Morfología y morfometría ósea de la cadera en población adulta de la ciudad de Bogotá-Colombia

Mónica Alejandra Arias Reina

Universidad Nacional de Colombia

Facultad de Medicina, Maestría en Morfología Humana

Bogotá, D.C, Colombia

2021

Morfología y morfometría ósea de la cadera en población adulta de la ciudad de Bogotá-Colombia

Mónica Alejandra Arias Reina

Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar al título de:

Magíster en Morfología Humana con Énfasis en Anatomía

Director:

Doctor, Luis Enrique Caro Henao

Universidad Nacional de Colombia

Facultad de Medicina, Maestría en Morfología Humana

Bogotá, D.C, Colombia

2022

Dedicado a:

Mi familia, por su apoyo incondicional y creer en mí siempre. Mi compañero de vida por su comprensión y colaboración infinita

Agradecimientos

Al doctor Luis Enrique Caro, tutor y director de este trabajo, por sus valiosas enseñanzas, colaboración, comprensión y acompañamiento en el proceso.

A mis maestros de la Universidad Nacional de Colombia por su respaldo y enseñanzas recibidas durante el pregrado que me permitieron llegar hasta aquí.

A mis amigos, me dieron su apoyo moral en este logro, y siempre estuvieron ahí para alentarme.

A la Clínica 94 y Clínica Colsubsidio Calle 100 por facilitar proyectos de investigación que permiten generar crecimiento académico.

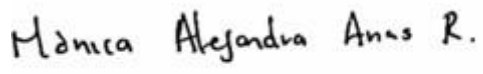
Declaración de obra original

Yo Mónica Alejandra Arias Reina, declaro lo siguiente:

He leído el Acuerdo 035 de 2003 del Consejo Académico de la Universidad Nacional. «Reglamento sobre propiedad intelectual» y la Normatividad Nacional relacionada al respeto de los derechos de autor. Esta disertación representa mi trabajo original, excepto donde he reconocido las ideas, las palabras, o materiales de otros autores.

Cuando se han presentado ideas o palabras de otros autores en esta disertación, he realizado su respectivo reconocimiento aplicando correctamente los esquemas de citas y referencias bibliográficas en el estilo requerido. He obtenido el permiso del autor o editor para incluir cualquier material con derechos de autor (por ejemplo, tablas, figuras, instrumentos de encuesta o grandes porciones de texto).

Por último, he sometido esta disertación a la herramienta de integridad académica, definida por la universidad.



Fecha: 15/09/2021

TABLA DE CONTENIDO

Pág.

Resumen vi

Abstract... ix

Índice de tablas xi

índice de figuras xii

Abreviaturas xiii

1. Introducción 1

2. Formulación del problema 3

3. Objetivos 4

4. Justificación 5

5. Marco Conceptual 7

6. Metodología 14

6.1 Criterios de inclusión y exclusión 14

6.2 Variables 16

6.3 Procedimientos para la recolección de datos 22

7. Fuentes de información 26

8. Estimación tamaño muestral 27

9. Análisis estadístico 28

10. Presupuesto del estudio 29

11. Cronograma de actividades 30

12. Aspectos éticos 31

13. Resultados 32

14. Discusión 35

15. Limitaciones 38

16. Conclusiones... 39

17. Referencias bibliográficas..... 40

Resumen

Introducción: La caracterización anatómica de la cadera ha demostrado ser significativamente variable entre grupos poblacionales (1,2,3); estas diferencias morfológicas están asociadas a factores intrínsecos como la edad, el sexo y la etnia, o factores extrínsecos como el medio ambiente y el estilo de vida (4,5). Existen múltiples estudios descriptivos de la geometría del fémur proximal y el acetábulo en diferentes países y grupos de individuos pertenecientes a una etnia, sin embargo, el conocimiento de la morfología y morfometría ósea de la cadera en la ciudad de Bogotá procede principalmente de estos estudios centrados en población extranjera ya que no existe ninguna descripción anatómica de la cadera en la actualidad basada en nuestra población. Teniendo en cuentas estas diferencias y variabilidad, este estudio tiene como objetivo describir la morfología y morfometría ósea de la cadera en adultos sin patología articular que permita ser aplicada para detectar tempranamente anomalías estructurales y mejorar los enfoques de tratamiento.

Métodos: Se realizó un estudio descriptivo por medio de radiografías simples AP de cadera, obtenidas en los últimos 2 años de la base de datos de dos instituciones privadas de la ciudad de Bogotá. Se incluyó un total de 61 pacientes, para un total de 121 caderas (89 de mujeres y 32 de hombres). Los parámetros morfológicos y morfométricos de la cadera evaluados fueron: orientación acetabular (profundidad, ancho, y relación de profundidad/ancho acetabular), morfología femoral (longitud del cuello y diámetro de la cabeza del

fémur), alineación femoral (ángulo de la diáfisis del cuello femoral), cobertura acetabular (ángulo centro borde lateral) y asfericidad de la cabeza femoral (ángulo alfa)

Resultados: Todas las variables analizadas obtuvieron diferencias relacionadas con el sexo**.** Los hombres mostraron valores medios superiores excepto para el ángulo alfa (mujeres: 53,2°; hombres: 49,2°). Con relación a las medidas de orientación acetabular: ancho y profundidad acetabular, estos resultados son similares con respecto a la población estudiada en china (profundidad acetabular: mujeres: 27,6 mm; hombres: 31,9 mm en Bogotá y mujeres: 29.65 mm; hombres: 32.76 mm en China) (ancho acetabular: mujeres: 57,2 mm; hombres: 63,4 mm en Bogotá y mujeres: 57.86 mm; hombres: 64.27 mm en China). El fémur resultó ser más corto (30. 47 mm), la cabeza femoral más pequeña (50.71 mm) y el desplazamiento femoral (41.84 mm) fue menor en esta muestra en comparación con las poblaciones revisadas en la literatura. Por otra parte, el ángulo de la diáfisis del cuello femoral de la muestra obtenida en Bogotá fue mayor en ambos sexos (mujeres: 131°; hombres 132°).

Conclusión: Es realizada la primera descripción de las características morfológicas y morfométricas de la cadera en una muestra de población de la ciudad de Bogotá-Colombia. Los resultados coinciden con otros estudios en dónde existe una gran diversidad en la morfología y morfometría de la cadera relacionadas con diferencias geográficas y del sexo.

Palabras clave: Cadera, morfología, anatomía, morfometría, fémur proximal, acetábulo

Abstract

Bone morphology and morphometry of the hip in the adult population of the city of Bogotá-Colombia

Introduction: The anatomical characterization of the hip has been shown to be significantly variable between population groups (1,2,3); These morphological differences are associated with intrinsic factors such as age, sex and ethnicity, or extrinsic factors such as environment and lifestyle (4,5). There are multiple descriptive studies of the geometry of the proximal femur and acetabulum in different countries and groups of individuals belonging to an ethnic group, however, knowledge of the morphology and bone morphometry of the hip in the city of Bogotá comes mainly from these focused studies in foreign population since there is currently no anatomical description of the hip based on our population. Considering these differences and variability, this study aims to describe the bone morphology and morphometry of the hip in adults without joint pathology that allows it to be applied to detect structural abnormalities early and improve treatment approaches.

Methods: A descriptive study was carried out by means of plain AP radiographs of the hip, obtained in the last 2 years from the database of the Colsubsidio Calle 100 Clinic and 94 Clinic. The number of patients studied was61 for a total of 121 hips (89 for women and 32 for men). The morphological and morphometric parameters of the hip evaluated were the following: acetabular orientation (depth, width, and ratio of acetabular depth / width), femoral morphology (length of neck, lateral femoral offset and diameter of femoral head), femoral alignment (femoral neck-shaft angle), acetabular

coverage (center lateral border angle) and asphericity of femoral head (alpha angle)

Results: All the variables analyzed obtained differences related to sex. Men showed higher mean values except for the alpha angle (women: 53.2 °; men: 49.2 °). Regarding the acetabular orientation measurements: acetabular width and depth, these results are similar with respect to the population studied in China (acetabular depth: women: 27.6 mm; men: 31.9 mm in Bogotá and women: 29.65 mm; men: 32.76 mm in China) (acetabular width: women: 57.2 mm; men: 63.4 mm in Bogotá and women: 57.86 mm; men: 64.27 mm in China). The femur was found to be shorter (30. 47 mm), the femoral head smaller (50.71 mm), and the femoral displacement (41.84 mm) was less in this sample compared to the populations reviewed in the literature. On the other hand, the angle of the diaphysis of the femoral neck of the sample obtained in Bogotá was greater in both sexes (women: 131 °; men: 132 °).

Conclusion. The first description of morphological and morphometric characteristics of the hip is made in a population sample from the city of Bogotá-Colombia. Results coincide with other studies where there is great diversity in morphology and morphometry of the hip related to geographic and sex differences.

Keywords: Hip, morphology, anatomy, morphometry, proximal femur, acetabulum

ÍNDICE DE TABLAS

Pág.

Tabla I. Variables 16

Tabla II. Presupuesto 29

Tabla III. Cronograma..... 30

Tabla IV. Datos sociodemográficos 33

Tabla V. Morfología y morfometría..... 34

ÍNDICE DE FIGURAS

Pág.

Figura 1: Vista en el plano coronal del corte transversal de la articulación de la cadera 8

Figura 2: Esquema de anteversión femoral… 9

Figura 3: Tipos de pinzamiento femoro-acetabular… 10

Figura 4: Tipos de pinzamiento femoro-acetabular… 10

Figura 5: Medidas de asfericidad de la cabeza femoral y morfología femoral 22

Figura 6: Medidas de orientación acetabular.....24

Figura 7: Desplazamiento femoral lateral.....25

Figura 8: Diagrama de selección de muestra.....32

ABREVIATURAS

Abreviatura	Término
OA	Osteoartrosis
EKL	Escala Kellgren y Lawrence
AP	Anteroposterior
AA	Ancho acetabular
PA	Profundidad acetabular
CCI	Coeficiente de correlación intraclase
DE	Desviación estándar
IMC	Índice de masa corporal

1. INTRODUCCIÓN

El estudio de la morfología y morfometría de la cadera ha demostrado ser significativamente variable entre grupos poblacionales (1,2,3). Estas diferencias pueden estar relacionadas con factores intrínsecos como la edad, el sexo y la etnia, o extrínsecos como el medio ambiente y el estilo de vida de cada uno de ellos (4,5).

La variación en la morfología de la cadera es un factor de riesgo de creciente interés debido a la probabilidad de osteoartrosis (OA) de inicio precoz. Durante los últimos 15 años se ha teorizado que la mayoría de los casos de OA son secundarios a algún tipo de anomalía morfológica (6)

Por tal motivo, determinar parámetros morfológicos y morfométricos de la cadera permite establecer límites de normalidad y patología. En este sentido, el conocimiento de la morfometría y morfología ósea de la cadera en una población específica es clínicamente importante en el diagnóstico y tratamiento de lesiones y enfermedades de la articulación coxofemoral (7); sin embargo, a la fecha, en nuestra población no existe ningún estudio relacionado con la descripción de las características de la morfología y/o morfometría de la cadera ósea.

En consecuencia, este proyecto es la primera aproximación descriptiva de las características morfológicas y morfométricas de la cadera, en una muestra de

población adulta de dos centros de referencia en consulta especializada de ortopedia de cadera de la ciudad de Bogotá-Colombia.

Se presenta como requisito para la obtención del título de magíster en morfología humana; el cual a su vez pretende contribuir a futuros estudios en la identificación de factores de riesgo predisponentes para la OA de cadera y el diseño de intervenciones preventivas para las personas con algún riesgo asociado a las características óseas de la cadera; incluso en la caracterización de prótesis articulares de cadera diseñadas con base en la morfología y morfometría de nuestra población.

2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cuál es la morfología y morfometría ósea de la cadera en la población adulta de dos centros médicos de referencia en ortopedia de la ciudad de Bogotá-Colombia?

Para la delimitación de la población y planteamiento de los desenlaces, se utiliza la estrategia PICO, que se describe a continuación:

Población: Adultos sin patologías articulares de cadera entre 18 a 75 años estudiados en la Clínica Colsubsidio Calle 100 y Clínica 94, de la ciudad de Bogotá, Colombia, centros de referencia en consulta especializada de ortopedia de cadera.

Intervención: Medición de los parámetros morfológicos y morfométricos de la cadera sana mediante radiografías anteroposteriores de cadera bilateral.

Comparación: No aplica

Resultados: Características morfométricas y morfológicas de la cadera en población adulta en dos centros de referencia en consulta de ortopedia de cadera de la ciudad de Bogotá-Colombia

3. OBJETIVOS

Objetivo general: describir las características morfológicas y morfométricas de la cadera, en una muestra de la población adulta de dos centros de referencia en consulta de ortopedia de cadera de la ciudad de Bogotá-Colombia

.

Objetivos específicos:

- Describir las características sociodemográficas de la población atendida en la consulta de ortopedia de la Clínica Calle 100 y Clínica 94 de Colsubsidio.

- Medir, en radiografías AP (anteroposteriores) de cadera, sus características morfológicas y morfométricas.

- Determinar las variables morfométricas y morfológicas de la cadera en una muestra de población adulta de la ciudad de Bogotá-Colombia.

- Analizar las medidas obtenidas de nuestra población con las reportadas en la literatura.

4. JUSTIFICACIÓN

El conocimiento de la morfometría y morfología ósea de la cadera de la población adulta en Bogotá es clínicamente importante en el diagnóstico y tratamiento de lesiones y enfermedades de la articulación coxofemoral (6). Determinar parámetros morfológicos y morfométricos de la cadera permite establecer límites de normalidad y patología (7). Anomalías morfológicas como el diámetro acetabular, profundidad y orientación del acetábulo, están asociadas a enfermedades como displasia acetabular y pinzamiento femoro-acetabular; que condicionan el proceso acelerado de desgaste articular y finalmente OA (7,8).

La OA de cadera es una de las principales causas de dolor y discapacidad a nivel mundial debido a sus efectos sobre la movilidad y funcionalidad (9,10). La enfermedad también representa una carga económica significativa debido a los costos sanitarios y la pérdida de trabajo asociada (11). La identificación de los factores de riesgo predisponentes para la OA de cadera permitirá diseñar intervenciones preventivas para las personas en riesgo.

Adicionalmente, las prótesis articulares de cadera implantadas en nuestra población han sido diseñadas con base en la morfología y morfometría de cadera de otras poblaciones en el mundo; por lo tanto, diferenciar la morfología femoral proximal y acetabular permitirá seleccionar el implante correspondiente con la cadera nativa, reduciendo de esta forma reconstrucciones imprecisas que impliquen resultados insatisfactorios como

asimetría en la longitud de las piernas, cojera, dolor, mayor desgaste del material y aflojamiento de la prótesis.

5. MARCO CONCEPTUAL

La pelvis humana ha evolucionado en el tiempo como una estructura con una arquitectura compleja (12), que transfiere toda la carga de la parte superior del cuerpo (cabeza, tronco y extremidades superiores) a las extremidades inferiores a través de la articulación de la cadera; también funciona como enlace estructural entre las extremidades inferiores y el esqueleto axial, transmitiendo fuerzas desde el suelo hacia arriba y facilitando el movimiento durante la bipedestación (13).

La cintura pélvica se compone de dos huesos coxales. Dentro de estos se encuentra el acetábulo formado por la fusión gradual de los huesos del isquion (40%), el ilion (40%) y el pubis (20%) (14). En los esqueletos inmaduros, estos tres huesos están separados por el cartílago trirradiado; la fusión de este comienza a ocurrir alrededor de los 14-16 años y suele completarse a los 23 años (13,14).

El acetábulo y la cabeza femoral forman la articulación de la cadera, una articulación esférica clásica que cumple con las siguientes características de una articulación sinovial o diartrodial: tiene una cavidad articular; las superficies articulares están cubiertas con cartílago articular; tiene una membrana sinovial que produce líquido sinovial y está rodeado por una cápsula ligamentosa (13). Al ser una articulación esférica permite un amplio rango de movimiento en varios planos físicos, y al mismo tiempo, exhibe una estabilidad notable.

La cabeza del fémur está unida a la diáfisis femoral por el cuello femoral, que varía en longitud según el tamaño del cuerpo (13). El ángulo cervico-diafisiario disminuye de forma constante de 150° después del nacimiento a aproximadamente 125° en el adulto debido a la remodelación del hueso en respuesta a los patrones de estrés cambiantes (13,14) (Figura 1). Este ángulo cervico-diafisiario suele ser de 125±5° en el adulto, siendo coxa valga la condición cuando este valor supera los 130° y coxa vara cuando la inclinación es inferior a 120°. Si hay una desviación significativa en el ángulo fuera de este rango típico, los brazos de palanca utilizados para producir el movimiento de los músculos abductores serán demasiado pequeños o grandes (13).

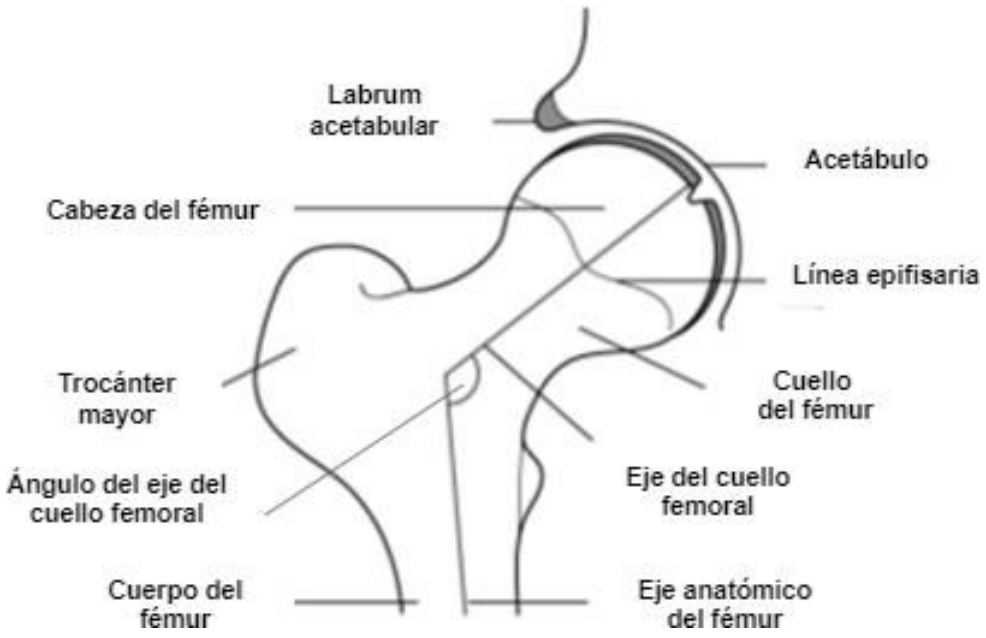


Figura 1. Vista en el plano coronal del corte transversal de la articulación de la cadera. Adaptado de: Byrne D, Mulhall K, Baker J. Anatomy & Biomechanics of the Hip. The Open Sports Medicine Journal. 2010;4(1):51-57

Adicionalmente, durante el desarrollo y crecimiento, el cuello femoral también se rota ligeramente anterior al plano coronal; esta rotación se conoce como anteversión femoral. El ángulo de anteversión se mide como el ángulo entre una línea medio-lateral a través de la rodilla y una línea a través de la cabeza y el eje femoral. El rango promedio para la anteversión femoral es de 15 a 20°. (Figura 2). Las anomalías en esta área y el área adyacente a la superficie articular, como una prominencia resultante de un deslizamiento de la epífisis de la cabeza femoral, pueden alterar la articulación femoro-acetabular y provocar un pinzamiento tipo Cam. Por el contrario, las anomalías del acetábulo, como la formación de osteofitos, con una mayor cobertura de la cabeza femoral, pueden provocar un pinzamiento tipo Pincer (13) (Figura 3 y figura 4).

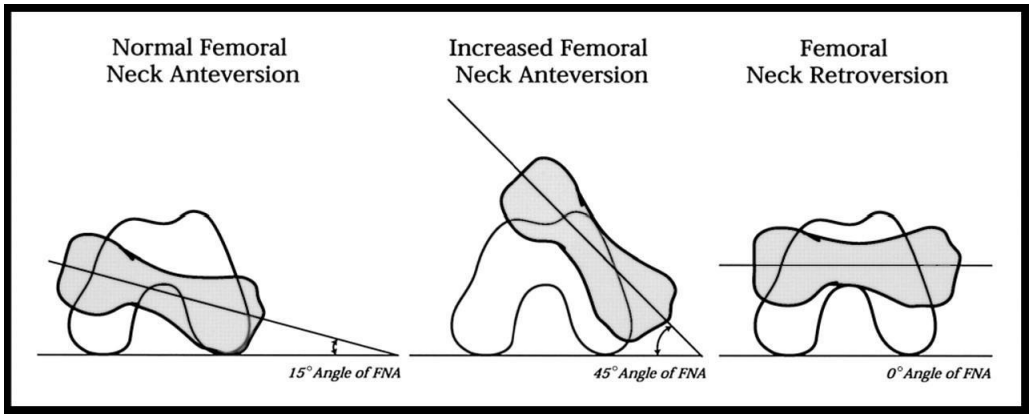


Figura 2. Esquema de anteversión femoral. Adaptado de: **Behaeghe O, Van Beeck A, Dossche L, Somville J. Femoral anteversion measurement: evaluation of inter- and intraobserver reliability Olivia Behaeghe, Annelies Van Beeck, Lieven Dossche, Johan Somville. Acta Orthop. Belg. 2020; 86: 17-21**

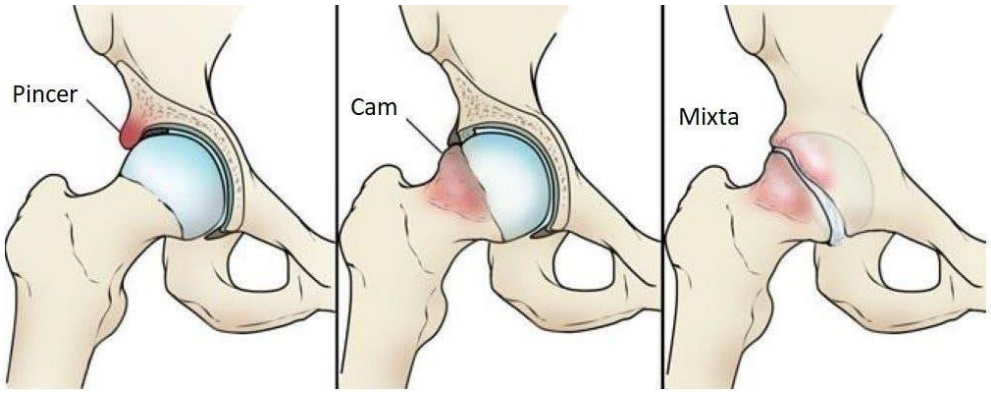


Figura 3. Tipos de pinzamiento femoro-acetabular: pincer, cam y mixto. Adaptado de: Mardones R, Barrientos C, Nemtala U, Tomic A, Salineros U. Pinzamiento femoroacetabular: Conceptos básicos en una nueva causa de dolor inguinal. Revista médica de Chile. 2010;138(1).

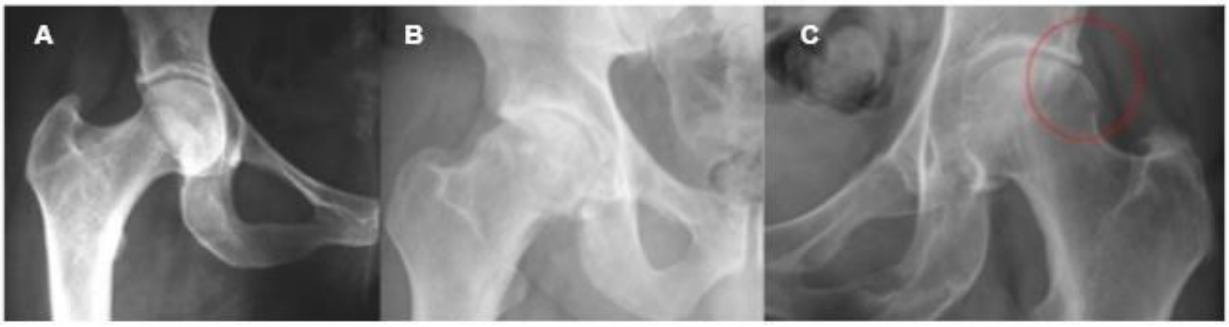


Figura 4. Tipos de pinzamiento femoro-acetabular: A. Tipo pincer, B. Tipo cam, C. Mixto. Elaboración propia

El estudio de la morfología y morfometría de la cadera ha demostrado que la forma y las dimensiones son variables entre los individuos (17,18,19). Estas diferencias pueden estar relacionadas con factores intrínsecos como la edad, el sexo y la etnia o extrínsecos como el medio ambiente y el estilo de vida (18). Por ejemplo, estudios multicéntricos han evidenciado en la población china una cobertura reducida de la cabeza femoral y una cabeza más esférica con respecto a los caucásicos (20,21). En el estudio realizado por Houcke et al., se

encontró que, la parte proximal del fémur tiende a tener más varo en individuos de Bélgica de raza blanca y una cabeza femoral menos esférica en comparación con población en China (25).

La variación en la morfología de la cadera es un factor de riesgo de creciente interés debido a la probabilidad de OA de inicio temprano. Una articulación incongruente es más propensa al desarrollo de cambios degenerativos que una anatomía articular normal (21). Durante los últimos 15 años se ha teorizado que la mayoría de los casos de osteoartrosis OA son secundarios a algún tipode anomalía morfológica (23,24). Se estima que la OA es causada por displasia acetabular con una tasa del 25 al 40% (25). El desajuste entre la cabeza femoral y el acetábulo puede conducir a un pinzamiento sintomático de la articulación conocido como síndrome de pinzamiento femoro-acetabular con la posterior destrucción del cartílago articular de las superficies femoral y acetabular (25,26).

En este sentido, la prevalencia de la OA de cadera es variable entre diferentes grupos étnicos. En el estudio realizado por Edwards et al., (20) se demostró que la OA de cadera en la población china es un 80-90% más baja que en los caucásicos americanos y en los hombres afroamericanos. Estos resultados son consistentes con otros estudios en donde fueron analizadas las tasas de reemplazo articular de cadera, siendo más bajas para los asiáticos e hispanos que para la población blanca que vivía en una determinada ciudad de California (22).

Desde este punto de vista, para seleccionar un implante que corresponda con la cadera nativa, es indispensable diferenciar la morfología femoral proximal y acetabular. Los estudios han demostrado diferencias significativas entre grupos étnicos y sexos, pero también entre regiones geográficas de la misma población; por lo cual, estos estudios sugieren la necesidad de desarrollar implantes étnicos y específicos de acuerdo con el sexo (21,27). Adicionalmente, varios autores describen los efectos de la anatomía de la cadera reconstruida incorrectamente con reemplazo total de cadera por lo que la reconstrucción precisa de la anatomía de la cadera depende en gran medida del diseño del implante; cuando esto no ocurre se encuentran resultados como asimetría en la longitud de las piernas, cojera, dolor, mayor desgaste del material y aflojamiento de la prótesis, teniendo que ser finalmente revisada (28).

El conocimiento actual de la morfología y morfometría ósea de la cadera en nuestra población proviene principalmente de la literatura quirúrgica, dado el aumento de procedimientos que intentan corregir la anomalía estructural. Se han estudiado las variaciones en la morfología de la cadera entre diferentes grupos étnicos a nivel mundial, sin embargo, estos estudios se encuentran limitados en nuestra población, lo cual deja una brecha de conocimiento sobre la morfología de la cadera en una población con características sociodemográficas variables como la nuestra. Por lo tanto, este estudio tiene como objetivo describir la morfología y morfometría ósea de la cadera en adultos sin patología articular que permitan ser aplicados para detectar

tempranamente anomalías estructurales y mejorar los enfoques de tratamiento.

6. METODOLOGÍA

Se diseñó un estudio transversal para recolectar retrospectivamente radiografías de cadera en proyección anteroposterior (AP) tomadas en el área de consulta externa de ortopedia de la Clínica Colsubsidio Calle 100 y Clínica 94 desde el 1 de noviembre de 2020 al 1 de marzo de 2021. Las radiografías fueron recolectadaspor medio del software HIRUKO de manera aleatorizada. Los sujetos no fueron expuestos a radiación adicional para el estudio que fue aprobado por el comité de ética de las instituciones.

6.1 CRITERIOS DE INCLUSIÓN Y EXCLUSIÓN

Los criterios de inclusión fueron los siguientes:

- Individuos de 18 a 75 años sin evidencia radiográfica de OA para evitar que las mediciones de interés se vean afectadas por la remodelación ósea de la enfermedad
- Los individuos con una o ambas caderas que cumplían con EKL< 2 fueron incluidos.

Para esto las radiografías se puntuaron mediante la escala Kellgren y Lawrence (EKL) de la siguiente forma:

  - EKL=0 en ausencia de características radiográficas de OA
  - EKL=1 en presencia de un pequeño osteofito de dudosa importancia

- EKL=2 con un osteofito, pero sin estrechamiento del espacio articular
- EKL=3 sí hubo un estrechamiento moderado del espacio articular
- EKL=4 sí estaba presente un estrechamiento severo del espacio articular, junto con esclerosis ósea subcondral.

Criterios de exclusión:

- Pacientes con fracturas, lesiones tumorales o infecciosas y con cirugías de cadera como reemplazo articular de cadera y material de osteosíntesis

6.2 VARIABLES:

Fueron analizadas 9 características de la morfología y morfometría de lacadera sugeridas previamente en varios estudios como factores relacionados en la etiología de la OA o en el riesgo futuro de artroplastia total de cadera en radiografías AP (18,20,21). Estos factores morfológicos incluyen medidas morfométricas que se listan a continuación:

1. Orientación acetabular como la profundidad acetabular, ancho acetabular y relación de profundidad/ancho acetabular
2. Morfología femoral como la longitud del cuello y diámetro de la cabeza del fémur
3. Alineación femoral por medio del ángulo de la diáfisis del cuello femoral
4. Cobertura acetabular como el ángulo centro borde lateral
5. Asfericidad de la cabeza femoral por medio del ángulo alfa (véase más adelante).

En el siguiente ítem (6.3 procedimientos para la recolección de datos) se encuentran las figuras 5, 6 y 7 correspondientes a las variables mencionadas.

Tabla I. Variables

VARIABLE	DEFINICIÓN	TIPO	VALOR
Edad	Edad en años en el momento de registro de la cohorte	Cualitativa dicotómica	Numérico

Sexo	Sexo registrado en historia clínica	Cuantitativa continua	Hombre/Mujer
Ángulo alfa (figura 5)	Ángulo formado por el eje del cuello femoral y una línea que conecta el centro de la cabeza femoral con el punto de asfericidad inicial (en vista anteroposterior). El ángulo alfa es una medida radiográfica bidimensional de la asfericidad de la cabeza femoral que se utiliza comúnmente para diagnosticar el pinzamiento femoro-acetabular tipo cam. Tomado de: Harris M, Kapron A, Peters C, Anderson A. Correlations between the alpha angle and femoral head asphericity: Implications and recommendations for the diagnosis of cam femoroacetabular impingement. European Journal of Radiology. 2014;83(5):788-796	Cuantitativa continua	Numérico
Ángulo cervico-diafisiario (figura 5)	Ángulo formado por el eje del cuello femoral y el eje diafisario femoral proximal (en vista anteroposterior) Tomado de:	Cuantitativa continua	Numérico

	Mokrovic H, Komen S, Gulan L, Gulan G. Radiographic analysis of the proximal femoral anatomy in the Croatian population. International Orthopaedics. 2021;45(4):923-929		
Ángulo centro borde lateral (figura 5)	Ángulo formado por una línea paralela al eje pélvico longitudinal y por la línea que conecta el centro de la cabeza femoral con el borde lateral del acetábulo (en vista anteroposterior). Tomado de: Edwards, K., Leyland, K., Sanchez-Santos, M., Arden, C., Spector, T., Nelson, A., Jordan, J., Nevitt, M., Hunter, D. and Arden, N., 2020. Differences between race and sex in measures of hip morphology: a population-based comparative study. Osteoarthritis and Cartilage, 28(2):.189-200.	Cuantitativa continua	Numérico
Ancho acetabular (figura 6)	Línea desde la ceja lateral (sourcil lateral) del acetábulo al borde inferomedial del acetábulo. Tomado de: Edwards, K., Leyland, K., Sanchez-Santos, M., Arden, C.,	Cuantitativa continua	Numérico

	Spector, T., Nelson, A., Jordan, J., Nevitt, M., Hunter, D. and Arden, N., 2020. Differences between race and sex in measures of hip morphology: a population-based comparative study. Osteoarthritis and Cartilage, 28(2):.189-200.		
Profundidad acetabular (figura 6)	Línea que se extiende desde el punto más profundo del acetábulo hasta la línea del ancho acetabular. Tomado de: Edwards, K., Leyland, K., Sanchez-Santos, M., Arden, C., Spector, T., Nelson, A., Jordan, J., Nevitt, M., Hunter, D. and Arden, N., 2020. Differences between race and sex in measures of hip morphology: a population-based comparative study. Osteoarthritis and Cartilage, 28(2):.189-200.	Cuantitativa continua	Numérico
Relación entre ancho y profundidad acetabular	Valor del ancho acetabular sobre el valor obtenido de la profundidad acetabular. Tomado de: Edwards, K., Leyland, K., Sanchez-Santos, M., Arden, C., Spector, T., Nelson, A., Jordan, J., Nevitt, M., Hunter, D. and Arden, N., 2020.	Cuantitativa continua	Numérico

	Differences between race and sex in measures of hip morphology: a population-based comparative study. Osteoarthritis and Cartilage, 28(2):.189-200.		
Longitud del cuello femoral (figura 5)	Distancia entre el margen lateral de la cabeza femoral y la base superior de la región trocantérea. Tomado de: Mokrovic H, Komen S, Gulan L, Gulan G. Radiographic analysis of the proximal femoral anatomy in the Croatian population. International Orthopaedics. 2021;45(4):923-929	Cuantitativa continua	Numérico
Desplazamiento femoral lateral (figura 7)	Distancia entre el centro de rotación de la cabeza femoral y la línea media del eje del fémur. Tomado de: Mokrovic H, Komen S, Gulan L, Gulan G. Radiographic analysis of the proximal femoral anatomy in the Croatian population. International Orthopaedics. 2021;45(4):923-929	Cuantitativa continua	Numérico
Diámetro de la cabeza femoral (figura 5)	Diámetro de un círculo completo alrededor de la cabeza femoral. Tomado de: Mokrovic H, Komen S, Gulan L, Gulan G. Radiographic	Cuantitativa continua	Numérico

	analysis of the proximal femoral anatomy in the Croatian population. International Orthopaedics. 2021;45(4):923-929		

6.3 PROCEDIMIENTOS PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS

A continuación, se muestran en la figura 5, figura 6 y figura 7 las mediciones realizadas en las radiografías AP de cadera con las variables morfológicas y morfométricas anteriormente mencionadas.

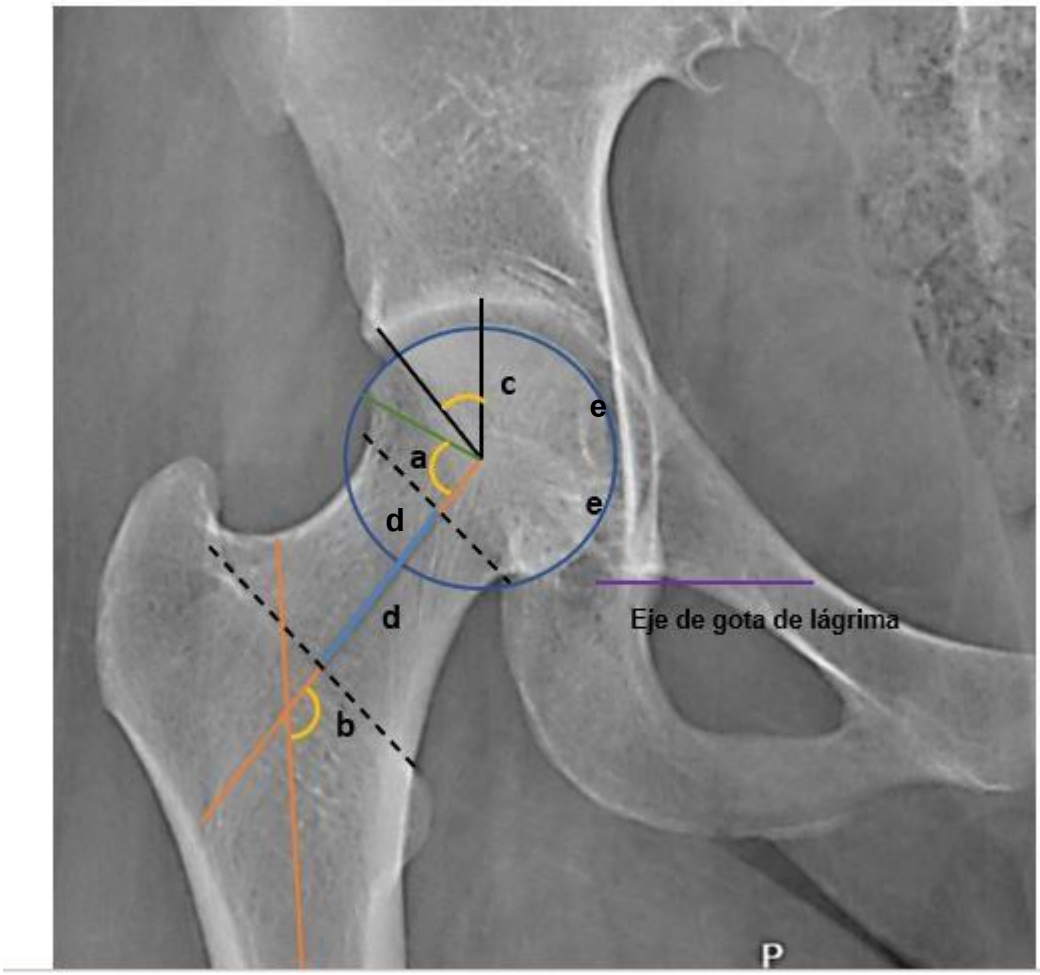


Figura 5. (Elaboración propia) Medidas de asfericidad de la cabeza femoral *(ángulo alfa)****, cobertura acetabular*** *(ángulo centro borde lateral)* ***y morfología femoral*** *(ángulo de la diáfisis del cuello femoral, longitud del cuello femoral y diámetro de la cabeza femoral)* (a) Ángulo alfa:Es un ángulo que nos habla de la esfericidad femoral. El ángulo alfa fue descrito por Nötzli (26)y consiste en trazar una línea desde el centro de la cabeza femoral hasta el punto del contorno

de la cabeza femoral que se encuentra a una distancia mayor al radio de la cabeza femoral. El ángulo alfa se forma por ambas líneas, y cuanto mayor sea el ángulo, menos esférica será la cabeza femoral. (b) Ángulo de la diáfisis del cuello femoral: es el ángulo entre el cuello y el eje de la diáfisis femoral. (c) Ángulo centro borde lateral: es el ángulo formado entre una línea desde la ceja lateral (lateral sourcil) hasta el centro de la cabeza femoral y una línea que se extiende verticalmente desde el centro de la cabeza femoral perpendicular al eje de la gota de lágrima. (d) La longitud del cuello femoral es la distancia entre el margen lateral de la cabeza femoral (línea punteada) y la base superior de la región trocantérea. (e) Diámetro de la cabeza femoral corresponde al diámetro del círculo alrededor de la cabeza del fémur.

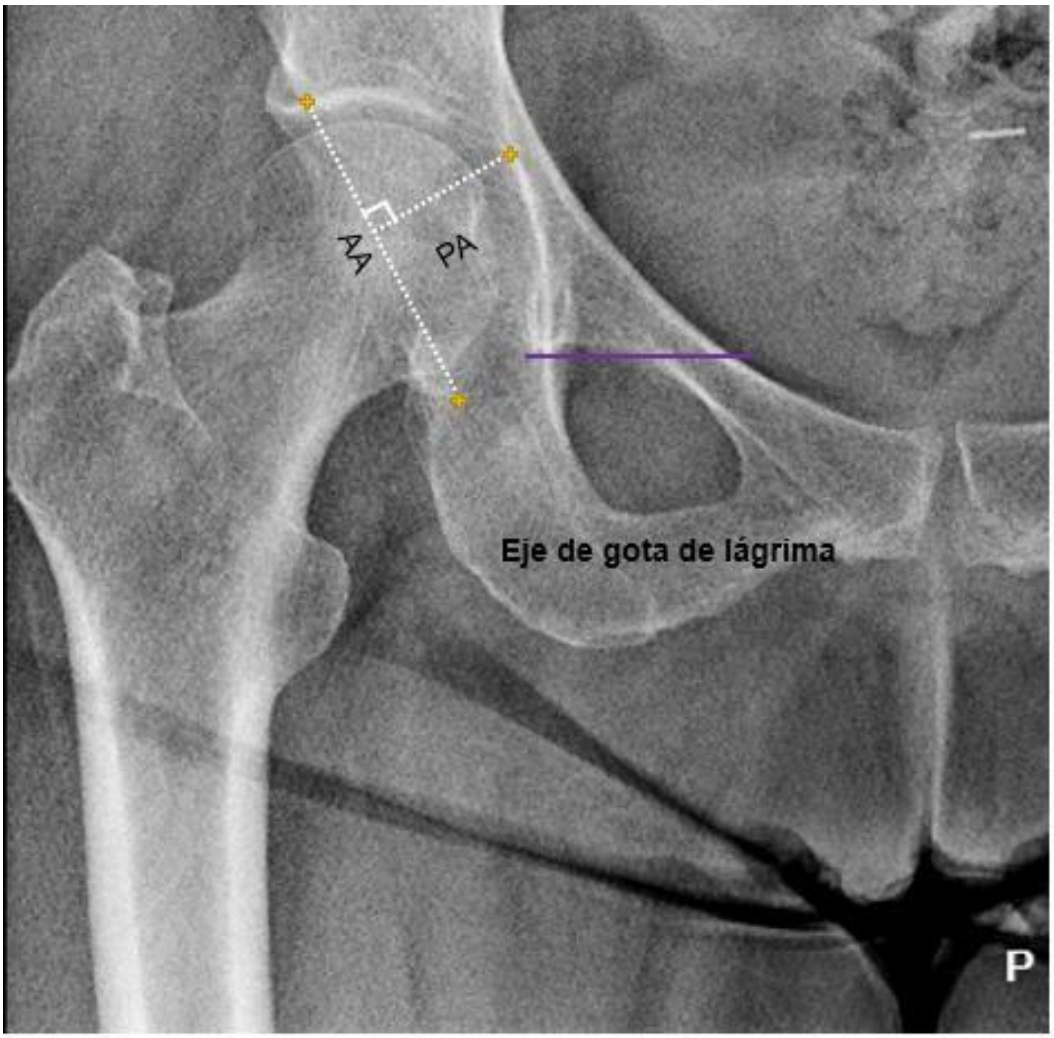


Figura 6. (Elaboración propia) Medidas de orientación acetabular: Ancho acetabular, profundidad acetabular y su relación. [AA] Ancho acetabular: es la longitud de una línea que se extiende desde la ceja lateral (lateral sourcil en inglés) hasta el borde medial inferior del acetábulo. [PA] Profundidad acetabular: es la longitud de una línea que se extiende desde el punto más profundo del acetábulo hasta donde se encuentra con la línea que conecta la ceja lateral con el borde acetabular inferior en un ángulo perpendicular. Relación entre la profundidad y el ancho del acetabular (no se muestra): calculada a partir de la relación entre [PA] y [AA].

Figura 7. (Elaboración propia) Desplazamiento femoral lateral. El desplazamiento femoral lateral es la distancia entre el centro de rotación de la cabeza femoral y la línea media del eje largo del fémur.

7. FUENTES DE INFORMACIÓN

El estudio recolectó información basada en:

- **Fuentes primarias:** Datos sociodemográficos de historias clínicas y radiografías AP de cadera.

- **Fuentes Secundarias y Terciarias:** A través de la consulta en artículos de investigación con objetivos similares al estudio propuesto.

8. ESTIMACIÓN DEL TAMAÑO MUESTRAL

El tamaño de la muestra de acuerdo con el tipo de estudio fue determinado por conveniencia**.** Fue utilizado por la facilidad de acceso a la muestra, la disponibilidad de las imágenes diagnósticas y el intervalo de tiempo requerido en los dos centros médicos de referencia en ortopedia.

9. ANALISIS ESTADÍSTICO

Los parámetros morfométricos se analizaron como variables dependientes, mientras que la variable independiente fue el sexo. Los supuestos estándar para la normalidad de la distribución se cumplieron mediante la prueba de Shapiro-Wilk.

Se realizó un análisis descriptivo de las variables sociodemográficas y morfométricas de los sujetos incluidos en el estudio. Las variables categóricas fueron presentadas con frecuencias absolutas y frecuencias relativas, las variables continuas como la edad y las características morfométricas se presentaron con medias o medianas con su respectiva medida de dispersión (desviaciones estándar o rango intercuartílico) si la distribución de los datos era simétrica. La simetría de las variables continuas se evaluó a través de gráficos de caja. Por último, las medidas morfométricas se describieron con lamuestra total, y estratificando por sexo (hombre – mujer).

Dos observadores expertos en cirugía de cadera realizaron todas las mediciones radiográficas. Ambos observadores repitieron cada uno las mediciones una semana después para obtener datos de test re-test. La fiabilidad interobservador e intraobservador se evaluó mediante el coeficiente de correlación intraclase (CCI).

El nivel de significancia para todas las pruebas se estableció en $\alpha = 0.05$.

10. PRESUPUESTO DEL ESTUDIO

Tabla II. Presupuesto

RUBRO	VALOR (COP)
TRABAJO INVESTIGADOR (Relación horas de trabajo semanales: 80)	$2’000.000
DIRECCIÓN DE TRABAJO GRADO POR PARTE DE TUTOR (Relación horas de trabajo semanales: 20)	$2’000.000
PAPELERÍA	$150.000
TRANSPORTE	$400.000
MATERIAL DE REGISTRO	$2’000.000
TOTAL	$6’550.000

11. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

Tabla III. Cronograma

Actividad	Año 2020										Año 2021								
	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP
1.Elaboración de pregunta de investigación																			
2. Bús queda de artículos de investigación relacionados con el tema de estudio																			
3. Elaboración de objetivos de investigación y justificación del proyecto																			
4. Finalización versión prelim inar de anteproyecto																			
5. Pres entación anteproyecto ante com ité de la Caja de Compensación Colsubsidio																			
6. Ajustes y modificaciones relacionadas posterior a com ité de ética y reunión con tutor																			
7. Pres entación anteproyecto ante com ité de ética de la facultad de Medicina de la Univers idad Nacional de Colombia																			
8. Ajustes y modificaciones relacionadas posterior a com ité de ética y reunión con tutor																			
9. Registro de datos y mediciones corres pondiente s de las imágenes diagnósticas de cadera																			
10. Resultados, análisis y conclus ión del estudio																			

12. ASPECTOS ÉTICOS

Adoptando la normatividad colombiana para la investigación en seres humanos, resolución 8430 de 1993, en la cual se clasifican los estudios de investigación según las categorías de riesgo citadas en el artículo 11 de dicha resolución, este estudio se clasifica como: Sin riesgo

Este documento fue sometido a revisión y aprobación por el comité de investigaciones y ética de la Facultad de Medicina de la Universidad Nacional de Colombia y del comité de ética de la institución prestadora de salud donde se tomó la muestra.

Se garantizó la confidencialidad de la información obtenida. Durante la preparación de una presentación oral, póster o manuscrito únicamente se podrá acceder a los datos sin identificación para su revisión. No se compartirá información que permita la identificación de alguna población.

13. RESULTADOS

A continuación, se presenta el diagrama de selección de la muestra.

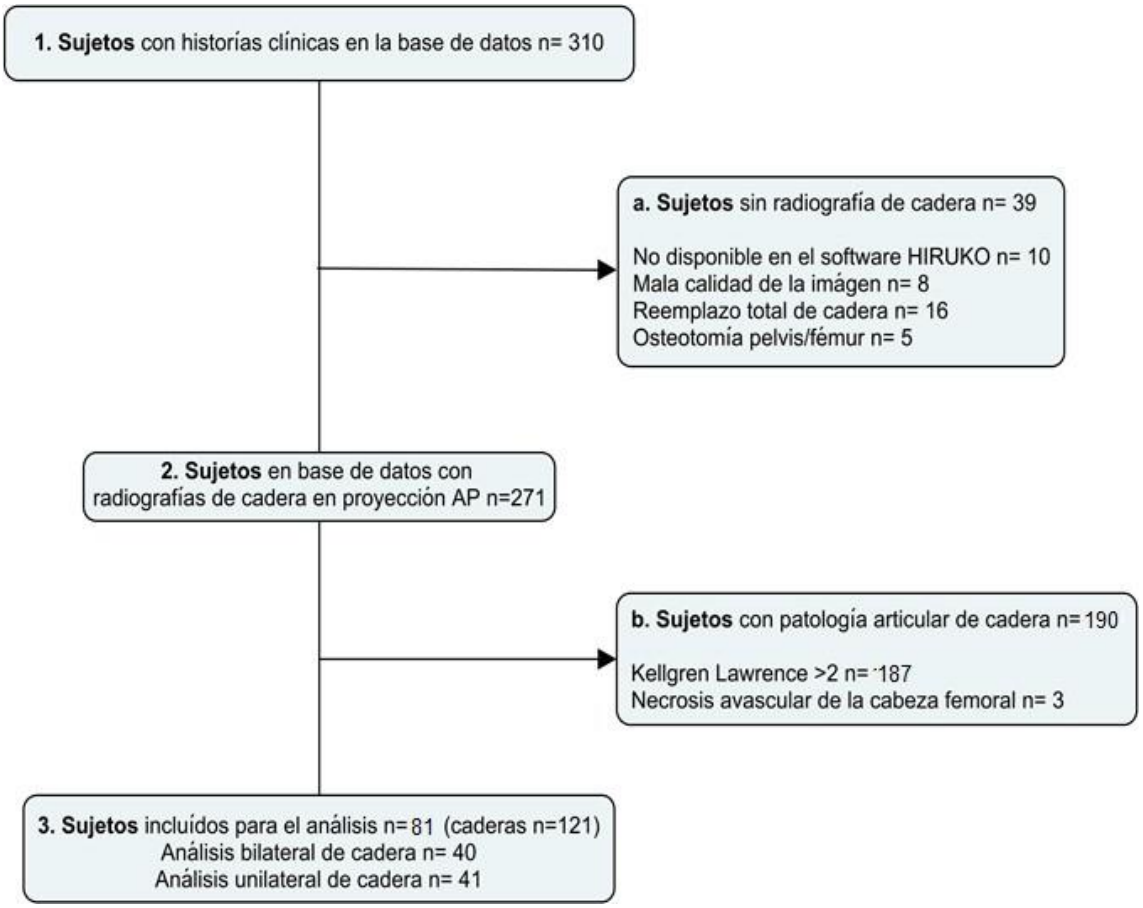


Figura 8. Diagrama de selección de muestra

Los sujetos incluidos en el estudio tenían datos demográficos completos (edad y sexo) y las imágenes diagnósticas disponibles para todas las variables morfométricas evaluadas. De la muestra inicial de 310 pacientes (620 caderas), se excluyeron 39 sujetos al no encontrarse disponible la radiografía en proyección AP en el software HIRUKO, por presentar reemplazo articular de cadera bilateral, por cirugía previa como osteotomía de fémur o pelvis y

mala técnica radiológica de la imagen registrada. Finalmente fueron excluidos 190 sujetos con patología articular de acuerdo con la escala de Kellgren Lawrence > 2 y 3 por presentar alteraciones en la cabeza femoral como reabsorción ósea por necrosis avascular de la cabeza del fémur. En total, se incluyeron 81 pacientes para un total de 121 caderas (*n*=89 caderas mujeres; *n* = 32 caderas hombres).

El CCI para la confiabilidad interobservador e intraobservador mostró un acuerdo de más del 80% para la mayoría de los parámetros, lo que indica una alta confiabilidad.

En este análisis se incluyeron un total de 121 caderas de 81 individuos (Figura 8). Las frecuencias observadas, así como los porcentajes ponderados para las características sociodemográficas se muestran en la tabla IV. Los resultados de las mediciones radiográficas de los parámetros morfológicos y morfométricos de la cadera se presentan en la tabla V, en dónde se compararon los valores medios de ambos sexos.

Tabla IV. Datos sociodemográficos:

Características		
Sexo	Frecuencia	Porcentaje
Mujer	89	73.55
Hombre	32	26.45

Edad [años], media (DE)	Muestra total n =121	Mujeres n=89	Hombres n=32
	49.066 (16.034)	48.65 (16.53)	50.21 (14.74)

Tabla V. Morfología y morfometría

Variable morfológica	**Variable morfométrica**	**Muestra total** n = 121	**Mujeres** n =89	**Hombres** n = 32
Orientación acetabular [mm], Media (DE)				
	Ancho acetabular	58.91 (4.37)	57.27 (3.36)	63.45 (3.57)
	Profundidad acetabular	28.76 (4.01)	27.63 (3.87)	31.99 (2.41)
	Relación entre ancho y profundidad acetabular	.488 (.055)	.483 (.062)	.050 (.02)
Cobertura acetabular [grados], Media (DE)				
	Ángulo centro borde lateral	33.71 (7.16)	33.10 (7.16)	35.4 (7.02)
Asfericidad de la cabeza femoral [grados], Media (DE)				
	Ángulo alfa	52.21 (7.69)	53.27 (7.77)	49.25 (6.74)
Alineación femoral [grados], Media (DE)				
	Ángulo de la diáfisis del cuello femoral	131.81 (5.22)	131.70 (5.31)	132.10 (5.06)
Morfología femoral [mm], Media (DE)				
	Longitud del cuello femoral	30. 47 (7.66)	30.17 (6.77)	31.31 (9.82)
	Diámetro de la cabeza femoral	50.71 (3.72)	49.37 (2.81)	54.44 (3.42)
	Desplazamiento femoral lateral	41.84 (6.96)	40.573 (5.57)	45.37 (9.05)

14. DISCUSIÓN

Existen múltiples estudios que han analizado la morfología femoral proximal y la morfometría del acetábulo utilizando diferentes muestras y métodos de medición. En este estudio se decidió realizar el análisis con radiografías convencionales al ser un método de bajo costo, accesible en las instituciones y estándar en la planificación preoperatoria de la cadera.

Los hallazgos de este estudio son en gran medida consistentes con los identificados en estudios previos entre individuos chinos, caucásicos europeos, afroamericanos y brasileros (17,18,19,20,32).

Como se ha logrado exponer, la anatomía de la cadera está sujeta a una gran variabilidad individual. El sexo es uno de los parámetros asociados con esta variabilidad. En los resultados de este estudio, se evidenció diferencias relacionadas con el sexo, los hombres mostraron valores medios superiores para la mayoría de las medidas de la cadera evaluadas; excepto para la medida del ángulo alfa (mujeres: 53,2°; hombres: 49,2°) lo que refleja una cabeza femoral con menor esfericidad en las mujeres. Como se planteó anteriormente, el ángulo alfa es una medida radiológica que se ha propuesto para el diagnóstico y evaluación del tratamiento del pinzamiento femoro-acetabular (31, 32). Sin embargo, el valor normal del ángulo es controvertido, Notzli et al. (30) en 2002, sugirió que el valor patológico era superior a 50°; estudios recientes coinciden con esta afirmación y sugieren que la asfericidad de la cabeza femoral contribuye al desarrollo de la OA de cadera (33).

El ángulo centro borde lateral, fue la medida utilizada para analizar la cobertura acetabular. En todos los casos fue mayor en nuestra muestra. (Mujeres: 33,1°

hombres: 35,4°). El ángulo centro borde lateral reportado en la literatura está entre 25° y 30°, considerando una displasia acetabular <25° y un indicador de sobrecobertura del acetábulo >39°, este último da lugar a un contacto lineal entre el borde acetabular y la unión de la cabeza con el cuello femoral.

Con relación a las medidas de orientación acetabular: ancho y profundidad acetabular, estos resultados son más semejantes con respecto a la población estudiada en china (profundidad acetabular: mujeres: 27,6 mm; hombres: 31,9 mm en Bogotá y mujeres: 29.65 mm; hombres: 32.76 mm en China) (ancho acetabular: mujeres: 57,2 mm; hombres: 63,4 mm en Bogotá y mujeres: 57.86 mm; hombres: 64.27 mm en China). La población de caucásicos europeos y afroamericanos obtuvieron medidas mayores con relación al promedio de nuestra muestra estudiada. Estos resultados concuerdan con los publicados por el estudio de Dudda M et al., (4), y la revisión multicéntrica realizada en el estudio de Edwards et al., (20), en el cual los chinos, y especialmente las mujeres chinas, poseen un acetábulo menos profundo y más reducido.

En cuanto a la morfología y morfometría femoral, el cuello del fémur es más corto en la muestra estudiada en esta investigación en comparación con las revisadas en la literatura (mujeres: >50 mm; hombres: >53 mm), tanto en hombres como en mujeres. (Muestra Bogotá, mujeres: 30,1 mm; hombres: 31,3 mm). La longitud del cuello se encuentra directamente asociada con la longitud de la pierna, sin embargo, durante la recolección de datos no fue posible acceder a características antropométricas como la talla. Adicional a esto, al ser el cuello femoral el brazo de palanca que trasmite la carga del peso corporal de la cabeza del fémur a la diáfisis femoral, estas diferencias pueden tener un

impacto en la carga y distribución del peso. Estudios radiográficos han sugerido que un cuello femoral más corto puede disminuir el riesgo de fracturas debido a la reducción de la longitud del brazo de palanca (34).

El ángulo de la diáfisis del cuello femoral de la muestra obtenida en Bogotá fue mayor en ambos sexos (mujeres: 131°; hombres 132°). Esta orientación del cuello femoral interviene considerablemente en la estabilidad de la cadera, considerando su orientación tanto en el plano fontral como en el plano horizontal.

En ese marco, el diámetro de la cabeza femoral es también un determinante importante del rango de movimiento y estabilidad. Los resultados de este estudio muestran una cabeza femoral más pequeña con relación a los caucásicos europeos, afroamericanos y chinos (muestra Bogotá mujeres: 49,37 mm; hombres: 54,4 mm) ya que todos ellos se encontraban con un diámetro femoral >50 mm en mujeres y >56 mm en hombres. El rango de movimiento y la estabilidad se encuentran estrechamente enlazados con la relación cabeza-cuello, es decir, la relación cabeza-cuello aumenta con una cabeza femoral de mayor diámetro y un cuello más estrecho. Además, una cabeza femoral de mayor diámetro también requiere un mayor desplazamiento para luxarse y, por lo tanto, ofrece una mayor estabilidad.

Finalmente, se encontró que el desplazamiento femoral lateral fue menor (41,8 mm) en comparación con la población estudiada en Brasil (44,4 mm) y en el estudio de Mokrovic et al., en croatas (19,32) (51 mm). Esta variable determinante en el ángulo cervico-diafisiario y en el brazo de palanca de los músculos abductores.

15. LIMITACIONES

El estudio tiene algunas limitaciones. En primer lugar, la muestra seleccionada consistió en individuos que requirieron radiografías de cadera por alguna correlación ortopédica, lo que probablemente no sea una verdadera representación de la población general. Sin embargo, sería difícil y probablemente poco ético reclutar voluntarios sanos para someterse a radiografías de cadera con solo fines de investigación. Adicionalmente, caracterizar la población con base al índice de masa corporal (IMC) podría ampliar el análisis con relación a un factor sociodemográfico que impacta directamente en la formación y características óseas de la cadera.

16. CONCLUSIONES

Los resultados de este trabajo apoyan las observaciones de estudios similares en otras poblaciones sobre una alta diversidad en la morfología y morfometría de la cadera.

Este estudio se considera el primero en realizar una descripción radiográfica de la morfometría y morfología de la cadera ósea en una muestra de población de la ciudad de Bogotá. Se hace necesario contar con estudios propios que caractericen a los individuos en diferentes lugares geográficos de Colombia con el fin de mejorar la comprensión de la morfología del fémur proximal y del acetábulo; de esta manera es posible ayudar a elegir el implante en correspondencia con la anatomía de la cadera para la mayoría de nuestra población que requiera un reemplazo total de esta y desarrollar intervenciones preventivas para las personas con algún riesgo asociado ya que una gran parte de lo que antes se pensaba que era OA de cadera primaria puede ser secundaria a anomalías morfológicas.

A pesar de ser una muestra y primera aproximación descriptiva se han encontrado diferencias en relación con otros estudios en diferentes poblaciones a nivel mundial que vale la pena analizar y corroborar con significancia estadística y clínica en un estudio de asociación.

17. REFERENCIAS

1. Senol D. Comparison of Diameter and Depth Morphometry in Human Acetabulum in Terms of Age and Gender: A Radiological Study. Journal of Human Anatomy. 2017;1(2).

2. Aly T. Hip Morphologic Measurements in an Egyptian Population. Orthopedics. 2011

3. Demir M, Atay E, Güneri B,Yilmaz H, Arpaci M, Güler H, Al O, Ertekin T, Nisari M, Unur E. Morphometric Measurements of the Hip Bone in Turkish Adult Population. Kobe J. Med. Sci. 2018; 64 (4):149-156

4. Dudda M, Kim Y, Zhang Y, Nevitt M, Xu L, Niu J et al. Morphologic differences between the hips of Chinese women and white women: Could they account for the ethnic difference in the prevalence of hip osteoarthritis? Arthritis & Rheumatism. 2011;63(10):2992-2999

5. Sridharan I. Morphometric Study of Acetabulum in Adult Dry Human Pelvic Bone. Indian Journal of Anatomy. 2019;8(4):289-292.

6. Indurjeeth K, Ishwarkumar S, De-Gama B, Ndlazi Z, Pillay P. Morphometry and Morphology of the Acetabulum Within the Black African Population of South Africa. International Journal of Morphology. 2019;37(3):971-976.

7. van Buuren, M., Arden, N., Bierma-Zeinstra, S., Bramer, W., Casartelli, N., Felson, D., Jones, G., Lane, N., Lindner, C., Maffiuletti, N., van Meurs, J.,

Nelson, A., Nevitt, M., Valenzuela, P., Verhaar, J., Weinans, H. and Agricola, R., 2020. The association between adult hip morphology and hip osteoarthritis: a systematic review. Osteoarthritis and Cartilage, 28: S260-S261

8. Umer M, Sepah Y, Asif S, Azam I, Jawad M. Acetabular morphometry and prevalence of hip dysplasia in the South Asian population. Orthopedic Reviews. 2009;1(1):10

9. Cross M, Smith E, Hoy D, Nolte S, Ackerman I, Fransen M, et al. The global burden of hip and knee osteoarthritis: estimates from the global burden of disease 2010 study. Annals of the rheumatic diseases. 2014;73(7):1323-30.

10. Chen A, Gupte C, Akhtar K, Smith P, Cobb J. The Global Economic Cost of Osteoarthritis: How the UK Compares. Arthritis. 2012; 2012:698709.

11. Versus Arthritis. The State of Musculoskeletal Health 2019: Arthritis and other musculoskeletal conditions in numbers. 2019.

12. Verbruggen S, Nowlan N. Ontogeny of the Human Pelvis. The Anatomical Record. 2017;300(4):643-652.

13. Byrne D, Mulhall K, Baker J. Anatomy & Biomechanics of the Hip. The Open Sports Medicine Journal. 2010;4(1):51-57.

14. Behaeghe O, Van Beeck A, Dossche L, Somville J. Femoral anteversion measurement: evaluation of inter- and intraobserver reliability Olivia Behaeghe, Annelies Van Beeck, Lieven Dossche, Johan Somville. Acta Orthop. Belg. 2020; 86: 17-21.

15. Mardones R, Barrientos C, Nemtala U, Tomic A, Salineros U. Pinzamiento femoroacetabular: Conceptos básicos en una nueva causa de dolor inguinal. Revista médica de Chile. 2010;138(1).

16. Gaurang P, Srushti R, Patel SV, Patel SM, Nishita J. Morphology and morphometry of acetabulum. International Journal of Biological and Medical Research. 2013; 4: 2924-26.

17. Ukoha U, Umeasalugo K, Okafor J, Ndukwe G, Nzeakor H, Ekwunife D. Morphology and morphometry of dry adult acetabula in Nigeria. Morfología y morfometría de los acetábulos adultos secos en Nigeria. Revista Argentina de Anatomía Clínica. 2016;6(3):150-155.

18. Msamati B, Igbigbi P, Lavy C. Geometric measurements of the acetabulum in adult Malawians: radiographic study. East African Medical Journal. 2004;80(10).

19. Sengodan V, Sinmayanantham E, Kumar J. Anthropometric analysis of the hip joint in South Indian population using computed tomography. Indian Journal of Orthopaedics. 2017;51(2):155.

20. Edwards, K., Leyland, K., Sanchez-Santos, M., Arden, C., Spector, T., Nelson, A., Jordan, J., Nevitt, M., Hunter, D. and Arden, N., 2020. Differences between race and sex in measures of hip morphology: a population-based comparative study. Osteoarthritis and Cartilage, 28(2):.189-200.

21. Mokrovic H, Komen S, Gulan L, Gulan G. Radiographic analysis of the proximal femoral anatomy in the Croatian population. International Orthopaedics. 2021;45(4):923-929.

22. Hoaglund F, Oishi C, Gialamas G. Extreme variations in racial rates of total hip arthroplasty for primary coxarthrosis: a population-based study in San Francisco. Annals of the Rheumatic Diseases. 1995;54(2):107-110.

23. Raveendran, R., Stiller, J., Alvarez, C., Renner, J., Schwartz, T., Arden, N., Jordan, J. and Nelson, A., 2018. Population-based prevalence of multiple radiographically-defined hip morphologies: the Johnston County Osteoarthritis Project. Osteoarthritis and Cartilage, 26(1):.54-61

24. Navarro N, Orellana C, Moreno M, Gratacós J, Larrosa M. Atrapamiento femoroacetabular. Seminarios de la Fundación Española de Reumatología. 2012;13(1):15-22.

25. Van Houcke J, Yau W, Yan C, Huysse W, Dechamps H, Lau W et al. Prevalence of Radiographic Parameters Predisposing to Femoroacetabular Impingement in Young Asymptomatic Chinese and White Subjects. The Journal of Bone and Joint Surgery. 2015;97(4):310-317.

26. Harris M, Kapron A, Peters C, Anderson A. Correlations between the alpha angle and femoral head asphericity: Implications and recommendations for the diagnosis of cam femoroacetabular impingement. European Journal of Radiology. 2014;83(5):788-796.

27. Edwards K, Leyland K, Arden C, Spector T, Nelson A, Jordan J, Nevitt M, Hunter D. Interaction between race and sex in measures of hip morphology. A population-based comparative study. Osteoarthritis and Cartilage. 2016; 24:243

28. Rawal BR, Ribeiro R, Malhotra R, Bhatnagar N. Anthropometric measurements to design best fit femoral stem for the Indian population. Indian Journal of Orthopaedics. 2012; 46(1):46–53

29. Siebenrock KA, Wahab KH, Werlen S, Kalhor M, Leunig M, Ganz R. Abnormal extension of the femoral head epiphysis as a cause of cam impingement. Clin Orthop Relat Res. 2004; (418): 54–60

30. Clohisy JC, Carlisle JC, Beaule PE y col. A systematic approach to the plain radiographic evaluation of the Young adult hip. J Bone Joint Surg Am. 2008; 90 (Supl. 4): 47–66

31. Harris M, Kapron A, Peters C, Anderson A. Correlations between the alpha angle and femoral head asphericity: Implications and recommendations for the diagnosis of cam femoroacetabular impingement. European Journal of Radiology. 2014;83(5):788-796.

32. Barrientos C, Barahona M, Diaz J, Brañes J, Chaparro F, Hinzpeter J. Is there a pathological alpha angle for hip impingement? A diagnostic test study. Journal of Hip Preservation Surgery. 2016;3(3):223-228.

33. Kemp J, Østerås N, Mathiessen A, Nordsletten L, Agricola R, Waarsing J et al. Relationship between cam morphology, hip symptoms, and hip osteoarthritis:

the Musculoskeletal pain in Ullersaker STudy (MUST) cohort. HIP International. 2020;112070002094385.

34. de Farias T, Borges V, de Souza E, Miki N, Abdala F. Radiographic study on the anatomical characteristics of the proximal femur in Brazilian adults. Revista Brasileira de Ortopedia (English Edition). 2015;50(1):16-21.