

Estimados compañeros

Comienza el periodo de descanso estival y es tiempo de hacer balance de lo realizado los últimos doce meses.

La actual Junta de Gobierno ha derrochado energía e iniciativa para afrontar y resolver problemas nuevos y heredados. El trabajo ha sido duro pero ha merecido la pena. Nos queda la satisfacción de haber logrado solucionar la mayoría de ellos y tener bien encauzados el resto.

Nuestra profesión está viviendo momentos importantes, podría decirse que históricos. El Real Decreto 1718/2010 sobre la receta médica y órdenes de dispensación nos ha situado como profesión sanitaria plenamente reconocida. Lejos quedan los tiempos en que se nos tenía por sanitarios de segunda. Nuestros antecesores siempre lucharon por lo que tenemos hoy y es el momento de recoger los frutos de su dedicación a la profesión. Pero debemos ser conscientes de la responsabilidad que siempre lleva aparejado todo reconocimiento. No basta con poder recetar, hay que saber qué y cómo. El Colegio de Farmacéuticos de la Comunidad de Madrid nos ha brindado todo su apoyo y colaboración para poder ejercer esta nueva atribución con responsabilidad. Ambos Colegios hemos iniciado un camino de trabajo conjunto cuyo primer fruto es el curso que se celebrará este mismo mes de julio.

La formación. Ese es el camino a seguir para dignificar nuestra profesión y hacerla cada día más grande. La LOPS es el respaldo legal para ejercerla plenamente. Por ello, esta Junta de Gobierno no ha dejado de prestar oídos a todos los compañeros que quisieran demandar formación específica en diversos campos. El resultado ha sido la extensa lista de cursos realizados con éxito de afluencia y aceptación. La calidad de los cursos no se ha visto afectada por el esfuerzo realizado para hacerlos lo más económicos posible a los colegiados.

La formación.
Ese es el camino a seguir para dignificar nuestra profesión y hacerla cada día más grande

Hacer más con menos. Ese ha sido el lema de esta Junta de Gobierno. Se ha rebajado la cuota colegial sin que por ello la actividad del Colegio se haya visto resentida.

Este balance nos permite afrontar con esperanza el futuro. Hasta el último momento esta Junta de Gobierno permanecerá fiel a su vocación de entrega a la profesión. Os deseamos un merecido descanso vacacional y os emplazamos al regreso del mismo para seguir avanzando juntos en la consecución de nuestros logros profesionales.

La Junta de Gobierno

Estudio de la marcha en los homínidos

> JUAN LUÍS FLORENCIANO RESTOY

Diplomado en Podología por la Universidad de Barcelona.

Podólogo del Centro de Podología de J. L. Florenciano.

> ANTONIO ALONSO GUERRERO

Diplomado en Enfermería por la Universidad de Barcelona.

Estudiante de Antropología en la Universidad Autónoma de Barcelona.

[Correspondencia]

Juan Luís Florenciano Restoy

Centro de Podología de J. L. Florenciano.

Teléfono consulta 933458527

Correo electrónico: florenrestoy@hotmail.com.

[La pelvis humana]

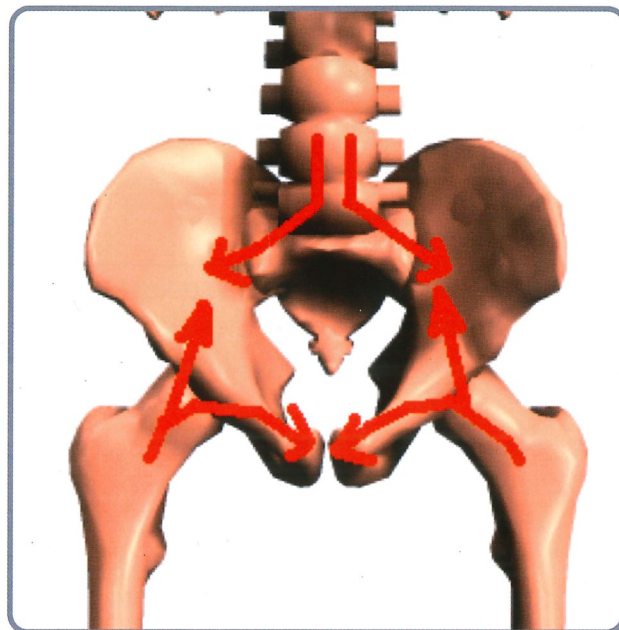
Con toda probabilidad y al igual que Lucy la cintura pélvica del ser humano presenta una característica especial referente al dimorfismo sexual, cuando se compara la pelvis femenina con la masculina, comprobamos que es mucho más ancha y más extensa que la masculina. Esta diferencia en la morfología está relacionada con la función de la gestación. Anatómicamente está constituida por tres piezas los dos huesos iliacos, pares y simétricos, y el sacro impar y simétrico.

El anillo pélvico se une mediante tres articulaciones, las dos articulaciones sacroiliacas que unen el sacro a cada uno de los huesos iliacos, y la sínfisis pubiana que une por delante a ambos huesos iliacos.

Efectivamente desde el punto de vista mecánico, la cintura pélvica conecta el tronco con las

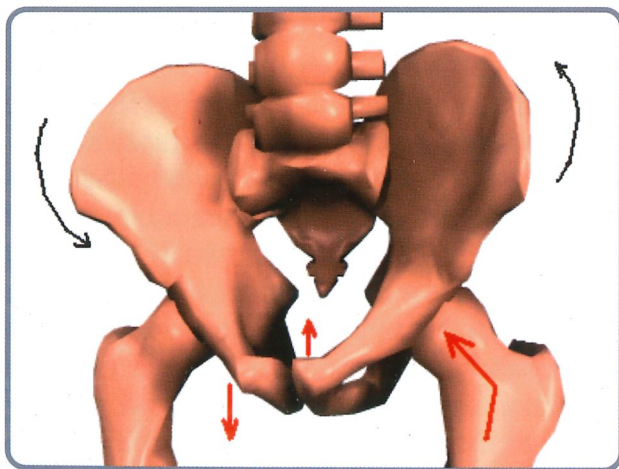
extremidades inferiores, transmitiendo los esfuerzos entre la columna vertebral y los miembros inferiores de la siguiente manera; el peso del tronco soportado por la quinta vértebra lumbar se transmite a partes iguales hacia las alas del sacro y a continuación, a través de las espinas ciáticas, hacia la cavidad cotiloidea. Es en este nivel donde se recibe la resistencia que el suelo ofrece al peso del cuerpo, transmitida por el cuello del fémur y la cabeza femoral; una parte importante de esta resistencia queda anulada en la sínfisis del pubis tras haber atravesado la rama horizontal del pubis. El sacro en realidad actúa como una cuña que se incrusta verticalmente entre las dos alas iliacas y unida a la cintura pélvica por potentes ligamentos, de manera que cuanto mayor sea el peso que se aplique sobre él mejor sujeto estará. En realidad se trata de un verdadero sistema de autobloqueo.

Fig. 4



> Fig. 4
Esquema de la distribución de cargas sobre la pelvis humana.

La fisiología articular describe de forma clara los movimientos de las alas iliacas, la sínfisis del pubis y las cabezas femorales en el interior del cótilo durante la dinámica, de forma muy somera y a modo resumen diremos que en su mecánica tridimensional la cintura pélvica se comporta como un anillo completo ligeramente abierto en la sínfisis del pubis, conectando el tronco con los miembros inferiores. Fig.5



> Fig. 5
Balsa pélvica durante la dinámica.

En el caso particular de la marcha, la carrera, el salto etc. la extremidad que se encuentra apoyada en el suelo, (cadena cinética cerrada), eleva la articulación coxofemoral correspondiente, la otra extremidad en suspensión, (cadena cinética abierta) debido al peso de la pierna, desciende la coxofemoral opuesta, lo que desencadena una balsa pélvica. [1] [2]

[Anatomía comparada de la pelvis]

La simple observación de las alas iliacas nos orienta sobre la disposición de los músculos, por ejemplo; si observamos la anatomía de un chimpancé veremos que su pelvis es larga y angosta y que sus dos huesos iliacos están juntos y planos mirando hacia atrás, en cambio en la pelvis humana los dos huesos iliacos están separados por el sacro y oblicuos hacia delante. Mientras en el chimpancé al situarse en posición erguida esa misma pelvis le obliga a tener que abrir las patas traseras para poder progresar, en los humanos esta misma posición erguida permite que la orientación del iliaco dirija al fémur hacia la línea media del cuerpo y conseguir más equilibrio. Los músculos que tienen su origen en la cresta iliaca y se insertan en el trocánter mayor del fémur caso del glúteo mediano y glúteo menor

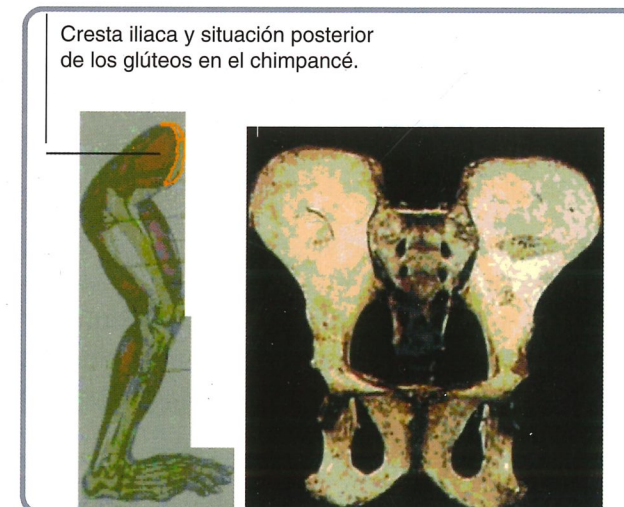


> Fig. 6
Pelvis de A. Afarensis.

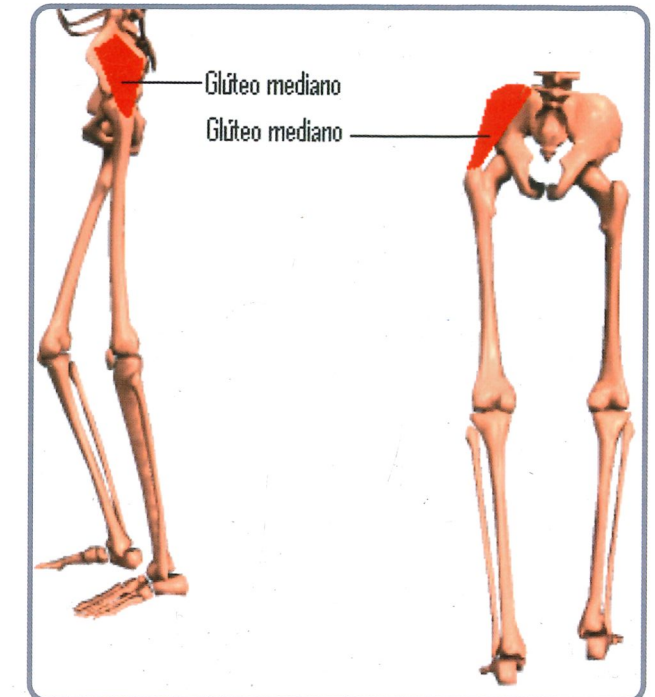
se encuentran por así decirlo sujetando la pelvis de forma lateral, solo el glúteo mayor estaría más posteriorizado. En el chimpancé y dada la característica anatómica de la pelvis todos los músculos mencionados anteriormente son posteriores y en consecuencia extensores de la cadera, por lo tanto la posición erguida de los grandes antropoides no es cómoda les falta la fijación lateral necesaria que tanto el glúteo menor, como el glúteo mediano y el tensor de la fascialata proporciona a los humanos. Fig. 6, 7, 8, y 9



> Fig. 7
Pelvis humana y acciones musculares.



> Fig. 8
Pelvis de chimpancé y acciones musculares.

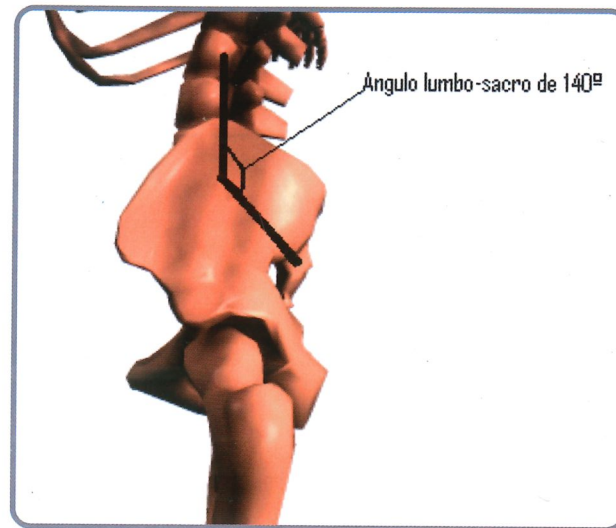


> Fig. 9
Control de la balsa pélvica por el glúteo mediano en un humano.

[La pelvis de Lucy]

El célebre antropólogo español Juan Luís Arsuaga escribe en el libro titulado "La especie elegida" que pese a la extraordinaria información que nos aporta Lucy y otros fósiles, aún existen rasgos del cuerpo entero del australopiteco afarensis que permanecen borrosos. Comenta que en el segmento lumbar de los grandes antropomorfos existen tres vértebras y no cinco como en los humanos modernos, esto hace que en el chimpancé por ejemplo que las últimas costillas estén muy próximas a la pelvis, los grandes antropomorfos carecen por lo tanto del estrechamiento característico de nuestra cintura.

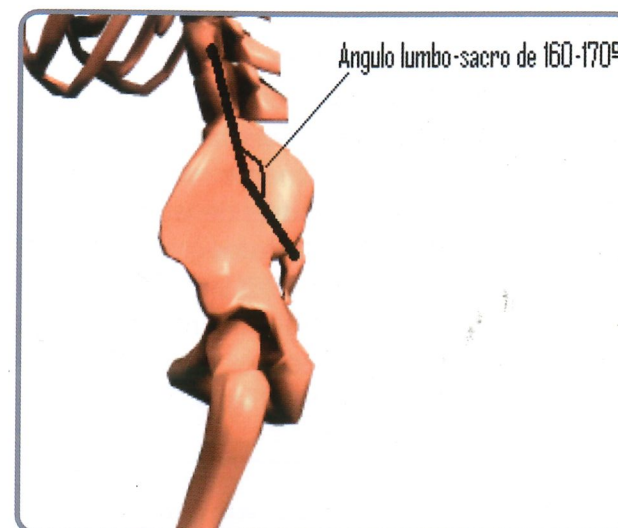
En los australopitecos afarensis y al igual que en los humanos la disposición de los huesos iliacos de la pelvis lo separa de las últimas costillas, esto unido a la misma cantidad de cinco vértebras lumbares le daría la posibilidad de utilizar el adelantamiento de la cadera del pie que avanza, mover la cintura pélvica en un sentido mientras



> Fig. 10
Ángulo lumbo-sacro en un humano.

la cintura escapular lo haría en sentido contrario que en los humanos se ha comprobado experimentalmente con 8° de rotación a nivel de la 5ª vértebra lumbar y 5° de rotación al lado opuesto a nivel de la 1ª vértebra dorsal a una velocidad confortable de 4 km./h. La zona de transición donde las rotaciones se anulan se localiza entre la 6ª y 8ª vértebra dorsal. Sin embargo apunta Arsuaga que la forma acampanada del tórax es más parecida a la de los grandes antropomorfos lo cual los diferencia de los humanos en forma de tonel. En mi opinión esto hace complicado entender como estos antecesores nuestros pudieron caminar como lo hacemos nosotros, habida cuenta que es imprescindible un control sobre el equilibrio del cuerpo dado que su caja torácica y por extensión su columna dorsal y cervical se asemejaba a la de los grandes antropoides, y que estos no disponen mas que de una curva raquídea.

Como hemos comentado en el capítulo anterior la pelvis de Lucy era prácticamente idéntica a la humana. La única diferencia estaba en los huesos del sacro, en la pared posterior de la pelvis. Para continuar que el sacro del Australopithecus Afarensis no sólo era amplio como el de los humanos, sino que en realidad era más amplio proporcionalmente que el de los humanos modernos.

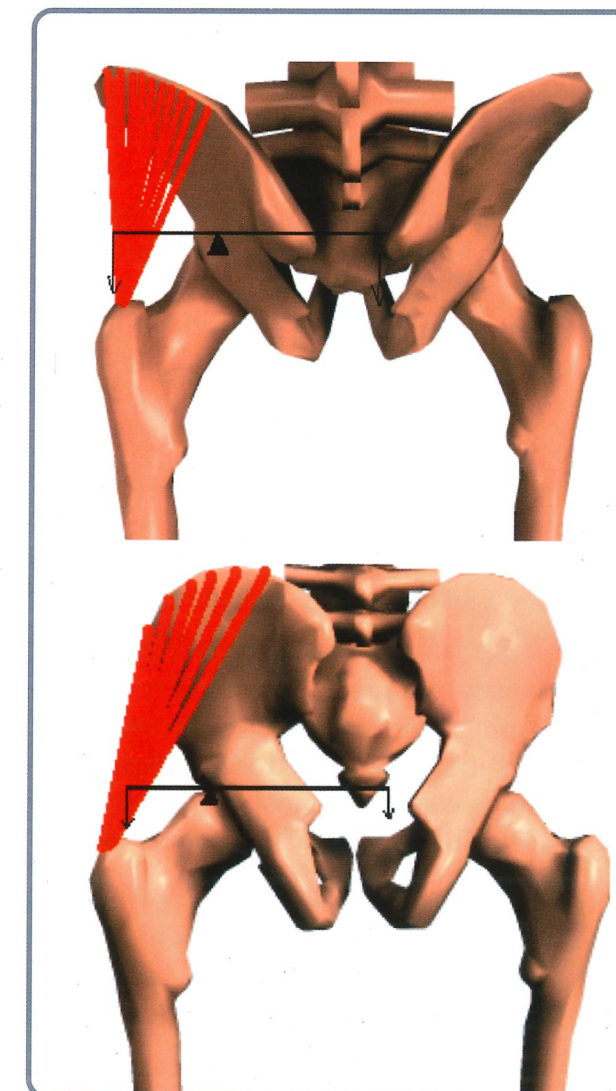


> Fig. 11
Ángulo lumbo-sacro en A. Afarensis.

A la gente moderna le hubiera resultado imposible tener un sacro proporcionalmente tan grande como el de Lucy, puesto que esto a su vez hubiera estrechado la abertura del canal del parto. Esta cuestión no puede pasar desapercibida, hemos comprobado la función estática del sacro y su relación con la columna vertebral en los humanos, en cambio en Lucy el sacro más amplio podría soportar el peso del cuerpo transmitido por la 5ª vértebra lumbar casi con toda seguridad porque estaba algo más verticalizado que en los humanos actuales. En efecto si observamos una pelvis humana en una valoración de perfil encontraremos que el ángulo lumbosacro es de 140° de promedio, en cambio en Lucy este ángulo debió ser bastante mayor entre 160° y 170°, con lo que las vértebras lumbares se situarían de forma casi vertical. [8] [1] Fig. 10 y 11

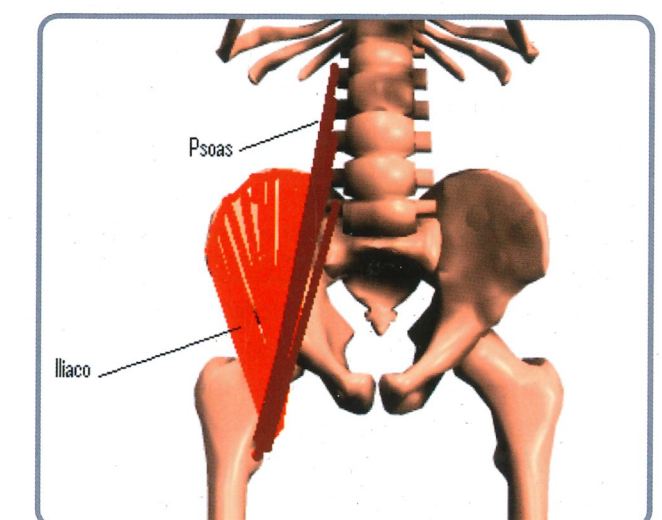
En un humano un sacro verticalizado se consigue mediante una importante retroversión pélvica la columna vertebral pierde la lordosis lumbar y se asocia a un movimiento de abertura de las alas ilíacas y de discreta flexión de la cadera, la pelvis gira hacia atrás sobre las cabezas femorales, elevando a su vez las ramas púbicas. Esta pérdida de lordosis lumbar conlleva un cambio en las acciones musculares por la acción de los extensores de la cadera, las contracciones de los

isquiotibiales y, sobretudo el glúteo mayor que determinan la oscilación de la pelvis hacia atrás, y de una forma particular los glúteos mediano y menor que mejoran sus condiciones mecánicas de las fibras musculares al aumentar la separación entre las alas ilíacas, tanto el glúteo mediano como el menor tienen un punto de fijación mas perpendicular, la distancia del brazo de palanca aumenta y en definitiva mejora sustancialmente la eficacia mecánica, el sacro pasa así a ser vertical con lo que disminuye la curvatura del raquis lumbar. Fig. 12

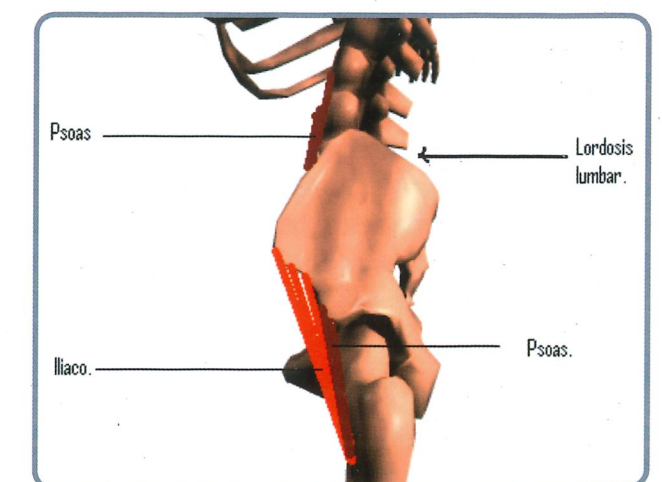


> Fig. 12
Mejora del brazo de palanca en A. Afarensis a la izquierda con respecto al humano a la derecha.

Con la retroversión femoral y la pérdida de la lordosis lumbar se ven implicados sobremanera los músculos de la pared abdominal y del Psoas ilíaco, en Lucy sin duda debió ser así. Veamos por que; si analizamos la forma del músculo Psoas observaremos un cuerpo carnoso y fusiforme que tiene su origen mediante dos láminas musculares: una porción posterior que se insertan en las apófisis transversas de las cinco vértebras lumbares y, por otro, una porción anterior que lo hace en los cuerpos vertebrales de la 12ª vértebra dorsal. Fig. 13 y 14

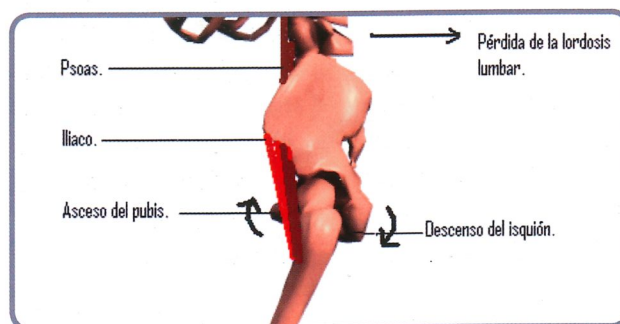


> Fig. 13
Acción del Psoas-Iliaco sobre la columna lumbar.



> Fig. 14
Perfil del Psoas-Iliaco en una pelvis humana.

El cuerpo muscular fusiforme y aplanado descendi oblicuamente hacia abajo y hacia fuera, se refleja en el borde superior del hueso coxal, a nivel de la eminencia ileopectínea y, acompañado por el músculo iliaco, termina en el extremo superior del trocánter menor del fémur, en consecuencia la pérdida de lordosis lumbar debida a la retroversión pélvica conlleva una tensión sobre el trocánter menor dado que la acción de este músculo es la de la flexión de cadera. Los músculos de la pared abdominal y principalmente los dos músculos rectos mayores tienen su origen en los quinto, sexto y séptimo arcos anteriores y cartílagos costales así como en el apéndice xifoides y se inserta en el borde superior del pubis, en la sínfisis pubiana con expansiones hacia los aductores del lado opuesto. Así pues estos músculos del abdomen en Lucy de hecho elevaban la sínfisis pubiana. **Fig. 15**

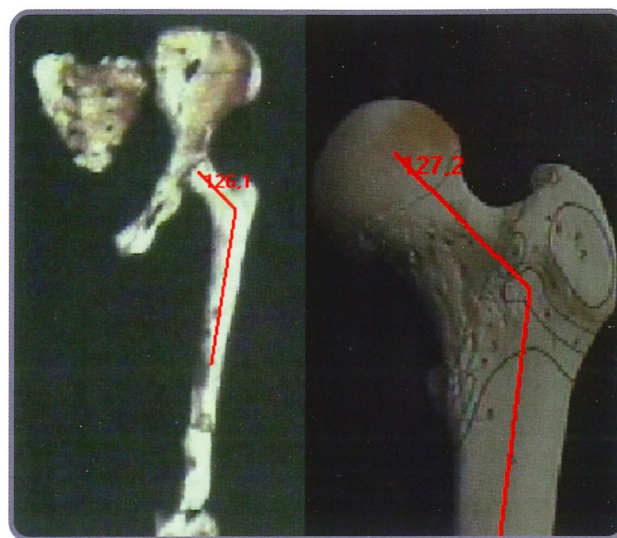


> **Fig. 15**
Perfil del Psoas-Iliaco en A. Afarensis.

Por lo tanto la retroversión pélvica, la verticalización del sacro, el enderezamiento de la columna lumbar debió en el A. Afarensis generar una sola curva raquídea con lo que es más sencillo sostener el tórax de forma acampanada de Lucy similar a la de los grandes antropoides. [9] [10] [14]

[La cadera de Lucy]

La simple observación de un chimpancé cuando se pone de pie e intenta dar algunos pasos, nos llama la atención sobre la curva que generan sus piernas, con un varo de rodillas y de tibias



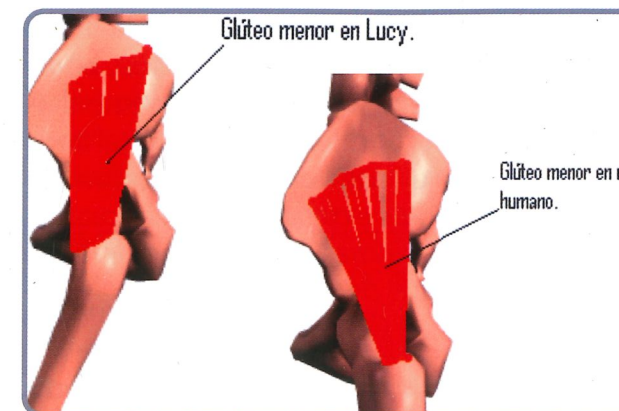
> **Fig. 16**
Comparativa del ángulo cervico-diafisario de Lucy y del ser humano.

muy acusado. Ellos son según parece nuestros parientes más cercanos en la línea evolutiva, pero no un antepasado nuestro y es más que probable que tuviéramos un ancestro común, con un ángulo cervico-diafisario del orden de 145°. Volviendo al concepto de filogénesis, al igual que con la columna vertebral y la pelvis, en el cuello y la diáfisis del fémur se ha ido reduciendo el ángulo cervico-diafisario desde los 145° originales hasta los 125° actuales necesarios para una marcha económica y eficaz.

De las mediciones realizadas sobre la diáfisis del fémur de Lucy y el cuello se encuentra un valor de 126.1° prácticamente igual al humano. Por lo tanto se puede afirmar que todo el proceso de filogénesis en cuanto al fémur se había acabado en Lucy. **Fig. 16**

Otra cuestión no menos importante es la pequeñez de las articulaciones coxofemorales, que según Coppens no podría dar estabilidad suficiente para mantener una dinámica eficaz y menos soportar la posición de firmes.

Lucy hubiera necesitado un glúteo mayor con similares inserciones musculares que la del Homo Sapiens. Según nos muestra Coppens la cadera



> **Fig. 17**
Acción del Glúteo menor en un humano y en Lucy.

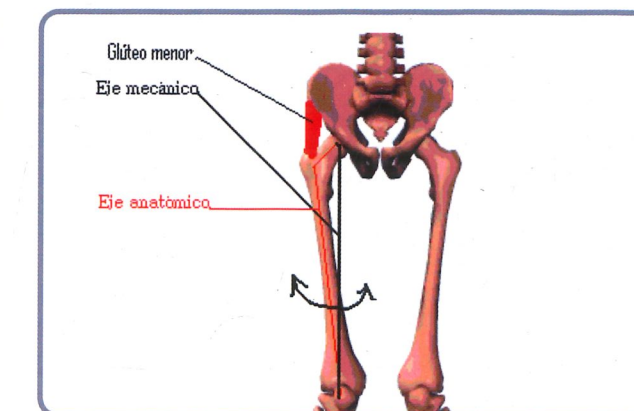
de Lucy no habría, dada su debilidad, soportado una báscula pélvica, y lo confirma comentando que el glúteo mayor de Lucy es más similar a los grandes simios que al del hombre. La báscula pélvica en el humano se asocia a un desplazamiento del CGO hacia la extremidad con carga. Hemos comentado con anterioridad la importancia de los músculos glúteo menor, mediano y mayor, junto con el tensor de la fascia lata para mantener la pelvis en carga. Si Lucy no podía soportar una báscula pélvica por la inoperancia de sus glúteos, **¿Cómo es que las huellas de Laetoli evidencian lo contrario?**

Existe una importante contradicción entre la forma de caminar de Lucy expuestas en el libro "La rodilla de Lucy" y las huellas de Laetoli.

Estas contradicciones tienen dos respuestas, la primera es obvia, se trataban de otro tipo de seres con una bipedestación muy similar a la humana, de los cuales no se han encontrado evidencias fósiles.

La segunda son las modificaciones acomodativas y compensatorias efectuadas por estos seres para mantenerse de pie y caminar.

En realidad la retroversión en la pelvis de Lucy lo que estaba propiciando era una flexión de ambas caderas por la acción del Psoas iliaco como se ha mostrado en el apartado anterior, con lo que parte del problema de carga sobre



> **Fig. 18**
Eje mecánico y anatómico del fémur.

las coxofemorales quedaba resuelto. Veamos porque; la cadera de Lucy solo necesitaría acciones musculares potentes tanto en estática como en dinámica para mantener la estructura en equilibrio.

El eje mecánico del fémur de Lucy al igual que el de los humanos actuales no pasa por el centro de la diáfisis femoral sino que se proyecta más bien desde el centro de la cabeza femoral al centro de la rodilla, por lo tanto las acciones musculares dependerán de la posición efectiva de la diáfisis femoral si esta se encuentra por detrás o por delante del mencionado eje mecánico.

¿Que sentido tenía el disponer de un músculo glúteo menor potente con una cadera tan inestable y débil? Lo que sucede en realidad es que en la flexión de cadera el glúteo menor, insertado en el borde anterior del trocánter mayor del fémur, en Lucy ejercía dos funciones estabilizar la cadera en apoyo unipodal y facilitar la acción de rotador interno y aductor. La flexión de cadera permite a su vez distraer las fuerzas sobre las cabezas femorales y son los músculos de una forma activa los que estabilizan la articulación y no al contrario. **Fig. 17 y 18**

Los acreditados científicos españoles Juan Luís Arsuaga e Ignacio Martínez del proyecto Atapuerca afirman en el libro La Especie Elegida. "Para nosotros como para muchos otros autores, entre los fósiles de Laetoli, en Tanzania, y de

Hadar, en Etiopía, solo está representada una especie, *Australopithecus Afarensis*, que tendrían una gran variabilidad de tamaño, pero un único tipo de locomoción. Mientras no aparezcan nuevos fósiles que demuestren lo contrario, estos australopitecos son los únicos candidatos a ser los autores de las huellas de Laetoli. O dicho de otro modo, Lucy caminaba como nosotros.” [6] [8] [11]

[La rodilla de Lucy]

Según comenta el autor del libro Ybes Coppens “La rodilla de Lucy”, que mientras en el ser humano los cóndilos femorales y su escotadura central sobre las mesetas tibiales y sus espinas respectivas, se ajustan perfectamente, este mismo encaje en Lucy es mucho más libre con una escotadura ancha y unas espinas juntas, hasta el punto de que a veces da la impresión de que existe una sola, por lo tanto se supone una articulación inestable con gran amplitud de rotación, mantiene el autor que le permitiría a Lucy trepar mas fácilmente a los árboles, pero que permite movimientos de flexión y extensión más reducidos y una zancada más corta. Tiene razón Coppens la rodilla en extensión de Lucy, dado su ineficacia mecánica, difícilmente podría mantener la bipedestación como lo hace el ser humano, ni siquiera una posición de firmes.

Fig.19

Figura 19. Una vez se ha completado, mediante las técnicas informáticas oportunas, las extremidades inferiores de la mencionada Lucy, se puede comprobar ciertamente una mayor anchura de su pelvis, lo que sin duda generaba un aumento del valgo de rodillas.

En efecto según el autor la marcha, con la ayuda de extensores y flexo-

res potentes (como indica la importancia de las marcas de las inserciones en los huesos), podía ser también bastante inestable, fácilmente desequilibrada y, por consiguiente, más bien al trote, para recuperar el equilibrio perdido, con los miembros inferiores extendidos y balanceando los miembros superiores para facilitar los movimientos de rotación de la pelvis y la cintura escapular alrededor del eje vertebral.

Lo cierto es que si la mencionada Lucy se erguía en bipedestación como un ser humano, su tronco en proporción algo mayor que el nuestro, proyectaría su centro de gravedad hacia delante, como lo refiere acertadamente Coppens, sin embargo las huellas de Laetoli no solo no evidencian esta apreciación, sino que las contradice, son demasiado pausadas, armónicas, controladas y secuenciales como para pensar que el individuo que las realizó no tenía un control muy efectivo sobre su equilibrio, es más Lucy no podría haber seguido, dada su anatomía y lo razonado por Coppens, las huellas de otro homínido.



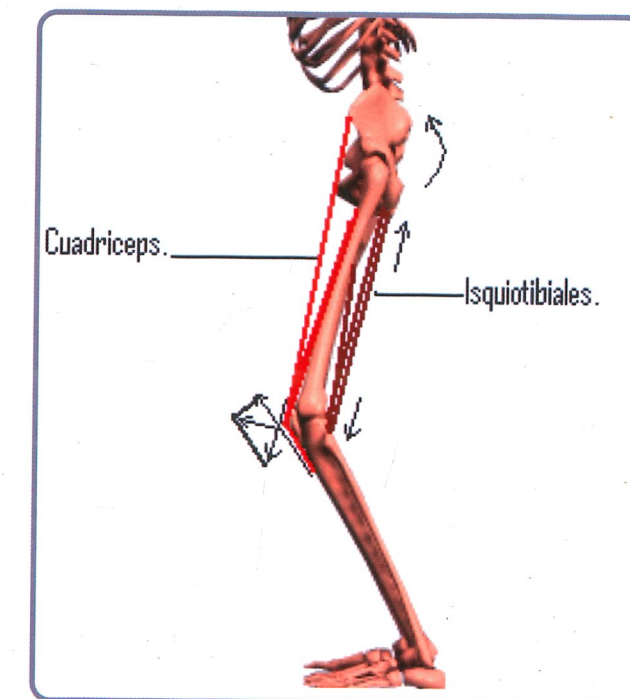
> Fig. 19

No obstante la apreciación de Coppens sobre los flexores y extensores potentes llama la atención sobre la acción de estos sobre la rodilla. Seguro que Lucy necesitó de mecanismos alternativos, de manera que si mantene-mos flexionada la cadera y también la rodilla los flexores ubicados de forma similar permitirían una acción muy eficaz sobre pelvis y rodilla, efectivamente no deja de ser curiosa la disposición de los extensores de la rodilla vasto interno (monoarticular), vasto externo (monoarticular) crural (monoarticular), recto anterior (biarticular) o sea tres músculos monoarticulares por uno solo biarticular, en el caso de los flexores sucede mas bien lo contrario y nos encontramos ante un

semitendinoso (biarticular) un semimembranoso (biarticular), porción larga del bíceps crural (biarticular), porción corta del bíceps crural (monoarticular) o lo que es lo mismo tres músculos biarticulares por uno solo monoarticular.

En los humanos se ha comprobado que durante el apoyo unipodal la rodilla no alcanza la extensión total y la contracción del cuádriceps frena el movimiento de flexión de la rodilla que se encuentra entre los 10° o 20° seguramente en Lucy requería algunos grados mas pero los potentes extensores frenarían cualquier desequilibrio, la acción del cuádriceps es esencial en este movimiento, la demostración la objetivamos cuando por la razón que sea traumática, neurológica etc. esté afectada la fuerza del cuádriceps, es necesario bloquear la rodilla en extensión total para caminar, porque una ligera flexión nos provocaría la caída. Por otro lado el caminar flexionado exige también de un comportamiento peculiar de los flexores de la rodilla al situar la pelvis de Lucy en retroversión, condición indispensable para flexionar la cadera y la rodilla, la potencia de los músculos flexores aseguraban la retroversión pélvica y la estabilidad de la rodilla al tener tres músculos insertados en el isquion, por lo tanto podemos afirmar que un mecanismo de flexión de cadera y de rodilla llevaría al glúteo menor a comportarse como un verdadero flexor y estabilizador de la cadera dada su nueva ubicación anatómica y el cuádriceps frenaría la excesiva flexión de la rodilla y los isquiotibiales también potentes se ocuparían de frenar convenientemente la anteversión pélvica; por lo tanto vemos que para Lucy es mucho más eficaz caminar flexionando las rodillas. **Fig. 20**

No se puede efectuar una flexión de cadera si antes no es de rodilla y primero es de tobillo, la propia fisiología articular así lo demanda, por lo tanto debemos contar que la flexión de cadera unida a la flexión de rodilla iba acompañada de la consiguiente flexión de tobillo, esta circunstancia no disminuye la eficacia en el caminar de estos homínidos. Lo que si producía era un aumento del gasto energético. En efecto he comentado en



> Fig. 20

Acciones combinadas de los flexores y extensores de la rodilla en Lucy.

los apartados anteriores, como desde una retroversión pélvica, la especie de homínidos a la que perteneció Lucy, utilizó todos los recursos necesarios para que caminar fuera lo mas efectivo posible. Lo cierto es que el género homo ha hecho exactamente lo mismo, y quizás sea en este matiz donde se observa un cambio cualitativo. La diferencia estriba en que mientras nosotros podemos mantener la bipedestación y la marcha con un mínimo de gasto energético, es más probable que la especie mencionada tuviera, debido a la acción continua en flexión de cadera rodilla y tobillo un gasto energético mayor, producto de la acción continuada de los músculos. [6] [12]

[El pie de Lucy]

Del pie de Lucy apenas existen restos de huesos fosilizados para completar el análisis de su estructura y función en cambio en el yacimiento de la garganta de Oldoway (Tanzania) se encontró la parte central de un pie de *Australopithecus*. En la

imagen dorso-plantar se observa una articulación mediotarsiana con forma de "S" itálica como la de los humanos, lo que indica una articulación del calcáneo con el cuboides y una relación del astrágalo con el escafoides igual a la de los humanos modernos, lo cual deja los dos huesos del tarso con el calcáneo situado por debajo del astrágalo, conformando la articulación subastragalina.

En efecto, la articulación mediotarsiana junto con la subastragalina permiten en su conjunto mover los huesos del tarso sobre un solo eje, también llamado eje de Henke, de esta manera se puede relacionar un elemento vertical, la pierna con un elemento horizontal el pie.

La otra disposición particular de nuestra especie es que para poder acomodar el pie a las irregularidades del terreno este mismo proceso evolutivo definió un eje central que pasa por el segundo metatarsiano, en la huella perteneciente a Oldoway no se aprecian diferencias significativas, es mas se aprecia perfectamente la ubicación del 2º mtt entre la 1ª y 3ª cuneiforme representada en el pie de Oldoway y característica principal de nuestra especie, este ajuste del 2º mtt lo convierte en un mtt sin apenas movilidad a diferencia del 1º que

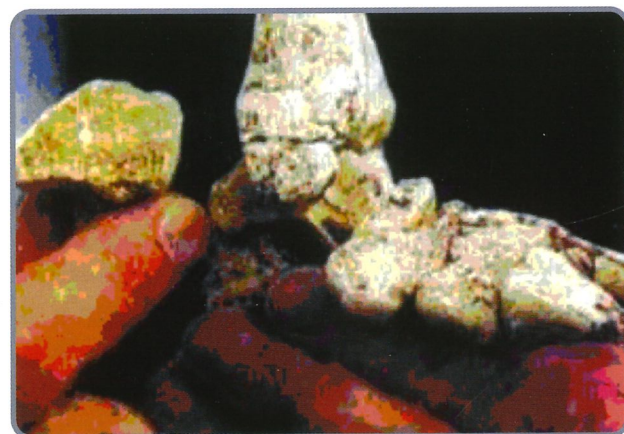


> Fig. 21
Pie de A. Afarensis de Oldowai.

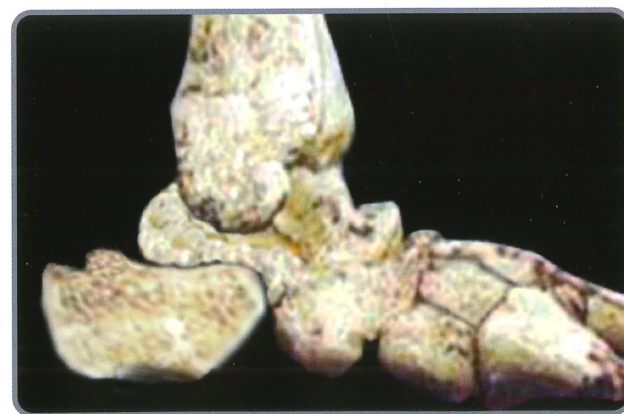


> Fig. 22
Pie humano

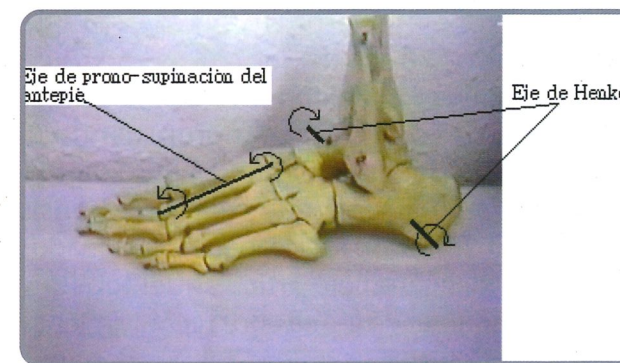
si la tiene o del 3º, 4º y 5º mtt que aunque menos pero también tienen, por lo tanto los movimientos de pronación y supinación del antepié indispensables para adaptar la bóveda a las irregularidades del terreno ya estaban presentes en el pie de Oldoway. Desde el punto de vista mecánico todos estos movimientos se producen gracias a que el conjunto de articulaciones de los huesos del mediopie que está formado por articulaciones del tipo de las artrodias que son articulaciones planas o casi planas con dos funciones principales mantener las fuerzas de compresión a modo de bóveda arquitectónica y asociar los discretos movimientos con su homóloga para generar un movimiento mayor de toda la arquitectura podal sin la posibilidad de luxación. [13] Fig. 21, 22, 23, 24, 25 y 26



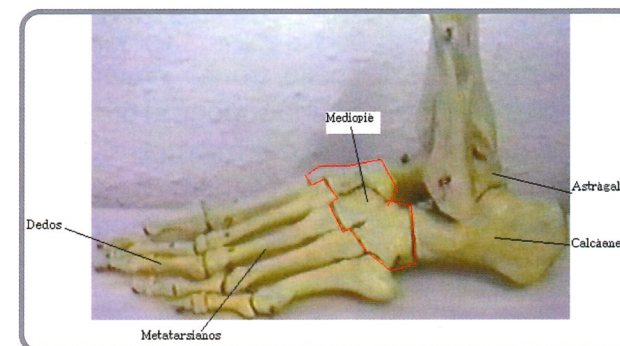
> Fig. 23
Pie de A. Afarensis sin calcáneo



> Fig. 24
Pie de A. Afarensis reconstruido.



> Fig. 25.
Pie de A. Afarensis reconstruido



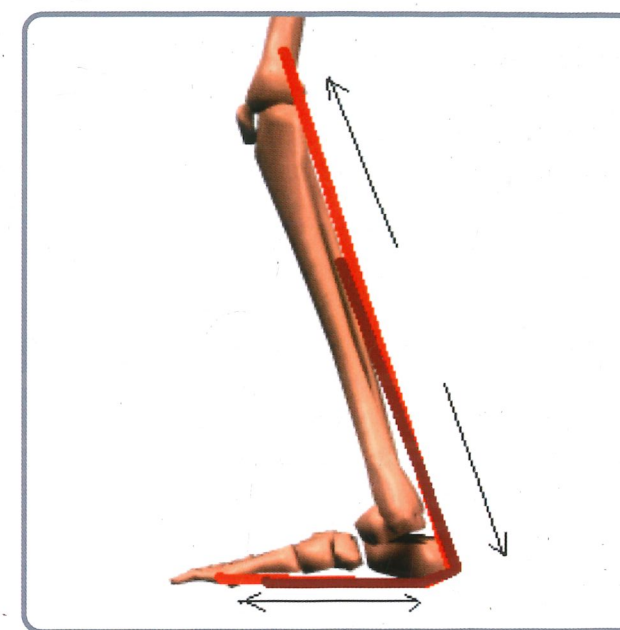
> Fig. 26.
Huesos del mediopie humano.

En la imagen comentada de la garganta de Oldoway la posición del 1º dedo es paralela a la del 2º metatarsiano de manera que no se asemeja al de los antropoides sino mas bien al de los humanos.

[Acciones musculares sobre el tobillo]

Al igual que en la cadera y la rodilla en flexión, en el tobillo de Lucy se dan una serie de singularidades necesarias para mantener tanto la coherencia de la bóveda plantar como la estabilidad del pie.

En un humano la tróclea astragalina es mas ancha por delante que por detrás y más amplia en su vertiente externa que en la interna, separada por una depresión central llamada garganta de la polea, por esta depresión central se desplaza la tibia mediante una cresta roma. El peroné es el



> Fig. 27.
Acciones musculares sobre la planta del pie, tobillo y rodilla.

hueso externo de la tibia, cuya diferencia estriba en que es un hueso móvil. Efectivamente durante la flexión del tobillo se producen dos movimientos o lo que es lo mismo la mortaja tibio-peronea se desplaza hacia delante en la tróclea astragalina abriéndose para adaptarse a la anchura delantera de la tróclea, en este momento el hueso peroné se eleva con lo que el encaje sobre la tróclea es más efectivo. A nivel muscular la estabilidad del tobillo y del pie están representados por el sistema Aquileo-plantar por un lado y por los estabilizadores laterales del tobillo; tibiales y peroneo por otro. Fig. 27

El sistema extensor del pie está formado por el tríceps y la aponeurosis plantar. Al igual que con el apartado extensor de la rodilla existen unas peculiaridades que se deben tener en cuenta; los dos gemelos son biarticulares puesto que se originan a ambos lados del fémur y se insertan en la apófisis posterior del calcáneo mediante el tendón de Aquiles, mientras el soleo es monoarticular, se origina en la zona media de la tibia y superior del peroné y se inserta igualmente por medio del tendón de Aquiles. Se podría decir que la aponeu-

rosis plantar también tiene una trayectoria biarticular porque al tener relación con la apófisis posterior del calcáneo e insertarse en la falange de los dedos permite que cuando se tensa por la flexión del tobillo reforzar la bóveda plantar.

Al caminar con el tobillo flexionado los A. Afarensis podían perfectamente ajustar la mortaja tibio-peronea a la tróclea astragalina y de este modo distraer las fuerzas de compresión verticales sobre la misma tróclea astragalina, un sistema Aquileo-plantar fuerte frena tanto la flexión de rodilla, por la acción de ambos gemelos y la flexión del tobillo por la acción de la aponeurosis y musculatura plantar, da coherencia a la bóveda plantar y proporciona equilibrio dinámico.

La acción del tibial posterior y del peroneo lateral largo también son mas efectivos ante una flexión de tobillo, veamos por qué; tanto el músculo tibial posterior que tiene su origen en la tibia superficie posterior y dos tercios proximales de la superficie interna del peroné, como el músculo peroneo lateral largo que casualmente también tiene su origen en la meseta externa de la tibia y dos tercios proximales de la superficie externa del peroné. Ambos tienen trayectos retromaleolares para cruzarse en la planta del pie el peroneo hasta insertarse en la base del 1^{er}. metatarsiano y la cuña interna, en cambio el tendón del músculo tibial posterior se inserta en la tuberosidad del escafoides y, por medio de expansiones fibrosas en la apófisis menor del calcáneo (sustentaculum tali), además en las tres cuñas, cuboides y bases del segundo, tercer y cuarto mtt. Pues bien la flexión de tobillo propicia, como he comentado anteriormente, una elevación mecánica del hueso peroné para adaptarse a la anchura de la tróclea astragalina con lo que de forma efectiva está tensando los dos músculos de forma activa sin contracción muscular aparente; el tibial en su vertiente interna pero con expansiones hacia los metatarsianos externos y cuboides que es la zona

externa del pie y el peroneo lateral largo que su fijación en la base del primer dedo lo que hace en realidad al flexionar el tobillo es fijar el primer mtt contra el suelo propiciando la conservación del arco plantar interno. Por lo tanto se puede afirmar que para A. Afarensis esta actitud de flexión mejorarían las cualidades mecánicas del complejo articular del tobillo y pie para mantener de forma eficaz el movimiento lineal. [12] [13]

[Equilibrio humano y del A. Afarensis. Equilibrio humano]

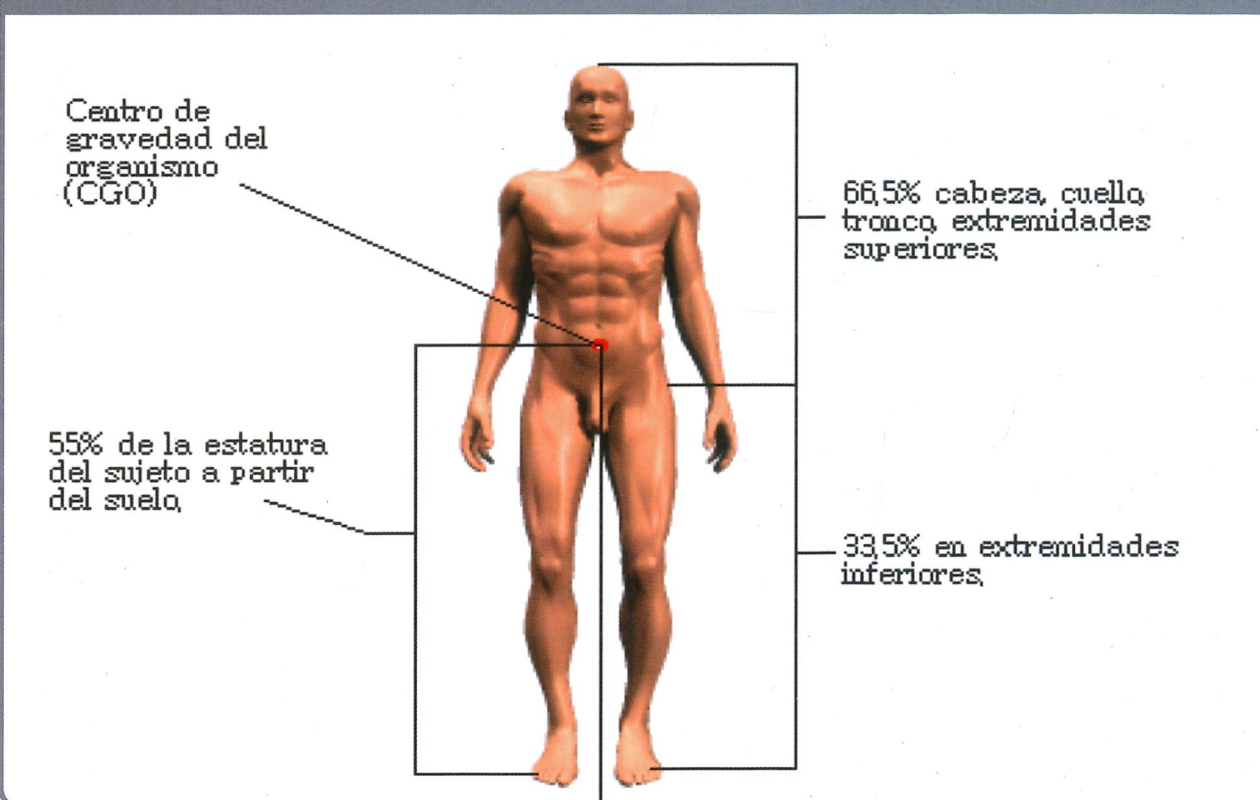
El peso de la cabeza, cuello, tronco y miembros superiores en el ser humano supone el 66.5% de la carga que se ha de desplazar, mientras el 33.5% del peso se concentra en las extremidades inferiores asimiladas como unidad locomotora. Con estos parámetros se puede calcular el centro de gravedad del cuerpo (CG) que en bipedestación estática lo podemos situar en el 55% de la estatura del sujeto a partir del suelo y situarlo por delante de la 2ª vértebra sacra.

Desde el punto de vista físico en el ser humano un CG tan elevado proporciona una ventaja y un inconveniente, la ventaja es la energía potencial que proporciona su altura, el inconveniente es el desequilibrio indudable que se genera. Es de destacar que el cuerpo humano en bipedestación estática oscila de forma imperceptible de adelante hacia atrás y lateralmente, mantener este equilibrio se consigue mediante unas contracciones musculares reflejas, diferente del tono muscular de base, porque implica contracciones isométricas antagonistas repetidas. Es una verdadera actividad refleja pues utiliza vías sensitivo-motoras complejas y múltiples.

Esta actividad refleja utiliza dos tipos de receptores, unos múltiples, cutáneos, ligamentosos, capsulares y musculares y otros supraespinales laberínticos y oculomotores.

Los receptores cutáneos se encuentran básicamente en la bóveda plantar y se dividen en:

EQUILIBRIO HUMANO Y DEL A. AFARENSIS. EQUILIBRIO HUMANO



> Fig. 28

Esquema sobre el equilibrio humano

- Receptores tónicos superficiales.
- Receptores tónicos profundos.
- Receptores fásicos superficiales de adaptación rápida.
- Receptores profundos que responden a las vibraciones.

Los receptores capsulares y ligamentosos son:

Los corpúsculos de Ruffini en las cápsulas articulares, son eficaces en la posición de bipedestación estática y en la dinámica.

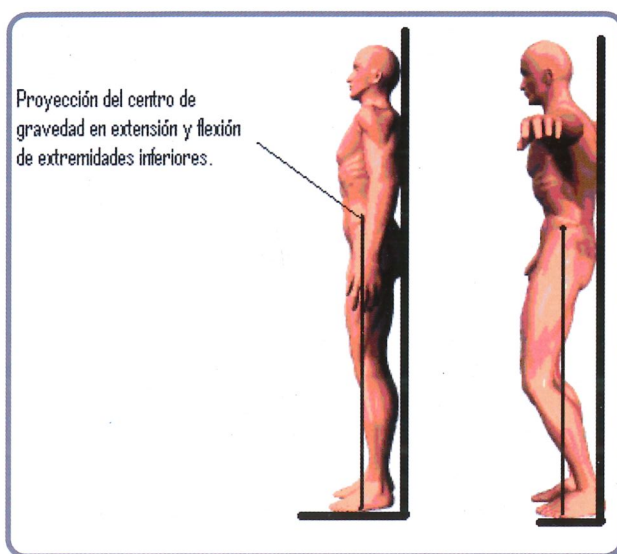
Los órganos articulados de Golgi, que son básicamente captadores de posición.

Los corpúsculos de Vater-Pacini, que se activan con movimientos articulares rápidos.

[Equilibrio de A. Afarensis]

Es probable que los mecanismos para mantener el equilibrio, descritos en el apartado anterior sobre el equilibrio humano, estuvieran mermaados, incompletos o ausentes en el A. Afarensis, pero lo cierto es que las huellas de Laetoli evidencian un equilibrio similar al nuestro.

No es fácil mantener un equilibrio en una estructura similar a la humana pero que dispone de una sola curva raquídea para sostener el tórax y la cabeza de un antropoide. Sin embargo la retroversión pélvica y la flexión de las extremidades inferiores consiguen dos elementos de equilibrio importantes: el primero es que el CG de A. Afarensis desciende por unas extremidades inferiores de por si más cortas que en las del ser humano. El segundo es la acción muscular



> **Fig. 29**
Perfil de equilibrio humano y perfil del equilibrio con retroversión pélvica.

constante por la flexión continua de las extremidades inferiores, en el ser humano el músculo tiene una actividad más subsidiaria y afianza las articulaciones es decir, es el movimiento lo que activa los músculos, en estática es el tejido conjuntivo el que predomina sobre el muscular, el tejido conjuntivo consume menos energía que el muscular. En *A. Afarensis* podía mantener un equilibrio similar al del ser humano moderno, con la acción continuada de flexores extensores y estabilizadores laterales que estarían activados constantemente lo que sin duda conllevaría a un aumento del gasto energético. [15] **Fig. 29**

[Conclusiones]

El *homo sapiens* es el único homínido existente en la actualidad.

De las pruebas fósiles encontradas hace millones de años, se deduce que existieron diferentes especies de homínidos anteriores a nosotros.

El bipedismo junto con la inteligencia asociada al desarrollo craneal, son características propias de nuestra especie *homo sapiens*.

A la evolución de las diferentes especies de homínidos hacia los humanos modernos se le supuso un paralelismo entre el desarrollo de la capacidad craneal y la capacidad de correr y caminar erguidos sobre las dos piernas. Sin embargo descubrimientos importantes en el siglo XX de restos de nuestros antepasados, demuestran que el desarrollo craneal y el bipedismo no siempre fueron paralelos. Como se ha ido observando durante el desarrollo del trabajo existe una similitud entre la filogénesis y la ontogénesis por cuanto en la segunda se reproduce paulatinamente el desarrollo del ser humano desde la posición de cuatro patas a la bipedestación, referidos tanto al enderezamiento de la columna lumbar como a la disminución del ángulo cérvico-diafisario del fémur.

La anatomía comparada entre el chimpancé y los seres humanos demuestra que aún teniendo un ancestro común la pelvis de los *A. Afarensis* era más parecida a la humana y por lo tanto adaptada a la estación bípeda.

La pelvis de Lucy y por extensión de los *A. Afarensis* había casi completado su proceso filogenético pero debía mantener no obstante un torax similar al de un antropoide en forma acampanada, de manera que pudiera soportar una columna lumbar, dorsal y cervical con una sola curva. Efectivamente en cuanto al raquis el proceso filogenético no estaba completado.

Por lo tanto la retroversión pélvica era la consecuencia de una columna con una sola curva y no la causa, en los humanos hemos podido comprobar como se puede adoptar esta postura por la acción simultánea de los diferentes músculos.

Sin embargo en la mencionada retroversión pélvica y consecuente flexión de cadera en *A. Afarensis*, las acciones musculares se ven optimizadas por una mecánica que a veces mejora la de los propios humanos. Por lo tanto se podría decir que el proceso filogenético del fémur estaba casi terminado en Lucy y que para estos tipo de homínidos era más eficaz caminar con la cadera flexionada.

En cuanto a la articulación de la rodilla sucede algo similar la flexión de rodilla asegura la estabilidad de la misma por la acción combinada de los extensores y flexores. En cambio en el tobillo y el pie si que se observa a la luz de los restos fósiles un proceso de filogénesis terminado en tanto en cuanto la tuberosidad posterior del calcáneo, la articulación subastragalina, la articulación mediotarsiana y la tarso-metatarsiana son por así decirlo idéntica a la humana, de manera que se razona durante el trabajo la eficacia de los músculos para asegurar tanto el equilibrio como una mecánica similar a la humana. En mi opinión las huellas de Laetoli las efectuaron sin duda los *A. Afarensis* puesto que disponían de un sistema locomotor muy similar al nuestro, son demasiado pausadas, sincrónicas y secuenciales para afirmar que quien las hizo no disponía de un sistema de equilibrio adecuado. La imagen de la huella sobre la ceniza volcánica demuestra una arquitectura podal perfecta desde el punto de vista podológico, el apoyo del arco externo, la progresión lateromedial, la acción de los dedos e incluso el detalle del montoncito de ceniza en el arco interno evidencian una fase de despegue propiamente humana.

Efectivamente, después de haber efectuado el análisis pormenorizado de las limitaciones articulares descritas por Yves Coppens en el libro "La rodilla de Lucy", y confirmar de que son totalmente correctas, las debilidades de las articulaciones de la cadera y rodilla no podían soportar, ni efectuar una dinámica eficaz en carga, como la de los humanos modernos, por lo tanto hemos recurrido a plantear la hipótesis de posicionar las mencionadas articulaciones de manera que, argumentadas y razonadas de forma pormenorizadas desde la cadera hasta el pie, pudieran cumplir con la función de mantener una dinámica similar a la nuestra, ahora bien he de matizar que en mi opinión es en la pelvis donde debemos encontrar la explicación a la evolución anterior y posterior de

los homínidos, el hecho de que esta especie dispusiera de un aparato locomotor tan eficiente nos confirma que fueron otras especies de homínidos anteriores a *A. Afarensis* los que fueron perfilando el contexto filogenético, no obstante se ha razonado durante el trabajo presentado la importancia del consumo energético, la marcha en flexión constante consume más energía por la acción continuada de los músculos, sin embargo en la fase posterior de la evolución el enderezamiento paulatino del raquis debió permitir al género *homo* una mayor abertura del canal del parto al modificar la posición de la pelvis y en consecuencia un mayor desarrollo encefálico, pero también modificó la posición del tórax en forma de tonel y no en forma acampanada como la de *A. Afarensis*, lo que permitió un mejor posicionamiento de las vísceras en general y de los pulmones y corazón en particular, lo que propició sin duda una mejora sustancial para la capacidad de movimiento. De momento no se han encontrado restos fósiles de *A. Afarensis* ni de cualquier otro homínido de *Australopithecus* fuera del continente africano, en cambio del género *homo* hay un sinnúmero de restos que demuestran su expansión por el resto de continentes. Por lo tanto la diferencia entre los homínidos debió estar en este último paso, el enderezamiento del tronco y el cambio de estructura del torax supuso la clave en el proceso evolutivo hasta la llegada del *homo sapiens*.

La aportación científica de los autores de este trabajo se basa en las diferentes hipótesis de los estudios realizados en tanto a las huellas de Laetoli como de los restos fósiles de *A. Afarensis* encontrados, no cabe duda que la discusión es importante, porque en la comunidad científica no existe un criterio unificado. El autor presenta una hipótesis desde una vertiente podológica de cómo caminaban estos seres, intentando aportar a la comunidad científica una visión diferente.

Referencias bibliográficas

- > A. KAPANDJI. *Cuadernos de fisiología articular. Tronco y Raquis* 20, 60, 68, 74, 79, Masson 2ª edición 1997.
- > A. I. KAPANDJI, *Fisiología articular miembro inferior*. Editorial Médica Paramericana 1999, 5ª edición. Pág. 190, 192, 194, 196, 198, 202, 204, 230, 236, 240, 242.
- > DONALD JOHANSON Y MAITLAND EDEY. *El primer antepasado del hombre* 11, 12, 13, 157, 158, 159 y 160. Planeta.
- > AUSTRALOPHITHECUS ANAMENSIS. *White Tim*. 2006 "Asa Issie, Aramis and the origin of Australopithecus" *Nature* 440: 883-889 Leakey Meave,
- > C.S. FEIBEL, McDUGALL AND A.C. WALKER 1995: *New four- million-year old hominid species from Kapanoi and Allia bay, Kenya*, *Nature* 376: 565-571.
- > ARDIPITHECUS RAMIDUS. (WIKIPEDIA).PERLMAN, DAVID (12 JULIO 2001) "Los fósiles de Etiopía pueden ser el primer ancestro humano", *Nathional Geographic*. Obtenido en Julio de 2009". Otro coautor es Tim D. White paleo-antropólogo de la Universidad de California-Berkeley quien en 1994 descubrió un fósil pre-humano, llamado Ardipithecus Ramidus. Tim D. White, Ascau. A, Bertane, Beyene. Yoras, Haile-Selassie, Yohanes, Levejoy, C. Owen, Swua Gen. "Ardipithecus Ramidus y la paleontología de los primeros homínidos.
- > YBES COPPENS. *La rodilla de Lucy* 140, 141, 142, 143. Metatemas 2000.
- > LENNY FLANK. *Australopithecus Afarensis y los cracionistas*. © 1995 Google.
- > JUAN LUÍS ARSUAGA, IGNACIO MARTÍNEZ (Del proyecto Atapuerca) *La Especie Elegida*. Pág. 94, 95, 96, 104, 105.
- > LEOPOLD BUSQUET. *Las cadenas musculares, Tomo I. 3ª Edición "Tronco y columna cervical*. Editorial Paidotribo. Pag. 31, 32, 33, 76, 77, 78
- > LEOPOLD BUSQUET. *Las cadenas musculares, Tomo IV "Miembros inferiores"*. Editorial Paidotribo. Pag. 24, 25
- > FLORENCE PETERSON KENDALL, ELIZABETH KENDALL MCCREARY, PATRICIA GEISE PROVANCE. *Músculos, pruebas, funciones y dolor postural*. Kendall's. Marban 2000 4ª edición. Pág. 224, 220.
- > F. PLAS, E. VIEL, Y. BLANC. *La marcha humana. Cinesiología dinámica, biomecánica y patomecánica*. Masson 1984. pag. 2, 3, 10, 16, 20.
- > HANS QUERNER. *Del origen de las especies*. Alianza Editorial Pag. 174, 175, 176.14
- > C. OWEN OVENJOY. *Evolución de la marcha humana*. Investigación y Ciencia Pag. 66, 67, 68, 69 y 70.15
- > FRANÇOIS RICAR D.O. *Tratado de osteopatía craneal*. Editorial. Panamericana Edición 2002. Pág. 345, 346

Técnicas alternativas al implante M-F. Del Hallux Rigidus postquirúrgico. Implantes vs artroplastia con doble flapp cápsulo-tendinoso y acortamiento metatarsal

> SALVADOR HERVÁS
Podólogo.

5) Artrodesis de la Primera Articulación Metatarsofalángica

La artrodesis de la primera articulación metatarsofalángica se recomienda como procedimiento de rescate en diversas condiciones, comprendiendo: Hallux valgus severo^{73,90,91}, Hallux valgus recurrente^{90,136}, artritis reumatoide^{73,86,91,93,140,144}, Hallux rigidus^{31,42,55,90,134,136,140}, infección previa¹³⁴, artrosis traumática⁵⁵, y Hallux valgus asociado a un desorden neuromuscular^{90,91,136}. Esta artrodesis se describió inicialmente por Clutton (1892)¹⁴, y se han descrito diversos métodos de abordaje, técnicas para preparar la articulación, y de fijación interna, tratando de mejorar la proporción de éxitos del procedimiento. Se han defendido las superficies planas debido a la simplicidad de preparación^{42,86,91,93,104,137}. Sin embargo, la creación de una superficie plana exige precisión para lograr la alineación deseada en todos los planos transversos. Los esfuerzos para modificar la alineación en un plano intraoperatoriamente pueden afectar a la alineación en el otro, creando un efecto indeseable.

La dificultad de lograr la alineación aceptable triplana del foco de artrodesis llevó a Lipscomb⁷³

y otros^{4,33,79,104,111,112,134,140,144,148} a curvar y modelar las superficies óseas para permitir ajustar la alineación antes de colocar el dispositivo de fijación interna. Después, se introdujeron las fresas acanaladas en copa para crear superficies de artrodesis congruentes^{18,19,24}. Las dos, superficies planas^{42,86,91,93,104,137} y curvas^{4,79,111,112,117,144}, han dado proporciones relativamente altas de fusión. Se han usado varios dispositivos de fijación interna, incluso tornillos de compresión^{4,55,73,79,104,111,144}, clavos de Steinmann^{25,90,91,93}, alambres Kirschner³³, grapas⁸⁶, y placas de compresión^{18,19,24,140}.

Las contraindicaciones para la artrodesis de la primera articulación metatarsofalángica comprenden la infección activa, artrosis interfalángica importante^{4,55,95,140}, y osteoporosis severa¹²

> Resultados y complicaciones

La proporción de fusión varía, dependiendo substancialmente de la técnica quirúrgica, método de fijación interna, y diagnóstico preoperatorio. El predominio de éxitos informados van del 77 al 100%^{4,25,30,33,42,51,55,79,91,93,111,117,136,137,140,144,148} con una media del 90%¹⁸. Esta proporción en un estudio con una casuística mayor (309) de