

*Il piede rappresenta lo strumento ergonomico per eccellenza; di gran lunga più sensibile di uno stabilometro, determina la formazione e l'evoluzione della curve vertebrali e quindi l'intera postura*

## Il piede è il più importante sistema ergonomico

### Un formidabile dispositivo di controllo



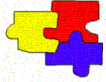
Il piede rappresenta l'ultimo segmento dell'arto inferiore che nasce dall'evoluzione della sua capacità funzionale, in quanto struttura portante di tutto il corpo. Esso rappresenta il punto fisso al suolo su cui grava l'intero peso del corpo e pertanto trasmette al suolo ingenti carichi.

Il piede inoltre si trova alla base del sistema di controllo antigrafitario (sistema tonico posturale) che consente all'uomo di assumere la postura eretta e di spostarsi nello spazio. Esso è sia un effettore sia un ricettore ossia riceve ed esegue dei comandi (risposta motoria), tramite i muscoli, e, nel contempo, interagisce col resto del corpo

fornendo costanti informazioni provenienti dagli esterocettori cutanei presenti sulla sua pianta e dai propriocettori dei suoi muscoli, tendini e articolazioni. Gli esterocettori cutanei del piede sono ad alta sensibilità (0,3 g) e rappresentano l'interfaccia costante tra l'ambiente e il sistema tonico posturale o dell'equilibrio. Le informazioni plantari infatti sono le uniche a derivare da un recettore fisso a diretto contatto col suolo. Pertanto il piede è considerato il principale organo di senso e di moto del corpo umano.

### Evoluzione del piede

Il piede, nel corso dell'evoluzione che dura da circa 350 milioni di anni, per le esigenze sorte nell'assunzione della stazione eretta e della deambulazione bipodale, ha acquisito, quale caratteristica umana peculiare e differenziale, l'attitudine all'irrigidimento ovvero alla coesione intersegmentale. Tale coesione podalica è realizzata dalle formazioni capsulo-legamentose e



aponeurotiche a cui si aggiungono le formazioni muscolari con funzioni di "legamenti attivi" e posturali. All'afferramento prensile si sostituisce l'aggrappamento antigravitarario.

Il piede è così il dispositivo di gran lungo più valido che l'uomo possiede per il controllo dell'ambiente sottoposto alle legge di gravità. L'informazione genetica conferisce alla struttura podalica la modellatura di fondo. L'informazione ambientale confluisce nella genetica che la memorizza gradualmente, nel corso delle generazioni, potenziando la genesi delle prerogative antigravitarie. Il fattore culturale però interferisce su tale sviluppo alterando l'informazione ambientale (ad esempio creando terreni e scarpe inadeguati) causando così un ritardo evolutivo.

### Un sistema di equilibrio instabile

Il corpo umano è un *sistema di equilibrio instabile*; l'altezza del centro di gravità (anteriore alla terza vertebra lombare) rispetto a una base ristretta e la struttura composta da una successione di segmenti articolati, sono fattori di instabilità. Solo un vigilante controllo (sistema tonico posturale) riesce, in tale condizione, a ricercare l'equilibrio dinamico stabile nella stazione eretta e l'equilibrio dinamico instabile durante la locomozione (che consente la trasformazione dell'energia potenziale in energia cinetica). Ciò avviene soprattutto grazie a un servizio informativo (esterocettori cutanei e propriocettori) talmente preciso e tempestivo da consentire risposte validissime con interventi energeticamente economici (non rilevabili elettromiograficamente) da parte di muscoli con prevalenza di fibre rosse. Si tratta della manifestazione informativa più importante in quanto fornisce all'uomo il privilegio di adattarsi alle più svariate condizioni ambientali.

### Elica podalica

Il piede è un diaframma interposto tra forze esterne (ambientali) e forze interne (muscolari), che in esso si incontrano, si contrastano e infine si fondono per l'affermazione della condizione di equilibrio. Il piede è una struttura "spaziale" ossia atta ad assorbire e smistare le forze, relativamente agli infiniti piani dello spazio.

La struttura del piede è un capolavoro unico di architettura, o meglio di biomeccanica, con le sue 26 ossa, 33 articolazioni e 20 muscoli. Funzionalmente e strutturalmente, è possibile suddividere il

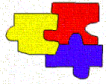
piede in:

- *retropiede* formato da astragalo e calcagno, dispositivo centrale" del controllo biomeccanico della gravità;
- *avampiede* formato da scafoide, cuboide, 3 cuneiformi (definiti anche mesopiede; il mesopiede più il retropiede forma il *tarso*), 5 raggi metatarsali (metatarso) e le falangi delle 5 dita; funge da "adattatore e reattore".

Il piede, nel suo ruolo di "base antigravitaria", in un primo tempo prende contatto con la superficie di appoggio adattandosi ad essa rilasciandosi,

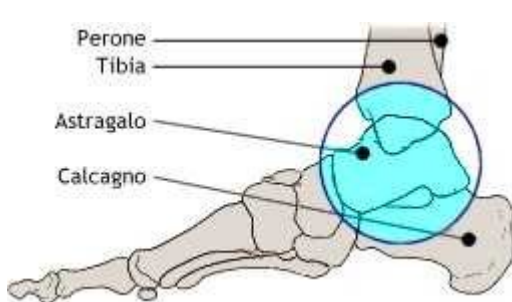
successivamente si irrigidisce, divenendo una leva per "respingere" la superficie stessa. Il piede deve quindi alternare la condizione di rilasciamento con la condizione di irrigidimento. L'alternanza di lassità-rigidità giustifica l'analogia con l'*elica a passo variabile*. Retropiede e avampiede si





dispongono infatti in piani che si intersecano in modo variabile. Nella condizione ideale, il retropiede è disposto verticalmente e l'avampiede orizzontalmente (su una superficie di appoggio orizzontale). A piede sotto carico la torsione tra retropiede e avampiede si attenua nel rilassamento (il piede diviene una piattaforma modellabile) e si accentua nell'irrigidimento (il piede diviene una leva). La disposizione ad arco è quindi apparente essendo espressione del grado di avvolgimento dell'elica podalica. Il piede quindi non ha il significato di un arco o volta reale ma apparente, che si alza durante l'avvolgimento e si abbassa durante lo svolgimento dell'elica. L'avvolgimento dell'elica, con la conseguente accentuazione dell'apparente disposizione ad arco, corrisponde al suo irrigidimento. Lo svolgimento dell'elica, con conseguente attenuazione dell'arco apparente, è il rilasciamento.

La torsione dell'elica podalica è connessa alla rotazione esterna dei segmenti sovrapodalici (gamba e femore). L'astragalo ruotando all'esterno solidalmente con le ossa della gamba, sale sul calcagno chiudendo in tal modo l'articolazione medio-tarsica; il retropiede si verticalizza. L'avampiede aderente tenacemente al suolo reagisce alle forze torcenti applicate sul retropiede; il piede è quindi irrigidito.



*L'astragalo è un osso con cui non prende rapporto diretto nessun muscolo (non presenta inserzioni muscolari), si muove a seguito delle forze trasmesse dalle ossa adiacenti.*

*L'astragalo è un osso del piede in quanto è solidarizzato al calcagno e allo scafoide nelle rotazioni sul piano sagittale (flesso-estensione) ed è osso della gamba in quanto è solidarizzato con la tibia e al perone, tramite la pinza bimalleolare, nelle rotazioni dei segmenti sovrapodalici sul piano trasverso (intra-extrarotazioni).*

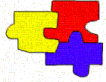
### **Piede e sviluppo della postura**

A differenza di tutti gli altri mammiferi quadrupedi che stanno in piedi e camminano in modo corretto poco tempo dopo la nascita, l'uomo deve attendere circa 6 anni per ottenere una postura stabile. A circa dodici mesi di vita si ha il passaggio graduale al bipodalismo ma è solo all'età di 5-6 anni che si formano e si stabilizzano le curve vertebrali (lordosi lombare e cervicale e cifosi dorsale) e ciò avviene grazie alla maturazione estero-proprioceettiva del piede. E' quindi il piede il responsabile delle modificazioni delle curve vertebrali in ortostatismo; la fisiologica lordosi lombare si forma e si stabilizza a partire dalla formazione di una fisiologica e stabile volta plantare, a 5-6 anni di età, che libera il tronco cefalico da uno stato di ipertonicità, regolando così anche la cifosi dorsale e la lordosi cervicale.

*Tutti gli studi hanno confermato che la formazione delle curve parte dal basso.*

Il completamento dello sviluppo della funzione posturale (sistema tonico posturale) avviene abitualmente verso gli undici anni e resta poi stabile sino a circa 65 anni. La formazione e l'accrescimento del sistema muscolo-scheletrico e del piano oclusale (e quindi in seguito della dentatura) sono il risultato della complessa e personale azione antigravitazionale dell'individuo.

### **Problematiche podalico-posturali**



Nel prendere contatto con la superficie di appoggio, il piede acquisisce il significato di *dispositivo ammortizzante*, in grado di assorbire e neutralizzare le forze e i momenti di forza applicati istantaneamente sotto forma di urto, al fine di tutelare la propria integrità. Il piede riesce a realizzare ciò grazie al suo svolgimento elicoidale graduale; mentre avvolgendosi realizza l'azione antigravitaria. Si tratta di interventi che impegnano al massimo il piede, prova ne è la frequenza delle manifestazioni podo-patologiche da ipersollecitazione, per gradi anche modesti di alterazione posturale. Quanto più è rapido l'impatto tanto più è probabile il danno alla struttura podalica (da cui l'inadeguatezza di attività quali la corsa o i salti prolungati nel tempo).

Non va trascurato il fatto che il piede è anche un *organo di senso*, ossia porta di ingresso degli stimoli ambientali. Di conseguenza, le anomalie strutturali del piede non solo rendono precaria la risposta motoria (ovvero l'avvolgimento dell'elica) ma sono anche ragione di ostacolo alla ricezione corretta della stimolazione ambientale. La ricettività dei recettori gravitari, presenti in gran numero nei muscoli e nelle formazioni articolari e aponeurotiche del piede, risulta alterata essendo anomali la disposizione e la condizione circolatoria dei tessuti che li ospitano. Come conseguenza di ciò, il circuito di controllo della gravità risulta almeno parzialmente occluso.

Risulta chiaro che un appoggio non corretto può far sentire le conseguenze a caviglia, ginocchio, anca, tutta la colonna vertebrale, fino a interessare l'apparato occlusale (stomatognatico).

Normalizzando la ricezione dell'informazione ambientale, ne risulterà potenziata l'integrazione informativa genetica-ambientale favorendo così l'iter evolutivo.

E' evidente la fondamentale importanza della posturologia e del plantare ergonomico quale supporto migliore per prevenire e correggere le anomalie dell'appoggio plantare e quindi posturali.

Dr. Giovanni Chetta  
[www.giovannichetta.it](http://www.giovannichetta.it)

**Bibliografia essenziale:**

- Paparella Treccia R., "Il piede dell'uomo", Verduci Editore (1978)
- Pacini T.; "Studio della posture e indagini baropodometrica"; Chimat (2000)
- Ronconi P. e S., "Il piede", Editore Timeo (2003)