

Introducció a la biomecànica del peu (III)

M. RUEDA

Podòleg.
Centre d'Estudis del Peu.
Professor de la Univ. Internacional de Catalunya. Escola Gimbernat

CORRESPONDÈNCIA:

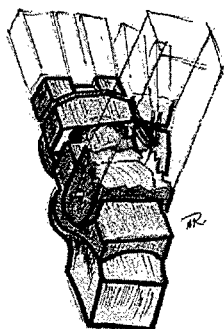
Martin Rueda
Avda. Generalitat, 5, 4ª Planta
08922 - Sta. Coloma de Gramenet
e-mail:martinrueda@martinrueda.com

Número corresponent al tercer d'una sèrie d'articles monogràfics dedicats a la anatomia i funcionalitat del peu.

Hem comptat amb la col·laboració d'un prestigiós especialista en aquesta matèria, el Sr. Martín Rueda, autor d'una extensa obra referent al peu i reputat professional en aquest camp.

Aquesta sèrie d'articles abarcarà cinc números de la revista i constituirà en conjunt un petit tractat de anatomia funcional i biomecànica del peu.

El peu representa un puzzle perfecte en el qual no és possible modificar o aïllar qualsevol de les seves parts sense influir directament a la resta.



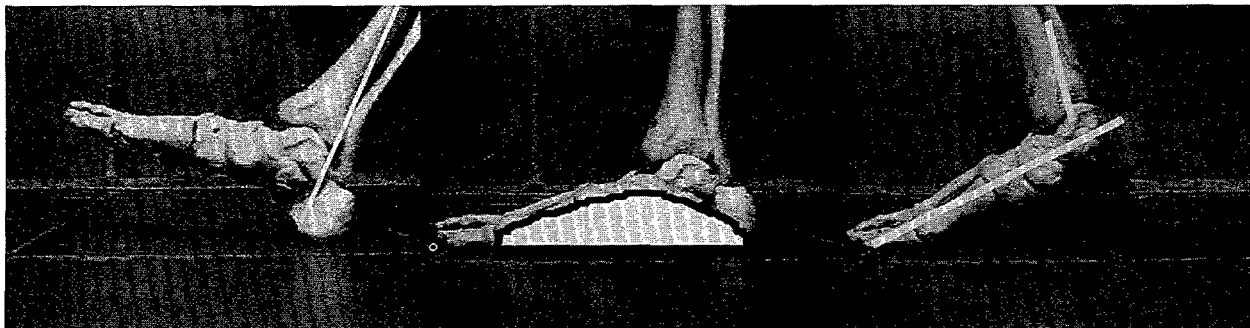
Podríem considerar-lo com un servoamortidor, dotat de la resistència suficient per mantenir-nos i propulsar-nos vigorosament, però amb l'elasticitat adient per tal que el moviment resulti suau i progressiu. **Consistència** que li confereixen les seves parts òssies; **elasticitat** que li proporcionen les seves articulacions i components fibroelàstics i **vigorositat** que li donen els seus potents músculs i tendons.

En la fase de recolzament de taló, el seu esquema mecànic seria en columna; en el moment estàtic, es comportaria com una hemivolta plantar i en el dinàmic seria l'equivalent a una palanca que recolzant-se sobre la porció metatarso-digítal ha de desplaçar un pes que gravita sobre l'astràleg.

Recolzament del taló = columna

Fase unipodal = volta plantar

Fase d'impuls = palanca



Així, funcionalment, el fulcre el constitueix una unitat: l'avantpeu, però mecànicament el conformen cinc metatarsians, dos sesamoïdeos i 13 o 14 ossos més petits representats per les falanges.

Observant la forma i disposició de les estructures del peu, tant dures com fibroelàstiques, i els plans de moviment articular i tenint en compte que la forma final és el resultat de l'acció i coexistència d'uns factors genètics sotmesos a unes lleis físiques de creixement i desenvolupament en el qual cada moviment ha d'acomplir unes exigències mecàniques amb un marge de garantia, podem veure el següent:

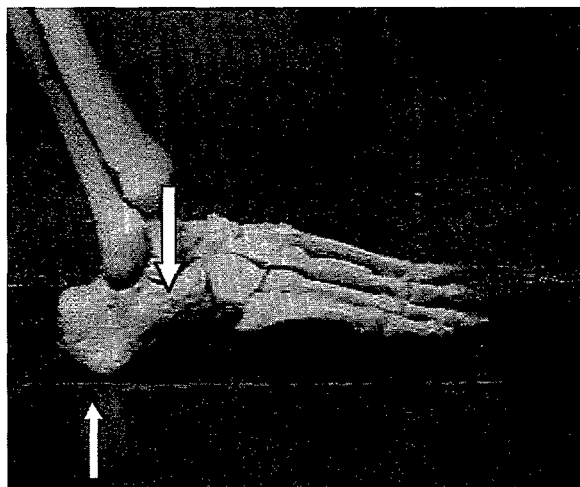
- 1) En la disposició òssia espacial del peu, no existeixen dos ossos situats en el mateix eix vertical. D'aquesta forma s'evita la compressió directa al generar-se desequilibris seqüenciats que produeixen moviments econòmics.

La desalineació en un eix vertical, genera un moment d'amortiguació i augmenta la resistència mecànica del retropeu



- 2) El calcani manté relació distal amb el cuboïdes i, a partir d'aquest, amb els segments quart i cinquè. A més a més, rep la càrrega en sentit vertical des de l'astràleg i la transmet verticalment vers el terra en un pla més extern i, anteriorment, sobre el cuboïdes. Per tant, aquest os rep una gran càrrega vertical o de compressió, essent capaç d'absorbir-la a base de desequilibrar-se en sentit anterior i latero-medial fins direccionar-la vers el cuboïdes i escafoïdes.

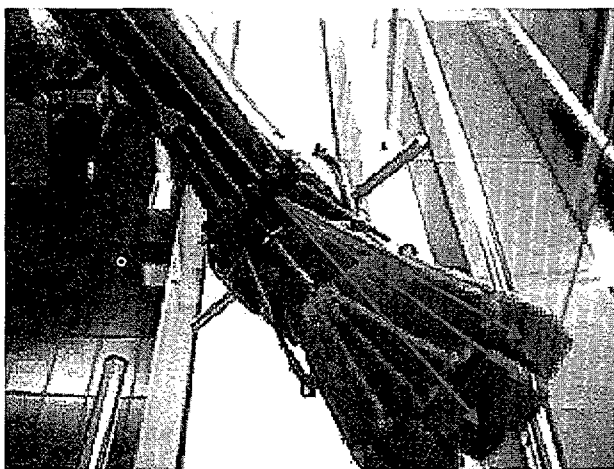
Situació més posterior del calcani que genera un desequilibri anterior



- 3) L'astràleg es relaciona anteriorment amb els segments metatars digitals primer, segon i tercer, a través de l'escafoïdes i les falques. Quan rep el pes del cos a través de la tibia, el dispersa vers el calcani en sentit plantar i vers l'escafoïdes en sentit anterior; per tant, la magnitud de la càrrega és dispersada en dues components. L'orientació en la pla horitzontal de l'eix major de l'articulació astràleg-

escafoidea fa que la pressió es transmeti sobre les falques de forma seqüencial vers el costat intern del peu, en forma d'escombrada, amb el que la pressió es torna a fragmentar.

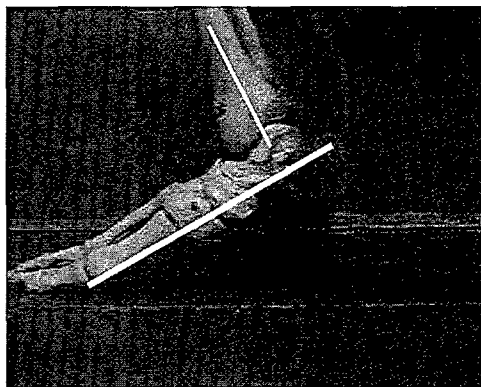
Càrrega rebuda per l'escafoides transmesa en sentit lateral i anterior vers els metatarsians 1,2 i 3 a través de les falques que la direccionen en sentit anterior i plantar sobre el terra a través dels metatarsians



4) El sistema calcani finalitza en dos vectors divergents de longitud creixent de fora a dintre. Aquests dos vectors

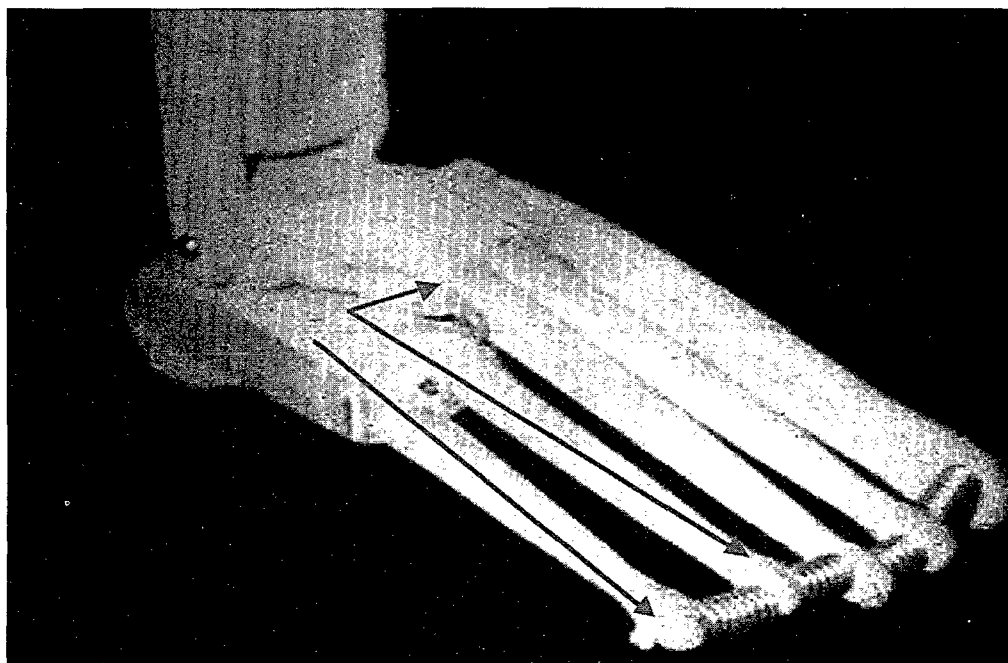
conduïxen la pressió que els hi és enviada des del calcani a través del cuboides, vers els metatarsians cinquè i quart i vers la tercera falca, fet pel qual l'ona de xoc torna a dividir-se. És a dir, el pes del cos es fragmenta i divergeix des del moment de caiguda del peu sobre el terra, però es concentra i dirigeix en el moment de recolzament exclusiu sobre l'avantpeu.

En el moment de l'impuls, la reacció del sol es projecta des de la regió metatars-digital



5) El sistema astragalí finalitza en tres vectors divergents d'enrera cap endavant, dels quals el més fix és el central i el més mòbil el més perifèric. Tal com succeïa amb l'arc

El calcani transmet la càrrega en sentit anterior sobre el cuboides i els metatarsians 4 i 5 i el sentit medial sobre la 3^a falca i l'escafoides



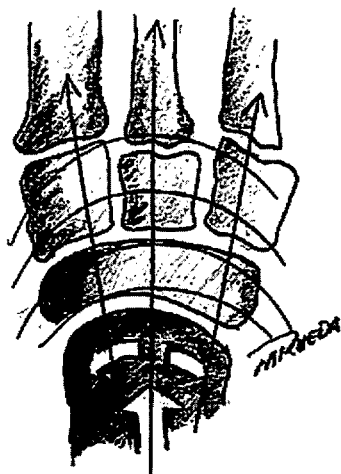
calcáni, amb l'astragalí l'ona de xoc es veu fragmentada en cada articulació i cada os la transmet sobre la següent, cada vegada més reduïda. És important observar en aquest reconduïment de forces, la tasca de l'escafoïdes, la forma ovalada del qual ajuda a diversificar més la pressió, repartint-la vers les falques a través d'articulacions artrodials.

- 7) El sistema astragalí està dotat de més peces, té més mobilitat, més alçada del sol, més músculs i, en conseqüència, estaria més ben dotat per amortir i impulsar.

Els sistema astragalí, més alt i mòbil, forma un arc més elàstic



La concavitat posterior de l'escafoïdes fa que la pressió mantinguda per l'astràleg en el moment del recolzament sobre el terra no es transmeti al mateix temps sobre els segments metatars cuneals, sinó de forma seqüencial amb un moviment d'escombrada intern



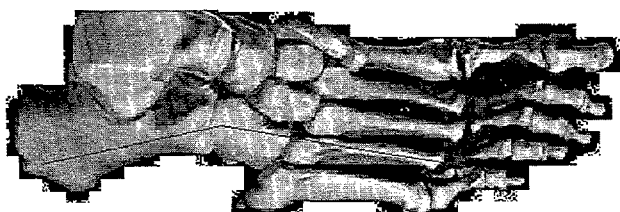
- 8) Els dos ossos més grans del peu, representen l'única estructura vertical i són els més posteriors; per tant, suporten, en primera instància, més compressió.

L'astràleg i el calcáni són els dos únics ossos del peu alineats en un eix vertical



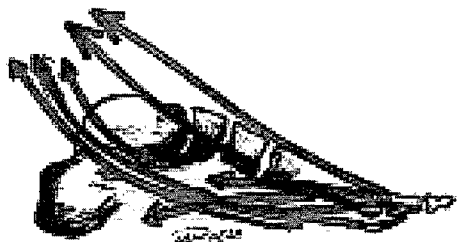
- 6) El sistema calcáni constitueix, per tant, un arc de poca alçada, poc moviment, poc músculs, gran lligaments, trobant-se sotmès a més càrrega; per tant, seria un arc de resistència.

El sistema calcáni, més baix, formaria un arc de major resistència i solidesa



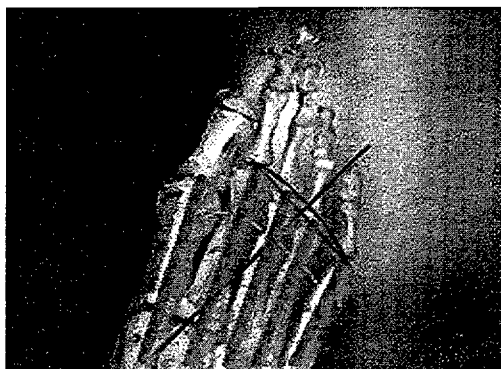
- 9) El ossos del migpeu, més petits i més nombrosos, es relacionen tant en sentit antero-posterior com lateral; són quadrangulars, units per articulacions planes i, per tant, més preparats per suportar moments torsionals. És important observar que el component lateral de pressió s'ha d'amortir força, fet pel qual l'arc interna del peu concentra el major nombre d'insercions musculars i té més mobilitat. Una estructura rígida no podria absorbir la pressió i es danyaria.

L'arc intern garanteix la seva resistència gràcies a l'elasticitat de les seves estructures i reforços musculars



- 10) Els components del metatars formen segments arciformes radials sense relació transversa, excepte en la part proximal; guanyen mobilitat a partir del més llarg i alt, el segon metatars, formant, així, sistemes de treball tipus palanca.

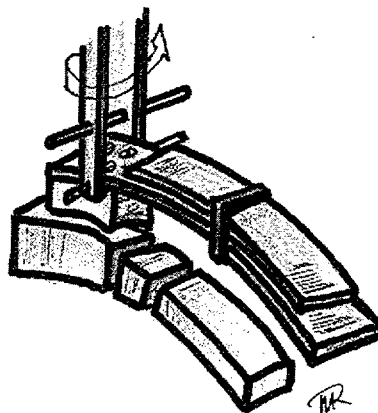
Els metatarsians s'organitzen anteriorment en estructures arciformes radial independents



Aquesta interpretació de la disposició òssia ens permet parlar de dues parts o sistemes diferenciats en el peu: un extern o de càrrega (calcàni-cuboides, quart i cinquè metatars) i un altre intern o d'impuls i amortidor (astràleg, escafoïdes, falques i els tres primers metatarsians).

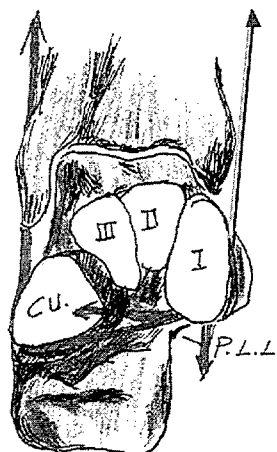
L'extern seria un arc de més resistència passiva, fet pel qual en dinàmica actua abans, és a dir, a través d'ell recolzem el peu en el terra al final de la fase aèria, mentre que l'intern podria absorbir millor les torsions en ser més articulat, mòbil i muscular, pel que té més protagonisme en amortiguació i impuls.

L'arc extern s'absorbeix en primer lloc la càrrega vertical (resistència) i l'intern l'amorteix



Si apliquem aquests conceptes arquitectònics senzills a l'estudi ralentitzat de la marxa, resulta evident o, si més no, lògic pensar que el **retropeu** està preparat per a un treball de **resistència** i forces verticals, el **migpeu**, per a forces de compressió, com a cim de la volta plantar, o de transmissió antero-posterior i latero-medial durant el recolzament de l'avantpeu, que tindria una missió més d'adaptació i impuls, al mateix temps de els seus integrants, en guanyar alçada de fora a dintre i estar mancats de relació vertical, fan possible la transmissió de moviments helicoidals per esllavissada dels uns sobre els altres. Aquí juga un important paper la disposició de les falques que transversalment formen un arc a partir del cuboides.

Els cuneiformes formarien un arc plantar "sostingut"



Per tant, l'avantpeu estaria preparat per transmetre forces en sentit anterior amb moviment cònic radial en la pla transversal a partir de la base del segon metatars com element més fix i gràcies als moviments del mig tars es permetria l'adaptació a plans amb inclinació lateral o anteroposterior, fet pel qual podem dir que, en conjunt, la paleta metatarsal és direccionada des d'aquesta articulació com si fos un adaptador

mòbil. Aquesta disposició òssia és bàsica des del moment en què si tots els ossos estiguessin relacionats en sentit vertical, el peu es veuria privat d'estabilitat lateral i amortiguació o bé necessitaria una base molt àmplia. La combinació simultània en els tres plans de l'espai fa possible la resistència, diversitat i complexitat dels seus moviments.