

## FASCIAS V- Continuidad del Tendón de Aquiles y la Fascia plantar

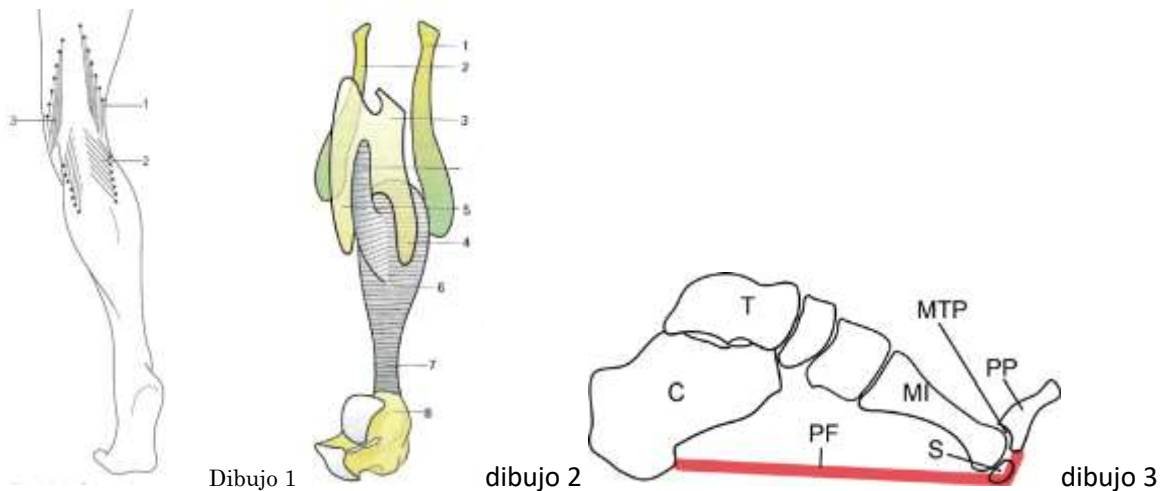
Para continuar con la descripción del sistema fascial, que se estuvo abordando de manera integral en los artículos de las ediciones anteriores, sería importante tomar en cuenta las particularidades que la fascia toma en distintas regiones. Es por ello que adquieren relevancia las características anatómicas y funcionales propias del tendón de Aquiles, los componentes de tejido conectivo que integran el tríceps sural y la fascia plantar.

Por ejemplo, los músculos del miembro inferior se conectan entre sí a través de la fascia profunda, tanto por expansiones fibrosas como por inserciones directas. Ya se describió la fascia lata y los músculos asociados, en esta oportunidad se verán las estructuras fasciales asociadas a la constitución del tríceps sural, coordinando sus porciones para comprender el valor funcional del tendón de Aquiles y su continuidad con la fascia plantar. La continuidad desde las fascias del muslo hacia la pierna la brindan las conexiones de los tabiques o septas intermusculares lateral y medial, insertándose en el vasto lateral del cuádriceps, la fascia lata y el tubérculo de Gerdy, en la extremidad superior de la tibia hacia la región externa de la rodilla, y la continuidad del sartorio, el recto interno y el semitendinoso que presentan expansiones hacia la parte interna de la fascia de la rodilla. Estas expansiones fasciales se repiten en la cara anterior de la rodilla, entrecruzándose sobre la rótula, desde el vasto interno y el vasto externo del cuádriceps, para continuarse con el ligamento rotuliano y fusionándose con la fascia lata. En el sector posterior de la rodilla, las expansiones del semimembranoso en la región poplíteo se proyectan dando refuerzo a la cápsula de la articulación de la rodilla. Un poco más hacia abajo, los gemelos (o gastrocnemios) se insertan directamente sobre esta fascia. (dibujo 1 esquemático de las líneas de fuerza en el hueso poplíteo generadas por el bíceps crural, el semimembranoso, y los dos gemelos) Esta descripción alrededor de la rodilla lleva a comprender que las fascias profundas están tan interrelacionadas con los músculos y tendones que son muy difíciles de separar entre sus planos. Así también, el tendón de Aquiles no se inserta sólo en la cara posterior del calcáneo, sino que tiene una continuidad fascial con la aponeurosis plantar sobre la cara posterior del talón y con un conjunto de septas (o tabiques) conformando un panículo graso. Las expansiones fasciales tienen como función estabilizar a los tendones, reducir el movimiento cerca de su inserción o entesis, minimizando los esfuerzos que se concentran en los puntos de inserción ósea, permitiendo, también, que el estiramiento selectivo de la fascia desarrolle una disposición específica de las fibras de colágenos brindando un rol activo en la propiocepción durante la dinámica de los movimientos. Esta relación de la flexibilidad de la fascia y su función sensorio- motora de coordinación propioceptiva puede observarse en los casos de pérdidas del equilibrio que aparecen en edades avanzadas (Carla y Antonio Stecco-2012)

La descripción del entrecruzamiento de fascias en la constitución del tríceps sural y su continuación con el tendón de Aquiles es compleja. Desde sus inserciones proximales, los gastrocnemios o gemelos presentan fascias o cintillas aponeuróticas que se ubican en la parte alta y lateral de los cóndilos femorales correspondientes medial y lateral (en la figura las referencias 1 y 2); otra fascia profunda y más gruesa, la lámina aponeurótica del sóleo (en la figura referencia 3) toma inserción tanto en tibia como en peroné, cerca de la "arcada del sóleo" y se divide hacia abajo en dos lengüetas separadas (referencia 4 y 5) y entrelazadas a "horcajadas" con la lámina sagital de la fascia de terminación (referencia 9). La fascia de

terminación común en el tendón de Aquiles es una lámina gruesa paralela al sóleo y que se continúa insertándose en el calcáneo; de la cara anterior de esta fascia común parte la fascia sagital (antes mencionada). En síntesis, se presentan tres planos fasciales o aponeuróticos que coordinan y organizan las contracciones de las porciones del tríceps sural, de superficial a profundo, las cintillas de los gemelos, la lámina común terminal y la lámina del sóleo con la lámina sagital que "cabalga" en el mismo plano a la del sóleo. (Kapandji). Estas disposiciones espaciales del tejido conectivo integran las fuerzas de tensión que se desarrollan desde distintos orígenes del tríceps, cuando la rodilla está flexionada o extendida, concentrando en el tendón la fuerza de activación de sus tres porciones. La terminación del tríceps sural se realiza a través del tendón de Aquiles, con un ángulo de inserción o tracción óptimo (cercano a los 90°) con máximo componente rotacional, e intermediando con el plano óseo una bolsa serosa que minimiza la fricción. Cuando toma inserción el tendón de Aquiles en la parte más inferior de la cara posterior del calcáneo, se genera una polea anatómica mejorando la eficacia mecánica, ya que durante la dorsiflexión del tobillo, el tendón "se enrolla" y acumula energía de tensión que potencia aún más su fuerza extensora sobre el tobillo. Por otra parte, la inserción en sí misma del tendón se realiza en un "complejo sistema entésico" fibrocartilaginoso el cual le brinda resistencia en una zona de mucha concentración de fuerzas.

Visto por detrás, el talón y el tendón de Aquiles debería seguir una línea vertical (la línea de Helbing) que pasa por el eje del hueso poplíteo (parte posterior de la rodilla) y el eje de la cara posterior del calcáneo, o desviarse sólo 5° hacia el valgo calcáneo, contribuyendo a amortiguar el choque del talón con el suelo en la búsqueda del apoyo, durante la marcha. (Viladot)

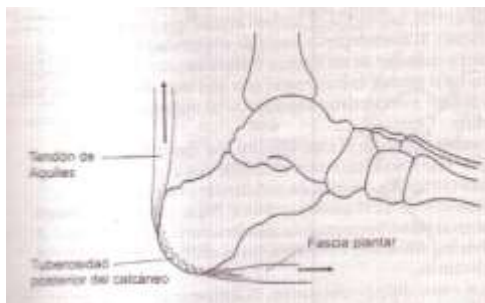


La continuidad y la transmisión de fuerzas desde el tríceps sural hacia el talón y el pie se garantiza con la fascia plantar. Esta es una hoja resistente de tejido conectivo denso que protege a los músculos intrínsecos del pie, a los vasos y nervios de los planos profundos, permiten el movimiento con las estructuras vecinas y llega con expansiones hasta los dedos del pie, mantiene el arco longitudinal y transmite las fuerzas hacia el antepie, formando un

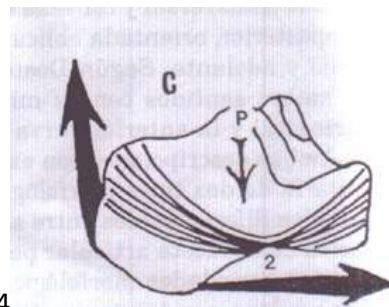
“travesaño” durante el impulso en la marcha y absorbiendo fuerzas de impacto durante la fase de apoyo de la posición de pie, la marcha, la carrera, los saltos; e incluso, absorbe las fuerzas de torsión entre el retropié que trabaja en el plano sagital y el antepié que lo hace en el horizontal. Cuando el pie carga el peso del cuerpo, a través de la articulación del tobillo, el dorso del pie sufre fuerzas compresivas y la planta del pie, cargas de tensión. La fascia plantar se extiende desde el calcáneo a la parte más distal de las articulaciones metatarsofalángicas donde se divide en 5 para cada uno de los dedos, teniendo conexiones con la piel de la región del antepié y terminando en inserciones sobre el fibrocartílago glenoideo o placa volar de dichas articulaciones como rodeando las cabezas de los metatarsianos, en la falange proximal de cada uno de los dedos, y en particular en el primer dedo (hallux) también en sus sesamoideos, actuando como poleas anatómicas tensando la fascia plantar cuando los dedos se extienden en las metatarsofalángicas (figura 3) (Benjamin 2009).

Si se analiza la continuidad entre el tendón de Aquiles y la fascia plantar, es necesario también tomar en cuenta la adaptación funcional que tiene el calcáneo, verdadera polea que benéfica mecánicamente a todo el complejo para la transmisión de las fuerzas. Las trabéculas que constituyen el entramado interno del calcáneo presentan una dirección en forma de abanico, generando un sistema de estabilización del talón formado por dos subsistemas. Uno es el sistema postero-inferior del calcáneo, también llamado “Aquileo”, que sirve para transmitir las fuerzas ejercidas por el tendón de Aquiles a la planta del pie, dando esa imagen de “rótula” o polea anatómica que permite un cambio de dirección en la aplicación de la fuerza (en primera instancia perpendicular al suelo, para luego ponerse paralelo al mismo, hacia la fascia plantar) constituyendo el denominado “complejo Aquileo-calcáneo-plantar (dibujo 4). El otro, es el sistema “subtentaculum tali”, el cual se dirige con trabéculas orientadas en forma vertical, desde la parte interna de la tibia, pasa por el astrágalo hasta el calcáneo, pasando por la superficie articular anterointerna de la articulación astrágalo calcánea (dibujo5)

#### COMPLEJO AQUILEO- CALCANEO- PLANTAR



dibujo 4

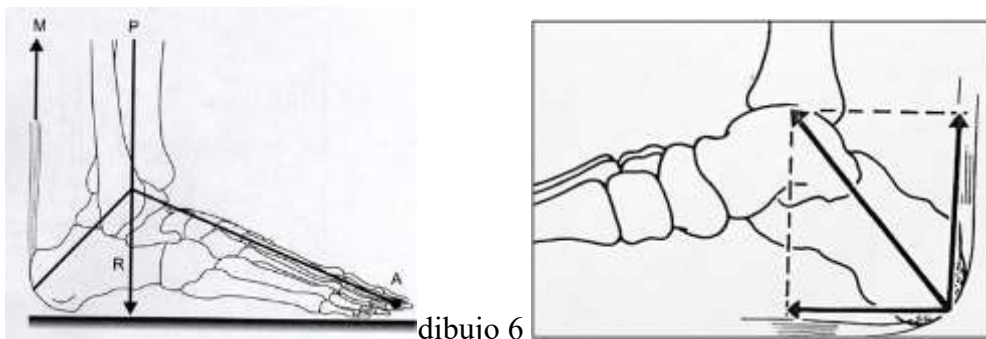


dibujo 5

#### Análisis de la biomecánica del tendón de Aquiles durante la posición de pie y la marcha

En el análisis biomecánico de la marcha y la posición de pie de las personas, se deben equilibrar la fuerza peso del cuerpo, las fuerzas de reacción del suelo y las fuerzas ejercidas por la acción muscular, principalmente ejercida por el tríceps sural, transmitidas a través del tendón de Aquiles. En cambio, el grupo muscular pretibial, actúa especialmente en las dos primeras subfases del apoyo en la marcha ejerciendo fuerzas de baja intensidad, aproximadamente del 20% del peso corporal (Stauffer). El cálculo de las fuerzas ejercidas por el tríceps sural y el tendón de Aquiles se pueden realizar considerando al pie como una

palanca de segundo género, donde la resistencia la constituye el peso del cuerpo, transmitido a través de la tibia y recibiendo las fuerzas de reacción del suelo a través de la articulación calcáneo- astragalina, el punto de apoyo es la articulación del tobillo y la potencia es ejercida por el tendón de Aquiles, a través de su inserción en el calcáneo (dibujo 6)(Viladot 2001). Esto le brinda beneficio mecánico puesto que el brazo de potencia es más largo que el brazo de resistencia. Durante la fase de impulso (fase final del apoyo) en la marcha el tendón de Aquiles ejerce una potencia máxima para levantar el talón del suelo, dar el impulso de avance, por lo que el tobillo es sometido a fuerzas de compresión que en muchos casos alcanza un valor de cinco veces el peso corporal total del sujeto.



dibujo 6

### **Tendinopatías del Aquiles, Fascitis plantar, Espolón calcáneo**

Las localizaciones más frecuentes de las tendinopatías en el miembro inferior son en el pie, en la fascia plantar y en el tobillo, el tendón de Aquiles, a unos 2 a 7 cm de la inserción en el calcáneo. Con respecto a los factores óseos asociados a las lesiones del tendón de Aquiles por sobreuso, o efecto acumulativo de pequeños estímulos repetidos en el tiempo se pueden mencionar la torsión tibial interna, el calcáneo varo (pie supinado) o valgo (pie pronado), pronación del pie y/o diferencia de longitud de miembros (Jurado Bueno y Medina Porqueres 2008)

El interés clínico de esta fascia es la relación con la "fascitis plantar", causa común de dolores del talón, en particular por sobreuso en los corredores (Warren, 1990). Los pacientes presentan sensibilidad y dolor en la cara inferior e interna del talón, que es el sitio donde la fascia toma inserción en el tubérculo medial del calcáneo, en muchos casos es peor a la mañana cuando se levantan de la cama o después de períodos de inactividad física (Neufeld & Cerrato, 2008). Está, con frecuencia, asociado a biomecánica anormal de la región, como por ejemplo demasiada pronación del pie y pie cavo, es decir, aumento del arco plantar longitudinal (Bolgla & Malone, 2004). En ocasiones puede estar presente el espolón calcáneo, aunque aún no está claro la interrelación causa- efecto entre el dolor y la presencia de espolón, pues rara vez estos están dentro de la fascia misma, sino en la superficie profunda (Kumai & Benjamin, 2002; Abreu et al. 2003). Se pueden detectar un engrosamiento de la fascia plantar por US (ecografía) y los espolones en Rx del pie. Pueden aparecer anomalías anatómicas relacionadas con la fascitis plantar, como por ejemplo la alteración de los arcos longitudinales, sea el pie plano como el pie cavo; y, las relacionadas con las tendinopatías del Aquiles, el retropié pronado, como ya se ha mencionado. El diagnóstico de fascitis plantar se puede abordar por uno o más de los siguientes hallazgos:

sobrecarga en la unión musculotendinosa tríceps sural- Aquiles, en la unión Aquilea-calcánea y/o en la inserción de la fascia plantar en el calcáneo, sobrecarga en la fascia plantar y/o en los músculos intrínsecos del pie, retracción de los flexores plantares del tobillo, punto sensible localizado en la parte más anterior de la cara inferior del calcáneo, en especial en los primeros pasos del día, en el inicio o final de la carrera, se puede observar acortamiento de la zancada de la carrera o del paso, carrera con sobreapoyo en las cabezas de los metatarsianos (parte anterior del pie)

Cuando se analiza el miembro inferior en conjunto, se pueden detectar que algunas alteraciones de la estática y la biomecánica a distancia pueden relacionarse con los problemas del tendón de Aquiles por sobreuso, debido a los malos alineamientos en la región del pie (calcáneo varo/valgo) y/o de la rodilla (genu varo/ genu valgo), debido a desequilibrios y/o debilidades de los músculos, falta o disminución de la flexibilidad de partes blandas, la laxitud articular, el sobrepeso, el aporte de oxígeno insuficiente (isquemia, hipoxia).

Pero, por otro lado, es muy importante tener en cuenta algunos factores extrínsecos asociados a las lesiones por sobreuso del tendón de Aquiles, como por ejemplo planificación del entrenamiento inadecuada con distancias y/o velocidades demasiado exigentes para el corredor, pendientes o cuestas muy empinadas, subir o bajar escalinatas o escaleras, falta de correcciones en las técnicas deficientes de la carrera o del salto, fatiga, cargas excesivas en los entrenamientos tanto en la velocidad de ejecución como en el número de repeticiones, uso de equipamiento inadecuado (particular atención a las zapatillas) y su relación con el tipo de superficie.

El tratamiento de la tendinopatía aquilea, según Jurado Bueno y Medina Porqueres (2008) puede tener tres aspectos a encarar: a) el control de la inflamación y el dolor: con criomasaaje posterior al ejercicio, entrada en calor prolongada antes de la actividad, adaptación de la actividad física, AINE (antinflamatorios no esteroides, recetados por el médico); b) el acondicionamiento del complejo Aquileo- sural: estiramiento del complejo calcáneo- aquileo- plantar (y en sentido más global, toda la cadena tónica posterior, que continúa hacia arriba con los isquiosurales, glúteos, fascia tóraco-lumbar y músculos espinales, hasta llegar a los músculos y fascias de la nuca), reeducar los apoyos (punta/talón), aplicación de ultrasonido, masajes y elongaciones del tríceps sural; c) la corrección de los factores biomecánicos: uso de taloneras de descarga, cambios de zapatillas, disminución de peso (si fuera el caso), modificación de la dieta, control neuromuscular de la rodilla y tobillo (trabajo propioceptivo). Pero sobre todo, el tratamiento debe estar evaluado con criterio clínico y aplicado por profesionales, según la evaluación realizada.

Otro cuadro clínico relacionado es el “espolón calcáneo”, del cual se pueden describir tres fases en su formación: 1) la formación de células cartilaginosas con presencia de pequeñas fisuras o fracturas en la entesis (zona de inserción) de la fascia plantar; 2) engrosamiento del hueso subcondral (sector de hueso por debajo del cartílago) en la zona de inserción del tendón, lugar donde aparecerá el inicio del espolón; 3) desarrollo de trabéculas óseas orientadas verticalmente, conformando el espolón. (Kumai y Benjamin) (dibujo 7)



dibujo 7- ESPOLON CALCANEO O ENTESOFITO

Con respecto a la sitio de inserción del tendón de Aquiles en el calcáneo, puede denominarse “entesis” al punto de inserción osteotendinosa, siendo un complejo donde las estructuras involucradas ayudan y reducen la concentración de esfuerzos en un solo punto, puesto que presentan diferentes propiedades físicas desde aquellas más flexibles y elásticas como las fibras musculares y las fascias, luego los tendones y ligamentos a las más rígidas y duras como el hueso. Para disminuir la fricción contra el plano óseo, adyacente a la entesis del tendón se presenta la bolsa serosa retrocalcánea y en los estudios de resonancia magnética, con el pie en flexión dorsal y flexión plantar, se observa que la cuña de tejido graso, denominado “grasa de Kager” sale y entra en la bolsa, durante los movimientos respectivos. Es en esta región que puede aparecer la deformidad de Haglund, que es una prominencia calcánea posterior superior, puede ser asintomática o puede causar dolor e hinchazón por la presión en la bolsa serosa retrocalcanea y/o en el tendón de Aquiles. (figura 8)

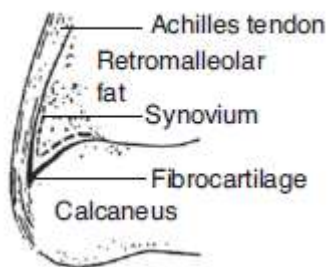


figura 8

### **El tendón de Aquiles y la fascia plantar en la cadena miofascial tónica posterior**

En la serie de artículos presentados en ediciones anteriores y cuyo eje temático es la continuidad fascial, se fueron desarrollando conceptos que aclaran la importancia del tejido conectivo en la transmisión de las fuerzas a distancia y la constitución de las denominadas “cadenas miofasciales” o “cadenas musculares” o “trenes anatómicos”, según a qué autor se haga referencia. Con las estructuras analizadas en la presente nota, el tríceps sural, el tendón de Aquiles y la fascia plantar, podemos completar la descripción de la cadena más importante en la estática del cuerpo, pues es la que nos permite adoptar la postura propia de la especie: mantener la posición vertical del cuerpo y la mirada en la horizontal.

Les propongo, aca, hacer una “barrida” de esos conceptos, para lograr unirlos y armar de manera íntegra la cadena que nos interesa.

La globalidad, en un concepto anatómico, base de este trabajo de terapia manual, está representada por la continuidad de las fascias, ese conjunto funcional en donde la relación entre el tejido conectivo fibroso (aponeurosis, tendones, tabiques intermusculares, etc.) y el tejido muscular no solo es espacial por su continuidad o contigüidad sino principalmente por su fisiología y regulación neurológica. Es por ello que es prioritario comprender la organización fisiológica normal para poder deducir la lógica de instalación que realiza el organismo ante un esquema adaptativo o de compensación a la patología; cada movimiento articular completa, equilibra, dirige, orienta o controla otro movimiento, pero él mismo es controlado, completado. Muchos autores enfatizan la relevancia de las fascias en **el mantenimiento de la postura** puesto que reducen el gasto de energía al actuar por transmisión de fuerzas, aumento de las tensiones y equilibrio segmentario, utilizando el menor consumo metabólico para la activación de la menor cantidad de unidades motoras de fibras musculares tipo I, logrando optimizar el rendimiento durante el mantenimiento sostenido en el tiempo de diferentes posturas necesarias en la vida cotidiana, **especialmente la bipedestación, que es la propia de la especie.**

Algunos autores mencionan que **las fascias de la postura son la fascia glútea, cervical, lumbosacra, tracto iliotibial, la fascia del sóleo y la fascia plantar, las cuales presentan la característica de condensación de fibras colágenas resistentes a la tensión antigravitatoria y son las primeras en reaccionar ante un traumatismo.**

Las cadenas miofasciales aseguran las funciones de movimiento y la coordinación de esta organización, en esta relación con la estructura musculoesquelética, la fascia no acepta que la tensen. Mezieres demostró el acortamiento de los grandes grupos musculares y el tejido conectivo relacionado. A partir de esta situación se debe comprender la mayoría de las deformaciones de origen postural. La musculatura responsable del mantenimiento de la postura trabaja 24 horas de 24 horas por lo que su patología nunca es la debilidad sino la retracción, el acortamiento, la contractura. Las cadenas miofasciales **representan circuitos según la dirección y los planos por los que se propagan las fuerzas organizadoras del cuerpo.** Se puede definir a las **cadena miofasciales como la expresión de la coordinación motriz, organizadas para cumplir un objetivo: tónico-estático y fásico-dinámico.**

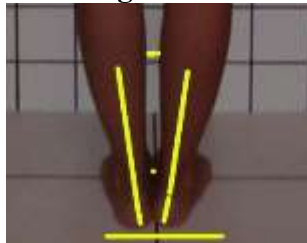
Las estructuras de **la cadena miofascial tónica posterior del tronco** constituyen una continuidad de fascículos musculares y de tejido conectivo fascial que lo recubren y/o que transmiten las fuerzas longitudinal y transversalmente. Estas estructuras son: la aponeurosis craneal, los músculos de la nuca, los músculos espinales paravertebrales y la fascia toraco-lumbar. La fascia toracolumbar conforma una lámina muy resistente de fibras ricas en colágeno que toman distintas direcciones verticales, oblicuas, transversales, teniendo como puntos de inserción las espinosas de L2 a S2, el sacro, los ligamentos sacroespinoso y sacrotuberositario -llamados también sacrociáticos mayor y menor- y la cresta ilíaca. Se ha dirigido particular interés a este plano posterior de la fascia por la importancia de **transferir fuerzas entre la columna, pelvis y miembros inferiores** (Vleeming & Stoeckart, 2007)

La cadena tónica posterior del tronco **se continúa** con la misma denominación, **“cadena miofascial tónica posterior de miembro inferior”** a nivel de la región posterior de miembros inferiores, a través de las fascias y del músculo piramidal de la pelvis (piriforme), músculo glúteo mayor (fascículo profundo), isquiopoplíteos (bíceps femoral, semimembranoso, semitendinoso, fascículo isquiocondíleo o posterior del aductor mayor), poplíteo, **músculo sóleo (del tríceps sural), flexor corto plantar y la fascia plantar.**

Cuando estas estructuras miofasciales, más caudales, de la cadena se encuentran en acortamiento y/o retracción, pueden producir alteraciones posturales a nivel de rodilla, tobillo y pie tales como genu recurvatum (llevar la rodilla hacia atrás) evidenciado por una apertura del ángulo del tobillo (normal de 90°) y que se homología a un pie en equino. También, puede acompañarse con alteraciones de los arcos longitudinales del pie, como pie cavo o pie plano con supinación o pronación del retropié, respectivamente; y sumarse deformaciones de los dedos del pie como dedos en garra, dedos martillo y hallux valgo.



**Calcáneo valgo-pie pronado**



**Calcáneo varo-pie supinado**



**Genu flexo**



**genu recurvatum**

Las puestas en tensión provocadas por las posturas terapéuticas tanto como la aplicación de técnicas de terapia manual sobre las estructuras fasciales afectadas, para lograr mejorar la flexibilidad y elasticidad perdida en diferentes procesos patológicos (no sólo pensando aquí en las tan frecuentes lumbalgias o discopatías, sino también en las alteraciones posturales que aparecen por efectos acumulativos de posiciones sostenidas y/o movimientos repetidos en la actividad laboral, deportiva, artística, de la vida diaria, etc.) Las descripciones anatómicas y modelos biomecánicos permiten considerar y analizar a los síndromes dolorosos de la columna, la pelvis y miembros inferiores con mecanismos de origen mecánico fuertemente integrados (Snijders et al, 1993). Es por ello que el objetivo intrínseco de los tratamientos de reeducación postural con abordaje global, que se basan en conceptos de continuidad de las fascias conformando las cadenas miofasciales tónicas- estáticas, es mejorar la postura, la re-alineación en las relaciones intersegmentarias de las diferentes regiones corporales y normalizar las longitudes de las estructuras que componen las cadenas miofasciales a través de posturas y aplicación de terapia manual para: disminuir las tensiones, mejorar la flexibilidad, resolver las retracciones y contracciones permanentes (espasmos y contracturas), desbloquear y favorecer la movilidad intrínseca de las articulaciones, normalizar el tono.