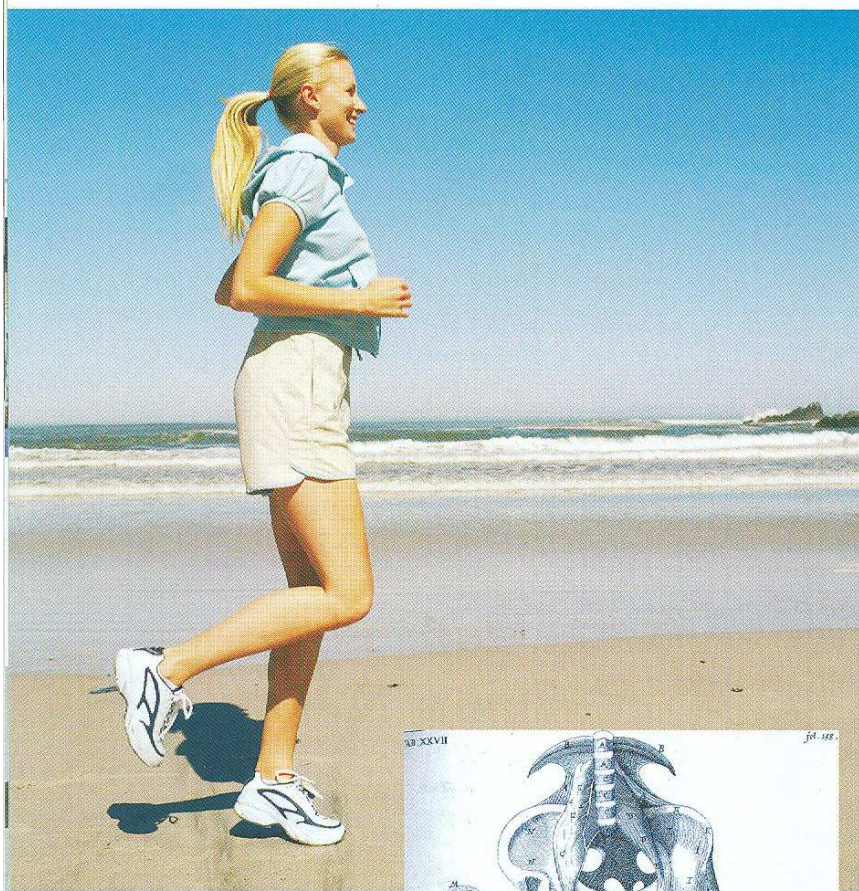




■ a cura del prof.
Luca Avagnina,
Presidente
Società Italiana
Podologia
Universitaria

Differenza di lunghezza dell'arto: aspetti biomeccanici



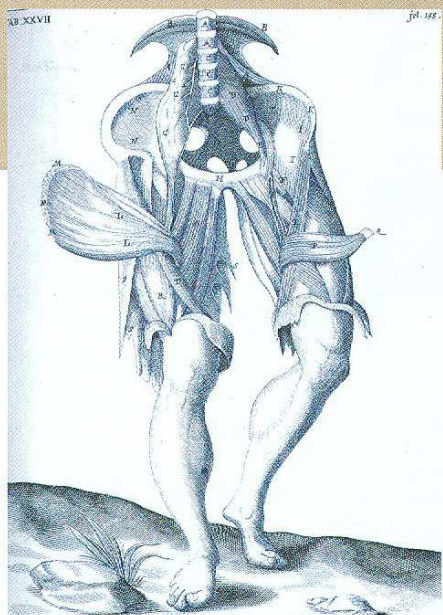
Quando c'è una differenza dell'arto, le radiografie del paziente mostrano una diversa lunghezza di alcune ossa dell'arto inferiore. L'arto più corto genera allora una diminuzione del tempo di appoggio del suo piede. Il podologo deve eseguire esami clinici sul paziente che, in uno dei due piedi, presenta un tempo di appoggio differente dal suo omologo. Le radiografie statiche generalmente mostrano una caduta del bacino da un lato o dall'altro.

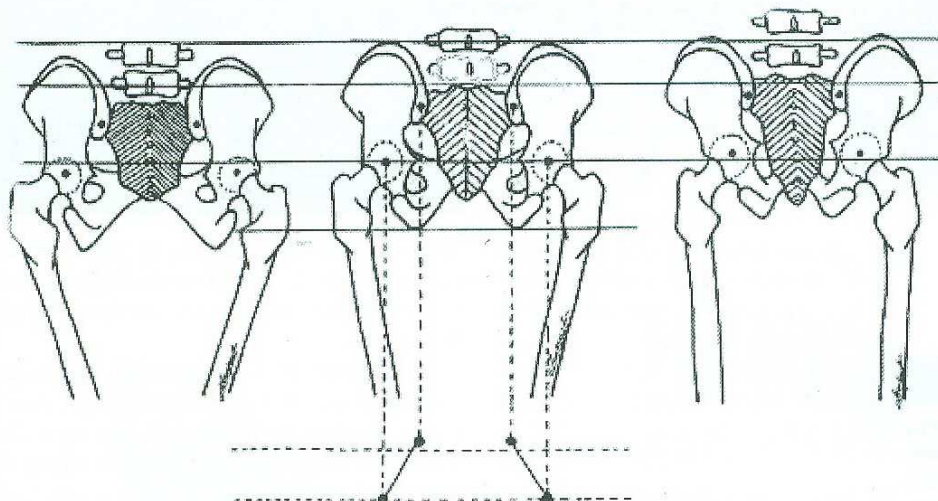
Il podologo, prima di fare la sua diagnosi, deve innanzitutto effettuare un esame dinamico, in cui il bacino del paziente effettua un movimento di circonduzione e le spine iliache, le più basse in statica, possono risalire in dinamica in rapporto alle loro omologie. Peraltro il piede, presentando un tempo di appoggio più corto, non è necessariamente l'arto collegato al bacino più basso. L'analisi del movimento deve allora permettere al podologo di diagnosticare la presenza di una differenza reale o funzionale. Lo studio del paziente in dinamica è quindi imperativo, in particolare l'analisi delle fasi del doppio appoggio.

Qual è il ruolo delle fasi del doppio appoggio? Il ciclo della marcia è il tempo tra l'impatto di un piede e l'impatto successivo dello stesso piede. Lo sviluppo dei passi ha per scopo di trasferire il peso del corpo da un piede all'altro e di spingere il corpo in avanti. Questi rinvii del peso del corpo tra i due piedi si effettuano durante le fasi in cui una parte dei due piedi è in contatto con il suolo: sono le fasi del doppio appoggio.

Il passo è decomposto in quattro fasi successive:

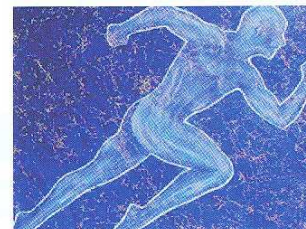
- la fase di attacco tallone, dall'impatto talloniero alla messa in piano dell'avampiede, fase in cui il peso del corpo è trasmesso da un piede verso l'altro e in cui il piede assorbe l'onda di choc dovuta all'atterraggio di questo piede;





Chiusura del bacino
Lordosi lombare+
appoggio discale posteriore

Apertura del bacino
Riduzione della lordosi+
appoggio discale centrale



- una fase transitoria, dove il retro piede e l'avampiede sono entrambi in contatto con il suolo; questa fase, chiamata fase di mezzo appoggio, trasferisce il peso del corpo dal retro piede verso l'avampiede e rende rigido il piede in vista della propulsione; termina con il distacco del tallone;
- una fase di propulsione attiva, che spinge l'arto inferiore in avanti e crea un effetto pronatore per trasferire il peso del corpo verso l'altro piede; il trasferimento di un piede verso l'altro comincia al momento dell'impatto tallone;
- una fase di propulsione passiva, in cui il peso del corpo passa da un piede verso l'altro sino alla messa in carico totale del piede controlaterale.

Le fasi di attacco tallone e di propulsione passiva sono dunque le fasi del doppio appoggio. Constatiamo che il tempo di attacco tallone è equivalente alla fase di propulsione passiva controlaterale.

Come analizzare il trasferimento del peso del corpo? In statica, la messa in carico dei piedi genera la formazione di pressioni definite dal rapporto $P=F/S$ (Pressione=Forza/Superficie). In dinamica, la forza è funzione dell'energia cinetica sviluppata con l'avanzata del soggetto. $F = M \cdot Ec$. L'energia cinetica è definita dal rapporto: $Ec = 1/2 M \cdot (V)^2$. Dunque, la forza sviluppata dal soggetto in dinamica è soprattutto funzione della velocità visto che la massa resta identica (peso del corpo) $F = M \cdot V$.

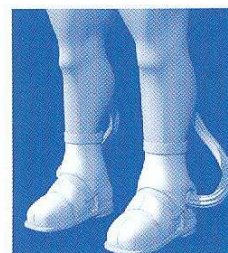
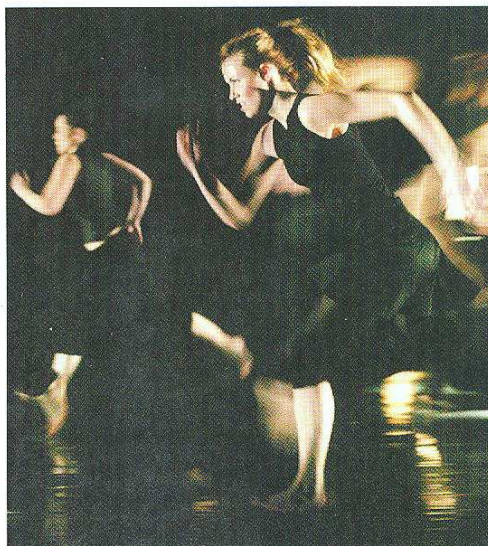
La forza sviluppata dall'impatto del tallone al suolo genera un picco di forza e di pressione sotto il retro piede dagli atterraggi. Questi valori diminuiscono progressivamente sino al distacco del tallone.

Il picco di pressione dell'avampiede corrisponde generalmente all'inizio del trasferimento

del peso del corpo sul piede controlaterale. Questo picco è localizzato su una piccola superficie in considerazione delle teste metatarsali e della polpa delle dita. Il passo è dunque caratterizzato da due curve opposte (manonidentiche) chiamate "farfalle" (*butterfly* in inglese).

Lo studio dell'evoluzione del peso del corpo in dinamica passa dunque dall'analisi delle pressioni dei differenti segmenti del piede durante il passo. In effetti, queste pressioni si evolvono in funzione dei differenti movimenti dell'arto inferiore durante l'appoggio. Determinano dunque il tempo delle differenti fasi.

La funzione del retro piede è di assorbire l'onda di choc con un movimento di pronazione sotto-astragalica e di integrare il peso del corpo nel tallone in contatto con il suolo. Questo movimento di pronazione finisce quando il piede è abbastanza stabile per accettare il peso del corpo, cioè quando il piede è in appoggio completo.





L'impatto tallone si effettua generalmente in una posizione più spinata che alla fine della fase di attacco tallone. Si osserva che più l'attacco è in supinazione, più la fase di appoggio sviluppa delle forze di pronazione.

In seguito, dopo l'impatto, il piede passa in una posizione detta neutra, dove la sotto-astragalica non è né in supinazione né in pronazione. Questa posizione può essere misurata in statica, i piedi paralleli e la sotto-astragalica sistemata in posizione neutra.

La fine del contatto tallone è segnata dalla messa in piano dell'avampiede. Si chiede allora al paziente di effettuare qualche passo, al fine di mettere a posto ogni compensazione e si misura l'angolo di eversione del calcagno. La differenza tra queste due posizioni, in rapporto all'asse del piede, permette di stimare i gradi di movimento del retro piede. Questo movimento sarà uguale per la propulsione passiva del piede controlaterale.

Il movimento della fase di propulsione attiva è il tempo tra il distacco del tallone e il trasferimento del peso del corpo. Il distacco del tallone è funzione di tre criteri:

- la posizione neutra dell'anca;
- la torsione malleolare;
- la dorsiflessione della caviglia.

Quello del trasferimento del peso del corpo, di altri quattro criteri:

- la posizione neutra dell'avampiede;
- la posizione neutra del primo raggio;
- la tibia vara;
- le possibilità in dorsiflessione dell'alluce.

Calcolato in rapporto all'asse del piede, il movimento dell'avampiede sarà composto da una fase di propulsione attiva, determinante in quanto alla posizione del bacino prima dell'impatto controlaterale, e da una fase di propulsio-



ne passiva identica alla fase di attacco tallone controlaterale. La fase di mezzo appoggio non è calcolata poiché è identica per l'avampiede e il retro piede.

Come effettuare la diagnosi? In presenza di una differenza di lunghezza dell'arto, che sia reale o funzionale, il tempo di appoggio di un piede è differente dal suo omologo. Il trasferimento del peso del piede si effettua tutti i giorni tramite il movimento di pronazione dell'avampiede. Dopo aver calcolato il tempo di appoggio dei due piedi, il tempo di funzionamento dell'avampiede più lungo è da ricercare.

In effetti, se il tempo della propulsione attiva è più lungo su un piede, il trasferimento va effettuato in un modo più lungo e accentuato nella flessione del ginocchio e comporta una caduta del bacino ipsilaterale. Il bacino controlaterale crea un impatto più forte dell'altezza supplementare, dovuta alla deviazione frontale del bacino. In più, la rotazione esterna dell'anca sarà accentuata e la coscia effettuerà una rotazione più ampia durante la fase dell'attacco del tallone controlaterale. Se il tempo di propulsione passiva è più importante, i tempi della fase di attacco tallone controlaterale sarà più lungo. La gamba controlaterale effettuerà una rotazione interna più ampia durante questa fase.

La comparazione delle fasi di propulsione attiva e di attacco tallone controlaterale permette di comprendere la rotazione interna dei differenti segmenti dell'arto inferiore e dunque il movimento del ginocchio e del bacino durante le fasi del retro piede e dell'avampiede.

In conclusione, al momento di una differenza di lunghezza reale, l'accorciamento di un segmento dell'arto inferiore va a generare una caduta del bacino durante la fase di attacco tallone. Il piede compensa quindi limitando la pronazione in modo da rialzare il bacino in fase di propulsione attiva. Si osserva dunque una diminuzione della fase di attacco tallone e una diminuzione della fase di propulsione attiva per l'arto più corto, con una caduta del bacino ipsilaterale.

Al momento di una differenza di lunghezza funzionale, la caduta del bacino fa spesso seguito a una compensazione di un avampiede varo con retro piede e l'anca, generando un aumento della fase di attacco tallone e un aumento della fase di propulsione attiva per l'arto più lungo con una caduta del bacino ipsilaterale. ■

