ESTUDIO BIOMECÁNICO Y RADIOLÓGICO EN PERSONAS MAYORES

Antonio Oller Asensio [1], Javier Oller Arcas [2]

1. Profesor titular de la Escuela de Podología de Barcelona.
2. Podólogo. Técnico en radiodiagnóstico.

CORRESPONDENCIA
Antonio Oller
Universidad de Barcelona
Feixa Llarga s/n
L´Hospitalet (Barcelona)
Departamento Podología

RESUMEN

Los pacientes de edad avanzada, pueden mostrar patologías por la modificación y el deterioro que con la edad se alteran, se producen cambios en los reflejos míoticos o miotendinosos profundos, que suelen afectar a las extremidades, los reflejos aquíleos y el cutáneo-plantar, pueden estar ausentes o ser muy difíciles de desencadenar, los reflejos superficiales con la edad, también pueden desaparecer, también pueden tener afectadas las sensaciones táctil y vibratoria, así como el sentido posicional.

La marcha de estas personas se caracteriza por su forma de caminar, los pasos suelen ser más cortos y meditados, es frecuente que arrastren los pies, ya que con la edad disminuye la velocidad, el equilibrio, la elasticidad y la estabilidad, produciendo un enlentecimiento en el tiempo de reacción, desorientación, confusión, pérdida de memoria, temblor y/o ansiedad.

Es importante insistir en la localización, el tipo de dolor, el inicio brusco y/o gradual, factores que alivian o agravan el dolor, tumefacción, localización de patologías asociadas, mecanismo de lesión, si es de carácter articular, muscular, si mejora o se agrava a lo largo del día, si hay afectación monopodal o bipodal, si provoca interferencias con las actividades diarias y si aparece con la actividad.

ABSTRACT

The elderly patients, may show pathologies by modification and deterioration with age are altered, changes in reflexes miotic or miotendinosos deep, which often affect the extremities, reflexes aquileos and cutaneo-plantar can being absent or very difficult to bear, superficial reflexes with age, may also disappear, may also have affected the tactile sensations and vibration, as well as the positional sense. The departure of these people is characterized by the way they walk, the steps are usually shorter and thoughtful, is frecuen that you drag your feet, because with age decreases the speed, balance, flexibility and stability, producing a slowdown in reaction time, disorientation, confusion, memory loss, tremor and / or anxiety. It is important to emphasize the location, type of pain, the sudden onset and / or phased factors or agra will relieve pain, swelling, location of pathologies associated mechanism of injury, if a joint, muscle, if improvement or worsens over the day, if there is affectation monopodal or bipodal, if it causes interference with activities of daily living and if it occurs with activity.

PALABRAS CLAVES

Eje de gravedad, Eje mecánico, eje fémoro-tibial en valgo, eje fémoro-tibial en varo, disimetrías podo-pélvicas, patología torsional y rotacional del eje fémoro-tibial, polígono de sustentación, estabilometría, podo-posturografía, plataformas de presiones, goniómetro gravitatorio y rotacional.

KEY WORDS

Axis of gravity, mechanical axis, shaft femoro-tibial in valgus, shaft femoro-tibial in varus, asymmetries podo-pelvicas, pathology and torsional rotational axis femoro-tibial, polygon - sustaining, estabilometria, podo-posturografic platforms pressures, goniometro gravitational and rotational.

INTRODUCCIÓN

Describir la cronología evolutiva de las edades del hombre. Siempre me ha resultado complejo y difícil, con las clasificaciones existentes para etiquetar a estos pacientes por grupos de edad, personas mayores, senectud, seniles, ancianos, viejos, de la tercera edad, o de edad avanzada. Finalmente llego a la conclusión, que para clasificar o etiquetar a estos pacientes, ha de ser por la edad, por su orientación mental, por su estado físico y por su orientación temporo-espacial, independientemente de la edad que presentan estos sujetos.

Las exploraciones de las "personas mayores", suele ser idéntica a las que realizamos a los niños, al paciente joven o al paciente adulto, aunque es posible que este tipo de pacientes necesite un poco más de tiempo para poder realizar las maniobras exploratorias que requieran la coordinación y el movimiento. En la exploración física las respuestas podrán ser más lentas y deliberadas. Las capacidades de las respuestas motoras, finas y groseras se requieren para realizar actividades diarias como vestirse, arreglarse, subir o bajar escaleras y escribir que nos permitirá evaluar la amplitud, la calidad y cantidad del recorrido articular su respuesta muscular. La estabilidad, la flexibilidad, la actividad articular y muscular pueden variar entre diferentes personas de edad avanzada.

Los pacientes de edad avanzada, pueden mostrar patologías como la modificación de la columna vertebral, incremento de su escoliosis o de la cifosis dorsal, y en ocasiones acompañada de flexión de las caderas, alteración del eje fémoro-tibial, y/o desplazamiento gravitatorio de la cabeza para compensar el aumento de la curvatura dorsal, lumbar o cérvico- dorsal, para adaptarse en las mejores condiciones a su centro gravedad.

No es fácil observar un deterioro de la función intelectual, a menos que el paciente presente una enfermedad que le afecte al sistema nervioso central. En todo caso se debe determinar si los cambios producidos son a consecuencia de enfermedades cardiovasculares, hepáticas, renales o metabólicas.

Con la edad, se alteran y se producen cambios en los reflejos míotticos o miotendinosos profundos, pudiendo presentar hiporreflexia, hiperrreflexia, e incluso ausencia o disminución de los reflejos. Estas alteraciones suelen afectar antes a las extremidades inferiores que las superiores. Los reflejos aquíleos y el reflejo cutáneo-plantar pueden estar ausente o ser muy difíciles de desencadenar en los pacientes de más edad, también pueden desaparecen los reflejos superficiales.

Las personas mayores pueden tener afectadas las sensaciones táctil y vibratoria, así como el sentido posicional. Por lo que el paciente requiere un estímulo mayor para detectar estas sensaciones. La marcha de estas personas se caracteriza por su forma de caminar, los pasos suelen ser más cortos y meditados. Es frecuente que estos pacientes arrastren los pies, ya que con la edad disminuye la velocidad, el equilibrio, la elasticidad y la estabilidad.

Fig 1:Imagen cedida por Sara Blanquera Cañigueral

La ingesta de ciertos medicamentos también puede afectar al sistema nervioso central de estos pacientes produciendo un enlentecimiento en el tiempo de reacción, pueden presentar desorientación, confusión, pérdida de memoria, temblor o ansiedad, como consecuencia de la dosis y del número o interacción de la medicación.

ANTECEDENTES DE LA EXPLORACIÓN FÍSICA

En el interrogatorio del paciente éste puede manifestar dolor, es importante insistir en su localización, tipo de dolor, comienzo brusco y/o gradual, factores que lo alivian o agravan, posición más cómoda, si hay tumefacción, localización, y si aparece con la actividad.

a) Patología asociada: Lesiones o fracturas recientes, actividades extenuantes, movimientos bruscos, tensión. Sensación en el momento de producirse la lesión: desgarro, entumecimiento, hormigueo, atrapamiento, bloqueo, rigidez, chasquido, frío o calor.
b) Mecanismo de la lesión: traumatismo directo, sobrecarga, cambio brusco de dirección, contracción forzada, sobre-estiramiento.
c) De carácter articular: rigidez o limitación de los movimientos articulares, localización, tumefacción, rubor, dolor, afectación monopodal o bipodal, interferencia con las actividades diarias.
d) De carácter muscular: limitación, sufrimiento o molestia de movimientos, debilidad o impotencia, parálisis, temblor, espasmos, dificultad de movimientos, agotamiento.
e) Factores temporales: cambios en la frecuencia o carácter de los episodios, mejora o se agrava a lo largo del día, forma de inicio insidioso o brusco.
f) Debilidad: Iniciación: súbito o gradual, localizado o generalizado, antes, durante o después de una actividad prolongada.
g) Síntomas asociados: entumecimiento, espasmo o tensión muscular, disnea en la actividad específica.
h) Predisposición a los accidentes: tropiezos, caídas, insuficiente agilidad, asociación con la pérdida de visión.

i) Modificación de los movimientos: imposibilidad de realizar movimientos bruscos, cambios en ejercicios habituales, dolor, entumecimiento, localizados en una determinada articulación o movimientos generalizados.
j) Espasmos musculares nocturnos: frecuencia, asociación al malestar de espalda, hormigueo o frialdad de extremidades, sobrecarga de una articulación, claudicación y anomalías articulares conocidas.
k) Actividades habituales: capacidad para el aseo personal, comer, bañarse, vestirse, arreglarse, caminar, subir o bajar escaleras, cuidar una mascota,
l) Peso: incremento o disminución reciente de su peso, proporcionado a su talla y distribución física.
m) Talla: modificaciones en la talla, cambios o disminución de la talla.
n) Tratamientos previos realizados: Podológicos, fisioterapia, trastornos, marcha patológica.
o) Hábitos tóxicos: Consumo de tabaco y de alcohol.

ESTADO DE LA CUESTIÓN

PROCESO EVOLUTIVO DEL BIPEDALISMO

El bipedalismo en el ser humano es extraordinariamente tardío. Los primeros pasos del niño son una lucha constante en busca de su estabilidad y equilibrio, el neoandante aprende y realiza su marcha ampliando su base de sustentación, para su posición bípeda, estática y dinámica. En el paciente joven y en el adulto, al deambular, la separación bímaleolar y de ambos talones, es de unos 6 cm. siguiendo la línea de progresión sinusoidal de la marcha; en los niños preandantes y en los pacientes al llegar a la senectud, esta separación bimaleolar de talones se incrementa entre los 15 y 20 cm. Los miembros superiores se separan en abducción ayudando al reequilibrio gravitatorio.

La trasformación física y mental del niño, la adquiere lentamente. Es un proceso fisiológico para lograr su propio patrón cinético de la marcha, de hecho, es el elemento germinal que predomina; algunos niños adquieren su patrón cinético algo más tarde, pero su desplazamiento sinusoidal lo realiza sin esfuerzo, siguiendo la línea de progresión de la marcha. Otros niños serán más precoces en su proceso cinético, e iniciaran antes el bipedalismo, cayéndose, titubeando, alternando la marcha bípeda con la marcha a gatas.

El adolescente adopta su propio patrón cinético en la que intervendrán ciertos elementos constitucionales: la talla, el peso, el calzado, el vestuario, la amplitud de la pélvica, el balanceo o traslación de los hombros.

Hacia la senectud, las personas de mayor edad, van perdiendo su condición física, disminuyen su elasticidad ligamentaria. Aparece la relativa rigidez de la columna vertebral perdiendo las posibilidades de la compensación del paso pelviano que va desapareciendo con la edad, se incrementa en el paciente el temor al desequilibrio, adoptando éste un ensanchamiento prudente de su polígono estático y dinámico de su base de sustentación.

En realidad, el bipedalismo y el patrón cinético de las personas mayores se parecen, por los diferentes caracteres, a la primera infancia: las personas mayores realizan el paso más corto, aumentan su polígono estático y dinámico de la marcha Estos factores de los pacientes nos recuerda en cierto modo, al niño en su andar a gatas o cuadrúpeda.

El sistema músculo-esquelético con la edad sufre una alteración y una disfunción en el equilibrio, los tendones pierden elasticidad, una disminución de la masa muscular, el tono y la resistencia, también se produce una disminución progresiva del tiempo de respuesta de la rapidez, de los movimientos, la agilidad y la destreza en los mismos.

Cuando aparece un problema de salud en estas personas añosas o de cierta edad, puede contribuir a reducir la actividad física, provoca y acelera los cambios músculos-esqueléticos asociados al senectud, el ejercicio rutinario y una dieta equilibrada pueden evitar o disminuir la progresión de estos cambios.

NUESTRA DEFINICIÓN DE LA MARCHA HUMANA

Nuestra aportación al estudio de la marcha, pretende describir aquellos parámetros biométricos que nos permitan interpretar la marcha dentro de una visión global, y holística coordinada por la propioceptividad, la plasticidad de la actividad cerebral, tanto sensitiva como motora y vestibular, insistiendo en las etapas clave del aprendizaje del desplazamiento bípedo, en correlación con el desarrollo del sistema nervioso central y periférico.

El bipedalismo y la marcha humana es un proceso complejo generado a lo largo de la evolución, condicionado por unas bases "morfoestructurales" supeditadas a la genética, así como a unas bases "funcionales" de las solicitaciones biomecánicas, subordinadas además a los aspectos culturales. Todas estas premisas pueden explicar muchos de los trastornos patológicos que se generan y aparecen con la vejez.

La locomoción bípeda es uno de los principales motores de la evolución, que moldea la morfología del hombre según sus solicitaciones biomecánicas como pueden ser: la posición bípeda con la escasa base de sustentación que ofrece la superficie de la huella plantar de pie, el desplazamiento bípedo que limita todavía más la superficie de apoyo, la estabilidad para moverse por terrenos irregulares, la resistencia necesaria para recorrer grandes distancias, la velocidad y la aceleración para la carrera y/o el salto con el mínimo costo del gasto energético.

El bipedalismo es una adquisición postural exclusiva del ser humano. Esta actividad consta de una

serie de movimientos simultáneos de las extremidades inferiores, durante la cual, el cuerpo avanza paso a paso en seguimiento de su centro de gravedad y en su línea de progresión sinusoidal, oscilándose y persiguiendo su centro gravitatorio sin perder el control y la coordinación que le ocasionaría la pérdida del equilibrio. Durante el movimiento de avance, el centro de gravedad progresa con suavidad pasando de una extremidad a la otra, siguiendo la línea de progresión sinuosidad de la marcha.

El hombre sale en persecución de su centro de gravedad iniciando el "paso", la extremidad que está en apoyo relaja el músculo tríceps sural y el cuerpo se inclina hacia delante, siendo la gravedad la que proporciona la parte de la energía necesaria para vencer la inercia del cuerpo. La inclinación del cuerpo sitúa el centro de gravedad por delante del polígono de sustentación desplazándose hacia delante sobre una de las dos piernas, comenzando la deambulación. La extremidad adelantada establece contacto con el suelo ampliándose así el área del polígono de sustentación o de apoyo plantar de ambos pies. La pelvis desempeña un significativo papel en esta acción: su grado de rotación determina que los músculos de la pierna que avanza le ayuden a mantener el equilibrio del cuerpo mientras la pierna está progresando.

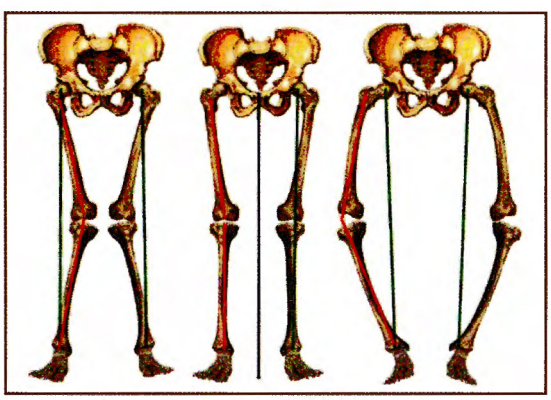
El sustrato geométrico ambiental (modifica constantemente la marcha), la climatología, los espacios abiertos o cerrados, irregularidades del terreno, el tipo calzado, el vestuario y por supuesto la edad del sujeto.

5. EXPLORACIÓN BIOMECÁNICA DE LAS EXTREMIDADES INFERIORES

EJE DE GRAVEDAD

Es aquel que pasa verticalmente, es el centro de gravedad del cuerpo humano, dividiendo en dos mitades simétricas, antero-posterior y latero-lateral, pasando por el centro de la cabeza, raquis, y sínfisis púbica, proyectándose por entre ambos maleolos tibiales, a la altura de la articulación de Chopart, dirigiéndose hacia el centro de la tierra. (Figura 2)

Fig 2.



Valgo Fisiológico Varo

Línea Verde: eje mecánico
Línea Roja: eje fémoro tibial
Línea Negra: eje de gravedad

EJE MECÁNICO

Es el formado por el eje mecánico femoral y el eje mecánico tibial. El eje mecánico femoral es aquel que pasa por el centro de la cabeza femoral hasta el cuello del astrágalo. Definimos la normalidad como aquella situación en la cual el eje mecánico de la tibia pasa por la articulación de la rodilla y el cuello del astrágalo, las situaciones en las que este parámetro presenta valores patológicos se pueden definir como: eje fémoro-tibial en valgo: que se daría cuando el ángulo formado por el eje fémoro-tibial, es inferior a los 172,5°.

En esta situación el eje mecánico pasa vertical y externamente por los cóndilos femorales. La rótula tiende al estrabismo convergente (se dirigen hacia el eje medio del cuerpo). El extremo opuesto vendría definido por el eje fémoro-tibial en varo en el cual el ángulo formado por el eje fémoro-tibial se invierte y se hace inferior a -177,5°. El eje mecánico pasa, en estas circunstancias, vertical e internamente por los cóndilos femorales. Las rótulas tienden al estrabismo divergente (se dirigen en sentido contrario al eje medio del cuerpo).

EJE ANATÓMICO O "EJE" FÉMORO-TIBIAL

Es el ángulo formado por el eje anatómico del fémur y el eje anatómico de la tibia. El eje anatómico del fémur es una línea recta que pasa longitudinalmente por el centro de la diáfisis femoral. El eje anatómico de la tibia es la recta que pasa longitudinalmente por el centro de la diáfisis tibial desde el centro de la articulación de la rodilla hasta el cuello del astrágalo.

El ángulo entre los ejes femoral y tibial, también llamado "eje" anatómico o "eje" de Mikuliz, es en sus valores normales de 175° ± 2,5° en valgo (se dirige hacia el eje medio del cuerpo), aunque subsisten variaciones fisiológicas dependiendo de la edad, del sexo, y de alteraciones patológicas individuales. Cuando el ángulo de los ejes fémoro-tibiales se invierte hasta valores de -175° ± 2,5° aparece el eje fémoro-tibial en varo (que se dirige en sentido contrario al eje medio del cuerpo).

A lo largo de la vida debe señalarse que en los niños, hasta los dos años y medio, suele darse un ángulo mayor del eje fémoro-tibial en varo. Después de esa edad este ángulo se va modificando de modo que se suele invertir formándose un eje fémoro-tibial en valgo. Aproximadamente entre los 7 y los 9 años, el ángulo tiende a "normalizarse" por cuanto se acerca a los valores considerados normales en el estado adulto, alcanzándose valores de 175° ± 2,5°. Si persiste el aumento del ángulo del eje fémoro-tibial en valgo o en varo después de los 9 años de edad, podremos asumir que el paciente, dado el exceso de la angulación del eje fémoro-tibial, será muy posiblemente un candidato a sufrir con posterioridad artralgias, gonalgias y coxalgias, y frecuentemente candidato a ser sometido a tratamientos quirúrgicos reparadores.

Los valores fisiológicos que alcanza un porcentaje de la población en el proceso de remodelación aparecen tres grupos diferenciados por el proceso de osificación:

a. Un grupo de personas que presentan un eje fémoro-tibial fisiológico.
b. Un segundo grupo de personas que presentan un eje fémoro-tibial en valgo.
c. Un tercer grupo de personas que presentan un eje fémoro-tibial en varo.

Los niños suelen presentar un eje fémoro-tibial en valgo fisiológico hasta los siete años. Si persiste después de los ocho años, ya se considera patológicos, sobre todo los grados de valguismo que hacen que las rodillas se choquen.

Las causabilidad también puede ser múltiple: la braquimetapodia, la fórmula metatarsal, índex minus, el ángulo de rodación transmetatarsal mayor de 64°, el ángulo de anteversión mayor de 15°.

Si el proceso evolutivo del eje fémoro-tibial persiste en valgo y es perseverante en su desarrollo, puede haber patología ósea intrínseca por lo que las epífisis y los cartílagos de crecimiento estarán alterados por las leyes de crecimiento óseo. El cierre de las fisis de crecimiento en el eje fémoro-tibial en valgo, suele ser asimétrico las causas están motivadas frecuentemente por las mismas que provocaban el eje fémoro-tibial en varo, la braquimetapodia o fórmula metatarsal índex minus, pie valgo pronado, hipertonía del sistema-calcáneo-plantar, pie equino-valgo y la inestabilidad de los ligamentos cruzados de la articulación de la rodilla que la convierten en inestable.

En el estudio del eje fémoro-tibial en valgo emplearemos los métodos biométricos descritos para la medición de la deformidad, de los ángulos y la inclinación de las líneas articulares. Las causas del eje fémoro-tibial en varo pueden ser múltiples y su origen puede se femoral o tibial. En el proceso evolutivo de envejecer tiende a la deformación progresiva, aumentando los grados del eje fémoro-tibial el valgo y/o en varo, favoreciendo el proceso degenerativo y patológico meniscal y artrósico.

ESTUDIO RADIOLÓGICO DE LAS DISIMETRÍAS PODO-PÉLVICAS

El estudio radiológico nos informará y nos aportará datos concernientes a las desalineaciones del eje fémoro-tibial. Cuando se hace el estudio radiológico debe abarcar la totalidad de ambas extremidades inferiores completas. La proyección radiológica, debe ser antero-posterior, (telemetría o telerradiografía de extremidades inferiores), (Figura 3) el paciente es importante que esté en posición bípeda estática. Se ha de situar con los talones paralelos y bien pegados en la placa radiológica. Se han de situar ambos pies con el ángulo de Fick simétrico, ambos glúteos contactando con la placa radiológica. Esto nos permitirá hacer la biometría fémoro-tibial de ambos ejes fémoro-tibiales, las distancias femorales, tibiales y valorar si se aprecian disimetrías podo-pélvicas asociadas.

En la exploración física de los pacientes, el estudio y el diagnóstico de las deformidades morfológicas del eje fémoro-tibial se debe hacer en posición estática y en dinámica, con una visión antero-posterior, póstero anterior y de perfil o lateral. En las desviaciones del eje fémoro-tibial, el paciente puede presentar un eje fémoro-tibial en antecurvatum o hiperflexus, o un recurvatum o hiperextensus en relación al eje mecánico que conecta las tres articulaciones, pasando por la porción anterior de la cadera, rodilla y el pie.

Fig 3. Telemetría Extremidades Inferiores

El ángulo de la flexión de la rodilla se forma entre los ejes diafisarios del fémur y de la tibia en las proyecciones radiológicas de perfil o lateral. Su valor medio es de ± 2,5°, las desviaciones estándar por encima o por debajo del valor medio serán patológicas.

Si en la telemetría se apreciasen alteraciones o trastornos de la alineación del eje fémoro-tibial y lesiones del tipo artrósico, o degenerativas, se han de solicitar radiografías simples localizadas para diagnosticar la patología de estas lesiones, que pueden ser epifisarias, ósteo- articulares específicas.

CAUSAS Y CONSECUENCIAS

Las causas y consecuencias de los trastornos del eje fémoro-tibial en varo: se ha de descartar el varismo tibial o la secuelas de la enfermedad de Blount. El cierre de osificación asimétrica de la porción medial de la fisis de crecimiento femoral distal o tibial. Displasias óseas o fibrosas. Consolidación anormal de fracturas de fémur o tibia. Deficiencia tibial congénita. Tratamientos complicados, de distracción de los miembros inferiores, que se incrementan con la edad.

PATOLOGÍA TORSIONAL Y ROTACIONAL DEL EJE FÉMORO-TIBIAL.

La torsión, la rotación y la incurvación de los huesos femorales y tibiales van variando con el desarrollo evolutivo del niño hasta la edad adulta, en que se estabiliza el período de crecimiento o de osificación. Se puede asociar a la anteversión o la retroversión femoral (figura 4) cuando los valores del grado de rotación femoral están en relación al eje anatómico y reside dentro de los valores normales que conciernen a la edad del sujeto. Si el grado de rotación sobrepasa esos valores se le denomina torsión.

Esta torsión estimulará una marcha convergente o aducida si es medial, y divergente o abducida si es lateral.

La torsión puede localizarse en el fémur o en la tibia en sentidos inversos que son las torsiones compensatorias. La alineación del eje fémoro-tibial varía

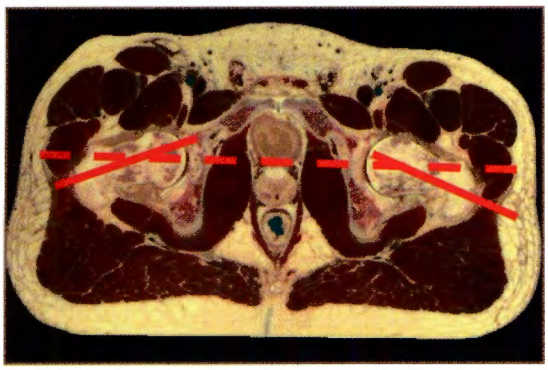


Fig 4. Corte transverso anatómico de cadáver, visualización del ángulo de anteversión

desde la primera fase de la vida embrionaria y fetal en que rota externamente el fémur y la tibia medialmente.

En el feto a término, el ángulo de anteversión femoral puede acercarse entre los 32° y los 52° , para disminuir de forma progresiva a un ritmo aproximado de 1° por año hasta alcanzar una anteversión de 15° en los adultos al final del desarrollo. En el anciano progresa la rotación, torsión, la incurvación, el ángulo de anteversión y el ángulo cérvico diafisario. (Figura 4.1)

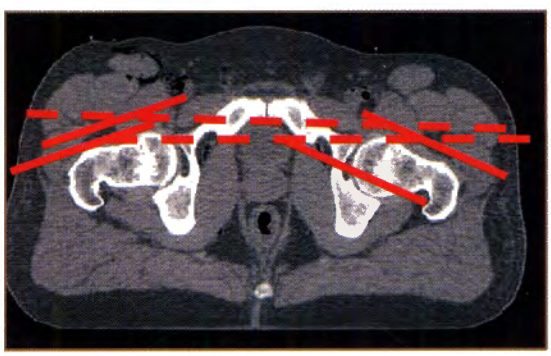


Fig 4.1 Corte transverso anatómico de un Tac, visualización del ángulo

El paciente que presenta una coxa vara, en su proceso evolutivo de envejecer tiende a padecer: coxalgias, artropatías coxo-fémoral, inclusive es candidato a artroplastias de la cadera por "el proceso degenerativo" evolutivo coxo-femoral.

El paciente que presenta una coxa valga, en su proceso evolutivo de envejecer tiende a padecer: coxalgias, artropatías coxo-fémoral, inclusive es candidato a artroplastias de la cadera por el proceso degenerativo evolutivo coxo-femoral y "por la fractura" de la cadera.

POLÍGONO DE SUSTENTACIÓN

El polígono de sustentación es una prueba complementaría económica, rápida y fácil de diagnosticar. Es el cuadrilátero limitado por los bordes externos de ambos pies, en realidad se define como el polígono formado por las líneas que unen la porción posterior de ambos talones y la anterior de ambos antepiés. (Figura 5)

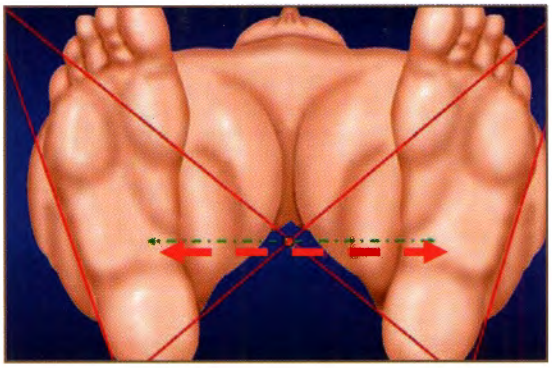


Fig 5. Polígono de sustentación. Imagen cedida por el Dr. Celestino Barastegui

Se trazan dos líneas en diagonal y donde se unen es la proyección del centro de gravedad en posición estática y erecta, el cuerpo se hallará en equilibrio estable únicamente si el eje de gravedad se proyecta en el centro del plano sagital del polígono. Por otra parte esta proyección deberá coincidir con la línea que une las articulaciones de Chopart. El ángulo de abertura bipodal en condiciones de "normalidad" debe ser de aproximadamente 12°.

a. Cuando existe una disimetría podo-pélvica este centro de gravedad se aproximará hacia la extremidad que aparentemente es más corta. O realmente será la más corta.
b. Cuando el ángulo de Fick está disminuido o adducido el centro de gravedad estará más adelantado aproximándose a la zona metatarsal.
c. Cuando el ángulo de fick está aumentado o abducido el centro de gravedad estará más posteriorizado aproximándose a la zona calcáneo talar.
d. Con la edad, estos parámetros tienden a modificarse.

ESTABILOMETRÍA Y PODO-POSTUROGRAFÍA

Estudios biomecánicos informatizados para el estudio y análisis de los trastornos de la estática, de las variaciones cerebelosas y gravitatorias de la proyección del centro gravedad, de las disimetrías podo-pélvica, y el baricentro del centro de las presiones plantares y de las fuerzas soportadas.

ESTABILOMETRÍA

El estudio de la "Estabilometría" se obtiene mediante la adquisición la plataforma de fuerzas dinanométricas, se emplea para detectar o visualizar los desplazamientos del centro de gravedad y los trastornos de la estática. Es evidente que de estos desplazamientos depende del grado de "equilibrio" de la postura fina. El numero de individuos estudiados nos va a permitir incluir los resultados en este estudio, mostramos a continuación, a modo de ejemplo, uno de estos gráficos. (Figura 6)

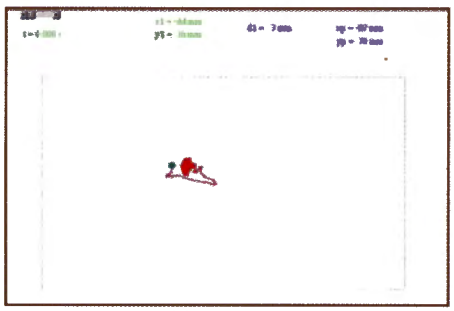


Fig 6. Imagen en la que se observa la gráfica obtenida mediante la plataforma de fuerzas del desplazamiento del centro de gravedad. La gráfica de color rojo indica el desplazamiento gravitatorio tal y como se ha medido en este trabajo

PLATAFORMA DE PRESIONE ESTÁTICA Y DINÁMICA: SISTEMA DE ANÁLISIS BIOMECÁNICOS INFORMATIZADOS WIN-POD.

Este sistema nos permite el estudio podo-posturográfico, y estabilométrico de los trastornos de la estática, podemos analizar las variaciones gravitatorias que se producen con la alteración del sistema neurovegetativo que se ocasiona con el incrementa o no con la edad. En este estudio analizamos la proyección y el desplazamiento del centro gravedad, la disimetría podo-pélvica, y el baricentro del centro de las presiones plantares. También observamos las variaciones gravitatorias de la posición estática. (Figura 6.1)

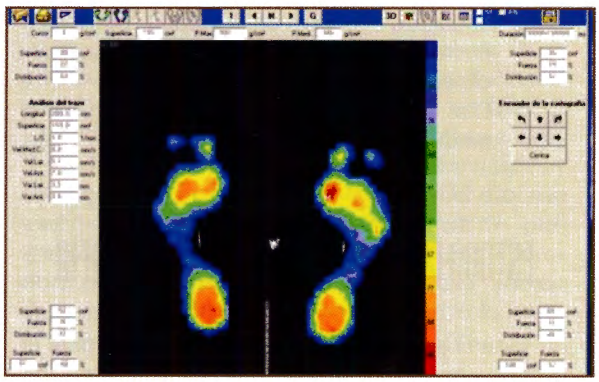


Fig 6.1 Análisis de la baropodometría posturográfica. El centro de gravedad, y el baricentro de las presiones plantares

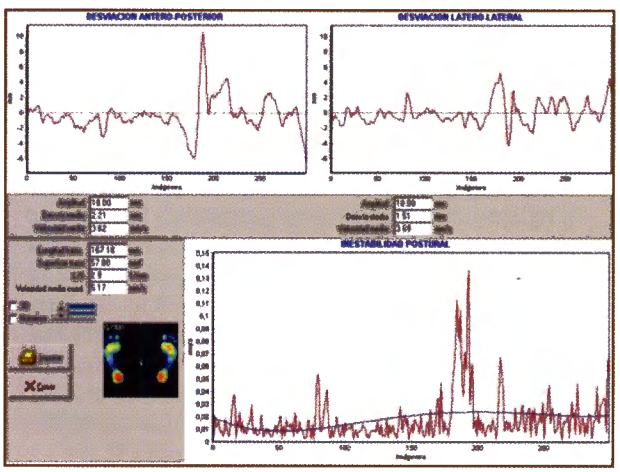


Fig 6.2 Análisis de la posturografía. Análisis de las variaciones gravitatorias ántero-posterior y latero-laterales

GONIÓMETRO GRAVITATORIO Y ROTACIONAL.

Dispositivo construido para el estudio rotacional, tipómetro para la medición de las rotaciones, torsiones e inclinaciones verticales y horizontales. (Figura 7)

Mediante este instrumento original de diseño propio se miden los valores de las rotaciones verticales y las rotaciones horizontales. Está diseñado para medir y evaluar el proceso evolutivo degenerativo rotacional que se genera con la edad.

Fig 7. Imagen en la que se observa el tipómetro para las mediciones mediante el goniómetro gravitatorio y una brújula. Medición de la rotación del eje transmaleolar y la inclinación del eje bimaleolar o transmaleolar

ÁNGULO DE FICK EN DINÁMICA

Se define como ángulo de Fick el formado por el eje del segundo metatarsiano (línea de Meyer) con la línea de progresión en la incidencia de la marcha (siguiendo el plano sagital del cuerpo en línea recta). En condiciones de normalidad, la divergencia llega a unos 12º. Se acepta que en los sujetos que presentan un ángulo de Fick de 12º a 15º, el patrón cinético de la marcha estará dentro de la normalidad. Por el contrario los individuos que presentan un ángulo de Fick menor de 12º tendrán una predisposición a la marcha en aducción. Finalmente, individuos que presentan un ángulo mayor de 15º tendrán una predisposición a la marcha en abducción. (Plas y Viel 2002). Con la edad, este ángulo se modifica y suele aumentar la amplitud progresiva del polígono dinámico de sustentación.

LÍNEA (O ÁNGULO) DE HELBING

Es la unión de dos líneas que se unen en el centro de la articulación posterior calcáneo-astragalino. Una línea imaginaria que va desde el centro del hueco poplíteo hasta la inserción del tendón de Aquiles, y una segunda línea que divide el talón en dos mitades simétricas, obteniendo los grados de desviación del talón. (Siempre se ha de medir con el goniómetro multiusos la reglilla de Perthes sólo mide la desviación talar). Con la edad el ángulo talar tiende a modificarse alterando la biomecánica de la subastragalina, así como la estabilidad tibio-peroneo-astragalina.

BIBLIOGRAFÍA

1. BUCKUP K. - Pruebas clínicas para patología ósea, articular y muscular. Exploración, signos y síntomas. Barcelona: Masson; 2003

2. BUSQUET L. - Las cadenas musculares miembros inferiores. Barcelona: Ed. Paidotribo; 2001

3. DUCROQUET R. ,J. y P. Y COL. - Marcha normal y patológica. Barcelona: Toray Masson; 1972

4. DUFOUR M. - La anatomía más funcional tomo 1 miembro inferior. Barcelona: Ed. Masson; 2003.

5. FENEIS H. , CONTINUADA POR WOLFGANG DAUBER. - Nomenclatura anatómica ilustrada. Barcelona: Ed. Masson; 2000

6. FICK R. - Handbuch des anatomie und mechanik . Alemania: Iéna Gelenk; 1911

7. FUCCI S. , BENIGNI M., FORNASARI V. - Biomecánica del aparato locomotor aplicada al acondicionamiento muscular. Madrid: Elsevier; 2003

8. GÓMEZ PELLICO, L; LLANOS ALCÁZAR, L F: "Los factores activos de la bóveda plantar. Análisis electromiográficos". Rev Ortop Traumatol 1973; 17 IB: 1- 101.

9. HOJOS JV, LAFUENTE R, SANCHEZ-LACUESTA J, PRAT J, SOLER-GRACIA C. El laboratorio de análisis de la marcha humana. Biomecánica de la marcha humana normal y patológica. Valencia: Generalitat Valenciana; 1993

10. INMAN SAUNDERS, Y EBERHART, H. D. 1953. - Los mecanismos de la marcha normal y patológica. Madrid: Baltimore Ed; 2000

11. KAPANDJI AL. - Fisiología articular. Miembro inferior. Madrid: Panamericana; 2001

12. KENDALL FP, KENDALL E, GEISE P. - Músculos, pruebas, funciones y dolor postural. Madrid: 4ª de. Marban; 2000.

13. MARTÍNEZ COLMENA, R. SERRA NAVARRO, L evolución morfológica de las extremidades inferiores en la etapa de crecimiento. Revista Española de Podología 1994; Vol. V: 64-169

14. MCRAE RONALD. Examen Ortopédico Clínico. Barcelona: Salvat Editores; 1980

15. NAPIER JOHN. La historia del caminar humano. Abril 1967

16. MOORE. - Anatomía con orientación clínica. Madrid: Ed. Médica Panamericana; 2003

17. OLLER ASENSIO A.- Biomecánica del pie. Revista Española de Podología 1994; 5: 17-27

18. OLLER ASENSIO A. - El pie valgo. Revista Española de Podología 1992; 3: 225-232

19. OLLER ASENSIO A. - Estudio del proceso evolutivo de la huella plantar. Revista Española de Podología 1995; 3: 173-186

20. OLLER ASENSIO A. - Influencia del ángulo de "A.O.A" con el ángulo de anteversión. Revista El Peu 1989; Nº 37: 73-81

21. OLLER ASENSIO A. - Influencia del pie en el sistema rotacional del eje fémoro-tibial. Revista Española de Podología 1995;6: 418-431

22. OLLER ASENSIO A. - Interrelación de la escoliosis con la extremidad inferior, Asimetría, Heterometría, Dismetría. Revista del Colegio de Podólogos de la Comunidad de Madrid 1999; 3ª Época Vol. I Nº 6: 9 – 16

23. OLLER ASENSIO A. Tipómetros para biometrías. Revista del Colegio de Podólogos de la Comunidad de Madrid 1998; Vol. I Nº 1: 3 – 7

24. PLAS F., VIEL E., BLANC Y. - La marcha humana, la carrera y el salto. Biomecánica, exploraciones, normas y alteraciones. Barcelona: Ed. Masson; 2002

25. RAMIRO J. Adaptación del calzado a la biomecánico del pie. Jano; 1995

26. RUEDA MARTÍN S. - Los desequilibrios del pie. Barcelona: Paidotribo; 2004

27. SAN GIL SORBET A., GÓMEZ PELLICO L., FORRIOL CAMPOS Y COL. Análisis dinámica de la marcha: Estudio de la influencia del calzado en los centros de presión sobre la huella plantar. Revista. El Peu 1996; nº60: 156-162

28. SEIBEL MICHAEL O. Función del pie. Texto programado. España: Ortocen editore; S.A 1994

29. SEIDEL. H., BALL. J., DAINS J. Y COL. - Exploración física. Barcelona: Mosby/Doyma; 1996

30. VILADOT PERICE A, VILADOT VOEGELI A. La marcha humana. Revista Ortopédica de Traumatología; 1990

31. VILADOT A ET AL. Quince lecciones sobre patología del pie. 2ª Ed. Barcelona: Springer-Verlag Ibérica; 2000.

32. VILADOT R., COHI O., CLAVELL S. - Ortesis y prótesis del aparato locomotor 2.1. Extremidad inferior. Barcelona: Masson; 1.994

33. WEIR J. - Atlas de Anatomía Humana. Madrid: Ed Mosby; 2005