

III CONGRESO DE MEDICINA FAMILIAR

Título: La anatomía articular como factor de riesgo de fractura de cadera y su determinación radiográfica.

Autores: Dra. Sandra Bahr Ulloa¹, Dr. Ernesto Pérez Triana¹, Katia Guisado Zamora¹.

Universidad de Ciencias Médicas de Matanzas, Cuba

Contacto: sandrab.mtz@infomed.sld.cu

Resumen

Introducción: Existe un aumento de la evidencia de que la estructura geométrica de la anatomía de la cadera juega un importante papel en la ocurrencia de la fractura.

Objetivo: Sistematizar los conocimientos más actuales referentes a las características anatómicas de los parámetros radiográficos de la articulación de la cadera y su relación con la fractura.

Métodos: Se realizó una investigación documental, con los artículos científicos publicados en las bases de datos médicas informáticas como PubMed, Ebsco and ScieLo, así como los textos clásicos de Anatomía Humana y Ortopedia y Traumatología.

Resultados: 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 y en Cuba se inician las investigaciones. Los parámetros radiográficos más usados son el ángulo cervicodiafisario, el eje de la cadera, así como el largo y el ancho del cuello femoral. Los estudios demuestran que algunas de estas variables permiten predecir la ocurrencia de fractura de cadera y su posible variante dependiendo de las características anatómicas.

Conclusiones: El conocimiento de las particularidades de la anatomía y de las características biomecánicas de la cadera, permite establecer una base para la comprensión de los factores que afectan esta articulación. Existe una asociación entre las dimensiones de esta articulación y la ocurrencia de fractura de cadera.

Introducción

En Cuba, más de 1 millón de habitantes pertenecen a la tercera edad y la incidencia de fractura de cadera está en ascenso producto al envejecimiento poblacional. Se estima que en el país anualmente ocurren 12 000 fracturas de cadera. En los últimos años se han estructurado grupos investigativos que dedican sus esfuerzos a la descripción de las características clínicoepidemiológicas en la atención secundaria y al trabajo de prevención e intervención comunitaria en relación a esta patología.^{1, 2}

Entre los factores de riesgo conocidos podemos citar como más influyentes la edad avanzada, el sexo femenino y la osteoporosis.³ Sin embargo, la estructura geométrica de la anatomía de la cadera es uno de los elementos que influencia la fortaleza o debilidad de la articulación y es poco conocida entre los especialistas como factor de riesgo, aunque su estudio y caracterización no son tan recientes.

Las dimensiones del ángulo cervicodiafisario, la longitud del cuello femoral y del eje de la cadera, así como el ancho del acetábulo son algunos de los factores que influyen en la presencia o no de fractura de cadera.⁴ Algunas investigaciones han demostrado a través del análisis de parámetros radiográficos, la independencia de estas medidas articulares de los valores de la densidad ósea y las escalas clínicas de riesgo.^{5, 6}

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. El *objetivo* de este trabajo es sistematizar los conocimientos más actuales referentes a las características anatómicas de los parámetros radiográficos de la articulación de la cadera y su relación con la fractura.

Métodos

Se realizó una investigación documental cuyo objeto de estudio fueron los artículos científicos publicados en las bases de datos SciELO, EBSCO y PUBMED, hasta junio de 2019, en español e inglés, que abordaron aspectos referentes a mediciones de

parámetros radiográficos de la anatomía de la cadera y su relación con la fractura de esta, en las diferentes aristas como son la radiológica, la ortopédica y la anatómica.

Los artículos digitales se recogieron y se combinaron en el gestor bibliográfico Endnote, se descartaron los duplicados y se completaron 84 artículos. Se dividieron entre los investigadores y se escogieron los artículos más específicos sobre el tema para ser referenciados en este trabajo.

Para el análisis 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.

Desarrollo

Anatomía articular de la cadera

La articulación de la cadera es una unión sinovial entre la porción libre del miembro inferior al cinturón pelviano, entre los huesos fémur y el coxal. Las superficies articulares se mantienen en contacto por medios de unión como la cápsula articular, la membrana sinovial y los ligamentos que las refuerzan. La estabilidad de la articulación constituye la resistencia de la articulación para evitar que se disloquen sus superficies articulares.⁷

Son factores de riesgo conocidos para la ocurrencia de fractura de cadera no solo la edad avanzada y el sexo femenino, sino también la presencia de osteoporosis. La ciencia ha demostrado que la pérdida de la densidad mineral ósea es el mejor predictor de la ocurrencia de la fractura de cadera. A densitometría ósea se suma 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.

El conocimiento de la anatomía articular individual, a través de una radiografía de pelvis, es un tratamiento personalizado al paciente, porque a través de las mediciones de los parámetros radiográficos de la misma se puede predecir el riesgo de padecimiento de fractura de cadera que tiene el individuo ante un traumatismo. Los

parámetros radiográficos más utilizados se muestran en la figura 1. La medida más frecuente en la descripción de la anatomía proximal del fémur, presente en todas las investigaciones revisadas es el ángulo cervicodiafisario. La distancia que forman el cuello junto a la cabeza femoral denominado eje femoral y la longitud del eje de la cadera son también parámetros frecuentemente estudiados, así como las medidas acetabulares.^{5,8}

Parámetros radiográficos y su relación con la fractura de cadera

Con el término genérico fractura de cadera se describen las fracturas que se producen en la extremidad proximal del fémur.⁹ El valor predictivo de parámetros radiográficos con respecto a la ocurrencia de fractura de cadera fue documentado por primera vez por Faulkner y col en 1993. También Cummings y su equipo han trabajado la anatomía radiográfica de la cadera por más de 20 años y son referencia obligada. Otros investigadores como Peacock y Gnudi también han trabajado desde esa época.

El estudio de las características del ángulo cervicodiafisario (NSA por sus siglas en inglés “neck-shaft angle”) acompaña las primeras publicaciones sobre el tema. Este ángulo se forma en la intersección de una línea trazada a través del eje medio de la diáfisis del fémur y otra línea a lo largo del eje medio de la cabeza y el cuello femoral. Los valores normales oscilan entre 115 y 140 grados para el adulto normal, con una media de 127 grados.⁷ En 2016 en un estudio imagenológico realizado a 800 pacientes, sus autores describieron el valor de media del NSA en 130 grados.¹⁰ Un estudio brasileño de Soares de Farias y col. en 2015 concluyó como valores medios 130,47 grados.¹¹

La gran mayoría de los trabajos revisados reportan como resultado la amplitud del NSA mayor en los grupos de pacientes con fracturas. Ripamonti y col, en un trabajo realizado en el Instituto Ortopédico Rizzoli de Bologna en Italia, presentaron que el NSA de los pacientes sin fractura mostró una media de $125,3 \pm 4,9$ de desviación estándar (DE), así como los pacientes con fractura en $127,2 \pm 6,2$.¹²

En una investigación conducida por Nayak y col, se analizaron las dimensiones del NSA donde resultó el valor de la media de los pacientes fracturados de $132,76 \pm 3,15$ grados y en el grupo control de $128,76 \pm 3,6$ grados.¹³ Por su parte, en un estudio realizado por

Hu y col en 2018, mostraron la caracterización entre los diferentes tipos de fractura. El NSA presentó en los pacientes con fractura de cuello $137,63 \pm 4,56^\circ$ y en los pacientes con fractura intertrocanterica $132,07 \pm 4,17$ con $p < 0,001$.¹⁴

No obstante, la comparación entre los valores del NSA es el que arroja resultados diferentes. Algunos estudios presentan la media de la amplitud del NSA entre 126 y 127 grados y otra serie de trabajos asiáticos muestra una media de valores mayores de 130 grados. En opinión de los autores, estos datos deben estar relacionados a factores como la afinidad ancestral del grupo seleccionado en la investigación. Las diferencias entre las medias y los análisis de dispersión de datos varían mucho entre los países y sobre todo por la afinidad ancestral de los individuos.

En un análisis realizado por Sultan y col en 2018 sobre los resultados de las medidas anatómicas del fémur en cadáveres reporta que, en comparación con respecto al género, el NSA en las mujeres es de menor valor que en los hombres. En el resultado de su propia investigación la media del NSA en $133,3 \pm 6,83$ en los hombres y $129,5 \pm 7,38$ grados en las mujeres para un valor de $p=0,0079$. En este mismo estudio referido, con respecto a la lateralidad, el estudio mostró una media del NSA en $132,4 \pm 7,48$ grados en el fémur derecho y $131,5 \pm 6,99$ grados para el fémur izquierdo.¹⁵

Con respecto a estos resultados recogidos en la revisión actualizada en el tema los autores consideran necesario abordar la contradicción interesante que se plantea entre la teoría y la medicina basada en la evidencia.

Es una conclusión de biomecánica teórica que a mayor angulación de una palanca (lo que se traduce en una disminución en grados entre sus componentes), disminuye la resistencia de la misma y trae como resultado una zona de debilidad en la angulación. Sin embargo, a pesar de esta lógica, la evidencia proporcionada por las investigaciones que asocian las dimensiones del NSA con la fractura de cadera, han demostrado lo contrario. La tendencia al aumento en grados del ángulo es lo que se relaciona directamente con el aumento del riesgo de fractura, y no la disminución de su valor.¹⁶

Por otro lado, cuando las dimensiones del NSA están claramente por debajo de los valores normales, se denomina a esta forma coxa vara.⁷ Se conoce que este rasgo es propio del sexo femenino, debido a las características antropológicas de la pelvis

ginoide por la amplitud en función de la gestación y el parto. Sin embargo, ha sido demostrado por la medicina basada en la evidencia, que la mayor incidencia de la fractura de cadera en mujeres no es resultado de las características anatómicas ginoide de la disposición en varo de la cadera como factor de riesgo, como describen algunos autores.

Estos detalles los resolvió la naturaleza con la forma propia del hueso. La estructura interna de la porción proximal del fémur realiza una distribución de cargas a través de las trabéculas óseas que forman el entramado de sustancia esponjosa ósea de esta región. Las líneas de fuerzas y de tensión, así como su disposición desde el coxal al fémur determinan la fortaleza de la articulación.⁷ El grosor de la cortical en esa zona y el cóncavo del fémur, le confieren también resistencia y, por tanto, han sido objeto de numerosas investigaciones en su asociación con la fractura de cadera. Los autores reafirman que este conocimiento básico permite la comprensión de esta patología. Son, por tanto, los componentes anatómicos y de densidad ósea los que determinan la fortaleza del hueso y los que se analizan para predecir la sensibilidad a la ocurrencia de fracturas.

La otra medición radiográfica que ha despertado más interés es la longitud del eje de la cadera (HAL por sus siglas en inglés “hip axis length”). El mismo es la distancia existente entre el extremo más interno del coxal en el trasfondo acetabular y la región más lateral de la base del trocánter mayor, medida junto al eje central del cuello femoral. Esta medida fue la que primero mostró la relación con la presencia de fractura de cadera.

En el trabajo de Faulkner y col en 1994 reportó que una HAL mayor de 116 mm incrementa el riesgo de fractura de cadera. Décadas después aún se sigue reportando en trabajos de todo el mundo, valores mayores en los pacientes fracturados que en el grupo control. Más recientemente se han publicado otros estudios donde plantean la capacidad de esta variable de predecir la fractura de cadera independientemente de la densidad ósea del individuo como uno de sus resultados más importantes.^{17, 18}

En un estudio realizado en 2016 por Leslie y col. usando la base de datos de densidad ósea del estudio de Manitoba, encontraron valores mayores de HSA en los hombres

con fractura $123,0 \pm 7,6$ mm que en los no fracturados $121,3 \pm 7,4$ mm, así como en las mujeres con $106,9 \pm 6,2$ mm contra $104,6 \pm 6,2$ mm, con un valor de $p < 0,001$.¹⁷ Otro valor estadísticamente significativo lo encontró Lee y col. en ese mismo año que describieron como media de la HAL en pacientes con fractura $105,72 \pm 4,8$ mm de DE contra $101,80 \pm 4,9$ mm en el grupo control, para una $p = 0,02$.¹⁹

En 2018 Fajar y col publicaron un meta-análisis de los estudios publicados en las bases de datos de PubMed y Embase hasta mayo de 2017 para determinar la fortaleza de la asociación entre la geometría femoral y la fractura de cadera del cuello femoral. En la misma concluyen que existe una fuerte evidencia que el elevado valor del HAL y el NSA resultan ser factores de riesgo para la fractura de cuello femoral.¹⁸

La asociación entre las mayores dimensiones de ambos parámetros anatómicos y el riesgo de fractura tiene su fundamento teórico desde el punto de vista biomecánico. Si se produjera un impacto lateral en la articulación por una caída, como resultado de ese momento angular, un NSA más amplio y una mayor HAL, actuando como un brazo largo, hacen que la fuerza absorbida por la región proximal del fémur sea mayor y, por tanto, se incremente potencialmente el riesgo de fractura de cadera.

Otro parámetro estudiado es la longitud del eje femoral, descrita como la distancia existente entre el extremo de la cabeza femoral y la región más lateral de la base del trocánter mayor, medida junto al eje central del cuello femoral. El eje femoral tiene la particularidad de estar influenciado por la longitud del cuello y es a su vez parte del eje de la cadera, la principal variable que ha demostrado su asociación con la presencia de fractura, por lo tanto, esta medida no ha resultado factible a la aplicación médica.

Las dimensiones del cuerpo o diáfisis también han sido estudiadas, como lo son el diámetro de la diáfisis y el grosor de la cortical femoral, medido en el extremo superior del cuerpo, el cual igualmente se asocia con los estudios de densitometría ósea. Otras variables menos estudiadas son las que se relacionan con las dimensiones trocántéricas, a pesar que a partir de estas se clasifican los grupos de fractura de cadera según la relación del trazo de fractura con los macizos trocántéricos o con el cuello. A consideración de los autores en este tema hay todavía campo para estudiar.

Las dimensiones acetabulares tampoco han sido tan estudiadas. En algunos casos se miden parámetros como el ancho y profundidad acetabular, así como el nivel de cobertura de este a la cabeza femoral, con el interés de determinar asociaciones entre dimensiones articulares y la fractura de cadera. Más recientemente se han incorporado medidas como la distancia de la lágrima acetabular, el grado de versión acetabular, el ángulo centro- borde del acetábulo y el espacio articular acetabular.^{8, 12}

En el congreso internacional Cuba Salud 2018, se presentó un estudio cubano de la relación de los parámetros anatómicos radiográficos y la fractura de cadera. El ancho acetabular, medido como la distancia entre el borde acetabular inferior y el punto más superior del borde lateral del acetábulo, en los pacientes no fracturados los valores fueron $63,9 \pm 5,7$ mm de DE y en los que presentaron fractura de cadera fue de $60,2 \pm 4,4$ mm. En el análisis de asociación con el Test de T de Student resultó para una $p=0,05$.²⁰

Las características anatómicas explican estos fenómenos. 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.⁷

El análisis de la anatomía es un tema para debate, con muchas aristas y aplicaciones que se desarrollan progresivamente hoy en el mundo y al cual se debe incorporar Cuba que, a consideración de los autores, tiene potencial para generar resultados en este campo. En Vietnam se ha comenzado a utilizar la ingeniería inversa, que busca primero las necesidades del país de diseñar prótesis para caderas adecuadas a las dimensiones de la población, para luego producirlas y auto abastecer la industria médica.²¹

En Cuba no se han encontrado estudios previos que se enfoquen en la descripción anatómica de la articulación y su relación con la fractura de cadera, por lo que el trabajo en esta área se hace necesario para contribuir al uso óptimo de la tecnología digital que hoy se pone en las manos de los especialistas. En opinión de los autores, este

conocimiento debe motivar posteriormente el diseño de acciones de identificación de grupos de riesgo, promoción y prevención de ocurrencia de la fractura de cadera.

Conclusiones

El conocimiento de las particularidades de la anatomía y de las características biomecánicas de la cadera permite establecer una base para el entendimiento de los factores que afectan esta articulación. La diferencia entre sus componentes predispone a la ocurrencia de fractura de cadera, datos recogidos por evidencias científicas en investigaciones que así lo han reflejado. Existe relación entre las dimensiones de los parámetros anatómicos radiográficos de la articulación de la cadera y la predisposición a padecer de fractura de cadera.

Anexos

- Ángulo cervicodiafisario-----ADJ
- Largo del cuello femoral -----CD
- Ancho del cuello femoral-----HI
- Longitud del eje femoral -----BE
- Longitud del eje de la cadera -AE
- Ancho acetabular -----FG
- Profundidad acetabular -----AC

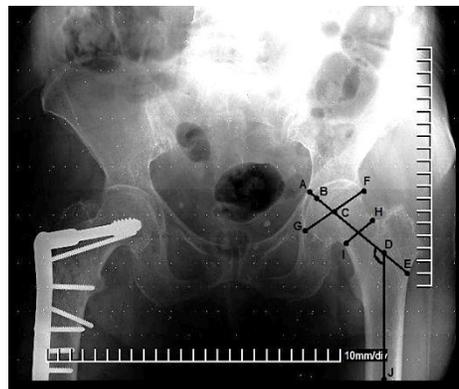


Figura 1: Algunos parámetros radiográficos de la articulación de la cadera

Bibliografía

- ¹ Gómez Sarduy A, Morales Piñeiro S, López Gonzáles M, Mata Cuevas R. Acciones educativas para prevenir fracturas de cadera por caídas. Revista Cubana de Ortopedia Y Traumatología 2018, 31(2). Disponible en: <http://www.revortopedia.sld.cu/index.php/revortopedia/article/view/98>
- ² Amigo Castañeda P. Fractura de cadera. Sitio web. Infomed. Centro Provincial de Información Ciencias Médicas Matanzas. [consultado 2019 Jul 2] Disponible en: <https://instituciones.sld.cu/cpicmmtz/fractura-de-cadera>
- ³ Piñeiro SM, Estévez LM, Morera TM, Espinosa LB, Cuevas RM, Carro RD. Comorbilidad y mortalidad por fractura de cadera en la región noroeste de Villa Clara. Acta Médica del Centro 2019, 13(3), 409-416. Disponible en: <http://www.revactamedicacentro.sld.cu/index.php/amc/article/view/945>
- ⁴ Grygorieva NV, Povoroznyuk VV, Povoroznjuk VV, Zubach OB. Proximal Femoral Geometry and the Risk of Fractures: Literature Review. Pain Joints Spine 2018; 7(4):

152-165 doi: 10.22141/2224-1507.7.4.2017.121226

<http://pjs.zaslavsky.com.ua/article/view/74088>

- ⁵ Leslie W, Lix L, Morin S, Kanis J. Hip Axis Length is a FRAX and Bone Density Independent Risk Factor for Hip Fracture in Women. *Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism* March 2015; 100(5): jc20144390. Disponible en: https://oup.silverchair-cdn.com/oup/backfile/Content_public/Journal/jcem/100/5/10.1210_jc.2014-4390/4/jce
- ⁶ Imren Y, Sofu H, Dedeoğlu SS, Desteli EE. Predictive value of different radiographic parameters evaluating the proximal femoral geometry for hip fracture in the elderly: what is the role of the true moment arm? *Archives of Medical Science-Civilization Diseases* June 2016, 1(1), 58-62. DOI: 10.5114/amscd.2016.60904
- ⁷ Rouviere H, Delmas A. *Anatomía humana, descriptiva, topográfica y funcional*. 11na ed. París, Francia: Editorial Masson. 2005.
- ⁸ 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; 40(3). Disponible en: <http://scielo.sld.cu/pdf/rme/v40n3/rme170318.pdf>
- ⁹ Viveros-García JC, Torres-Gutiérrez JL, Alarcón-Alarcón T, Condorhuamán-Alvarado PY, Sánchez-Rábago CJ, Gil-Garay E, González-Montalvo JI. Fractura de cadera por fragilidad en México: ¿En dónde estamos hoy? ¿Hacia dónde queremos ir? *Acta Ortopédica Mexicana* 2019, 32(6), 334-341. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/cgi-bin/new/resumen.cgi?IDARTICULO=85427>
- ¹⁰ Boese C, Dargel J, Oppermann J, Eysel P, Scheyerer M, Scheyerer M, et al. The femoral neck-shaft angle on plain radiographs: a systematic review. *Skeletal Radiology* 2016, Jan; 45(1): 19-28. ISSN: 0364-2348 DOI: 10.1007/s00256-015-2236-z Disponible en: <http://web.b.ebscohost.com/ehost/detail/detail?sid=041ed>
- ¹¹ Soares de Farias TH, Quadros Borges V, Soares de Souza E, Miki N, Abdala F. Radiographic study on the anatomical characteristics of the proximal femur in Brazilian adults. *Rev bras ortop* Jan-Feb. 2015; 50 (1). <http://dx.doi.org/10.1016/j.rboe.2015.02.001>
- ¹² 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 Journal Radiol* 2014; 87:20130358. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4075525>
- ¹³ Nayak L, Senapati S, Panda SK, Chinara PK. Morphometric study of proximal femur in fractured and non-fractured post menopausal women. *Asian J Pharm Clin Res* April 2017; 10(4):313-316 DOI: 10.22159/ajpcr.2017.v10i4.16761
- ¹⁴ Hu ZS, Liu XL, Zhang YZ. Comparison of Proximal Femoral Geometry and Risk Factors between Femoral Neck Fractures and Femoral Intertrochanteric Fractures in an Elderly Chinese Population. *Chin Med J (Engl)*. November 2018; 131(21): 2524–2530 <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6213826>
- ¹⁵ Sultan SI, Joshi VS, Diwan CV. Proximal femoral geometry and its clinical relevance in Indians - A radiological study. *Indian Journal of Clinical Anatomy and Physiology* Jan-Mar 2018; 5(1): 107-111. DOI: 10.18231/2394-2126.2018.0024
- ¹⁶ Kazemi SM, Qoreishy M, Keipourfard A, Minator Sajjadi M, Shokraneh S. Effects of Hip Geometry on Fracture Patterns of Proximal Femur. *Arch Bone Jt Surg*. 2016 Jun; 4(3):

248–252. PMID: PMC4969372 PMID: 27517071

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4969372/>

- ¹⁷ Leslie WD, Lix LM, Morin SN, Johansson H, Odén A, McCloskey EV, Kanis JA. Adjusting Hip Fracture Probability in Men and Women Using Hip Axis Length: the Manitoba Bone Density Database. *J Clin Densitom.* 2016 Jul-Sep;19(3):326-31. PMID:26257267.
Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26257267>
- ¹⁸ Fajar JK, Taufan T, Yarif M, Azharuddinc A. Hip geometry and femoral neck fractures: A meta-analysis. *Journal of Orthopaedic Translation* April 2018; 13: 1-6.
doi.org/10.1016/j.jot.2017.12.002
- ¹⁹ Lee DH, Jung KY, Hong AR, Kim JH, Kim KM. 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 DOI 10.1186/s12891-016-0893-2
- ²⁰ Bahr Ulloa S, Pérez Triana E, Ponce de León Narváez R. Asociación entre parámetros radiográficos de la geometría de la cadera y presencia de fractura. *Cuba Salud* 2018, <http://www.convencionsalud2018.sld.cu/index.php/convencionsalud/2018/paper/view/512/359>
- ²¹ Nguyen T. Measuring geometric parameters of proximal femur by using reverse engineering. *MM Science Journal* March 2019; (01):2761-2766. DOI: 10.17973/MMSJ.2019_03_2018111