

Bases anatomofuncionales de la articulación de la cadera y su relación con la fractura

Anatomic-functional bases of the hip joint and its relation with the fracture

Dr. Ernesto Pérez Triana, Dra. Sandra Bahr Ulloa, MSc. Marena Jordán Padrón, MSc. María Cristina Martí Coruña, Dr. Rolando Reguera Rodríguez

Universidad de Ciencias Médicas de Matanzas. Matanzas, Cuba.

RESUMEN

Introducción: la sobrecarga en la epífisis proximal del fémur genera fuerzas deformantes sobre las características anatómicas, que junto a la pérdida de la masa mineral ósea resultan en la ocurrencia de fracturas. Existe un aumento de la evidencia de que la anatomía de la cadera juega un importante papel en la etiología de la fractura.

Objetivo: sistematizar los conocimientos referentes a las características anatomofuncionales de la articulación de la cadera y su relación con la fractura desde el punto de vista radiológico.

Materiales y métodos: se realizó una investigación documental, cuyo objeto de estudio fueron los textos clásicos de anatomía humana, ortopedia y traumatología, radiología, así como los artículos científicos publicados en las bases de datos informáticas.

Desarrollo: desde hace más de 20 años se estudian las relaciones entre la anatomía imagenológica de la cadera y la ocurrencia de fracturas en esta región. Los estudios que se han realizado sobre las características de los componentes estructurales del hueso, tanto en su configuración interna como externa, demuestran que existe relación entre la anatomía de la articulación de la cadera y la fractura de la misma.

Conclusiones: el conocimiento sobre la estructura anatómica, sus características funcionales y la relación de sus dimensiones con el riesgo de padecer de fractura provee de una base sólida para el entendimiento de los mecanismos de producción de las mismas y el diseño de futuras acciones de intervención para su prevención y tratamiento.

Palabras clave: parámetros radiográficos, anatomía de la cadera, fractura de cadera.

ABSTRACT

Introduction: the overload of the femur proximal epiphysis generates deforming forces on the anatomic characteristics that together with the loss of bone mineral mass result in fractures' occurrence. There is an increase of the evidence that hip anatomy plays an important role in the fracture etiology.

Objective: to systematize current knowledge on the anatomic-functional characteristics of the hip joint and their relation with the fracture from the radiological point of view.

Materials and methods: a documental research was carried; the objective of study were the classical handbooks of Human Anatomy, Orthopedics and Trauma, and Radiology, and also the scientific articles published in medical databases.

Development: the relationship between the hip imaging anatomy and the occurrence of fractures in this anatomical region have been studied for more than 20 years. The studies carried out on the characteristics of the bone structural components, both in their internal configuration as in the external one, showed that there is a relationship between the hip joint anatomy and its fracture.

Conclusions: knowledge on the anatomic structure, its functional characteristics, and the relationship of its dimensions with the risk of suffering a fracture, provides a solid basis for understanding the mechanisms of their occurrence and for the design of future intervention actions to prevent and treat them.

Key words: radiographics parameters, proximal femoral geometry, hip fracture, femoral fracture, hip geometry.

INTRODUCCIÓN

El envejecimiento poblacional ha determinado un aumento en la incidencia de las enfermedades crónicas no transmisibles y en las patologías propias de la edad avanzada. Los cambios fisiológicos son propios de este proceso, pero si concomitan con variantes anatómicas que predisponen a determinadas enfermedades aumenta el riesgo de padecer estas.

Con el envejecimiento, la masa ósea sufre deterioro. El hueso es un órgano dinámico que exhibe una adaptación a los cambios bioquímicos y biomecánicos de su ambiente, y sufre cambios metabólicos que afectan su equilibrio mineral. La sobrecarga en la epífisis proximal del fémur genera fuerzas deformantes sobre las características anatómicas, que junto a la pérdida de la masa ósea resultan en la ocurrencia de fracturas.¹

La incidencia de fractura de cadera está en ascenso producto al envejecimiento poblacional.² En Cuba, más de 1 millón de habitantes pertenecen a la tercera edad y 19,7 % de la población de la provincia de Matanzas tiene más de 60 años. En los últimos años, en esta localidad, se han estructurado grupos investigativos que dedican sus esfuerzos a la descripción de las características clínico epidemiológicas y al trabajo de prevención e intervención comunitaria en relación a la fractura de cadera en la provincia.²

Desde hace más de 20 años se estudian las relaciones entre la anatomía imagenológica de la cadera y la ocurrencia de fracturas en esta región. En los estudios realizados se ha demostrado que los resultados de la densidad ósea mineral y de parámetros anatómicos radiográficos de la geometría de esta articulación tienen valor pronóstico para la ocurrencia de fractura de cadera.²

Con la incorporación de la tecnología digital en las radiografías simples se abre este campo de investigación en Matanzas. Los profesionales de especialidades tanto de imagenología como de Ortopedia y Traumatología deben explotar todas las posibilidades diagnósticas que se derivan del uso de los recursos que se ponen en mano de los especialistas.

Los autores consideran que el conocimiento de las características anatómicas y funcionales de esta región es imprescindible para entender los mecanismos de producción de las fracturas y diseñar acciones para prevenir eficientemente esta patología. El objetivo de este trabajo es sistematizar los conocimientos referentes a las características anatomofuncionales de la articulación de la cadera y su relación con la fractura desde el punto de vista radiológico.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó una investigación documental en la Universidad de Ciencias Médicas de Matanzas, cuyo objeto de estudio fueron los textos clásicos de Anatomía Humana, Ortopedia y Traumatología, Radiología, así como los artículos científicos publicados en las bases de datos SciELO, EBSCO y PUBMED, hasta marzo del 2017, en español e inglés, que abordaron aspectos referentes a las mediciones de parámetros radiográficos de la anatomía de la cadera y su relación con la fractura de esta, en las diferentes aristas que componen el tema como son la radiológica, la ortopédica y en particular la anatómica.

Para ello se emplearon métodos teóricos: histórico-lógico, análisis-síntesis e inducción-deducción para los referentes teóricos del tema, la interpretación de la revisión documental y la progresión de la información en los artículos, de modo que se pudieran extraer las regularidades halladas en la información, para conformar el criterio de los autores acerca del estudio realizado por diferentes investigadores sobre el tema. Dentro de los métodos empíricos se realizó el análisis de artículos científicos afines al tema, de varios autores tanto cubanos como internacionales.

DESARROLLO

Anatomía de la articulación de la cadera

La articulación coxofemoral o de la cadera es una unión sinovial esferoidal en la que participan el fémur y el coxal.² Une la porción libre del miembro inferior al cinturón pelviano y se clasifica por el número de caras articulares como simple. Las superficies articulares son, por una parte, la cabeza del fémur, y por otra el acetábulo del hueso coxal, agrandado por un fibrocartilago articular denominado labro acetabular.

La cabeza del fémur es una eminencia redondeada y lisa que representa cerca de dos tercios de una esfera de 20 a 25 mm de radio. Está soportada por el cuello anatómico, que orienta la cabeza hacia delante, en un ángulo de declinación que oscila generalmente entre 15 y 30 grados. El cuello no está en el eje de la diáfisis y por lo tanto presenta con esta un ángulo de inclinación de 130 grados en promedio.³ En la parte lateral del cuello se encuentra el trocánter mayor y en su parte inferior y posterior el trocánter menor. Estas eminencias están unidas por una cresta y una línea y el conjunto forma el macizo trocantéreo levantado por los músculos yuxtaarticulares.

El acetábulo, es casi hemisférico y presenta dos partes distintas: una articular en forma de media luna, y otra no articular denominada fosa acetabular. El revestimiento cartilaginoso recubre solo la cara articular del acetábulo y el cartilago es más grueso superior que inferiormente. El labro acetabular es un fibrocartilago intraarticular situado en el perímetro del acetábulo. En su inserción en el borde acetabular pasa como un puente, superior a la incisura acetabular transformándola en un orificio denominado agujero isquiopubiano. Se denomina ligamento transversal del acetábulo a esta parte del labro que se extiende de un extremo a otro de la incisura acetabular.⁴⁻⁶

Las superficies articulares se mantienen en contacto por medios de unión que garantizan la estabilidad articular. Estos están representados por la cápsula articular, la membrana sinovial y los ligamentos que las refuerzan.

Anatomía funcional de la cadera

La cabeza femoral, engastada en el acetábulo, se mantiene en posición gracias al rodete acetabular y a la presión atmosférica, que asegura la adaptación de las superficies articulares. Sin embargo, la congruencia de las superficies articulares no es absolutamente perfecta, lo cual entraña variaciones de la presión intraarticular en el curso de los movimientos. Estas variaciones de presión facilitan una buena circulación de los líquidos intra y extraarticulares, indispensables para la biomecánica normal.^{7,8}

En la dinámica funcional de la cadera hay tres aspectos fundamentales que constituyen los ejes de la biomecánica articular: la estabilidad, la estática y la movilidad.

La estabilidad de la articulación constituye la resistencia de la articulación para evitar que se disloquen sus superficies articulares. En la cadera la estabilidad es grande y las luxaciones suelen ser debidas a grandes traumatismos. Hay tres factores responsables de la estabilidad de la articulación de la cadera: la gran

congruencia de los extremos óseos articulares, el desarrollo de la cápsula fibrosa y de los ligamentos y la acción de los músculos periarticulares.

La estática de la articulación tiene que ver con los aspectos biomecánicos que mantienen la articulación inmóvil con el fin de poder asegurar la bipedestación y la marcha bípeda.

La movilidad está muy bien estudiada en los tres grados de libertad de movimiento, representados por sus tres ejes articulares: frontal, sagital y vertical, así como la circunducción como suma de los movimientos angulares. Sin embargo, esta amplia movilidad de la articulación se ve limitada por la función de apoyo que desempeña el fémur en la postura y locomoción verticales.⁶

Estas características de la dinámica articular han impuesto durante la evolución determinadas particularidades en la anatomía de los huesos propias de la especie. El coxal está desarrollado sobre todo en anchura y su cara externa presenta una amplia superficie de inserción para los músculos glúteos.

La cabeza del fémur, al estar separada de la diáfisis por un cuello largo de hasta 4 y 5 cm, presenta una mayor movilidad a la cabeza rodeada por el acetábulo. Esta mayor libertad de movimientos se consigue entonces a coste de una mayor vulnerabilidad frente a las fracturas, que suelen ocurrir en esta región anatómica. Además, cuando se consideran los efectos de la acción muscular sobre la articulación deben tenerse en cuenta la gran longitud del cuello del fémur y la angulación de este con respecto a la diáfisis.

El ángulo de inclinación o cervicodiafisario es normal a 128 grados por término medio. Si el ángulo es claramente inferior a esta cifra se habla de coxa vara y si es claramente superior entonces es coxa valga. La coxa vara se debe a una desproporción entre la carga y la capacidad de resistencia del cuello femoral. El peso del cuerpo recae sobre el cuello del fémur e intenta desplazarlo hacia abajo. En la coxa valga el cuello del fémur se verticaliza por lo que los valores del ángulo de inclinación son mayores.⁶

Estructura ósea interna de la extremidad superior del fémur

En opinión de los autores quien mejor ha ejemplificado y descrito el papel mecánico del cuello del fémur ha sido Rouviere, quien lo compara al de una grúa. La organización del tejido óseo en la extremidad superior del fémur refleja la forma en que se transmiten las cargas a través del hueso y pone de manifiesto las zonas con menor resistencia y, por tanto, las más susceptibles de sufrir fracturas.⁶⁻⁸

Desde la extremidad proximal del fémur las cargas se transmiten a la diáfisis. En el margen lateral, el hueso compacto de la capa cortical de la diáfisis del fémur se agota en la base del trocánter mayor. En el margen medial, la capa cortical es más gruesa y se prolonga por la parte inferior del cuello femoral hasta el límite inferior de la cabeza y forma a esta altura el denominado calcar femoral.⁵

Las trabéculas de tejido óseo esponjoso de la epífisis convergen hacia estas dos columnas de tejido compacto en patrones bien definidos. Por un lado, desde la cabeza femoral se organiza un sistema de trabéculas en forma de abanico que converge hacia el extremo distal del calcar femoral. Por el otro, se establecen dos sistemas de trabéculas dispuestas a modo de ojivas, uno lateral que va del margen inferior de la cabeza hacia la base del trocánter mayor y otro medial que va del vértice del trocánter mayor a la base del trocánter menor.

La organización de las trabéculas óseas motiva que en la parte inferior del cuello quede una zona limitada entre los sistemas en abanico y los ojivales donde las trabéculas carecen de organización específica. Esta zona es un punto débil del cuello del fémur por donde suelen pasar las líneas de fractura y se ha denominado triángulo interno del fémur o triángulo de Ward. El margen superior del cuello no es una zona débil, por estar reforzado por un engrosamiento de la capa cortical que reviste la superficie de la epífisis, denominada lámina compacta supracervical.⁹

Anatomofisiopatología de la fractura de cadera

Con el envejecimiento, la masa ósea sufre deterioro. El hueso es un órgano dinámico que exhibe una adaptación a los cambios bioquímicos y biomecánicos de su ambiente, y sufre cambios metabólicos que afectan su equilibrio mineral. La fortaleza mecánica de un objeto está relacionada con las propiedades del material, su geometría y las condiciones de carga del mismo. Estas reglas físicas básicas se aplican también a la anatomía. La sobrecarga en la epífisis proximal del fémur genera fuerzas deformantes que junto a la pérdida de la masa ósea resultan en la ocurrencia de fracturas. En opinión de los autores esta explicación tan simple es la base física esencial que permite comprender las relaciones de la estructura y función, así como la aparición de patologías.

Las dificultades del examen directo de la articulación de la cadera confieren una gran importancia a la exploración imagenológica. A través de radiografías anteroposteriores y laterales se reconoce el estado de las superficies óseas y de la interlínea articular. Son también usados como medios de estudio la densitometría ósea, la ultrasonografía, la tomografía axial computarizada y la resonancia magnética.⁶ Mediante estos exámenes imagenológicos se pueden estudiar la geometría articular anatómica y la estructura ósea interna. Esta particularidad permite describir las condicionantes anatómicas que hacen de esta articulación más susceptible a fracturarse.

Para un análisis completo de la articulación de la cadera, son numerosos los estudios que plantean como los dos principales componentes que determinan su fortaleza y por tanto sujetos a mediciones: la densidad mineral ósea y la anatomía del hueso, afirmación que comparten los autores de este trabajo.

Densidad mineral ósea

La ciencia ha demostrado que la pérdida de la densidad mineral ósea es el mejor predictor de la ocurrencia de la fractura de cadera, de manera que al aumentar una desviación estándar de la primera aumenta exponencialmente el riesgo de la patología.^{7,8}

A lo largo de los años se han buscado formas de diagnosticar de manera objetiva pacientes con osteoporosis y, por tanto, la posibilidad de identificar la población con mayor riesgo de padecer fractura de cadera. Desde hace más de 20 años se introdujo la densitometría ósea en la práctica clínica y sus criterios diagnósticos están basados en la escala denominada T-score: valores mayores de -1 resultan normales, entre -1 y -2,5 osteopenia y menor de -2,5 determina osteoporosis.⁹

Para la enfermedad osteoporótica ha sido difícil encontrar un tratamiento que actúe a favor de invertir esta situación con el fin de disminuir el riesgo de fractura. Los pocos fármacos que están identificados como medicación viable actúan reduciendo la velocidad de pérdida de la densidad mineral y no en ganancia de la misma.⁴ La disminución de la fortaleza ósea por la pérdida de densidad del hueso es uno de los factores esenciales en la fisiopatología y sobre el que se puede actuar para la

prevención de aparición de estas, sin restarle valor a la predisposición que tenga el paciente por la estructura anatómica ósea de su esqueleto.

Por eso, a la obtención de la densidad ósea, se sumó una herramienta informática que realiza mediciones automáticas a la anatomía de la articulación en las imágenes resultantes denominada Análisis de la Estructura de la Cadera (HSA). La misma motivó en esta etapa una serie de estudios que tuvieron como objetivo validar el programa automático.^{10,11} Aun hoy, en las investigaciones que utilizan la densitometría como herramienta para la obtención y análisis de la anatomía ósea de las imágenes, declaran en la metodología si fueron obtenidas de forma automática o manual.^{12,13} No obstante, todos los avances logrados en el entendimiento de la osteoporosis desde el punto de vista de su asociación con la fractura, la densidad mineral ósea en sí misma no es el factor determinante en la fortaleza del hueso, consideración a la que se suman los autores.¹⁴ Existen también parámetros relacionados con las características anatómicas de la articulación y sus componentes juegan un importante rol en esta entidad patológica.¹⁵

Anatomía radiográfica de la articulación

Las dimensiones de la región proximal del fémur, así como su relación con el acetábulo, también han sido estudiadas desde hace más de 20 años¹⁵ y se han encontrado parámetros de la anatomía de esta articulación, asociados a un incremento del riesgo de fractura, independientes de la densidad ósea.^{16,17}

Han sido utilizados diversos medios diagnósticos para estos estudios. La densitometría ósea ha sido usada desde los primeros reportes de mediciones de la anatomía de la cadera y aún hoy reporta la mayoría de los resultados investigativos.^{17,18} La tomografía axial computarizada (TAC) ha sido también una de las herramientas diagnósticas más empleadas para la descripción de la anatomía de la región proximal del fémur.^{18,19}

No obstante, en muchos países la radiografía simple es el medio diagnóstico más cercano al trabajo diario de los servicios de salud, por lo tanto son numerosas las investigaciones que reportan resultados sobre estas imágenes.²⁰⁻²² Un dato importante es que no se han reportado diferencias notables en las medidas recolectadas por las diferentes herramientas imagenológicas, lo que se refleja en la alta sensibilidad y la especificidad de la fidelidad de los datos comparados entre las mismas.²¹

A consideración de los autores este es uno de los elementos más importantes que sostienen las investigaciones con las radiografías que están hoy a la mano del médico y se subvalora todo el aporte que esta genera y su capacidad de generar datos fieles y de alto valor científico.

Con respecto al tratamiento del género en el diseño metodológico hay diferencias. En muchos casos se trabaja con mujeres solamente por ser el grupo principal de riesgo.^{17,21} aunque otros autores se han dado a la tarea de describir estas variables anatómicas en los hombres.²² No obstante, muchos trabajos utilizan como universo los pacientes atendidos en consultas de ortopedia por lo que describen ambos géneros, con un evidente predominio femenino en estos casos.^{5,19}

Con respecto a las medidas de la anatomía radiográfica de la cadera en particular, la variable más usada en la descripción de la anatomía proximal del fémur es el ángulo cervicodiafisario (ACD). El papel que juega la amplitud del mismo en la biomecánica, es esencial para entender la fisiopatología de estas enfermedades. La inmensa mayoría de los trabajos publicados plantean una relación directamente

proporcional entre el aumento de su dimensión y el riesgo de fractura de cadera e incluso, en algunos casos se reporta una significación estadística para el 99% de confiabilidad.^{21,22}

Con respecto a esta variable en particular existe una contradicción interesante entre la teoría y la medicina basada en la evidencia. En la literatura clásica de Anatomía Humana se expone como término, que las dimensiones del ACD claramente por debajo de los valores normales determinan la estructura de una coxa vara. Estos autores afirman además que esta característica es propia del sexo femenino y que esta tendencia al varismo está dada por las características antropológicas de la pelvis, relacionada con una forma predominantemente ginoide por la disposición y la amplitud en función de la gestación y el parto.⁶

Por otra parte, autores cubanos plantean que, además de las características de la densidad ósea provocada por la osteoporosis, la tendencia al varismo de las caderas de la mujer es el otro de los factores que predispone a este género a la fractura de cadera.^{5,6} A pesar de esta lógica, la evidencia proporcionada por las investigaciones que asocian de manera directa las dimensiones de este ángulo con la presencia de fractura de cadera, han demostrado que es la tendencia al aumento en grados de este lo que se relaciona con el aumento del riesgo de fractura, y no la disminución de su dimensión o coxa vara.

Por su parte, es la estructura interna de la porción proximal del fémur la que realiza la distribución de cargas a través de las trabéculas óseas que forman el entramado de sustancia esponjosa ósea particular de esta región. Precisamente es en este conocimiento esencial sobre los componentes geométricos anatómicos y de densidad mineral, donde se basan los trabajos de determinación de la fortaleza del hueso, así mismo son estas las variables que se emplean para predecir la ocurrencia de fractura de cadera. Los autores consideran que este es uno de los pilares fundamentales en el entendimiento de la relación anatomo-funcional-patológica de la fractura de cadera.

Otra variable frecuentemente analizada en la geometría articular es la longitud del cuello femoral. La misma refleja las dimensiones de la porción proximal del fémur y se relaciona estrechamente con las fracturas por las implicaciones físicas del mecanismo de producción de estas. Aunque se han recogido algunos hallazgos de correlaciones entre su longitud y la afección, existe una falta de consenso en la conceptualización de este parámetro como medida radiológica estándar de la región proximal del fémur.

Algunos estudios miden la distancia existente entre el eje de la diáfisis femoral y el centro de la cabeza del fémur, medida junto al eje central del cuello femoral,^{23,24} mientras otras investigaciones definen como cuello femoral la distancia entre las líneas perpendiculares que cortan al eje de la cadera a nivel del trocánter menor y de la base de la cabeza femoral. Bouma, en 2014 publicaron en el Acta Ortopédica una revisión del tema en un artículo titulado ¿Dónde está el cuello?

La longitud del eje de la cadera (LEC) es la otra medición de la articulación más analizada por los investigadores que se dedican a este tema. Esta medida de carácter femoral y acetabular es la que primero mostró la relación con la presencia de fractura de cadera. Faulkner y col, en 1993, presentaron como principal hallazgo de su investigación que esta variable es mayor en el grupo de pacientes con fractura de cadera.^{25,26} Un año después, este mismo autor publicó otro trabajo donde reportó que una LEC mayor de 116 mm incrementa el riesgo de fractura de cadera.¹⁵ Trabajos en el resto del mundo reportan igualmente, valores mayores en los pacientes fracturados que en el grupo control.^{1,17}

La asociación entre la mayor longitud del eje de la cadera y el riesgo de fractura tiene su fundamento en particularidades anatómicas y funcionales. Desde el punto de vista biomecánico, un ACD más amplio y una mayor LEC hacen que la fuerza absorbida por la región proximal del fémur sea mayor, como resultado del momento angular sobre un brazo largo al producirse un impacto lateral por una caída.²⁷

Por su parte, las dimensiones acetabulares no han sido tan estudiadas. En algunos casos se miden parámetros como el nivel de cobertura de este a la cabeza femoral, para determinar asociaciones entre dimensiones propiamente articulares y la fractura de cadera.⁷ Los autores de esta investigación consideran que se ha menospreciado el valor de la relación coxal-fémur que ha determinado el poco estudio de estas variables y que es una potencial fuente de nuevos resultados. Existen explicaciones físicas que proporcionan la base para la profundización en el estudio de la relación entre los mismos y la presencia de fractura de cadera. El acetábulo, agrandado por el grosor del labro, abarca poco más de una hemiesfera. La cabeza femoral, engastada en este, se mantiene en posición gracias al labro y a la presión atmosférica que asegura la adaptación de las superficies articulares. Una cobertura acetabular amplia garantiza la estabilidad de la articulación y su resistencia a perder la relación anatómica, criterios aportados por los autores.

La utilización de estos parámetros para el análisis de las imágenes digitales obtenidas de los pacientes que acuden a la asistencia hospitalaria, ofrece un valor agregado al uso que la radiografía tiene como examen complementario. El trabajo con las herramientas digitales permite un mejor uso de los recursos materiales que han sido dispuestos para el trabajo hospitalario.

En Cuba, con respecto a esta línea de investigación, el equipo de Álvarez- Cambras en 1996, realizó una caracterización de los valores de densitometría ósea y la predicción de riesgo de padecer fractura de cadera. Este trabajo fue el resultado de una investigación multicéntrica que sirvió de ensayo clínico para la validación del densitómetro óseo Degos 7032 del Complejo Científico Ortopédico Internacional "Frank País García". El estudio consistió en la comparación de la densidad ósea medida en la extremidad distal del radio en dos grupos de personas: uno de 50 voluntarios aparentemente sanos y 39 pacientes con fractura de la cadera. La diferencia entre las medias de los grupos fue significativa. De aquí se concluyó que la magnitud de la densidad ósea es un índice que permite diferenciar los dos grupos y sirve para monitorear el riesgo de fractura de la cadera y anticiparse al trauma de la fractura.²⁸

Por otra parte, la revista cubana de Ortopedia y Traumatología en 2014 publicó el resultado del trabajo del Grupo Insight y el Centro de Investigaciones de la Clínica del Country en Nueva Granada en Colombia, en colaboración con la Línea de Profundización e Internado Especial en Física y Matemática aplicadas a la Medicina en Cuba. Este trabajo cooperativo permitió realizar una caracterización matemática de la enfermedad de Legg- Calvé- Perthes mediante geometría fractal. Fueron analizadas 20 radiografías de pacientes diagnosticados por esta enfermedad de la consulta de Ortopedia y Traumatología de dicho país. Los parámetros permitieron establecer mediciones características de la cabeza del fémur que reflejaron el signo de Cade y la subluxación lateral. Concluyen que la geometría fractal es adecuada para los análisis radiográficos y que es una herramienta matemática más para los diagnósticos ortopédicos por imagenología.

El cálculo de estas variables que han demostrado tener una predicción en el establecimiento de una fractura de cadera debe ser rutinario en el informe de la radiografía. Con la incorporación de la tecnología digital a las radiografías en

Matanzas, se abren las puertas en este campo de investigación. A consideración de los autores, esto permitirá diseñar nuevas acciones de prevención primaria de la ocurrencia de la misma y contribuir a la reducción de los gastos resultantes del establecimiento de una fractura .²⁹

CONCLUSIONES

Los estudios que se han realizado sobre las características de los componentes estructurales del hueso, tanto en su configuración interna como externa, demuestran que existe relación entre la anatomía de la articulación de la cadera y la fractura de la misma. El conocimiento sobre la estructura anatómica, sus características funcionales y la relación de sus dimensiones con el riesgo de padecer de fractura, provee de una base sólida para el entendimiento de los mecanismos de producción de las mismas y el diseño de futuras acciones de intervención para su prevención y tratamiento.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1- Mori S. Femoral neck structure in hip fracture. Clin Calcium. 2006 Dec; 16(12):1947-53. Citado en Pub Med; PMID: 17142923.
- 2- Rego JJ, Hernández CA, Andreu AM, et al. Factores asociados a la fractura de cadera en el hospital clínicquirúrgico "Dr. Salvador Allende". Rev Cubana Salud Pública [Internet]. 2017 Jun [citado 15 Mar 2017]; 43(2):149-65. Disponible en: http://scieloprueba.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-34662017000200003&lng=es
- 3- Amigo P, Rodríguez M. Complicaciones intrahospitalarias de los pacientes intervenidos de fractura de cadera. Rev Méd Electrón [Internet]. 2008 [citado 15 Mar 2017]; 30(5). Disponible en: <http://www.revmatanzas.sld.cu/revista%20médica/ano%202008/vol5%202008/tema1.htm>
- 4- Amigo CP, Rodríguez M. Fractura de cadera en la Atención Primaria de Salud. Rev Med Electrón [Internet]. 2011 [citado 15 Mar 2017]; 33(3):389-94. Disponible en: http://scieloprueba.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1684-18242011000300017&lng=es
- 5- Li Y, Lin J, Cai S. Influence of bone mineral density and hip geometry on the different types of hip fracture. Bosnian journal of basic medical sciences. Jan. 2016; 16(1):6. Citado en Pub Med; PMID: 26773177.
- 6- Rouvière H, Delmas A. Anatomía humana, descriptiva, topográfica y funcional. 11na ed. Francia: Editorial Masson; 2005.
- 7- Andjelković Z, Mladenović D, Vukasinović Z. Contribution to the method for determining femoral neck axis. Srp Arh Celok Lek. 2014 Mar-Apr; 142(3-4): 178. Citado en PubMed; PMID: 24839772.

- 8- Latarjet M, Ruiz-Liard A. Anatomía Humana. 2ª ed. Brasil: Editorial Médica Panamericana; 1996.
- 9- García-Porrero JA, Hurlé JM, et al. Anatomía Humana. España: Mc Graw and Hill; 2005.
- 10- Sainz JA, Alonso MA, Ferreño D. Estudio de la microestructura femoral de pacientes con coxartrosis y con fractura de cadera mediante micro-TAC. Rev Osteoporos Metab Miner [Internet]. Abr-jun 2016 [citado 15 Mar 2017]; 8(2): 75-81. Disponible en: http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1889-836X2016000200005&lang=pt
- 11- Camargo AJ, Arita ES, de Fernández MCC. Comparación de dos métodos radiológicos para evaluación de densidad ósea en mujeres posmenopáusicas. International J Morphology [Internet]. 2015 [citado 15 Mar 2017]; 33(2): 732-6. Disponible en: http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-95022015000200050&lang=pt
- 12- Plischuk M, Inda AM, Errecalde AL. Modificaciones de la estructura ósea del fémur proximal: Análisis de una muestra esquelética. Rev Argentina de Radiología [Internet]. 2014 [citado 15 Mar 2017]; 78(1): 42-8. Disponible en: http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1852-99922014000100007&lang=pt
- 13- Gómez de Tejada MJ . Osteoporosis: definición, tendencia epidemiológica, avances en la fisiopatología y clínica 2014. Osteoporosis [Internet]. 2017 [citado 15 Mar 2017]; 60(2): 8. Disponible en: https://www.clinicalkey.es/service/content/pdf/watermarked/1-s2.0-S030454121470811X.pdf?locale=es_ES
- 14- Sosa M, Gómez de Tejada MJ. El correcto cumplimiento del tratamiento para la osteoporosis: aún nos queda mucho por hacer. Rev Osteoporos Metab Miner [Internet]. 2016 [citado 15 Mar 2017]; 8(1): 3-4. Disponible en: <http://scielo.isciii.es/pdf/romm/v8n1/editorial.pdf>
- 15- Faulkner KG, McClung M, Cummings SR. Automated evaluation of hip axis length for predicting hip fracture. J Bone Miner Res [Internet]. 1994 [citado 15 Mar 2017]; 9: 1065–70. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/7942153>
- 16- Danielson ME, Beck TJ, Lian Y. Ethnic Variability in Bone Geometry as Assessed by Hip Structure Analysis: Findings From the Hip Strength Across the Menopausal Transition Study. J Bone and Mineral Research Mar [Internet]. 2013 [citado 15 Mar 2017]; 28(4). Disponible en: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/jbmr.1781/pdf>
- 17- Lolascon G, Moretti A, Cannaviello G. Proximal femur geometry assessed by hip structural analysis in hip fracture in women. Aging- Clinical and Experimental Research [Internet]. 2015 [citado 15 Mar 2017]; 27(1). Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.1007/s40520-015-0406-4>
- 18- Lee DH, Jung KY, Hong AR. Femoral geometry, bone mineral density, and the risk of hip fracture in premenopausal women: a case control study. Bio Med Central Musculoskeletal Disorders. 2016; 17: 42.

- 19- Elbuken F, Baykara M, Ozturk C. Standardisation of the neck-shaft angle and measurement of age-, gender-and BMI-related changes in the femoral neck using DXA. Singapore Medical J [Internet]. 2012 [citado 15 Mar 2017];53(9): 587-90. Disponible en: <http://web.b.ebscohost.com/ehost/pdfviewer/pdfviewer>
- 20- Frisoli A , Paula AP, Pinheiro M, et al. Hip axis length as an independent risk factor for hip fracture independently of femoral bone mineral density in Caucasian elderly Brazilian women. Bone [Internet]. 2005 [citado 15 Mar 2017]; 37: 871–5. Disponible en: [http://www.thebonejournal.com/article/S8756-3282\(05\)00336-4/abstract](http://www.thebonejournal.com/article/S8756-3282(05)00336-4/abstract)
- 21- Leslie W, Lix L, Morin S. Hip Axis Length is a FRAX and Bone Density Independent Risk Factor for Hip Fracture in Women. J Clinical Endocrinology & Metabolism March [Internet]. 2015 [citado 15 Mar 2017];100(5). Disponible en: https://oup.silverchair-cdn.com/oup/backfile/Content_public/Journal/jcem/100/5/10.1210_jc.2014-4390/4/jcem2063.pdf
- 22- Ripamonti C, Lisi L, Avella M. Femoral neck shaft angle width is associated with hip-fracture risk in males but not independently of femoral neck bone density. British J Radiol [Internet]. 2014 [citado 15 Mar 2017];87: 20130358. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4075525/pdf/bjr.20130358.pdf>
- 23- Boese C, Jostmeier J, Oppermann J, et al. The neck shaft angle: CT reference values of 800 adult hips. Skeletal Radiology [Internet]. 2016 [citado 15 Mar 2017];45(4):455-63. Disponible en: <http://web.b.ebscohost.com/ehost/detail/detail?sid=2d0f3659>
- 24- Maeda Y, Sugano N, Saito M. Comparison of Femoral Morphology and Bone Mineral Density between Femoral Neck Fractures and Trochanteric Fractures. Clin Orthopaedics and Related Research [Internet]. 2011 [citado 15 Mar 2017];469(3):884-89. Disponible en: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3032853/pdf/11999_2010_Article_1529.pdf
- 25- Boese C, Dargel J, Oppermann J, et al. The femoral neck-shaft angle on plain radiographs: a systematic review. Skeletal Radiology [Internet]. 2016 [citado 15 Mar 2017];45(1):19-28. Disponible en: <http://web.b.ebscohost.com/ehost/detail/detail?sid=041ed>
- 26- Mitra A, Khadijeh B, Vida A, et al. Sexing based on measurements of the femoral head parameters on pelvic radiographs. J Forensic And Legal Medicine. 2014;23: 70-75. Citado en PubMed: PMID: 24661710.
- 27- Gluer CC, Cummings SR, Pressman A, et al. Prediction of hip fracture from pelvic radiograph: the study of osteoporotic fractures. The study of osteoporotic fracture research group. J Bone Miner Res. 1994;9:671-7. Citado en PubMed; PMID: 28053396.
- 28- Malavolta N, Frigato M, Mulè R, Ripamonti C. Femoral neck morphology differentiates femoral neck from vertebral or hip osteoporotic fracture. Reumatismo. 2003;55(2):93-7. Citado en PubMed; PMID: 12874642.
- 29- Pulkkinen P, Eckstein F, Lochmüller EM. Association of geometric factors and failure load level with the distribution of cervical vs. trochanteric hip fractures. J Bone Miner Res. 2006 Jun;21(6):895-901. Citado en PubMed; PMID: 16753020.

Recibido: 29/8/17
Aprobado: 4/6/18

Ernesto Pérez Triana. Universidad de Ciencias Médicas de Matanzas. Carretera Central Km102. Correo electrónico: sandrab.mtz@infomed.sld.cu

CÓMO CITAR ESTE ARTÍCULO

Pérez Triana E, Bahr Ulloa S, Jordán Padrón M, Martí Coruña MC, Reguera Rodríguez R. Bases anatomofuncionales de la articulación de la cadera y su relación con la fractura. Rev Méd Electrón [Internet]. 2018 May-Jun [citado: fecha de acceso]; 40(3). Disponible en: <http://www.revmedicaelectronica.sld.cu/index.php/rme/article/view/2466/3868>