



**Uso de resonancia nuclear magnética en displasia residual de cadera en niños
de 3 a 8 años**

Autores:

Dr. Cristian Camilo Fajardo Cantillo

Residente Ortopedia y Traumatología

Dr. Rodrigo Huertas Tafur

Ortopedista infantil

Dra. Maria Fernanda Garcia Rueda

Ortopedista infantil

Dr. Julian Rincón Lozano

Medico rural investigación Ortopedia

Trabajo presentado como requisito para optar por el
título de Ortopedista y Traumatólogo

Bogotá, Colombia

2022

**Uso de resonancia nuclear magnética en displasia residual de cadera en niños
de 3 a 8 años**

Autor

Cristian Camilo Fajardo Cantillo

Tutores

Dr. Rodrigo Huertas Tafur: Especialista en Ortopedia Infantil, Instituto Roosevelt.

Dra. Maria Fernanda Garcia Rueda: Especialista en Ortopedia Infantil, Epidemiología,
Instituto Roosevelt.

Universidad del Rosario

Facultad de medicina - Escuela de Post grados

Bogotá - Colombia

2022

Identificación del proyecto

Institución académica: Universidad del Rosario

Dependencia: Facultad de medicina, escuela de post grados

Título de la investigación: Uso de resonancia nuclear magnética en displasia residual de cadera en niños de 3 a 8 años

Instituciones participantes: Instituto Ortopedia Infantil Roosevelt

Tipo de investigación: Estudio de corte transversal retrospectivo

Investigador principal: Cristian Camilo Fajardo Cantillo

Investigadores asociados: Julián Rincón Lozano

Asesor clínico o temático: Dr. Rodrigo Huertas, Ortopedista Infantil, profesor Universidad del Rosario, Universidad Nacional de Colombia, Pontificia Universidad Javeriana.

Asesor metodológico: Dra. Maria Fernanda Garcia Rueda, Ortopedista Infantil, Epidemióloga, Instituto Roosevelt.

Salvedad institucional

“La Universidad del Rosario no se hace responsable de los conceptos emitidos por los investigadores en su trabajo, solo velará por el rigor científico, metodológico y ético del mismo en aras de la búsqueda de la verdad y la justicia”.

Resumen

Introducción: La displasia residual de cadera es una patología de origen multifactorial caracterizada por alteraciones en la formación y desarrollo normal de las caderas. En su curso natural los pacientes pueden tener secuelas definitivas en su edad adulta, por lo que su enfoque y tratamiento debe ser preciso, adecuado. Se necesitan herramientas diagnósticas que mejoren su evaluación, estadificación y que permitan definir si se requiere o no tratamiento quirúrgico..

Objetivo: Determinar la utilidad de la resonancia de cadera en el estudio de la displasia residual de cadera en los pacientes de 3 a 8 años.

Diseño: Estudio de corte transversal retrospectivo en el que se incluyeron 23 pacientes con diagnóstico de displasia residual, evaluados con radiografía y resonancia de cadera desde el 2015 al 2021. Se realizó análisis de las variables imagenológicas durante el seguimiento para establecer una estrategia de tratamiento para su displasia.

Resultados: La métrica empleada fue la correlación de las medidas con la indicación de intervención quirúrgica. El centro borde óseo, centro borde cartilaginoso y antecedente de cirugía previa mostraron una correlación mayor a 0.5 con la decisión de tratamiento quirúrgico durante el seguimiento.

Conclusión: La resonancia de cadera es un examen que puede ser útil en los pacientes de esta edad con displasia residual como elemento de discriminación de diagnóstico, tratamiento y pronóstico. Asimismo, podemos clasificar el grado de displasia residual, y adicionar elementos de juicio para la toma de una decisión quirúrgica.

Palabras clave: Displasia de la cadera en desarrollo (DCD), Resonancia magnética de cadera (RMC), Displasia residual (DR), Índice acetabular cartilaginoso (IAC), Índice acetabular óseo (IAO), Centro borde cartilaginoso (CBC), Centro borde óseo (CBO)

Abstract:

Introduction: Residual hip dysplasia is a pathology of multifactorial origin characterized by alterations in the formation and normal development of the hips. In its natural course, patients can have definitive sequelae in adulthood, so their approach and treatment must be precise and adequate. Diagnostic tools are needed to improve its evaluation, staging and to define whether or not surgical treatment is required.

Objective: To determine the usefulness of hip MRI in the study of residual hip dysplasia in patients aged 3 to 8 years.

Design: Retrospective cross-sectional study that included 23 patients with a diagnosis of residual dysplasia, evaluated with hip radiography and MRI from 2015 to 2021. An analysis of imaging variables was performed during follow-up to establish a treatment strategy for hip dysplasia.

Results: The metric used was the connection of the measures with the indication of surgical intervention. The bone center edge, cartilaginous center edge and history of previous surgery showed a correlation greater than 0.5 in line with surgical treatment during follow-up.

Conclusion: The hip MRI is a test that can be useful in patients with residual dysplasia as an element of discrimination for diagnosis, treatment and prognosis. Likewise, we can classify the degree of residual dysplasia, and add elements of judgment for a surgical decision.

1 Contenido

<i>Hoja de identificación</i>	3
<i>Salvedad institucional</i>	4
1. ¡Error! Marcador no definido.	9
1.1 <i>Planteamiento del problema</i>	9
2. ¡Error! Marcador no definido.	10
2.1 <i>Justificación</i>	18
3. ¡Error! Marcador no definido.	20
4. ¡Error! Marcador no definido.	21
4.1 <i>Objetivo general</i>	21
4.2 <i>Objetivos específicos</i>	21
5. ¡Error! Marcador no definido.	22
6. ¡Error! Marcador no definido.	23
6.1 <i>Tipo y diseño de estudio</i>	23
6.2 <i>Población y muestra</i>	23
6.3 <i>Criterios de inclusión y exclusión</i>	23
6.3.1 <i>Criterios de inclusión:</i>	23
6.3.2 <i>Criterios de exclusión</i>	23
6.4 <i>Tamaño de muestra</i>	24
6.5 <i>Muestreo</i>	24
6.6 ¡Error! Marcador no definido.	24
6.6.1 ¡Error! Marcador no definido.	28
6.9 <i>Plan análisis de datos</i>	28
7. ¡Error! Marcador no definido.	29
8. ¡Error! Marcador no definido.	30
8.1 <i>Recursos</i>	30
8.2 <i>Cronograma</i>	30
9. ¡Error! Marcador no definido.	
6.1 <i>Fortalecimiento de la apropiación social del conocimiento</i>	31
6.1 <i>Fortalecimiento de la comunidad científica</i>	31
10. ¡Error! Marcador no definido.	32
11. ¡Error! Marcador no definido.	34

11. Discusión	36
12. Conclusiones	38
14. Bibliografía	39
15. Anexos	
Listado de tablas.....	42
Listado de figuras.....	43

Introducción y planteamiento del problema

La causa más frecuente de consulta en ortopedia infantil es la valoración de las caderas de los niños, con el fin de descartar o confirmar el diagnóstico de displasia de la cadera en desarrollo. Es una de las patologías ortopédicas más frecuentes en la infancia, con un espectro amplio de la enfermedad, diversos tipos de tratamiento y pronósticos variables; pero siempre con el objetivo de tener caderas estables y libres de dolor en la vida adulta. (1) La displasia residual después de los primeros años de vida condiciona a estos pacientes a posibles procedimientos quirúrgicos y secuelas en la vida adulta que deben detectarse. Por esta razón es de vital importancia identificar anomalías residuales en estas caderas para un mejor pronóstico en estos pacientes. La resonancia nuclear magnética en cadera es una herramienta poco desarrollada, pero en recientes artículos de investigación se ha demostrado su importancia y validez en el estudio de esta enfermedad. (32)

Sin embargo hay varias razones que explican el uso infrecuente de la RMC en el estudio de la DR. La principal causa es la no estandarización de los hallazgos de este estudio diagnóstico en la DR, además de los pocos estudios que describen su uso y por último un seguimiento tradicional que se hace con radiografías. Por esta razón se hace de vital importancia, identificar, describir y estandarizar los hallazgos que se presentan en resonancia en los pacientes con displasia residual. Por lo tanto se decidió realizar la descripción de estas variables, debido a que contamos con un arma diagnóstica potente como lo es la resonancia magnética, que nos puede brindar ventajas diagnósticas, pronósticas y de tratamiento, que en nuestro punto de vista puede tener valor agregado en el abordaje de esta enfermedad. (20)

Por lo anteriormente mencionado, se diseñó el presente estudio. Evaluamos las resonancias de cadera en niños de los 3 a 8 años con sospecha o diagnóstico de displasia residual de la cadera en desarrollo, con el fin de describir las anomalías encontradas y posiblemente formular hipótesis de tratamiento según los hallazgos.

Marco Teórico

La displasia de la cadera en desarrollo (DDC) hace referencia a un amplio espectro de anomalías estructurales a nivel de la cadera, dentro de las que se incluyen desde defectos parciales, como la subluxación de la articulación coxofemoral; hasta compromiso total dado por una luxación franca de la misma. Se define luxación como: "El desplazamiento con pérdida de las relaciones articulares de forma completa, sin un contacto entre las superficies articulares del fémur y el acetábulo". (5); Por otro lado, la subluxación se define como el desplazamiento de la articulación, sin pérdida total del contacto entre las superficies articulares (5) Según la Guía de Práctica Clínica del Recién Nacido Sano en Colombia, se define DDC como: "Rango de alteraciones en el desarrollo de la cadera, donde el acetábulo y la cabeza del fémur tienen mal alineamiento, alteraciones en el crecimiento o ambos" (3).

La tasa de incidencia de DDC a nivel mundial es controvertida, varía entre un 0,64 a 4,0 por cada 1000 nacidos vivos (1,2), por lo que se considera una de las patologías del aparato locomotor más comunes en la infancia. Sin embargo, se ha visto que la incidencia puede verse afectada por los criterios diagnósticos, por el entrenamiento y la experiencia que tenga el médico examinador (1). El Ministerio de Salud de Colombia reporta que "La prevalencia descrita varía en los estudios realizados: 1,6 a 26,0 por 1000 nacidos vivos, esta prevalencia depende en la definición y la población estudiada" (3). Tiene mayor incidencia en raza blanca y sexo femenino siendo una proporción de 6:1(1).

Para que ocurra un adecuado desarrollo de la cadera es necesario que la cabeza femoral se encuentre de forma concéntrica y congruente en el acetábulo y con adecuado crecimiento a su vez de los cartílagos trirradiado y acetabular (6). Por lo cual en el desarrollo de la DDC existe una alteración relacionada con la laxitud de los tejidos blandos que se encuentran a nivel periarticular y el posicionamiento de la cabeza femoral en el acetábulo, los cuales pueden generarse en el periodo intrauterino o en el posnatal (5,6). Se considera que la etiología de la DDC es multifactorial, en donde se encuentran factores: hormonales, mecánicos y genéticos.

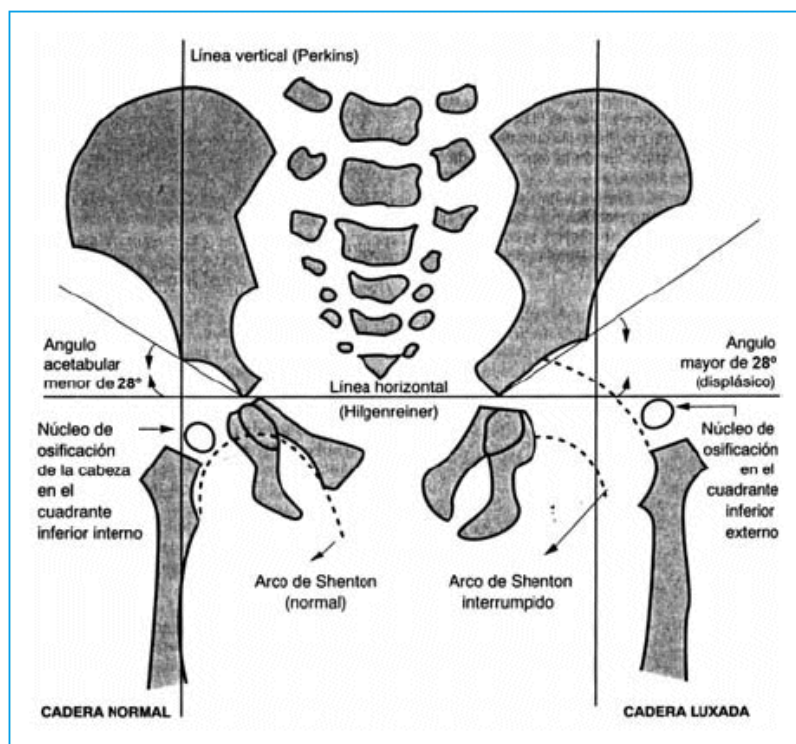
La radiografía simple de cadera reporta como principal hallazgo la situación de la cabeza femoral en el acetábulo, y se realiza en posición neutra a partir del tercer mes de vida(13). La radiografía anteroposterior presenta líneas de referencia para la evaluación de cadera (Imagen 1): la primera de ellas es la línea de Hilgenreiner, en donde de manera horizontal une el punto más inferior de ambos ilíacos a nivel del cartílago trirradiado; la segunda línea es la línea de Perkins, la cual se traza de forma vertical y parte del borde superior de acetábulo, es perpendicular a la línea Hilgenreiner. Se encuentra una línea virtual llamada la Línea de Menard-Shenton, que se genera a partir de la prolongación del arco interno del

cuello femoral y el borde interno del agujero obturador de la pelvis (11), y presenta una interrupción en la línea cuando se evalúa una cadera luxada.

Adicionalmente, en la radiografía puede medirse el cuadrante de Ombredanne, el cual se obtiene con el cruce de las dos líneas anteriormente descritas, y dependiendo de la posición del núcleo epifisario femoral, determina la presencia de subluxación o luxación de la cadera (11,13).

Por último, se mide el índice acetabular, el cual es un ángulo que se encuentra entre la línea Hilgenreiner, la línea entre el borde superior externo del acetábulo y el borde inferior del ilíaco a nivel del cartílago. Los valores normales de los recién nacidos son menores de 30°, con disminución progresiva a medida que aumenta la edad, hasta los 20° (11).

Figura 1: líneas de referencia para la evaluación de cadera



Tomado de: Mazzi E, Prada G De, Ddc L, Ur OA, Paz L. EDUCACIÓN MÉDICA CONTINUA Displasia del desarrollo de la cadera. Rev Soc Bol PED. 2004;0(50):57-64

El ángulo de Wiberg o ángulo CE (CBO), evalúa la cobertura cefálica y se calcula midiendo desde el punto central de la cabeza femoral, sobre la cual se proyecta una línea perpendicular

a la línea de Hilgenreiner, y otra línea que se traza al borde superior externo del acetábulo. Los valores normales se encuentran entre 15-20°. Este ángulo es útil en niños mayores de 5 años y va en aumento con el transcurso de los años. (11)

En el caso de DDC se describe la triada de Putti, en donde se encuentran las siguientes características (11,13):

- Aplanamiento del acetábulo con engrosamiento y oblicuidad del techo.
- Desplazamiento de la cabeza femoral hacia arriba y afuera.
- Retraso del desarrollo del núcleo de osificación.

La radiografía tiene la capacidad de visualizar estructuras óseas y anomalías en el desarrollo en niños mayores (14), siendo un examen sencillo, fácil de obtener, con bajo costo, no requiere de equipos sofisticados, la dosis de radiación utilizada es baja y puede ser interpretado por un médico entrenado (15).

Sin embargo, presenta ciertas desventajas dado que es un examen morfológico y estático no permite de forma completa determinar los primeros cambios que se presentan en la DDC, ya que estos son ambos dinámicos y suelen afectar las estructuras cartilaginosas y ligamentarias. Por otro lado, un examen radiológico realizado con una inadecuada técnica puede generar errores de interpretación con diagnósticos erróneos, especialmente en radiografía rotadas (15).

Durante el desarrollo de la patología estos cambios anatómicos pueden ser manejados de forma incruenta o mediante el uso de métodos quirúrgicos para su corrección, a pesar de esto, el 3,5-17,0 % de los pacientes con DDC presentan cambios residuales, los cuales generan alteraciones mecánicas que constituyen un factor de riesgo para el desarrollo de artrosis de la articulación a mediano plazo. (21)

Definiendo así la displasia residual de cadera (DR) como el desarrollo anormal de los componentes óseos del acetábulo tras el periodo de remodelación del borde cartilaginoso, a pesar de tener un tratamiento adecuado para el desarrollo esquelético, en contexto de un paciente diagnosticado con DDC posterior a la finalización del periodo de remodelación acetabular (3 a 8 años de edad) (21). Sin embargo existe una diferencia intra e interobservador en la medición de los índices acetabulares cercanos al 5° entre evaluador, evidenciado en la literatura. (30)

La tasa de incidencia de DR es afectada por la dificultad diagnóstica que representa la patología residual, teniendo en cuenta que el seguimiento de los pacientes en la mayoría de oportunidades se realiza mediante radiografías convencionales, las cuales pueden presentar variabilidad en sus observaciones y mediciones según el examinador, como fue estudiado por Boniforti et al en (15) caderas de infantes de 3 a 36 meses con variaciones en las

mediciones de índice acetabular, medición de desplazamiento lateral, variables que adicionalmente se modifican con estos, también dificultados por la edad. Sin embargo existen alteraciones en la calidad visual, dificultad para el manejo del paciente y cambios en el adecuado método de toma de radiografía, que nos pueden modificar ciertos parámetros en la hora de la evaluación radiográfica.

Se ha propuesto el manejo de estas anomalías de forma temprana, para esto es necesario contar con parámetros diagnósticos objetivos que permitan tomar una decisión basada en la evaluación de las imágenes. Es por esto que se han desarrollado medidas en imágenes de resonancia magnética con el fin de determinar valores que no subestimen el potencial de remodelación del borde cartilaginoso del acetábulo, como el índice acetabular cartilaginoso o CAI por sus siglas en inglés.(20,24,25) Esta toma en cuenta el margen cartilaginoso del acetábulo y la cabeza femoral en su centro, permitiendo mayor precisión en la medición por la calidad imagenológica. El CAI se mide con el ángulo resultante de la línea H y una línea desde el margen lateral del acetábulo cartilaginoso al punto de fijación del labrum al margen supero lateral del margen del cartílago trirradiado, en un corte donde se encuentre la zona de mayor esfericidad de la cadera (Figura 2 y 3) (20).

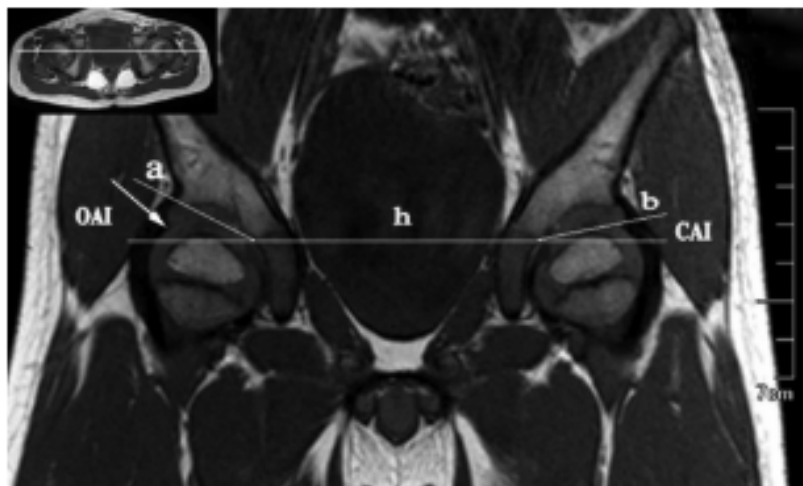


Figura 2. Plano coronal de RMC.

Imagen tomada de: J Bone Joint Surg Br 2012;94-B:1625–31.

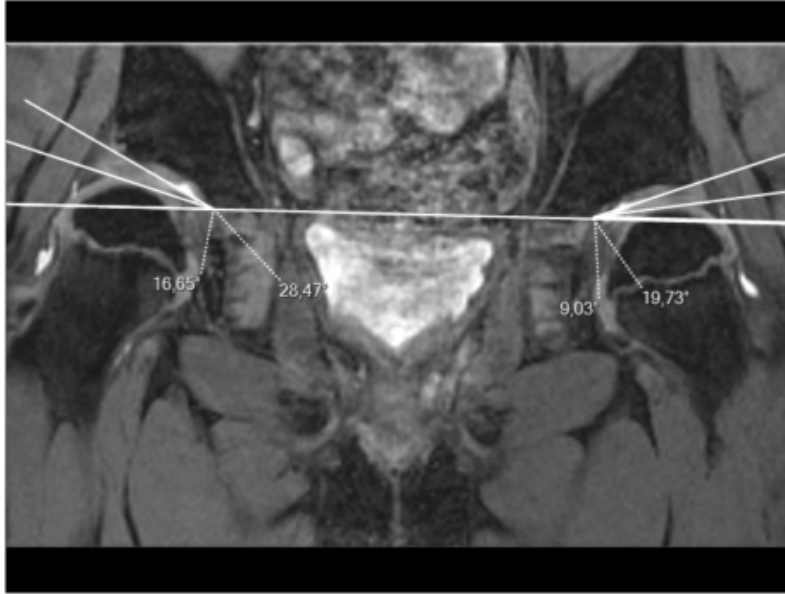


Figura 3. Medición IAO, IAC.
Imagen tomada de: Merckaert et al. *Journal of Orthopaedic Surgery and Research* (2019) 14:379 <https://doi.org/10.1186/s13018-019-1441-1>

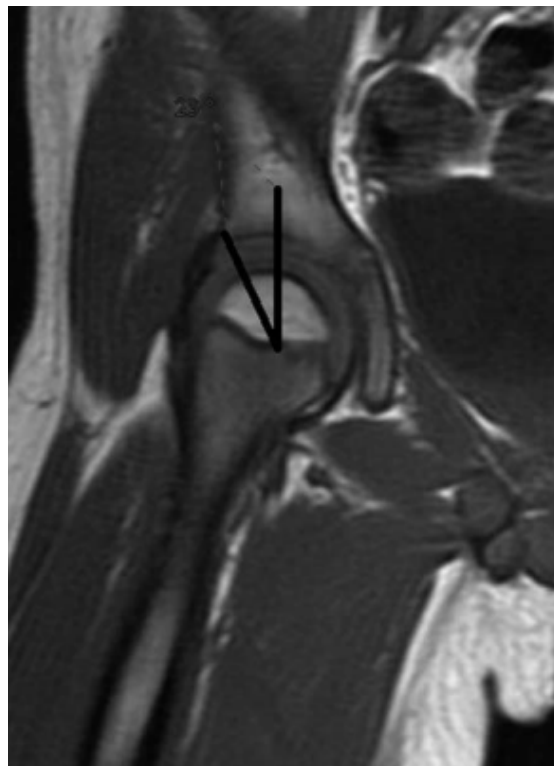


Figura 4. Medición CBO.



Figura 5. Medición CBC.

El centro borde óseo CBO descrito anteriormente pero evaluado en resonancia, determina el punto central de la cabeza femoral, sobre la cual se proyecta una línea que se traza al borde superior externo del acetábulo (Figura 4) (11). En cuanto al CBC se evalúa la cobertura cefálica teniendo en cuenta los tejidos blandos labrum y centros de osificación. Se calcula midiendo desde el punto central de la cabeza femoral, sobre la cual se proyecta una línea con dirección al borde más superior y externo de los tejidos blandos que dan cobertura a la cabeza femoral en un corte donde se encuentre la zona de mayor esfericidad de la cadera. (Figura 5) (28).

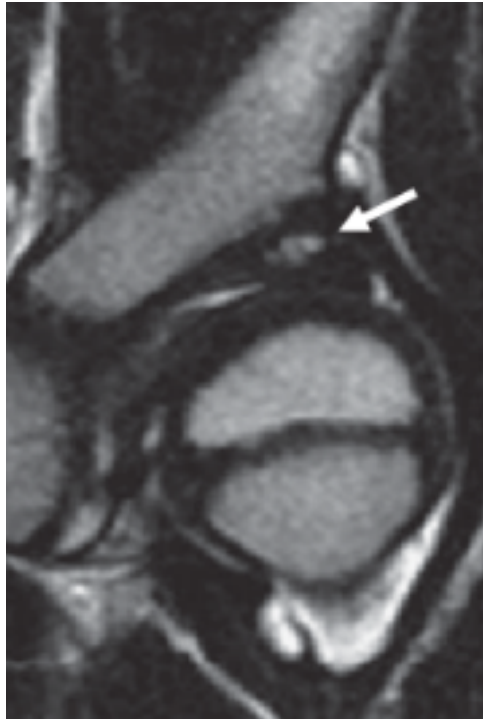


Figura 6. Hiperintensidad área de apoyo en T2.

Figuras 4, 5 y 6 tomadas de: (J Pediatr Orthop 2011;31:381–387)

Asociado a las anteriores se han descrito alteraciones en la intensidad de la porción acetabular cartilaginosa, en los cortes de T2, evidenciada como una zona de hiperintensidad en la región superoexterna del acetábulo, la cual es un indicador de mal pronóstico para el desarrollo acetabular (Figura 6) (28).

La displasia residual del desarrollo de la cadera se define como una alteración en la cobertura acetabular, tanto ósea como cartilaginosa, siendo insuficiente a nivel de la cabeza femoral. (32) Sin embargo el diagnóstico y tratamiento de esta entidad no está bien dilucidada en la literatura. (32)

La evaluación con resonancia de la displasia en las edades de 3 a 8 años de edad ha venido en aumento, debido a la capacidad de remodelación del acetábulo hasta esta edad. (29) Además la resonancia evalúa este potencial de forma directa, evaluando cobertura ósea y cartilaginosa (31)

Existen varias medidas que nos pueden cuantificar la displasia residual en resonancia. Como el CAI, centro borde o la hiperintensidad en la zona de apoyo; se han hecho pocos

acercamientos diagnósticos con resonancia acerca de esta entidad, con cambios que se quieren cuantificar en el presente estudio (25)(31).

La estandarización de las variables anteriormente mencionadas permite una valoración integral del desarrollo acetabular posterior a presentar displasia del desarrollo de cadera como patología primaria, con el uso de avances imagenológicos disponibles para la detección de cambios residuales sin subestimar el potencial de remodelación acetabular.

Justificación

La displasia de la cadera en desarrollo (DDC) corresponde a una serie de alteraciones que pueden presentarse de diversas formas a través del tiempo. La tasa de incidencia de DDC a nivel mundial es controvertida, varía entre un 0,64 a 4,0 por cada 1000 nacidos vivos (1,2).

En Colombia el ministerio de salud reporta: "La prevalencia DDC es de 1,6 a 26,0 por 1000 nacidos vivos " (3). A pesar de las herramientas diagnósticas que ayudan a su detección temprana y tratamiento con diferentes estrategias, el 3,5-17% de los pacientes con DDC presentan alteraciones displásicas en el acetábulo, las cuales constituyen un factor de riesgo para el desarrollo de artrosis en los años subsecuentes. Lo anterior se encuentra directamente asociado a cambios mecánicos articulares secundarios a alteraciones anatómicas primarias desarrolladas durante el curso natural de la DDC.

De igual forma, a pesar del manejo que reciben los pacientes, la DR sigue siendo una complicación de la DDC que se relaciona directamente con artrosis de la articulación, siendo complejo su abordaje diagnóstico y terapéutico solo con la proyección radiográfica de la cadera.

Dada esta limitación generada en la valoración radiográfica, el uso de ultrasonografía para la valoración del techo acetabular cartilaginosa ha cobrado gran importancia, con la desventaja de ser operador dependiente y requerir una técnica con imágenes precisas que son usualmente difíciles de obtener. El uso de artrografía se ha propuesto como solución para valoración de la porción cartilaginosa del acetábulo, sin embargo, esta no permite la valoración de la calidad del cartílago articular de la articulación.

Teniendo en cuenta las limitaciones expuestas previamente en cuanto a la imagenología diagnóstica para la DDC, viene en aumento el uso de nuevas alternativas imagenológicas en resonancia magnética de cadera (RMC), las cuales permiten evaluar el cartílago articular y determinar su calidad; así como valorar la extensión de la porción cartilaginosa acetabular.

La realización de esta investigación cobra vital importancia en el estudio de los pacientes entre 3 a 8 años de edad con displasia residual, con enfermedad limítrofe donde el poder de las herramientas de estudio usual quedan limitadas, debido a que no evalúan factores importantes como lo son los tejidos blandos y el desarrollo de los mismos.

Por lo anterior, en el contexto de la DR se ha considerado el uso de RMC como una herramienta que aporta información sobre la anatomía del tejido óseo y cartilaginosa de la cadera, permitiendo con base en diferentes mediciones a nivel local, dar un estimado el estado de la articulación y de la necesidad de reintervención en estos pacientes (22). Es por esto,

que se evaluaron los hallazgos en la RMC en la población local que han sido diagnosticados con DR permitiendo un acercamiento temprano sobre el compromiso articular a futuro de esta entidad, y de igual forma, tome un papel en la toma de decisiones en cuanto al requerimiento de procedimiento quirúrgicos y en el planeamiento terapéutico.

El estudio se realizó en el Instituto Ortopedia Infantil Roosevelt (IOIR) por ser un centro de referencia de esta patología en el país. Aportando a los investigadores una adecuada cantidad de pacientes, experiencia en el tratamiento de esta enfermedad y la evaluación por pares de la resonancia.

Problema y pregunta de investigación

En la actualidad no hay estándares para considerar la magnitud tolerable de displasia residual de cadera (DR) que resulte en resultados satisfactorios en términos de artrosis de la articulación sintomática. A pesar del desarrollo de tratamientos para el manejo de la DR y sus resultados a corto y mediano plazo, se ha observado que no todas las articulaciones que presentan signos de DR desarrollan cambios articulares secundarios a esta, es por esta razón, que el uso de la RMC ha cobrado importancia en la predicción del desarrollo acetabular, basado en medidas que estiman el porcentaje cartilaginoso acetabular. (22)

Es por lo anterior que se plantea el siguiente estudio, con el objetivo de determinar la utilidad del uso de RMC en pacientes con DR basado en la descripción de las características acetabulares evidenciadas en la RMC de pacientes con DR; y especificar cuáles de las mediciones realizadas en la RMC pueden orientar al diagnóstico de la DR en pacientes mayores a 3 años de edad posterior a la finalización del periodo de remodelación acetabular. Finalmente, se busca plantear bases para que estudios a futuro permitan establecer si las medidas tomadas en la RMC se correlacionan como factores predictores para que se manifieste una morfología anormal en el final del desarrollo esquelético, y subsecuentemente, conlleve artrosis sintomática secundaria a DR; al igual, que precisar la utilidad de la RMC para indicación de procedimientos quirúrgicos. Por ende, se plantea la siguiente pregunta de investigación:

¿Cuáles son los hallazgos en la RMC que se correlacionan con DR en pacientes de 3 a 8 años previamente tratados en el Instituto Roosevelt en las RMC tomadas entre 2015 y 2021?

Objetivos

○ **Objetivo principal**

Identificar cuales son las medidas imagenológicas de la RMC en pacientes de 3 a 8 años que se correlacionan con DR tratados en IOIR entre el 2015 y el 2021.

○ **Objetivos secundarios**

- Descripción sociodemográfica de la población de pacientes con DR atendidos en el Instituto Roosevelt.
- Determinar el índice acetabular óseo y cartilaginoso, y la relación entre estos índices en la RMC de los pacientes con DR.
- Establecer el ángulo de la medición del centro borde óseo y cartilaginoso en la RMC de los pacientes con DR.
- Describir la presencia de áreas de hiperintensidad T2 en zona de apoyo en la RMC de los pacientes con diagnóstico de DR.
- Evaluar la correlación entre cada una de las medidas (IAO, IAC, CBO,CBC y la hiperintensidad en T2) y el desenlace del tratamiento de los pacientes con DR.

Formulación de hipótesis

- La variable Índice acetabular óseo tiene una correlación mayor a 0.5 con displasia residual.
- La variable Índice acetabular cartilaginoso tiene una correlación mayor a 0.5 con displasia residual.
- La variable Centro borde óseo tiene una correlación mayor a 0.5 con displasia residual.
- La variable Centro borde cartilaginoso tiene una correlación mayor a 0.5 con displasia residual.
- La variable hiperintensidad en zona de apoyo en T2 tiene una correlación mayor a 0.5 con displasia residual.

- **Metodología**

- ***Tipo de estudio y diseño general***

Estudio de corte transversal retrospectivo.

- ***Población y tamaño de la muestra***

Pacientes atendidos en el IOIR entre 3 a 8 años con quienes hayan sido diagnosticados con DR mediante criterios clínicos o radiológicos, que previamente hayan tenido tratamiento, y que cuenten con estudios de RMC entre el 2015 y 2021.

- ***Criterios de inclusión***

- Pacientes con diagnóstico de DR considerado como pacientes que después de un tratamiento quirúrgico o no quirúrgico persisten con signos clínicos o radiológicos de DDC después de los 3 hasta los 8 años de edad.
- Pacientes con DR que durante su seguimiento en el IOIR se les haya solicitado RMC como parte de monitoreo de DR en el periodo 2015 a 2021.
- DDC no asociado a otros síndromes con afectación del sistema osteomuscular.

- ***Criterios de exclusión***

- Alteraciones congénitas y sindromáticas diferentes a DDC.
- Datos incompletos o imposibilidad para consecución de imágenes.
- Pobre calidad de imagen que no permite realizar una adecuada medición de los índices.
- Pacientes con caderas subluxadas y luxadas al momento del análisis.

- ***Muestreo y tamaño de la muestra***

Mediante un muestreo por conveniencia se incluyeron en el estudio todos los pacientes con RMC tomada entre el 2015 al 2021 que cumplieron los criterios de selección, esto con el fin de garantizar el mayor número posible de casos para la descripción y análisis de las variables.

- ***Instrumentos y recolección de la información***

Se realizó la revisión de base de datos de pacientes con DDC del IOIR suministrada a través del comité de ética institucional la cual comprende los pacientes atendidos en el IOIR con los diagnósticos CIE 10 especificados (Tabla 1) durante el 2015 al 2021, y se cruzó con la base de datos de radiología de RMC, con el fin de identificar candidatos a el estudio que cumplieron criterios de selección, se realizó la revisión de historias clínicas para identificar pacientes con DR. Posteriormente, dos Ortopedistas especialistas en Ortopedia Infantil realizaron las medidas en la RMC con el fin de determinar los valores presentados para cada paciente. Para las variables cuantitativas expresadas en grados que presentaron discordancia entre las mediciones de ambos evaluadores menor a 3 grados se realizó un promedio, en caso de que la discordancia fue mayor a los 3 grados descritos en la literatura, un tercer Ortopedista Infantil determinó el valor. En el caso de presentarse discrepancia entre los dos evaluadores en las variables dicotómicas, un tercer Ortopedista Infantil determinó el resultado de la variable. Se consignó la información y el resultado de las mediciones imagenológicas de cada paciente en un registro individual para cada paciente en la base de datos REDCAP.

Tabla 1. Códigos CIE 10 como diagnóstico de los pacientes incluidos en el estudio.

CÓDIGO CIE 10	DIAGNÓSTICO
Q650	Luxación congénita de cadera unilateral
Q651	Luxación congénita de cadera bilateral
Q652	Luxación congénita de cadera no especificada
Q653	Subluxación congénita de cadera unilateral
Q654	Subluxación congénita de cadera bilateral
Q655	Subluxación congénita de cadera no especificada
Q656	Cadera inestable
Q658	Otras deformidades congénitas de la cadera

Variables: Tabla 2

NOMBRE	DEFINICIÓN OPERATIVA	ESCALA DE MEDICIÓN	CATEGORÍA O UNIDAD DE MEDIDA	CÓDIGO
Identificación	Número de identificación del paciente	Intervalo	Número entero	ID
Edad	Fecha de nacimiento - fecha de toma de RMN	Razón	Años	Age
Sexo	Sexo referido en la historia clínica	Nominal	1= Femenino 2= Masculino	Sex
Lateralidad	Cadera afectada en el paciente	Nominal	1= Derecha 2= Izquierda 3= Bilateral	Side
Tratamiento	Tratamiento previo a la toma de la RMN	Nominal	0= No quirúrgico 1= Quirúrgico	Treat
Cirugía para DR	Requirió algún tipo de cirugía para el manejo de la	Nominal	0= No 1= Si	Surgery

	DR			
Índice acetabular óseo	En un corte coronal en un área de mayor concentricidad de la cabeza femoral de RMC a nivel del acetábulo: Ángulo que se encuentra entre la línea Hilgenreiner y la línea entre el borde superior externo del acetábulo y el borde inferior del iliaco a nivel del cartílago. En el corte de resonancia donde se visualiza la mayor esfericidad de la cabeza femoral.	Razón	Grados	IAO
Índice acetabular cartilaginoso	En un corte coronal de RMC a nivel del acetábulo: Ángulo resultante de la línea H y una línea desde el margen lateral del acetábulo cartilaginoso al punto de fijación del labrum al margen supero lateral del margen del cartílago trirrariado. En el corte de resonancia donde se visualiza la mayor esfericidad de la cabeza femoral.	Razón	Grados	IAC
Hiperintensidad en zona de apoyo	Aumento de la señal de alta intensidad en área de carga de la porción cartilaginosa acetabular en secuencia T2. En el corte de resonancia donde se visualiza la mayor esfericidad de la cabeza femoral.	Nominal	0= No 1= Si	HSIA
Centro borde óseo	En un corte coronal de RMC: Ángulo resultante de una línea desde el centro de la cabeza femoral y	Razón	Grados	CBO

	perpendicular a la línea horizontal que une el centro de ambas cabezas femorales; y una segunda línea desde el centro de la cabeza femoral hasta el margen más superior externo del borde óseo acetábulo. En el corte de resonancia donde se visualiza la mayor esfericidad de la cabeza femoral.			
Centro borde cartilaginoso	En un corte coronal de RMC: Ángulo resultante de una línea desde el centro de la cabeza femoral y perpendicular a la línea horizontal que une el centro de ambas cabezas femorales; y una segunda línea desde el centro de la cabeza femoral hasta el margen más superior y externo de los tejidos blandos en el acetábulo. En el corte de resonancia donde se visualiza la mayor esfericidad de la cabeza femoral.	Razón	Grados	CBC
Relación índice acetabular óseo/cartilaginoso (AAR)	Índice acetabular cartilaginoso ² / índice acetabular óseo Relación entre ángulo Hilgenreiner óseo y cartilaginoso evaluado en proyección coronal de la RM de cadera	Razón	Valor absoluto	AAR

- ***Calidad del dato, control de sesgos y error***

Para controlar la pérdida de datos en algunas variables, se limitó el ingreso al estudio a los pacientes que cuenten con todos los datos sociodemográficos, clínicos y radiológicos, y se excluyeron del análisis los pacientes que tuvieron datos incompletos. Para las variables cuantitativas expresadas en grados que presentaron discordancia entre las mediciones de ambos evaluadores menor a 3 grados se realizó un promedio en cada caso, en el caso en que la discordancia fue mayor a los 3 grados descritos en la literatura, un tercer Ortopedista Infantil determinó el valor. Cuando se presentó discrepancia entre los dos evaluadores en las variables dicotómicas, un tercer Ortopedista Infantil determinó el resultado de la variable.

- ***Plan de Análisis de la información***

Se realizó un análisis estadístico descriptivo, para las variables cualitativas se calcularon frecuencias absolutas y relativas, en las cuantitativas se calcularon medidas de tendencia central. Se evaluó el supuesto de normalidad de distribución para cada variable, y se expresó en media si la distribución era normal y mediana si no lo fue, además se calculó la dispersión de cada variable cuantitativa.

- *Aspectos éticos en la investigación*

Se tuvo en cuenta las normas científicas, técnicas y administrativas para la Investigación en salud establecidas en la Resolución N° 008430 de 1993 (4 de octubre de 1993) del Ministerio de Salud de La República de Colombia, la Declaración de Helsinki y los lineamientos de la 67^a *Asamblea General de la AMM, Taipei, Taiwán, en octubre 2016*. Según el artículo 11 de la resolución 8430 de 1993, esta investigación se clasifica como un estudio sin riesgo en el cual no se realizó ninguna intervención física, farmacológica o psicológica adicional a las realizadas de forma rutinaria, la obtención de los datos se realizó de manera retrospectiva mediante la revisión de imágenes e historias clínicas de pacientes previamente atendidos.

- *Administración del proyecto*
- *Recursos*

Los recursos para la recolección de los datos fueron dados en especie por los autores del estudio. El análisis estadístico y la traducción del estudio se realizó por el Instituto Roosevelt.

- *Cronograma: Tabla 3*

Actividad	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6
Revisión de la literatura						
Establecimiento de variables						
Prueba piloto						
Recolección de datos						
Análisis de resultados						
Redacción de documento final						

- **Resultados esperados**

- *Fortalecimiento de la apropiación social del conocimiento: Tabla 4*

Resultado	Indicador	Beneficiario
Descripción de las características sociodemográficas de los con DR	Valores de datos sociodemográficos de los pacientes en cuestión.	Hospitales, clínicas y sistema de salud.
Evaluación radiológica de las caderas con displasia residual	Hallazgos radiológicos en la RMC	Hospitales, clínicas y sistema de salud.
Aplicación para de nuevos criterios para orientar el manejo de pacientes con DR	Tratamiento quirúrgico o no	Familiares, pacientes. Hospitales, clínicas y sistema de salud.

- *Fortalecimiento de la comunidad científica: Tabla 5*

Resultado	Indicador	Beneficiario
Estandarización de protocolos de tratamiento en pacientes con DR.	Tratamiento quirúrgico o no	Residentes, Ortopedistas generales y Ortopedistas infantiles
Creación de una línea de investigación enfocada en displasia de cadera en ortopedia infantil y futuros estudios	Número de publicaciones científicas en ortopedia infantil	Residentes, Ortopedistas generales y Ortopedistas infantiles

- **Transferencia de resultados**

La transferencia de los datos se realizó en forma de publicación de dos formas. La presente, como trabajo de grado expuesto a la Universidad del Rosario optando por el título para Ortopedia y Traumatología. La segunda que se encuentra pendiente y se realizará la publicación como artículo de investigación, en una revista indexada pendiente por elegir, para difundir a la comunidad científica.

Mediciones:

Dos ortopedistas infantiles realizaron individualmente la medición de los parámetros radiológicos en la RMN de cadera. Para el IAO, IAC, CBO y CBC se calculó el promedio de las mediciones de ambos ortopedistas. De igual manera, la AAR se calculó con la media de ambas mediciones de la siguiente manera: $AAR = (IAC * IAC) / IAO$. Cada ortopedista infantil definió la presencia de hiperintensidad en el área de apoyo y en caso de discordancia entre las dos observaciones, un tercer ortopedista infantil dirimió la diferencia.

Métodos estadísticos

Se reclutó una cohorte retrospectiva en un hospital pediátrico especializado en ortopedia entre el 2015 y el 2021. Se incluyeron pacientes con diagnóstico de DDC y una resonancia magnética de cadera tomada entre los 3 y 8 años de edad. Se definió DR como pacientes mayores de 3 años que después del tratamiento persisten con índice acetabular en radiografía convencional mayor a 25° y fueron llevados a osteotomía pélvica. En los pacientes con DR bilateral, se incluyeron las mediciones de ambas caderas. Se excluyeron pacientes con antecedente de luxación de cadera teratológica, displasias esqueléticas, displasia secundaria, imágenes incompletas o de baja calidad. Adicionalmente se excluyeron pacientes en quienes se desconoce el desenlace.

Para la descripción de las características demográficas de la muestra se calcularon frecuencias relativas de las variables categóricas y mediana y rango intercuartílico para la edad al momento de la resonancia.

Con base en la revisión de la literatura se seleccionaron el ángulo acetabular óseo (IAO) y cartilaginoso (IAC), la relación de ambos (AAR), el ángulo centro borde óseo (ACO) y cartilaginoso (IAC) y la presencia de hiperintensidad en el área de apoyo en el corte coronal de la secuencia T2 en el cual la cabeza femoral era más concéntrica (21-22). Todas las variables fueron medidas por 2 ortopedistas pediátricos. Las variables cuantitativas fueron promediadas y el desacuerdo en la variable cualitativa (hiperintensidad en T2) fue dirimida por un tercer evaluador con el mismo nivel de formación. (Figuras 2 -6)

Se compararon las medias de cada variable cuantitativa de los grupos con y sin DR por medio de una prueba U de Mann-Whitney. Para la variable cualitativa se comparó la proporción de hiperintensidad en T2 por medio de una correlación tetracórica con el mismo punto de corte.

Resultados

Se tuvieron en cuenta 44 pacientes potencialmente elegibles que consultaron por DR y se les realizó una RMN en nuestra institución entre el 2015 y el 2021. Se excluyeron 23 pacientes por no cumplir los criterios de admisión al estudio. Finalmente se incluyeron 21 pacientes, de los cuales 12 tenían compromiso bilateral, obteniendo un total de 33 caderas para la evaluación radiológica. La edad promedio al momento de la toma de la resonancia fue de 5.26 años (DS 1.28). 16 caderas tuvieron cirugía previa a la toma de la resonancia y 14 caderas requirieron manejo quirúrgico por displasia residual en el seguimiento. Las características demográficas y clínicas de los pacientes se muestran en la Tabla 6.

Los promedios de las mediciones radiográficas de los dos ortopedistas están especificados en la Tabla 7. En la medición 3 caderas tuvieron un IAO $< 20^\circ$ y 6 caderas mostraron un IAC $< 10^\circ$. Para la medición de la hiperintensidad en zona de apoyo hubo discordancia de los dos evaluadores en la observación de 7 caderas, la cual se dirimió por un tercer evaluador que indicó presencia de hiperintensidad en 2 de las caderas. Se identificó hiperintensidad en zona de apoyo en 14 caderas.

Al evaluar el desenlace de tratamiento quirúrgico de la displasia residual con las variables clínicas y radiológicas, se encontró mayor correlación en nuestro estudio en: Índice acetabular óseo e índice acetabular cartilaginoso. El resumen de la correlación con las variables se muestra en la tabla 8.

Tabla 6

Resumen datos de los pacientes		
Parámetros	Valor	
Edad al momento de la resonancia (años)	5.26	DS: 1.28
Sexo	Masculino	19%
	Femenino	81%
Lateralidad	Izquierdo	24%
	Derecho	19%
	Bilateral	57%
Tratamiento previo displasia cadera	Tratamiento Conservador	52%
	Tratamiento Quirúrgico	48%
Tratamiento quirúrgico displasia residual cadera	Si	43%
	No	57%

DS: Desviación Estándar

Tabla 7

Resumen variables medidas	Valor	DS
Índice Acetabular Óseo	25.8	4.45
Índice Acetabular Cartilaginoso	13.68	4.24
Relación Índice Acetabular	7.83	3.8
Centro Borde Óseo	12.23	4.47
Centro Borde Cartilaginoso	24.44	5.33
Hiperintensidad en zona de apoyo	42.4%	

DS: Desviación estándar

Tabla 8

Matriz de correlación para tratamiento quirúrgico en displasia residual

Variable	Correlación
Índice Acetabular Óseo	0.33247392
Índice Acetabular Cartilaginoso	0.2808859
Relación Índice Acetabular	- 0.05633632
Centro Borde Óseo	- 0.6489873
Centro Borde Cartilaginoso	- 0.581192588
Hiperintensidad en zona de apoyo	0.4

Discusión

La resonancia de cadera se había restringido a una descripción anatómica de la cadera y en sospecha de DR se solicita a los pacientes mayores de 3 años con índice acetabular mayor a 25° (28). Lo anterior ubica a estos pacientes por encima del percentil 90 de normalidad. La RMC se ha venido utilizando para proporcionar una mejor evaluación del componente condrolabral, complementando los índices óseos radiología simple. Yi et al reportaron los valores del IAO y IAC durante el desarrollo en niños normales y con DCD, planteando las tendencias de seguimiento de cada uno conforme el aumento de la edad. De igual forma, Zamzam et al propusieron al CAI como un predictor temprano del desarrollo acetabular en niños con DCD, el cual permite asegurar un adecuado momento para la acetabuloplastia o incluso evitar cirugías innecesarias.

La incidencia de DR es de 3.5 al 17% según distintos estudios (22), y su tratamiento usualmente es quirúrgico en los pacientes con diagnóstico evidente de displasia acetabular. En dichos casos la alteración de la morfología de la cadera que amerita corrección quirúrgica es fácilmente evidenciable con la radiografía. Sin embargo, en casos limítrofes en los que la DR se define principalmente por un IAO mayor a 20° (31), se hace necesaria la implementación de imágenes como la RMN de cadera para complementar y confirmar el diagnóstico. Realizando mediciones parametrizadas, evaluando los signos radiológicos más sutiles en cuanto a cubrimiento de los tejidos blandos, incluyendo el cartílago y el labrum que pueden confirmar la presencia de DR y orientar hacia la indicación de manejo quirúrgico (28).

La RMN no solo permite medir la inclinación del borde óseo y condrolabral del acetábulo, permite también describir las características de los tejidos que pueden sufrir alteraciones durante la DDC. Lo anterior haciendo referencia al comportamiento de la cadera con respecto a la carga. Al evidenciar el área de apoyo de la cabeza femoral, se puede alterar la intensidad del acetábulo según su comportamiento. Igualmente, permite evaluar otras características que alteran la anatomía de la cadera como pueden ser la hipertrofia del pulvinar o la interposición de tejidos blandos que favorecen la lateralización de la cadera (28). Autores han hecho referencia a estas alteraciones en los tejidos blandos y han observado mejor pronóstico en cuanto al cubrimiento y la inclinación acetabular en los casos en los que no se observó hiperintensidad en el área de carga. De la misma manera, en los pacientes con diagnóstico por RMN de DR con aumento de la intensidad del área de carga, se han mostrado resultados favorables con el tratamiento quirúrgico, por lo cual es importante el análisis global de la cadera para definir las indicaciones quirúrgicas (28).

Otra ventaja que ofrece incluir la RMN como estudio diagnóstico en la DR, principalmente en los pacientes con características limítrofes, es que permite evaluar de manera tridimensional las características de la cadera a diferencia de la radiología convencional. Esto aumenta la capacidad de análisis de la cobertura de la cabeza femoral tanto anterior como posterior, lo cual puede variar en el espectro de la DDC y alterar la biomecánica de la cadera. De la misma manera, esta información puede aportar para la indicación y el planeamiento quirúrgico del paciente (33).

En el presente estudio encontramos que las variables medibles con mayor relación en cuanto a tratamiento quirúrgico fueron (ACO, ACC). Las demás variables enumeradas en la literatura y expuestas previamente hiperintensidad en zona de apoyo, IAO, IAC fueron evaluadas sin encontrar una asociación fuerte, sin embargo ante la evidencia actual y los resultados encontrados, estas 5 medidas deben ser valoradas sistemáticamente en busca de respuestas durante la decisión del tratamiento en la displasia residual.

La toma de decisiones en cuanto al tratamiento debe tener varios elementos como lo son: la evaluación clínica, síntomas, edad, antecedentes quirúrgicos y otros factores propios de cada paciente. Las imágenes son otro de los factores que cumplen un papel importante y en conclusión la RMC es uno de las armas de diagnóstico, tratamiento y pronóstico en los pacientes con DR, por lo que recomendamos la toma rutinaria de resonancia para establecer diagnóstico, pronóstico e información que la radiología simple no nos da.

Debemos anotar que en nuestro estudio no tenemos el poder suficiente para encontrar diferencias en cuanto a las mediciones realizadas. Debido a que la muestra es pequeña y el objetivo del estudio fue la descripción de nuestra población. Los resultados encontrados son un parámetro para la toma de decisiones en el futuro y no deben tomarse como verdad definitiva. Además los pacientes de un centro de referencia como el nuestro pueden ser diferentes al de la población general por lo que no podemos extrapolar el resultado de las imágenes a la población colombiana. Nuestros resultados se acercan más a los pacientes con displasia limítrofe en donde la decisión de tratamiento debe evaluarse a fondo. Por lo que se requieren estudios multicéntricos para eliminar este sesgo en la interpretación de los valores de referencia.

Aclaremos también que existen limitantes claros para la evaluación regular de los pacientes con RMC, como lo son la anteversión acetabular y femoral, que nos puede alterar los resultados de las variables anteriormente mencionadas.

Conclusiones

La RMC es una herramienta en pacientes con DR limítrofe que nos permite tener más elementos de juicio en la toma de decisiones de seguimiento o manejo quirúrgico. Los hallazgos encontrados en nuestra investigación muestran correlación en las mediciones de CBO y CBC. Sin embargo a la luz de la evidencia actual las demás mediciones tienen una importancia similar en el estudio de estos pacientes y el resultado encontrado en el presente estudio no descarta su utilidad. Se requieren estudios a futuro con cohortes de mayor cantidad de pacientes y con seguimientos prospectivos para evaluar el alcance final de estas variables y así poder determinar un protocolo de tratamiento según estos hallazgos.

La RMC es una de las armas diagnósticas que debemos tener en el estudio de los pacientes con displasia residual. Este es uno de los estudios con mayor número de pacientes en la literatura y nos brinda herramientas de información para la toma de decisiones en nuestros pacientes con DR.

Referencias

1. Vergara- Amador E, Suarez Á. Knowledge of developing hip dysplasia in pediatrician. Pilot survey and review of the current status of the disease. *Medicas UIS* [Internet]. 2013;26(1):81–6. Available from: <http://www.scielo.org.co/pdf/muis/v26n1/v26n1a09.pdf>
2. Claro Hernandez J, Mora Rios F, Mejia Rohenes C, Garcia Ramirez V HL. Epidemiología de la displasia del desarrollo de la cadera Epidemiology of developmental dysplasia of the hip . 2017;22(1):22–7.
3. Colombia SG de SS en S–, 2013. Guía de práctica clínica del recién nacido sano. 2013.
4. Shorter D, Hong T, Osborn DA. Screening programmes for developmental dysplasia of the hip in newborn infants. *Sao Paulo Med J.* 2013;131(2):139.
5. J H. Tachdjian’s Pediatric Orthopaedics: From the Texas Scottish Rite Hospital for Children. In: 5th ed. Dallas, Texas: Elsevier Inc; 2013.
6. Moraleda L, Albiñana J, Salcedo M, Gonzalez-Moran G. Displasia del desarrollo de la cadera. *Rev Esp Cir Ortop Traumatol.* 2013;57(1):67–77.
7. Yamamuro T., Hama H., Takeda T., Shikata J. and SH. Biomechanical and hormonal factors in the etiology of congenital dislocation of the hip joint. *Int Orthop.* 1977;1:231–6.
8. J.A.: W. Congenital displacement of the hip joint. Gt Britain Springer-Verlag,. 1985;
9. Dunn P.M. Perinatal observations on the etiology of congenital dislocation of the hip. *Clin Orthop Relat Res.* 1976;11–22.
10. Stevenson D.A., Mineau G., Kerber R.A., Viskochil D.H., Schaefer C. and RJW. Familial predisposition to developmental dysplasia of the hip. *J Pediatr Orthop.* 2009;29:463–6.
11. Giertych R, Concellón CB. Displasia del desarrollo de la cadera Dysplasia in the development of the hip. *Rev S And Traum y Ort.* 2001;21(2):195–206.
12. Dr. Sarassa Velásquez C, Dr. Carvajal Casas J, Dr. Pérez Nielsen C, Dr. Cadavid AV, Dr. Zuluaga Ruíz C. Displasia De La Cadera En Desarrollo-Guías De Practica Clínica Basadas En La Evidencia.
13. Mazzi E, Prada G De, Ddc L, Ur OA, Paz L. EDUCACIÓN MEDICA CONTINUA Displasia del desarrollo de la cadera. *Rev Soc Bol PEd.* 2004;0(50):57–64.
14. Amador, A., Gil, C., Gutiérrez, J., & Duque, C. (2003). Center of the Femoral Head in Children: Anatomic-Radiologic Correlation. *Journal of Pediatric Orthopaedics*, 23(6), 703–707. <https://doi.org/10.1097/01241398-200311000-00004>
15. Boniforti, F. G., Fujii, G., Angliss, R. D., & Benson, M. K. D. (1997). The reliability of measurements of pelvic radiographs in infants. *Journal of Bone and Joint Surgery - Series B*, 79(4), 570–575. <https://doi.org/10.1302/0301-620X.79B4.7238>
16. Bos, C. F. A., Bloem, J. L., & Verbout, A. J. (1991). Magnetic resonance imaging in acetabular residual dysplasia. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, 265, 207–217. <https://doi.org/10.1097/00003086-199104000-00024>

17. Chen, I. H., Kuo, K. N., & Lubicky, J. P. (1994). Prognosticating factors in acetabular development following reduction of developmental dysplasia of the hip. In *Journal of Pediatric Orthopaedics* (Vol. 14, Issue 1, pp. 3–8). <https://doi.org/10.1097/01241398-199401000-00002>
18. Gotoh, E., Tsuji, M., Matsuno, T., & Ando, M. (2000). Acetabular development after reduction in developmental dislocation of the hip. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, 378, 174–182. <https://doi.org/10.1097/00003086-200009000-00027>
19. Lecllet, H., & Railhac, J. J. (2001). *Imagerie De La Hanche De L ' Enfant Sain En Irm : tableau I*, 1711–1718.
20. Li, L. Y., Zhang, L. J., Li, Q. W., Zhao, Q., Jia, J. Y., & Huang, T. (2012). Development of the osseous and cartilaginous acetabular index in normal children and those with developmental dysplasia of the hip: A cross-sectional study using MRI. *Journal of Bone and Joint Surgery - Series B*, 94 B(12), 1625–1631. <https://doi.org/10.1302/0301-620X.94B12.29958>
21. Mansour, E., Eid, R., Romanos, E., & Ghanem, I. (2017). The management of residual acetabular dysplasia: Updates and controversies. *Journal of Pediatric Orthopaedics Part B*, 26(4), 344–349. <https://doi.org/10.1097/BPB.0000000000000358>
22. Merckaert, S. R., Pierzchala, K., Bregou, A., & Zambelli, P. Y. (2019). Residual hip dysplasia in children: Osseous and cartilaginous acetabular angles to guide further treatment—a pilot study. *Journal of Orthopaedic Surgery and Research*, 14(1), 1–7. <https://doi.org/10.1186/s13018-019-1441-1>
23. Novais, E. N., Pan, Z., Autruong, P. T., Meyers, M. L., & Chang, F. M. (2018). Normal Percentile Reference Curves and Correlation of Acetabular Index and Acetabular Depth Ratio in Children. *Journal of Pediatric Orthopaedics*, 38(3), 163–169. <https://doi.org/10.1097/BPO.0000000000000791>
24. Starr, V., & Ha, B. Y. (2014). Imaging update on developmental dysplasia of the hip with the role of MRI. *American Journal of Roentgenology*, 203(6), 1324–1335. <https://doi.org/10.2214/AJR.13.12449>
25. Takeuchi, R., Kamada, H., Mishima, H., Mukai, N., Miyakawa, S., & Ochiai, N. (2014). Evaluation of the cartilaginous acetabulum by magnetic resonance imaging in developmental dysplasia of the hip. *Journal of Pediatric Orthopaedics Part B*, 23(3), 237–243. <https://doi.org/10.1097/BPB.0000000000000032>
26. *Tonnis 1975 Normal Values of the Hip Joint for the Evaluation.pdf*. (n.d.).
27. Tonnis, D. (1976). Tonnis - Grading System.Pdf. In *Clinical Orthopaedics and Related Research* (Vol. 119, pp. 39–47).
28. Wakabayashi, K., Wada, I., & Horiuchi, O. (2011). ORIGINAL ARTICLE MRI Findings in Residual Hip Dysplasia. *Surgery*, 31(4), 381–387.
29. Klisic P, Jankovic L. Combined procedure of open reduction and shortening of the femur in treatment of congenital dislocation of the hips in older children. *Clin Orthop Relat Res*. 1976 Sep;(119):60-9. PMID: 954325.
30. Dornacher D, Cakir B, Reichel H, Nelitz M. Reliabilität der digitalen Messung des AC-Winkels bei der Hüftreifungsstörung an Röntgenaufnahmen zum Gehbeginn [Reliability of digital measurement of acetabular index in hip dysplasia to the time children start walking]. *Z Orthop Unfall*. 2008 Mar-Apr;146(2):246-50. German. doi: 10.1055/s-2008-1038321. PMID: 18404590.

31. Li LY, Zhang LJ, Li QW, Zhao Q, Jia JY, Huang T. Development of the osseous and cartilaginous acetabular index in normal children and those with developmental dysplasia of the hip: a cross-sectional study using MRI. *J Bone Joint Surg Br.* 2012 Dec;94(12):1625-31. doi: 10.1302/0301-620X.94B12.29958. PMID: 23188902.
32. Merckaert, S. R., Pierzchala, K., Bregou, A., & Zambelli, P. Y. (2019). Residual hip dysplasia in children: osseous and cartilaginous acetabular angles to guide further treatment-a pilot study. *Journal of orthopaedic surgery and research*, 14(1), 379. <https://doi.org/10.1186/s13018-019-1441-1>
33. Shirai Y, Wakabayashi K, Wada I, Tsuboi Y, Ha M, Otsuka T. Magnetic resonance imaging evaluation of the labrum to predict acetabular development in developmental dysplasia of the hip. *Medicine* (2017) 96-21.

- **Listado de tablas**

Tabla 1. Códigos CIE 10 como diagnóstico de los pacientes incluidos en el estudio.....	25
Tabla 2. Variables	25
Tabla 3. Cronograma	30
Tabla 4. Fortalecimiento de la apropiación social del conocimiento	31
Tabla 5. Fortalecimiento de la comunidad científica	31
Tabla 6. Resumen datos de los pacientes	34
Tabla 7. Resumen variables medidas	35
Tabla 8. Matriz de correlación para tratamiento quirúrgico en displasia residual	35

Listado de figuras

Figura 1. Líneas de referencia para la evaluación de cadera	11
Figura 2. Plano coronal de RMC	13
Figura 3. Medición IAO, IAC	14
Figura 4. Medición CBO	14
Figura 5. Medición CBC	15
Figura 6. Hiperintensidad en área de apoyo en T2	16