva sul piano trasverso, in condizioni fisiologiche.

Il tendine del muscolo abduuttore medialmente e l' adduttore lateralmente, col suo tendine congiunto, sono gli elementi muscolari con inserzione diretta sull' apparato sesamoideo, formando cosi una culla osteo-cartilaginea e tendinea per i condili metatarsali: il cosiddetto **apparato gleno-sesamoideo**.

La testa metatarsale si articola distalmente con la base della falange dell' alluce.

Si deve ricordare che l' alluce, contrariamente alle dita esterne, presenta due sole falangi, analogamente a cio' che si osserva nella mano per il pollice.

**La base falangea** risulta concava, in modo da offrire buona congruenza alla testa di M1, con caratteristiche anatomiche simili ad una condilo-artrosi. Vedremo pero' che, nel movimento, il comportamento di tale articolazione e' ben diverso, sovrapponibile a quello di un sistema articolare tipo ginglimo/artrodia, per la singolare combinazione fra movimento di rotolamento e di scivolamento.

In condizioni di riposo la falange e' appena flessa dorsalmente su M1 (circa 15°) e F2 appena flessa su F1 (circa 12°)

La motilita' articolare della MF1 puo' essere testata sia in catena cinetica aperta, che chiusa.

In *catena cinetica aperta* e' consentito un range di movimento di circa 100°, di cui 75° di flessione dorsale e 25° di flessione plantare.

In *catena cinetica chiusa*, la MF1 viene chiamata a chiudere il periodo di propulsione della fase di stances del passo. Appena il calcagno si solleva, le forze derivanti dalla reazione di appoggio dorsiflettono l' alluce, stabilizzato *passivamente* dal robusto sistema legamentoso e *attivamente* dalla muscolatura intrinseca ed estrinseca.

Perche' cio' avvenga e' richiesto un corretto allineamento della muscolatura lunga sulla *midpoint position articolare* ed una normale funzione condilo-sesamoidea.

E' inoltre necessaria una fisiologica plantarflessione di M1, atta a contrastare l' effetto di elevazione determinato dalla reazione di appoggio, nella fase di spinta del piede.

Cio' avviene principalmente per l' azione del peroniero lungo, con fulcro sulla colonna esterna, con l' articolazione mediotarsica in posizione bloccata e l' articolazione sottoastragalica in posizione supinata.

La dorsiflessione dell' alluce comporta una notevole tensione della fascia plantare, che e' un robusto elemento passivo di stabilizzazione dell' arco plantare. La messa in tensione della fascia plantare durante la dorsiflessione dell' alluce prima dello stacco dal suolo, detta *windlass mechanism*, contribuisce ad irrigidire il piede e a trasformarlo in una leva rigida.

Nella progressione dello stacco, la testa di M1 ruota progressivamente sulla base falangea, ad alluce esteso, poiche' la contrazione del flessore lungo non determina flessione dell' interfalangea, a differenza di cio' che avviene per le dita esterne. La base falangea non si muove e si assiste ad un graduale scorrimento dei condili, guidati dalla cresta, sul sistema gleno-sesamoideo.

L'asse istantaneo di movimento sul piano trasverso. intorno cui avviene il movimento sul piano sagittale, si sposta dorsalmente e prossimalmente.

Solo alla fine dell'ampiezza del movimento in dorsiflessione la base falangea viene spinta, in leggera compressione, contro la parte più dorsale della testa metatarsale.

In particolare, nella marcia fisiologica, i primi 25°/30° gradi di dorsiflessione avvengono con rotolamento, i successivi 30°/40° con scivolamento della base falangea sulla testa di M1.

Circa 40° di dorsiflessione sono sufficienti per una marcia normale, mentre per attività spinte, quali la corsa, sono richiesti valori di dorsiflessione fino a 60° ed oltre.

**Questa combinazione fra movimento di rotolamento e poi di scivolamento, con spostamento dorso-proximale del centro istantaneo del movimento, fa appunto assimilare la MF1 ad un' articolazione tipo ginglimo/artrodia.**

La chiave per comprendere la patobiomeccanica della MF1 sta sostanzialmente nello studio dell'allineamento del meso-retropiede durante la marcia e nei rapporti retro-avampodali.

Si tratta in genere di sindromi da eccesso di pronazione, con avampiede varo e retropiede valgo secondario.

Clinicamente tale condizione è facilmente osservabile confrontando l'allineamento sul piano trasverso dell'avampiede in rapporto al retropiede, posto in posizione di neutra sottoastragalica.

Nell'iper mobilità del primo raggio, determinata appunto da un eccesso di pronazione sottoastragalica, cui consegue un mancato raggiungimento del blocco mediotarsico prima dell'inizio del periodo di propulsione, l'azione di stabilizzazione del peroniero lungo diviene inefficiente.

Dunque M1 dorsiflette ed inverte, il movimento condilo-sesamoideo diviene eccentrico, con progressiva tendenza all'instabilità latero-laterale e possibile evoluzione verso l'alluce valgo.

Definiamo tale situazione clinica, in senso biomeccanico, **avampiede varo compensato**.

All'opposto, se M1 è elevato, ma non iper mobile, saremo di fronte ad un **avampiede varo non compensato**. Questa situazione è aggravata da una eterometria di lunghezza di M1, oppure da ulteriori fattori di rigidità quali sinostosi od artrosi dell'articolazione di Lisfranc.

In presenza di un elevato fisso di M1, dal punto di vista biomeccanico assisteremo ad una riduzione del movimento di rotolamento (*gliding*), con prevalenza di scivolamento e pinzettamento dorsale (*jamming*) con eccentricità dorsale del movimento fisiologico e conflitto a livello dorsale della MF1, per spostamento degli istantanei centri di rotazione verso l'alto.

Successivamente andranno formandosi le caratteristiche erosioni condrali dorsali, con progressiva proliferazione osteofitica (*dorsal spur*) e sinovite della tasca sinoviale dorsale. La progressiva scomparsa dell'interlinea articolare ne è la tipica evoluzione.

In questa situazione di alluce rigido di grado avanzato, l'alterazione più evidente della marcia è rappresentata dallo spostamento dei carichi sul bordo esterno del piede nelle fasi finali del periodo di propulsione. La linea della marcia si sposta lateralmente e lo stacco avviene a livello delle dita centrali.

In genere a ciò si associa una certa tendenza all'intrarotazione della gamba, per facilitare lo stacco del piede dal suolo.

### In conclusione:

In catena cinetica chiusa 35°-45° di dorsiflessione della MF1 (intesa come movimento di M1 ad alluce esteso fisso al suolo) sono più che sufficienti per una marcia su terreno normale

Il movimento tipo ginglimo-artrodia richiede un M1 allineato correttamente sul piano sagittale. M1 elevato predispone a fenomeni di *jamming* anche nel range di dorsiflessione fisiologica, con evoluzione verso l'alluce rigido

Il *windlass mechanism* assicurato dalla dorsiflessione MF1 è un importante elemento stabilizzante dell'arco plantare, per una marcia con equilibrato lavoro muscolare

Non è richiesto, anzi va evitato il movimento sul piano trasverso della MF1; forze *retrograde* che non siano allineate col vettore principale della muscolatura lunga sono destabilizzanti e portano nel tempo a deviazioni sul piano trasverso

Tali forze retrograde sono rilevanti e decisamente superiori alla forza degli elementi stabilizzanti (legamenti-muscolatura intrinseca)

Piccoli adattamenti torsionali della falange su M1 possono essere in grado di assorbire e dirigere forze tangenziali destabilizzanti.