

# ANATOMIA I BIOMECANICA DE LA CAMA, TURMELL I PEU

## PLÀNOLS FASCIALS DE LA CAMA I PEU

### PLÀNOL SUPERFICIAL

A nivell superficial la fàscia crural (figura n.1) és la continuació directe de la fàscia lata de la cuixa, prenent relleu a la ròtula, tuberositats tibials i cap del peroné. Per la part posterior del genoll es denomina fàscia poplítica, rebent expansions aponeuròtiques del bíceps, sartori i semitendinos. És una capa conjuntiva que envolta la musculatura de la cama, en alguns llocs aquesta capa es fa més densa donant lloc, per exemple, als retinacles (figura n.4) que subjecten a la musculatura extensora del peu. De la seva cara profunda se separen diferents làmines que formaran els envans intermusculars i els embolcalls musculars de la cama i peu (figura n.6).

De les fàscies del peu destacarem l'aponeurosi plantar per la seva transcendència en la fisiologia i mecànica del peu. L'aponeurosi plantar, que deriva de la fàscia superficial, és una làmina molt resistent i gruixuda de forma triangular, està formada per fascicles longitudinals provinents del calcani que irradien als cinc dits i acaben en les articulacions metatarsofalàngiques, i per fibres transversals que uneixen els fascicles longitudinals (figura n.3 a i b). Destacarem també el fascicle lateral de l'aponeurosi plantar que uneix el calcani amb el tubercle del 5è MTT.

L'aponeurosi plantar té un paper fonamental en el manteniment de la volta plantar longitudinal, conté també a la musculatura de la planta del peu i protegeix vasos i nervis de les pressions.



**Figura n.1**



**Figura n.2**



**Figura n.3a**



**Figura n.4**



**Figura n.3b**

## PLÀNOL PROFUND

A nivell profund, la fàscia crural envia unes expansions en forma d'envans que formaran els compartiments de la cama (figures n.5 i 6). Podem trobar quatre compartiments fascials que envolten a la musculatura de la zona i que aquests músculs s'han agrupat segons la seva funció. Conèixer la ubicació d'aquests paquets fascials ens permetrà poder accedir a cada un d'ells quan ens sigui necessari.

Dins el compartiment anterior tenim al tibial anterior, l'aponeurosi del qual recobreix directament la tibia i s'adhereix fortament al seu periosti, els extensors dels dits i al tercer peroneal o peroneal anterior. En el compartiment lateral trobarem al peroneal llarg i peroneal curt. En el compartiment posterior superficial tenim al solí i gastrocnemi, al costat del múscul plantar i en el compartiment posterior profund hi ha el tibial posterior, el flexor llarg del primer dit i el flexor llarg dels dits.

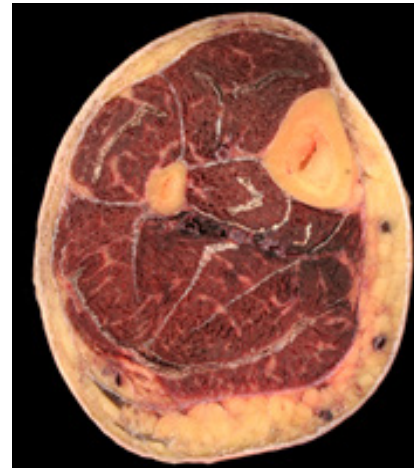


Figura n.5

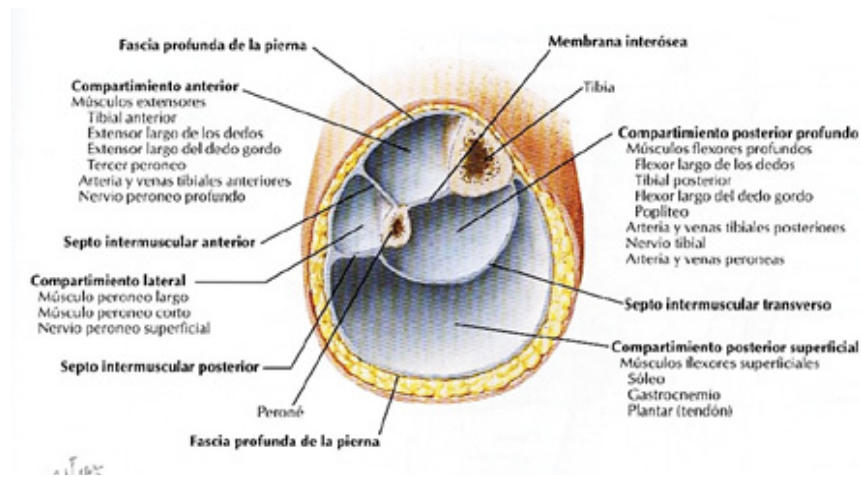


Figura n.6

Des d'una visió superior, en una secció transversal de la cama, propera als mal·lèols, (figura n.7), podem observar els quatre compartiments fascials. El compartiment anterior engloba el tendó del tibial anterior i el dels extensors propi del dit gros i comú dels dits, lateralment trobem el tendó del peroneal llarg i ventre del curt. A nivell posterior trobem el tendó d'Aquilles, que és comú al solí i al gastrocnemi, finalment a un nivell més profund que l'anteriorment citat tenim el tendó del tibial posterior i del flexor llarg dels dits i el ventre muscular del flexor llarg del dit gros.

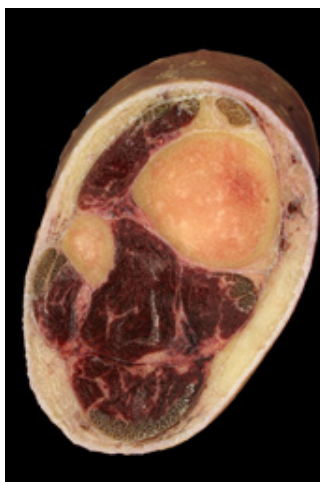


Figura n.7

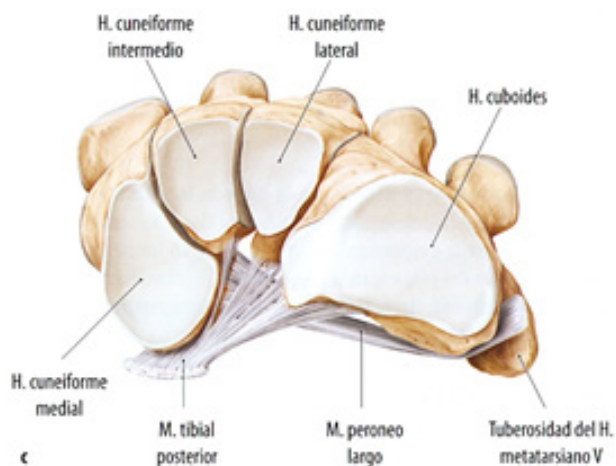
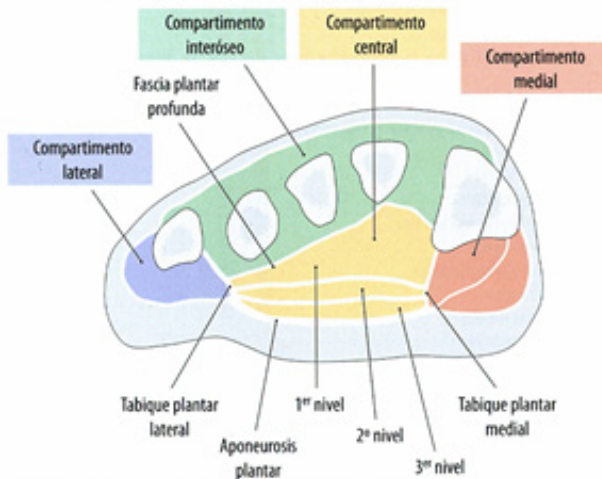


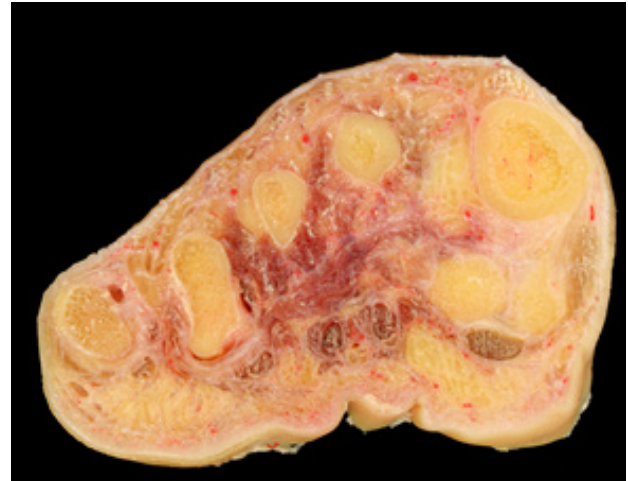
Figura n.8

A nivell mal·leolar, l'extensor curt dels dits, neix en la cara anterosuperior externa del calcani i es dirigeix distal y medialment cap al dors del peu. Posseeix 4 ventres, inserint-se a la base de la cara dorsal de la primera falange del primer dit, i en els tendons de l'extensor largo de los dits. La funció principal d'aquest múscul es auxiliar a l'extensor llarg dels dits.

Per sota del calcani trobem els ventres de l'abductor de 5è dit, quadrat plantar, flexor curt dels dits i abductor del primer dit, junt amb els tendons, a nivell medial, del tibial posterior, flexor ll. dels dits i flexor llarg del primer dit, a nivell lateral i just sota del mal·lèol tenim al peroneal llarg i curt. Ja a la planta del peu trobem els tendons dels músculs peroneal llarg i tibial posterior inserint-se a nivell del tars i metatars (figura n.8), que tenen una funció important en la fisiologia dels arcs plantars.



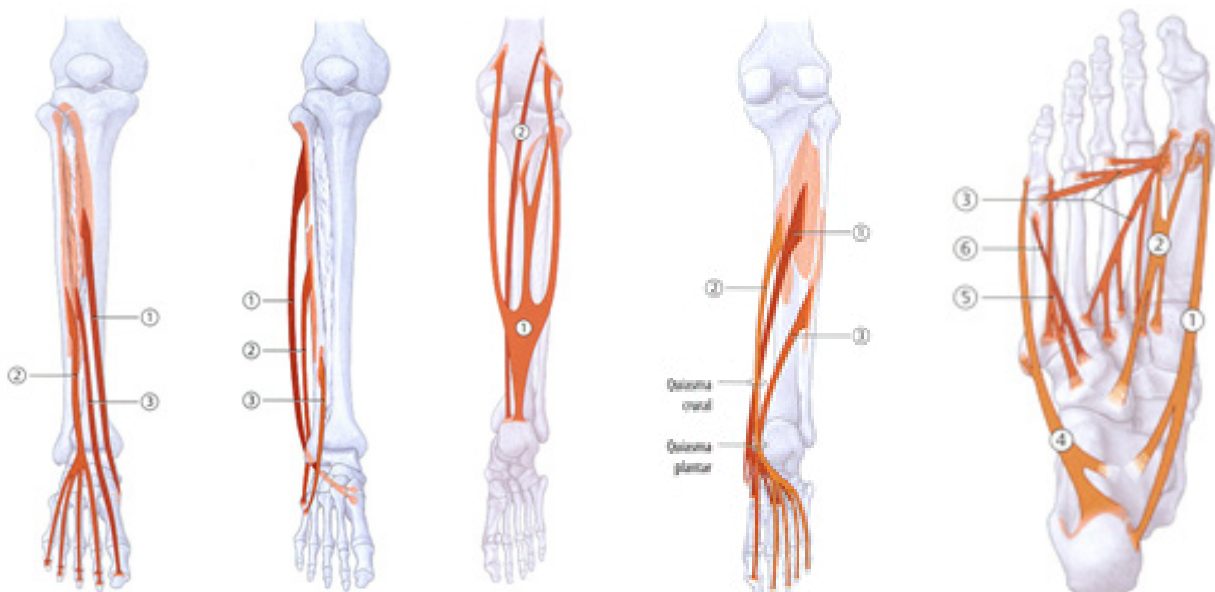
**Figura n.9**



**Figura n.10**

A nivell dels MTTs, trobem quatre compartiments fascials (figures n.9 i n.10). El compartiment medial inclou la major part de la musculatura que mobilitza el primer dit del peu, en el compartiment central trobem el cap oblic de l'adductor del dit gros al costat dels flexors llarg i curt dels dits, a la base d'aquest compartiment es troba l'aponeurosi plantar. El compartiment interossi inclou els extensors llarg i curt dels dits i del primer dit, superficial als MTT, i més profundament al grup interossi dorsal i plantar, i finalment, a la banda més externa del peu, trobem el compartiment lateral que comprèn l'abductor, oponent i flexor curt del 5è dit.

És important recordar que la fàscia de la cama es desdoblarà per formar beines que continguin al sistema vasculonerviós superficial i profund en tot el seu recorregut, tenint un paper rellevant en la patologia vascular i/o nerviosa de la cama i peu.





# BIOMECÀNICA DEL TURMELL I PEU

## ARTICULACIÓ TIBIOASTRAGALINA

L'articulació tíbioastragalina és una articulació troclear, ja que no permet més que dos moviments; la flexió plantar i la flexió dorsal, bàsics tots dos per poder realitzar la marxa. La flexió dorsal té una amplitud aproximada d'uns 30°, mentre que la plantar pot arribar als 50° (veure figura n.11), si hi ha una bona flexió plantar, l'empenya del peu quedarà més o menys alineat amb la tibia.

Al turmell també trobem l'articulació subastragalina on ocorren els moviments d'adducció i abducció que tenen una amplitud aproximada de 45°, i si li afegim l'articulació mig tarsiana, la planta del peu realitzarà una supinació i una pronació respectivament (veure figura n.12).

La combinació de flexió plantar amb adducció i supinació s'anomena inversió, mentre que si combinem la flexió dorsal amb abducció i pronació es dirà eversió.



Figura n.11



Figura n.12

## ASTRÀGAL

- No hi ha cap inserció muscular a nivell de l'astràgal, de manera que els moviments d'aquest os estaran supeditats als moviments dels ossos adjacents a ell.
- A nivell del turmell i per l'orientació de la cara articular de l'astràgal amb el peroné, en la dorsiflexió del turmell, el peroné es veu portat cap valg, elevant-se lleugerament i rotant en sentit intern. Pel contrari, durant la flexió plantar l'os peroné és portat cap a var, descendeix lleugerament i rotant en sentit extern.
- Una sobrecàrrega dels músculs soli, tibial posterior i flexor del primer dit del peu, coaptaran l'articulació tíbioastragalina, limitant la dorsiflexió del peu.

## CALCANI

- El calcani pot tenir dos moviments:
  - Abducció: per les fibres del gastrocnemi extern
  - Adducció: per les fibres del gastrocnemi intern més l'acció del ABD del 1r dit
- També el podem trobar coaptat o "impactat" dins del peu, per una excessiva tensió del tríceps sural i de la musculatura de la planta del peu, que l'empenyeran cap a anterior, podent verticalitzar-lo i / o coaptar-lo contra els ossos del tars, fent que tant la distància entre els mal·lèols i la cara posterior del tendó d'Aquil·les com entre la vora anterior del calcani i els dits s'escurcin.

## TARS

- Els ossos del tars (cuboïde, escafoïde i els tres cuneïformes), constitueixen una unitat funcional en conjunt i permeten moviments combinats de torsió (pronació i supinació), elevació i descens, i de translació lateral.
- El tars està subjectat, més enllà dels lligaments que uneixen aquests ossos, pel tibial posterior principalment i pel peroneal llarg en menor mesura (veure figura n.8).
  - Un excés de tensió del tibial posterior traccionarà cap a supinació els ossos del tars, propiciant la instal·lació d'un peu cavus.
  - Un excés de tensió en els peroneals, afegit a una debilitat del tibial posterior, portarà al col·lapse dels ossos del tars portant el peu cap a la pronació, o peu pla.

## METATARSIS (MTT)

- Un excés de tensió en els peroneals curt i anterior, portarà al 5è MTT cap a rotació interna respecte a l'eix del peu (2n MTT), propiciant la caiguda dels arcs longitudinal lateral i transversal distal del peu.
- El múscul abductor del 1r dit, quan està en excés de tensió portarà al cap del primer MTT i la base de la primera falange cap a l'abducció, propiciant l'aparició del hallux valgus o galindó.

## FALANGES

Els diferents moviments són realitzats per:

- **Abducció:**
  - L'abductor del primer dit, per al dit gros del peu
  - Els interòssis dorsals per als dits 3r, 4t
  - L'abductor del cinquè dit per al dit petit del peu
- **Aducció:**
  - L'adductor transvers del primer dit porta el dit gros cap a l'adducció
  - Els interòssis plantars portaran el 3r, 4t i 5è dits cap a l'adducció
  - L'oponent del dit petit també participa en l'adducció del mateix
- **Flexió:**
  - Els flexors llargs i curts del dit gros i dels dits
  - Els lumbricals
  - El quadrat plantar
- **Extensió:**
  - Els extensors llargs i curts del primer dit i dels dits

El múscul extensor curt dels dits, si es troba en retracció, portarà els quatre primers dits vers la desviació lateral.

## LA VOLTA PLANTAR

La volta plantar té la funció de transmetre les càrregues i el pes del cos cap a terra, actuant a manera d'amortidor de la resistència que li arriba d'aquest. És una estructura summament adaptable a les variacions del terreny, el que fa que la càrrega es distribueixi en les millors condicions mecàniques fins al terra. La bona fisiologia d'aquesta estructura és indispensable per a una marxa i bipedestació correctes (figures n.13 i n.14).

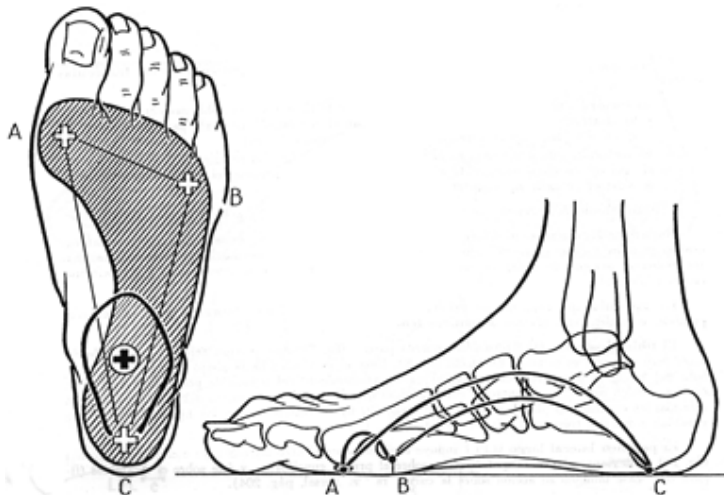


Figura n.13



Figura n.14

## ARCS DEL PEU

A continuació descriurem breument els quatre arcs plantars i les estructures més rellevants que actuen sobre ells perquè mantinguin la seva fisiologia funcional.

### - Arc transversal distal (Figura n.15 - 1)

L'arc transversal distal està subjectat pel lligament metatarsià superficial i pels fascicles transversos de la fàscia plantar.

A nivell muscular compta amb l'acció dels flexors propi del primer dit i comú dels dits que, en fer la flexió de les falanges, acosten el 1r i 5è MTT entre ells. Tenim també la col·laboració del múscul adductor del dit gros que a través dels seus fascicles transversos i oblics aproximarà els MMT entre ells, i juntament amb els interossis plantars, lumbricals i oponent i flexor del 5è dit del peu, asseguraran el manteniment de l'arc transversal distal.

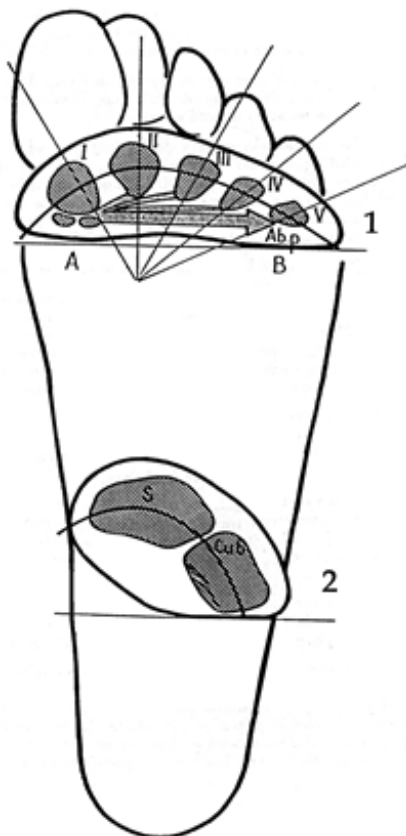


Figura n.14

### - Arc transversal proximal (Figura n.15 - 2)

L'arc transversal proximal comptarà amb el peroneal llarg i el tibial posterior com a actors principals en el manteniment de la bona fisiologia d'aquest arc. El tibial posterior compta entre les seves insercions distals amb una inserció a l'escafoide i una altra al cuboide. Un bon to muscular del tibial posterior mantindrà a tots dos ossos al seu lloc formant una volta transversal. El peroneal llarg, per la seva banda, s'inserirà distalment al cuneïforme i primer i segon MTT, tensant des de l'altre extrem de l'arc transversal. Aquest arc dependrà doncs de l'acció conjunta de tots dos músculs (figura n.8). Si hi ha un desequilibri de forces de tensió entre el tibial posterior i el peroneal llarg aquest arc es veurà afectat.

#### - Arc longitudinal lateral (Figura n.16)

L'arc longitudinal lateral serà mantingut pel fascicle lateral de la fàscia plantar. En el pla muscular profund trobem l'abductor i el flexor del cinquè dit que tensaran l'extrem distal d'aquest arc, ajudats per l'oponent del cinquè dit i l'adductor del primer dit, fibres transversals, que mantenen el dit petit sobre l'eix del 5è MTT.

De la mateixa manera, a nivell més superficial, els músculs peroneals col·laboren en el manteniment de la bona fisiologia d'aquest arc; el peroneal curt traccionarà del cinquè MTT cap a proximal i superior, afavorint la coaptació del cinquè MTT amb el cuboide i d'aquest amb el calcani, i el peroneal llarg, en recolzar-se en el cuboide, mantindrà aquest os en el seu lloc impedit que l'arc lateral baixi. Tant el tibial posterior, si està feble i no pot subjectar al cuboide al seu lloc, com els peroneals, si estan en hipertonia i portar cap rotació interna el 5è MTT, col·lapsaran aquest arc.

#### - Arc longitudinal intern (Figura n.17)

Aquest arc estarà mantingut per la fàscia plantar i per tot l'entramat lligamentós-aponeuròtic dels plans profunds del peu. Comptarà també amb la col·laboració dels músculs flexor curt dels dits i l'abductor del primer dit, per la seva banda, el tibial anterior i posterior participen en el manteniment d'aquest arc, però aquest últim té un paper més preponderant en l'arc transversal medial.

El tibial anterior, paradoxalment, en elevar el 1r MTT, juntament amb el extensor llarg del 1r dit, pot disminuir l'arc longitudinal intern. La rotació interna del fèmur, amb flexió de maluc, poden portar aquest arc al col·lapse.

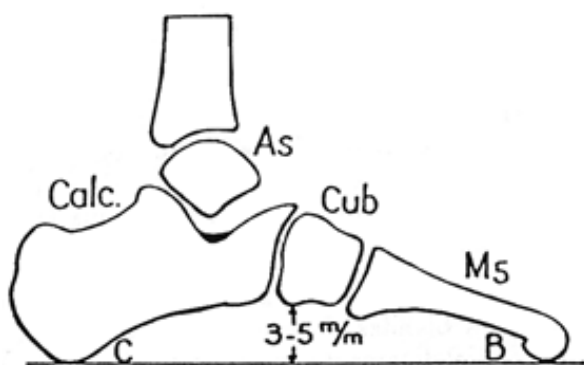


Figura n.16

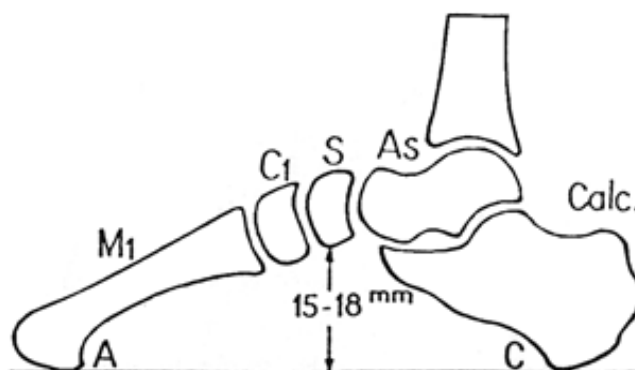


Figura n.17

Cal destacar especialment l'abductor del 1r dit per la seva funció de manteniment de la torsió fisiològica del peu.

### TÍBIA I PERONÉ

A continuació descriurem les accions més rellevants de la musculatura de la cama a nivell postural.

#### - Tibial anterior

El tibial anterior realitza, com ja és sabut, la dorsiflexió i supinació del peu, de manera que participa en el manteniment de l'arc longitudinal medial. Aquest múscul és també un estabilitzador de la tibia, a la qual impedeix de caure cap enrere.

Quan el fèmur i la tibia estan en rotació interna portaran al peu en valg (fals peu pla). El tibial anterior reaccionarà tirant de les seves insercions distals per contrarestar el peu valg podent subluxar l'articulació del primer MTT amb el primer cuneïforme, o la del cuneïforme amb l'escafoide.

#### - Extensors propi del primer dit i llarg dels dits

Més enllà de la funció descrita pel seu propi nom, l'extensor del primer dit es veurà involucrat en la instal·lació del *hallux valgus* o galindó. En efecte, quan la primera i segona falanges del primer dit es troben en adducció, el tendó de l'extensor del primer dit es subluxa traccionant de la segona falange encara més en adducció.

Per la seva banda, l'extensor comú pot reaccionar a un excés de tensió del flexor comú i ajudar a instal·lar uns dits en urpa, propiciant al seu torn la caiguda de l'arc transversal distal.

- Una sobrecàrrega mantinguda dels tres anteriors músculs, més el peroneal anterior, propiciarà l'aparició de la síndrome del compartiment anterior.

#### - **Peroneals**

Els peroneals llarg i curt tenen la funció d'estabilitzadors dinàmics del lligament lateral extern del peu. Tenen un important paper en la fisiologia de l'arc longitudinal extern: tots dos músculs mantenen units al calcani i cinquè MTT amb el cuboide, impedit el col·lapse d'aquest últim, fet que conduiria a la caiguda de l'arc longitudinal extern. Els peroneals curt i anterior, si estan en hipertonia, provocaran la rotació interna del 5è MTT col·lapsant aquest arc. El tercer peroneal és l'únic eversor pur del peu. En estat hipertònic, el peroneal curt traccionarà del 5è MTT, i el peroneal llarg del cuboide, de manera que portaran al peu en valg. Un valg de peu que es veurà reforçat si el fèmur està en abducció i la tibia en rotació externa (veritable peu pla).

Si els peroneals actuen amb punt fix inferior, portaran l'extrem proximal del peroné i la tibia cap abducció, participant d'aquesta manera en el genu var.

#### - **Tibial posterior**

A més de la flexió plantar amb supinació, el tibial posterior té un paper preponderant en el manteniment del cavus fisiològic del retropeu, sent el lligament actiu, per les seves nombroses expansions insercionals, entre els MTT, els ossos del tars i el calcani. Si aquest múscul està en hipertonia, i actuant amb punt fix inferior, traccionarà del peroné cap avall i enrere dificultant la dorsiflexió del turmell, però si actua amb punt fix superior coaptarà totes les articulacions relacionades amb les seves insercions distals, provocant un cavus exagerat del retropeu.

#### - **Flexors propi del primer dit i llarg dels dits**

El flexor llarg dels dits, com el seu nom indica, flexiona la tercera falange sobre la segona, i com propicia que els últims quatre dits s'agafin a terra, tindrà un paper important en el manteniment de la bipedestació. Aquesta acció es veurà reforçada per la col·laboració del flexor del dit gros del peu, que realitza la flexió de la segona falange sobre la primera en el primer dit del peu.

Els dos músculs, actuant amb punt fix distal, poden col·laborar amb el soli en la instal·lació del recurvatum de genoll.

#### - **Gastrocnemi**

El gastrocnemi realitza la flexió plantar del peu. A nivell del genoll, aquest múscul participa en la flexió de la mateixa. Si els dos ventres musculars presenten una hipertonia mantindran una lleugera flexió de genoll.

En hipertonia, el gastrocnemi intern tirarà de les fibres més internes del tendó d'Aquil·les inclinant, per tant, al calcani en var, mentre que l'extern ho farà de les fibres més laterals, portant al calcani cap a valg, podent-se sumar al valg induït pels peroneals. Davant d'aquesta situació, el ventre medial del gastrocnemi reaccionarà intentant estabilitzar al calcani, acabant en molts casos amb simptomatologia a nivell de la inserció proximal.

#### - **Soli**

Aquest múscul és un flexor plantar pur, i estabilitzador de la tibia, mantenint-la en la vertical. Quan es troba en contracció permanent, i actuant amb punt fix inferior, pot tirar de l'extrem superior de la tibia cap enrere, sent un dels causants del recurvatum de genoll.

- Afegirem que el tendó d'Aquil·les, comú als dos anteriors músculs, continua distalment amb les fibres més superficials de la fàscia plantar.