



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
MÉXICO**

**Facultad de Medicina
División de Estudios de Posgrado**



INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL

**Unidad Médica de Alta Especialidad (UMAE) de Traumatología,
Ortopedia y Rehabilitación “Dr. Victorio de la Fuente Narváez”.**

**Título:
Evolución del índice de resistencia de la epífisis femoral en
pacientes con cadera anormal en comparación con niños
sanos.**

Tesis para optar por el grado de especialista en:

ORTOPEDIA

Presenta:

Dra. Elvia Janike Rodríguez Córdoba.

Tutor:

Dr. Henry Martín Quintela Núñez Del Prado

Investigador responsable:

Dr. Juan Agustín Valcárce León

Investigadores asociados:

**Dr. Sergio Saldaña Pimentel
Dr. José Manuel Pérez Atanasio**

Registro CLIEIS: R-2016-3401-18.

Lugar y fecha de publicación: Ciudad de México, 2016

Fecha de egreso: Febrero, 2017



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



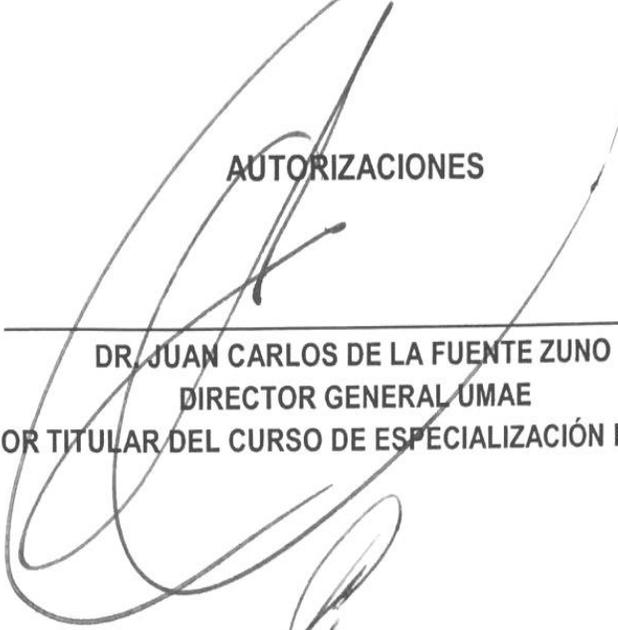
UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

AUTORIZACIONES



DR. JUAN CARLOS DE LA FUENTE ZUNO
DIRECTOR GENERAL UMAE
PROFESOR TITULAR DEL CURSO DE ESPECIALIZACIÓN EN ORTOPEDIA

DR. RUBÉN TORRES GONZÁLEZ
DIRECTOR DE EDUCACIÓN E INVESTIGACIÓN EN SALUD UMAE



DRA. ELIZABETH PÉREZ HERNÁNDEZ
JEFE DE LA DIVISIÓN DE EDUCACIÓN EN SALUD UMAE



DR. JOSÉ MANUEL PÉREZ ATANASIO
JEFE DE LA DIVISIÓN DE INVESTIGACIÓN EN SALUD UMAE



DR. MANUEL IGNACIO BARRERA GARCÍA
JEFE DE LA DIVISIÓN DE EDUCACIÓN E INVESTIGACIÓN EN SALUD HOVFN



DR. RUBÉN ALONSO AMAYA ZEPEDA
COORDINADOR CLÍNICO DE EDUCACIÓN E INVESTIGACIÓN EN SALUD HOVFN



DR. JUAN AGUSTÍN VALCÁRCE LEÓN



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
MÉXICO**

**Facultad de Medicina
División de Estudios de Posgrado**



INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL

**Unidad Médica de Alta Especialidad (UMAE) de Traumatología,
Ortopedia y Rehabilitación “Dr. Victorio de la Fuente Narváez”.**

I. TÍTULO:

**Evolución del índice de resistencia de la epífisis femoral en pacientes con cadera
anormal en comparación con niños sanos.**

I. IDENTIFICACIÓN DE LOS INVESTIGADORES

Tutor / Investigador responsable:

Dr. Henry Martín Quintela Núñez Del Prado ^a

Dr. Juan Agustín Valcárce León ^b

Tesis de alumno especialidad en ortopedia:

Dra. Elvia Janike Rodríguez Córdoba. ^c

Investigadores asociados:

Dr. Sergio Saldaña Pimentel ^d

Dr. José Manuel Pérez Atanasio ^e

- (a) Médico especialista en Ortopedia y Traumatología, jefe del Departamento clínico de Ortopedia Pediátrica. Hospital de Ortopedia, Unidad Médica de Alta Especialidad "Dr. Victorio de la Fuente Narváez" IMSS, México D.F. Av. Colector 15 s/n (Av. Fortuna), esq. Av. Politécnico Nacional, col. Magdalena de las Salinas, Delegación. Gustavo A. Madero, Ciudad de México. C.P. 07760. Tel. 57473500 ext. 25409 Correo electrónico: drhenryquintela@yahoo.com, henry.quintela@imss.gob.mx
- (b) Médico especialista en Ortopedia y Traumatología, médico adscrito al Departamento clínico de Ortopedia Pediátrica. Hospital de Ortopedia, Unidad Médica de Alta Especialidad "Dr. Victorio de la Fuente Narváez" IMSS, México D.F. Av. Colector 15 s/n (Av. Fortuna), esq. Av. Politécnico Nacional, col. Magdalena de las Salinas, Delegación Gustavo A. Madero, Ciudad de México C.P. 07760. Tel. 57473500 ext. 4375 y 4376. Correo electrónico: agustin_valcarce@yahoo.com
- (c) Médica residente de la especialidad en Ortopedia, Hospital de Ortopedia y Traumatología, Unidad Médica de Alta Especialidad "Dr. Victorio de la Fuente Narváez" IMSS, México D.F. Av. Colector 15 s/n (Av. Fortuna), esq. Av. Politécnico Nacional, col. Magdalena de las Salinas, Delegación. Gustavo A. Madero, Ciudad de México. C.P. 07760. Correo electrónico: janikerc@gmail.com
- (d) Médico especialista en Radiología e Imagen con adiestramiento en musculo esquelético, médico adscrito al Departamento clínico de Radiología. Hospital de Ortopedia, Unidad Médica de Alta Especialidad "Dr. Victorio de la Fuente Narváez" IMSS, México D.F. Av. Colector 15 s/n (Av. Fortuna), esq. Av. Politécnico Nacional, col. Magdalena de las Salinas, Delegación. Gustavo A. Madero, Ciudad de México C.P. 07760. Tel. 57473500 ext. 25409. Correo electrónico: serchymarch@hotmail.com
- (e) Médico especialista en Ortopedia y Traumatología, Maestría en Ciencias Médicas Jefatura de la División de Investigación, Unidad Médica de Alta Especialidad "Dr. Victorio de la Fuente Narváez" IMSS, México D.F. Av. Colector 15 s/n (Av. Fortuna), esq. Av. Politécnico Nacional, col. Magdalena de las Salinas, Delegación: Gustavo A. Madero, Ciudad de México. C.P. 07760. Tel. 57473500 ext. 25689 Correo electrónico: Jose.perezata@imss.gob.mx

Contenido

I. TÍTULO:	3
I. IDENTIFICACIÓN DE LOS INVESTIGADORES	3
II. RESUMEN	7
III. MARCO TEORICO	9
IV. JUSTIFICACIÓN.....	22
V. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN.....	23
VI. OBJETIVOS.....	24
VII. HIPÓTESIS DE TRABAJO	25
VIII. MATERIAL Y MÉTODOS	26
IX. ASPECTOS ÉTICOS	35
X. RESULTADOS	37
XI. DISCUSIÓN.....	44
XII. CONCLUSIÓN	46
XIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	47
XIV. ANEXOS	53
XV. GUÍA PARA REALIZACIÓN DE ULTRASONIDO DE CADERA.....	58

AGRADECMIENTOS

Doctor Gustavo Rodríguez Garnica, papá, eres admirables, mi mejor amigo, maestro, agradezco tus enseñanzas y ayuda.

Doctora Elvia Córdoba Silva, mamá, mi mejor amiga, gracias por todo y por el impulso que me das.

Padres: no puedo nombrar todas las cosas por las que estoy agradecida con ustedes porque no me alcanzaría la vida, gracias por su paciencia, consejos y apoyo, son inigualables los quiero y admiro. Recuerdo un día un paciente me dijo: “los hijos de padres exitosos quieren ser lo mismo que sus papás.”

Doctor Gustavo Rodríguez Córdoba, agradezco tus consejos y ayuda.

Estoy orgullosa de pertenecer a una honorable familia de médicos.

Omar Muñoz Morales: gracias por tus palabras de aliento en todo momento.

Dr. Agustín Valcárce, Dr. Sergio Saldaña, Dr. José Manuel Pérez sin ustedes este proyecto no sería posible, por estos valiosos años de trabajo y su compromiso a la enseñanza les agradezco.

A todos mis maestros del hospital de Ortopedia y Traumatología, gracias por sus invaluable enseñanzas.

A mis compañeros, que juntos aprendimos a dar lo mejor.

A nuestros pacientes que se entregaron como un libro abierto y que agradezco su oportunidad y confianza.

II. RESUMEN

TÍTULO:

Evolución del índice de resistencia de la epífisis femoral en pacientes con cadera anormal en comparación con niños sanos.

ANTECEDENTES:

Se ha utilizado el índice de resistencia (ÍR) de Pourcelot para valorar el flujo arterial de la condroepífisis femoral proximal, mediante ultrasonido Doppler color, poder, espectral en recién nacidos sanos, el promedio del ÍR en caderas normales es 0.45 ± 0.11 , la displasia del desarrollo de cadera (DDC) es una patología que afecta la morfología del acetábulo y cabeza femoral, el objetivo de este trabajo es medir la evolución del ÍR, ya que no existe seguimiento a un mismo paciente, se desconocen los cambios con la aparición del núcleo de osificación femoral proximal, en comparación con caderas normales.

OBJETIVO:

Identificar la evolución de la media del índice de resistencia de la epífisis femoral en pacientes con cadera anormal en comparación con niños sanos.

MATERIAL Y MÉTODOS:

Estudio de cohorte, prospectivo, longitudinal. Realizado en el periodo de julio 2015 a mayo 2016 a pacientes con sospecha de displasia del desarrollo de cadera en cualquiera de sus variantes por exploración física de cadera anormal o factores de riesgo, en el cubículo de radiología se les explica el procedimiento a los padres,

advirtiéndoles del uso de radiación no ionizante o dañina, autorizan y firman el consentimiento informado para menores. se examina bilateralmente por ultrasonido utilizando la Consola Hitachi, Aloka ProSound Alpha 7 equipada con transductor lineal de alta frecuencia 15 MHz se examina al paciente en decúbito lateral supino con flexión de la cadera a estudiar, en plano coronal bajo el modo escala de grises, midiendo la morfología acetabular con ángulos alfa y beta estadificando en clasificación de Graf, se verifica la ausencia del núcleo de osificación y por ultrasonido Doppler color, poder, espectral medimos el índice de resistencia, el segundo examen ultrasonográfico se realizó después de la aparición del núcleo de osificación femoral proximal, en menores de 9 meses, recolectando los resultados en el instrumento de recolección de datos, las dos mediciones se realizaron por el mismo médico radiólogo con adiestramiento en musculo esquelético, el equipo tiene experiencia en ultrasonido.

Técnica de muestreo no probabilístico de casos consecutivos de pacientes con sospecha de displasia del desarrollo de cadera, que reúnan los criterios de inclusión en la consulta externa del servicio de pediatría ortopédica.

Se calcula el tamaño de la muestra por grupo para comparar dos medias, de una variable continua: índice de resistencia, mediante las tablas de Hulley, con α hipótesis alternativa unilateral se estima $\alpha= 0.05$, $\beta: 0.20$, E/S: 0.30, obteniendo un total de 139 caderas, considerando 20 % de perdidas, se requieren 167 caderas.

Análisis estadísticos: Se corrobora la distribución normal de los datos usando la prueba de Shapiro Wilk y la prueba T de Student para muestras relacionadas para detectar diferencias entre dos grupos, estableciendo $\alpha=0.05$, un valor de $p<0.05$ se consideró significativ

III. MARCO TEORICO

Introducción.

La displasia del desarrollo de cadera (DDC), se define como la condición en donde la cabeza femoral presenta una relación anormal con el acetábulo, anteriormente conocido como luxación congénita de cadera, comprende un espectro de anomalías. El síndrome en el recién nacido consiste en la inestabilidad de la cadera donde la cabeza femoral puede desplazarse parcialmente (subluxable) o totalmente (luxable) desde el acetábulo por el explorador (Figura 3) Con el tiempo la cabeza femoral se luxa totalmente y no puede ser reducible con los cambios de posición de la cadera. En algunos niños la exploración física resulta negativa, pero los hallazgos anormales en el ultrasonido y radiografías diagnostican precozmente la displasia de cadera. El término luxado es el desplazamiento completo de la articulación sin contacto entre las superficies articulares. Subluxación se define como el desplazamiento de la articulación con algún tipo de contacto entre las superficies articulares, displasia se refiere al desarrollo deficiente del acetábulo. (1) Se puede acompañar de otras malformaciones congénitas, denominándose displasia del desarrollo de cadera teratológica (2) se ha asociado a mielo displasia, artrogriposis, múltiples síndromes como Moebius y Poland, anomalías cromosómicas, talipes equinovarus, torticolis y luxación congénita de rodilla. (3)

Epidemiología en México.

La incidencia en México de la displasia del desarrollo de cadera es de 2 a 6 por mil nacidos vivos. Siendo más frecuente en el sexo femenino 4:1, se afecta el lado izquierdo en 60%, 20% el lado derecho y el 20% es bilateral. (4)

Etiología.

El etiología es multifactorial siendo más frecuente la excesiva laxitud de la capsula articular con falla para mantener la cabeza femoral dentro del acetábulo la laxitud

anormal de los ligamentos y la capsula articular de la cadera, entre otros factores de riesgo la presentación pélvica al nacimiento constituye 3 a 4% de todos los nacimientos, encontrando incremento de la incidencia del displasia del desarrollo de cadera en esta población(1) se ha asociado a la hormona materna relaxina, espacio intrauterino reducido que limita el movimiento, es más común en la primera gesta y oligohidramnios. La flexión extrema de cadera con extensión de rodillas y la presentación pélvica promueve la luxación de la cabeza femoral y conlleva acortamiento y contractura del musculo iliopsoas. (5)

Factores de riesgo.

La guía de práctica clínica (CENETEC).Diagnóstico y tratamiento oportuno de la displasia del desarrollo de la cadera S-091-13 recomienda investigar los tres niveles de riesgo de padecer DDC que son:

Riesgo Bajo: Niños varones, sin factor de riesgo, o varones con antecedentes familiares positivos

Riesgo Intermedio: Niñas sin factor de riesgo y niños con presentación pélvica

Riesgo Alto: Niñas con antecedentes familiares positivos, niñas con presentación pélvica.

Investigar intencionadamente aquellos factores que se relacionen con la presencia de DDC de acuerdo con el nivel de riesgo (bajo intermedio, alto) así como la presencia de pie equino varo aducto congénito.

Recomendar a las madres de los recién nacidos evitar el hábito de envolver al recién nacido de manera apretada con las extremidades inferiores en extensión y aducción. (6)

La DDC requiere diagnóstico temprano y tratamiento apropiado para asegurar el desarrollo normal previniendo complicaciones a largo plazo como la discrepancia longitud de los miembros pélvicos anormalidad de la marcha, dolor y osteoartrosis. (7)

La vigilancia postnatal puede detectar anomalía clínica de la cadera en personal entrenado. La maniobra de Ortolani reducirá una cadera luxada en abducción y flexión y la maniobra de Barlow provoca luxación en aducción y flexión de la cadera. (8)

Las maniobras clínicas y hallazgos radiográficos se siguen utilizando como método diagnóstico en la DDC, sin embargo existe literatura creciente sobre los beneficios del ultrasonido de cadera con respecto a su mayor capacidad y eficacia diagnóstica en términos de sensibilidad y especificidad (9,10).

La prueba con mayor sensibilidad es el ultrasonido para el diagnóstico de displasia del desarrollo de cadera, introducido por Graf en 1980 (11). (Anexo 2)

El uso de ultrasonido de cadera a los 3 meses de edad tiene una sensibilidad de 88.8%, especificidad de 96.7%, valor predictivo positivo de 61.6% y valor predictivo negativo de 99.4% (12,13), y por lo tanto reduce la necesidad de manejo más complejo que se puede asociar con función de la cadera limitada a largo plazo. Se considera hoy en día al ultrasonido de cadera como el método diagnóstico por imagen primario para valorar la cadera del lactante, y ha desplazado al uso de la radiografía convencional en los primeros 3 a 6 meses de edad en el apoyo diagnóstico de la DDC a nivel mundial (14).

Experiencia en la Unidad Médica de Alta Especialidad Dr. Victorio de la Fuente Narváez.

En un estudio realizado por Valcárce León, Saldaña Pimentel, Meillón Cházaro, en la Unidad Médica de Alta Especialidad Dr. Victorio de la Fuente Narváez, Hospital de Ortopedia, servicio de Pediatría Ortopédica se encontró que el estudio clínico-radiográfico presentó una sensibilidad de 80%, especificidad 41.18%, valor predictivo positivo 48.28% y valor predictivo negativo 75%. En contraste el ultrasonido contó con una sensibilidad de 88.57%, especificidad 98.05%, valor predictivo positivo 96.88% y valor predictivo negativo 92.59% para el diagnóstico de displasia del desarrollo de cadera. (15)

Recomendaciones para el ultrasonido.

La primera ecografía no debe de realizarse hasta las dos a cuatro semanas de vida, ya que en estadios muy precoces puede existir un aumento del porcentaje de falsos positivos debido a la inmadurez fisiológica y a la laxitud existente. Con respecto al material ecográfico es preferible usar sondas lineales que evitan la distorsión de las estructuras anatómicas y con una frecuencia lo más alta posible; en pacientes de hasta tres meses se suelen usar transductores de 7,5 MHz, pudiéndose usar transductores de menor frecuencia, (5 Hz) en los niños de tres a seis meses. A partir del año de vida la calcificación del núcleo de osificación impide la correcta visualización de las estructuras anatómicas (16).

Clasificación de Graf.

Graf desarrollo una clasificación esquemática geométrica y morfológica de la cadera (tipos I a IV), usando un ángulo α que mide el techo óseo acetabular y el ángulo β que define la posición eco génico del labrum acetabular fibrocartilaginoso, las caderas se clasifican de acuerdo a lo siguiente:

Tipo I son caderas normales, con adecuado techo acetabular óseo, techo cartilaginoso envolvente, ceja ósea angular a cualquier edad. No requiere tratamiento ni seguimiento; el ángulo $\alpha > 60^\circ$.

Tipo II representa una transición estructural y temporal entre la cadera normal y la cadera francamente luxada, se subdividen en subtipos IIa, IIb, IIc, II d. El subtipo IIa corresponde a una cadera inmadura en < 3 meses de edad, la cadera se encuentra normalmente localizada, pero el acetábulo óseo se encuentra inmaduro, morfológicamente tiene una ceja redondeada, pero con un techo suficiente (el ángulo α se encuentra entre 50° and 59°). Estos pacientes no requieren tratamiento, pero existe un pequeño riesgo de desplazamiento retardado o displasia acetabular en este grupo, por lo que se debe dar seguimiento. Los mismos hallazgos corresponden a la cadera tipo IIb, pero en mayores de 3 meses. El tipo IIc describe una cadera centrada, pero con techo insuficiente y ángulo alfa entre 43° y 49° , se describe inestabilidad. El tipo II d corresponde a la primera etapa de la luxación, con techo insuficiente, ángulo entre 43° y 49° y cabeza descentrada. Los tipos b, c y d requieren tratamiento.

Tipo III (bajo desplazamiento) corresponde a una cadera descentrada, con techo insuficiente y desplazamiento superior del techo cartilaginoso, el que puede o no mantener su eco estructura (subtipos a y b). Requiere tratamiento.

Tipo IV (alto desplazamiento) son muy aparentes clínicamente, describe una cadera descentrada, pero con desplazamiento inferior, hacia el cotilo, del techo cartilaginoso, el que se interpone al momento de la reducción ambas requieren tratamiento inmediato. El ángulo α debe ser menor a 43° . (5, 17).

El entrenamiento en la técnica de Graf para identificar los hitos anatómicos permite la obtención de un único plano anatómico para análisis disminuyendo la variabilidad inter e intra observador. Peterlein apoya esta aseveración, apegándose a la metodología obtuvieron exámenes comparables, independiente del grado de experiencia previa del operador (18).

Theodore Harcke clasificó las caderas estables e inestables:

Estables: cuando no presentan cambios con las maniobras dinámicas.

Inestables: cuando existe una pequeña separación de la cabeza con respecto al fondo de acetábulo o cuando la cabeza se luxa lateralmente pero vuelve a su posición concéntrica durante el examen y dislocada, cuando la cabeza está situada permanentemente lateral a la línea de base.

Morfológicamente, la cadera estable de Harcke es equivalente al tipo I de Graf la cadera inestable tiene su símil en el tipo IIc y la cadera dislocada abarcaría el espectro de los tipos II d, III y IV de Graf (19, 20,21).

Generalidades del ultrasonido.

El ultrasonido es el método preferido de imagenología diagnóstica de la cadera inmadura, cuando éste se encuentra disponible (22). Permite visualizar los componentes cartilagosos de la cadera, la utilidad del ultrasonido disminuye cuanto

más se osifica la cabeza femoral, para pacientes entre 6 meses y un año de edad, la radiografía es un estudio más confiable (23).

El ultrasonido se define, como una serie de ondas mecánicas, generalmente longitudinales, originadas por la vibración de un cuerpo elástico (cristal piezoeléctrico) y propagadas por un medio material (tejidos corporales), cuya frecuencia supera a la del sonido audible por el humano: 20,000 ciclos/segundo o 20 kilohercios (20 KHz). Es una técnica no invasiva y accesible que permite la evaluación del sistema musculoesquelético en tiempo real, con la ventaja de examinar las articulaciones de forma dinámica sin someter al paciente a radiación ionizante.

Mediante el uso de ultrasonido se obtienen imágenes de los diferentes tejidos corporales en varias interfaces lo que permite su visualización en escala de grises, el agua transmite mejor la imagen siendo esta anecoica (negro), los tejidos fibrosos son hiperecoicos (blanco) (24).

Existen tres modalidades de ecografía, el modo A o de amplitud se empleó inicialmente para representar gráficamente una señal, el voltaje producido por el eco a manera de deflexión vertical sobre una línea de base. El modo b representa en tiempo real imágenes bidimensionales en escala de grises, la imagen se consigue por múltiples pulsos de ultrasonido a una determinada frecuencia en forma de líneas sucesivas y recogiendo los ecos reflejados del organismos.

La amplitud de las ondas recogidas en el transductor determina, sobre un fondo negro, el tono de gris de las estructuras reflectoras. Mientras mayor sea la intensidad del eco recibido más blanca será su representación en la imagen (por ejemplo la interfase con estructuras óseas o el aire). Ecos de baja amplitud tendrán una traducción en escala de grises en el rango de los más oscuros (musculo), mientras que las estructuras que producen una mayor reflexión de los ultrasonidos se representaran en tonos de grises

más claros (tendones). Debemos tener en cuenta que el líquido no refleja el sonido, de modo que en cualquier caso se representa en negro. (25, 26)

Ecografía Doppler.

El haz ultrasónico se altera cuando a su paso se encuentra con un objeto en movimiento (eritrocitos o flujo sanguíneo). La frecuencia aumenta cuando el emisor y reflector se acercan, y disminuye cuando éstos se alejan. El equipo detecta la diferencia entre la frecuencia del haz emitido y la frecuencia del haz reflejado (frecuencia Doppler). Estos sistemas ofrecen información acerca del flujo del campo o área de interés; detectan y procesan la amplitud, fase y frecuencia de los ecos recibidos con imágenes en modo B.

La ecografía Doppler es una técnica adecuada para el sistema musculo esquelético. Se representan las estructuras en una gama de color, su velocidad y dirección de flujo (el flujo que se acerca a la sonda se colorea en rojo y la que se aleja en azul (venoso). La intensidad del color muestra el cambio de frecuencia y la magnitud de la velocidad del flujo. También depende del ángulo de insonación, por lo que éste debe ser adecuado para detectar el flujo. Esta técnica no puede detectar el flujo cuando es perpendicular al haz de ultrasonidos. (27)

En el Doppler pulsado se envían pulsos de ondas de ultrasonido que interrogan el vaso, esperando que la información regrese antes de enviar el próximo pulso. Esto permite la discriminación espacial, del vaso a estudiar. En el sistema pulsado, los cambios de frecuencia o las velocidades se pueden codificar de distintas maneras, dando origen a tres técnicas:

- a. Doppler espectral
- b. Doppler color

c. Doppler poder o power angio

El Doppler espectral consiste en una curva de velocidad versus tiempo, que representa la variación de la velocidad de flujo de los glóbulos rojos a lo largo del ciclo cardiaco. El tiempo es representado en el eje horizontal y la velocidad en el vertical (figura 4). La dirección del flujo se muestra por el signo de la velocidad. Los valores positivos se acercan al transductor y los negativos se alejan.

El Doppler color, codifica la velocidad media del flujo sanguíneo en colores, de acuerdo a una determinada escala, superponiéndola a la imagen Modo B (bidimensional en blanco y negro). La zona de muestreo está determinada por el ROI (caja de color). El color muestra la dirección del flujo. El del margen superior de la columna siempre representa el flujo hacia el transductor y el contrario el flujo que se aleja del transductor. Mientras mayor sea la velocidad, el color es más brillante (Figura 6, 11).

El Doppler poder, potencia, energía o power angio representa la potencia o intensidad del espectro del flujo, no la velocidad como los otros modos. Este parámetro se obtiene de la misma curva espectral. Cuanto mayor sea el número de glóbulos rojos moviéndose, mayor va a ser la información. Las ventajas son que tiene una sensibilidad mayor para detectar los ecos en zonas de baja perfusión (flujos lentos) y es independiente del ángulo de incidencia, generalmente resulta ser una técnica más utilizada en el aparato locomotor que la de Doppler color (28,29) (30).

Índice de Resistencia de Pourcelot

Una vez recibida la señal es procesa para darnos una señal audible y a través del análisis espectral una imagen visual la cual se muestra en un eje de coordenadas, representando el eje x el tiempo y el eje y la velocidad en cm/seg. El equipo analiza la señal y cuantifica una serie de valores como el pico de velocidad sistólica (Vs), velocidad al final de la diástole (Vd), velocidad media (Vm). A partir de estos valores se

calculan índices que nos indican el comportamiento hemodinámico de la sangre en el punto de estudio. El índice de resistencia de Pourcelot (IR) desarrollado por Léandre Pourcelot es la velocidad sistólica (Vs) menos la velocidad diastólica (Vd) dividido por la velocidad sistólica (Vs) (31). (Figura 14.)

El ultrasonido en modo escala de grises es el método de referencia estándar para el diagnóstico de displasia del desarrollo de cadera en el neonato (32).

Vascularidad de la cadera en el niño.

En la niñez la epífisis constituye una barrera al flujo sanguíneo entre epífisis y metáfisis, antes del cierre fisario, la cabeza femoral recibe su aporte sanguíneo de dos fuentes: las arterias cervicales ascendentes y la arteria del ligamento redondo; sin embargo, la arteria del ligamento redondo deja de proporcionar una parte significativa desde el periodo embrionario. De esta manera tenemos que el aporte principal viene de las arterias cervicales ascendentes que son ramas de las circunflejas medial y lateral, (Figura 12)atraviesan a la cápsula en su inserción femoral, pasan por debajo de la sinovial y se ramifican para dar su aportación a la epífisis (Figuras 9 y 10), por lo tanto son intracapsulares y teóricamente pueden ser comprometidos por un aumento en la presión intracapsular y también pueden ser comprometidos mecánicamente por compresión entre el cuello femoral y el borde acetabular en posiciones extremas. (33)

El flujo vascular de la cadera infantil se ha estudiado utilizando la ecografía Doppler pulsátil.

Graff et al mediante ultrasonido Doppler examino las arterias circunflejas medial y lateral en adultos, estas arterias tienen ramificaciones musculares no siendo la irrigación exclusivamente a la cabeza femoral, debido al avance tecnológico para

visualizar pequeñas arterias, los niños son los que mejor se benefician con el ultrasonido Doppler. (62)

Schwartz examinó 63 neonatos sanos midiendo el flujo arterial de la cadera infantil con ultrasonido Doppler pulsátil, obtuvo el promedio: 0.45 ± 0.11 del índice de resistencia. (34)

Ortiz-Neira et al reportó cuatro patrones de vascularidad de la cabeza femoral: radial, paralelo, mixto, en una muestra de 86 caderas asintomáticas, no hubo diferencia en el índice de resistencia para cada sexo, sin embargo las arterias acetabulares en las niñas tiende a tener velocidad pico sistólica más baja comparado con el sexo masculino. Midieron 45 caderas el índice de resistencia de la condroepífisis femoral proximal obteniendo un promedio: 0.53 ± 0.16 . (35)

Amodio y colaboradores reportaron que el rango normal del índice de resistencia en caderas infantiles menores a 3 meses antes de la aparición del núcleo de osificación de la cabeza femoral es género dependiente. Existe una relación lineal entre el índice de resistencia y la displasia acetabular. Postulan que esa relación puede ser un factor de la baja incidencia de necrosis vascular de la cabeza femoral en pacientes con displasia del desarrollo de cadera sin tratamiento. Se ha demostrado que la hiperabducción puede impedir el flujo sanguíneo, si la isquemia temprana se detecta por ultrasonido Doppler se podrían hacer ajustes al ángulo de abducción en las caderas tratadas con arnés de Pavlik. La mediana del índice de resistencia en las caderas masculinas fue 0.5, y en las niñas 0.6. El promedio del índice de resistencia de las caderas anormales (subluxadas y luxadas fue 0.55, y en todas las caderas normales fue 0.59. (36).

Amodio estudio 38 pacientes (76 caderas), 34 fueron Graf I. ángulo alfa $\geq 60^\circ$ clasificándose como normales, 26 obtuvieron ángulo alfa entre 50-59 y fueron clasificadas como inmaduras o Graf IIa, 13 presentaron ángulo alfa <50 grados estuvieron subluxadas o luxadas al momento de la exploración. 3 caderas se excluyeron del análisis ya que no fue posible obtener la forma de la onda debido a excesiva irritabilidad y movimiento del paciente. No encontrando una variación significativa entre la cadera derecha e izquierda. No es claro por qué las mujeres tienen en promedio el índice de resistencia más alto que los hombres, existiendo una relación lineal ascendente entre el índice de resistencia y el ángulo alfa que es una medida de la morfología acetabular. Inicialmente se postuló que el flujo arterial de la epífisis termina en arteriolas sin anastomosis, por lo que en caderas subluxadas y luxadas el índice de resistencia es mayor a lo normal como resultado del estiramiento de las arteriolas, sin embargo se presenta un decremento en el índice de resistencia en caderas subluxadas y luxadas. No se conoce la razón porque los índices de resistencia bajos se asocian con caderas anormales. Esto explica la baja incidencia de desarrollar necrosis isquémica espontánea en caderas con displasia del desarrollo de cadera no tratadas (36).

Bearcroft y colaboradores demostraron la factibilidad la viabilidad de realizar Doppler pulsátil en la cadera infantil de 13 recién nacidos sanos, demostrando flujo sanguíneo indetectable de la epífisis femoral al abducir la cadera a 60° (37).

Núcleo de osificación de la cabeza femoral.

Se acepta como normal la osificación del núcleo cefálico femoral entre las 6 semanas postnatales y los 8 meses de edad (38).

El tiempo en el que el núcleo de osificación es visible en el ultrasonido y se puede observar en la radiografía aproximadamente a las 6 a 8 semanas (39).

El núcleo de osificación de la cabeza femoral puede encontrarse presente al nacimiento. Debe estar osificado entre el quinto y sexto mes de vida, para ser valorado radiográficamente (40) (Figura 6).

Necrosis avascular de la cabeza femoral.

La necrosis avascular en niños con displasia del desarrollo de cadera, ocurre con el tratamiento con férulas abductoras, pudiendo ser secuela de la hiperabducción (41, 42, 43, 44). Es la mayor complicación del tratamiento de la displasia del desarrollo de cadera, con el riesgo potencial de incapacidad a largo plazo y osteoartrosis prematura. La presencia del núcleo de osificación de la cabeza femoral en radiografías preoperatorias (45) o ultrasonido (46) sugiere el decremento del riesgo de desarrollar necrosis avascular de la cabeza femoral.

Se ha postulado que el núcleo de osificación es una influencia protectora en el desarrollo de necrosis avascular que podría alterar las características del flujo sanguíneo (45). (Figura 7,8).

IV. JUSTIFICACIÓN

Conocer el comportamiento del índice de resistencia (IR) con el paso de la edad, antes de la aparición del núcleo de osificación femoral proximal y después, en pacientes con sospecha de displasia del desarrollo de cadera, comparando caderas normales con anormales será de utilidad para detectar tempranamente aquellos casos en el que la media salga de la normalidad en base a variantes como género, edad y desarrollar una herramienta pronóstica a futuro.

V. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿Cuál es la evolución de la media del índice de resistencia de la epífisis femoral en pacientes con cadera anormal en comparación con niños sanos?

VI. OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Identificar la evolución de la media del índice de resistencia de la epífisis femoral en pacientes con cadera anormal en comparación con niños sanos.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Identificar la media del índice de resistencia en pacientes antes y después de la aparición del núcleo de osificación.

Identificar la diferencia en la media del índice de resistencia en pacientes con cadera anormal y niños normales.

VII. HIPÓTESIS DE TRABAJO

La media del índice de resistencia disminuirá tras la aparición del núcleo de osificación femoral proximal, siendo más bajo en caderas anormales que normales, existiendo una diferencia estadísticamente significativa. (36)

VIII. MATERIAL Y MÉTODOS

DISEÑO DEL ESTUDIO: Estudio de Cohorte, prospectivo, longitudinal.

SITIO DEL ESTUDIO: Servicio Ortopedia Pediátrica y Servicio de Radiología del Hospital de Ortopedia, Unidad Médica de Alta Especialidad (UMAE “Dr. Victorio de la Fuente Narváez” del Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS), Ciudad de México.

TIEMPO A DESARROLLARSE: En el periodo de julio 2015 a mayo 2016.

UNIVERSO O POBLACIÓN DE ESTUDIO: Población pediátrica menor a 9 meses referidos a consulta externa del servicio de ortopedia pediátrica por sospecha displasia del desarrollo de cadera en cualquiera de sus variantes, con factores de riesgo asociados.

CRITERIOS DE SELECCIÓN:

CRITERIOS DE INCLUSIÓN:

- Menores a 9 meses de edad.
- Ambos sexos.
- Sin visibilidad ultrasonográfica del núcleo de osificación femoral proximal bilateral, al realizar la primera medición.
- Derechohabientes IMSS.
- Sospecha de displasia del desarrollo de cadera en cualquiera de sus variantes de presentación según antecedentes, factores de riesgo, exploración física, hallazgos radiográficos.
- Padres que acepten y firmen el consentimiento informado para menores de edad.

CRITERIOS DE NO INCLUSIÓN:

- Padres que no firmen consentimiento informado.
- Padres que no acepten el tratamiento.

CRITERIOS DE ELIMINACIÓN:

- Pacientes cuyos padres decidan retirar a su hijo(a) del estudio.

TÉCNICA DE MUESTREO: Muestreo no probabilístico de casos consecutivos de Pacientes con sospecha de displasia del desarrollo de cadera, que reunieron los criterios de inclusión en la consulta externa del servicio de pediatría ortopédica.

CÁLCULO DE TAMAÑO DE MUESTRA: Se utilizaron las tablas de Hulley para una variable de resultado continua (índice de resistencia), para obtener una diferencia de medias considerando los siguientes parámetros:

Tamaño de la muestra por grupo para comparar dos medias

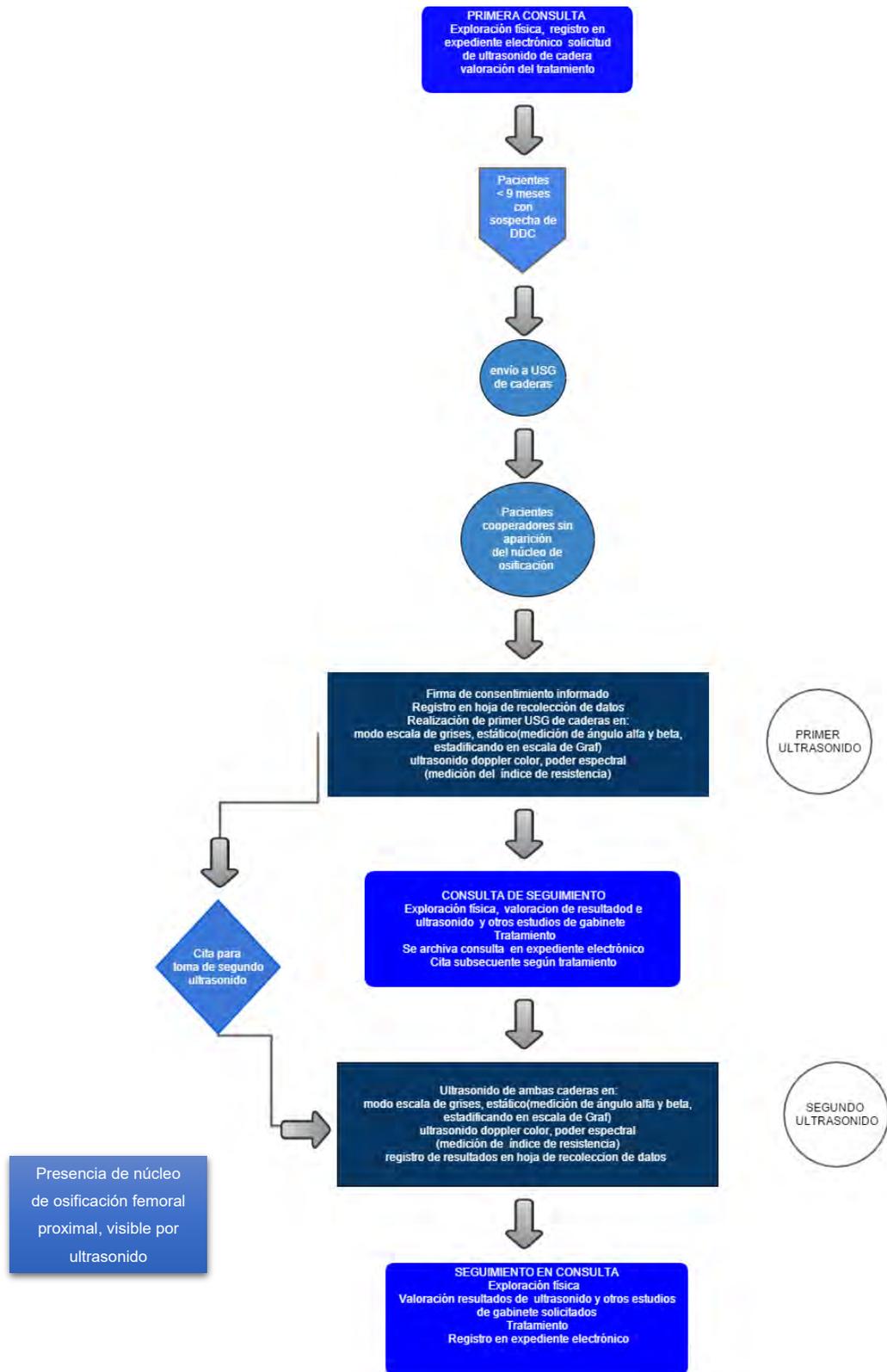
- α hipótesis alternativa unilateral $\alpha= 0.05$)
- β :0.20
- E/S : 0.30
- Total 139 caderas
- Considerando 20 % de perdidas: 167 caderas

DESCRIPCIÓN DE LAS VARIABLES

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Tipo de relación	Tipo de variable	Medición	Definición operacional
Edad	Tiempo que ha vivido una persona	Edad en meses de la persona en el momento del estudio	De estudio	Cuantitativa continua de razón Discreta	Meses	Medidas de tendencia central y de dispersión
Sexo	Características biológicas que distinguen al hombre de la mujer	Se clasifican en femenino y masculino	De estudio	Cualitativa nominal dicotómica	0=Masculino 1=Femenino	Frecuencias y porcentajes
Displasia del desarrollo de cadera	Variedad de presentación de displasia de cadera	El diagnóstico de DDC se obtiene con la correlación clínica e imagenológica	Variable dependiente	Cualitativa Nominal categórica	0= Normal 1=Displasia acetabular 2=Subluxada 3=Luxada	Frecuencias y porcentajes

					Ángulo α , Ángulo β 0= I >60°, < 55° 1= IIa 50°– 60°, 55° 77° 2= IIb >50°– 60°, 55° 77° 3= IIc 43°– 49°, >77° 4= II d, 43°– 49°, >77° 5= III <43°, >77° 6= IV No valorable	
Clasificación de Graf	Evaluación ultrasonográfica estática de la DDC	Se realizan mediciones ultrasonográficas de cadera con los ángulos alfa y beta y se clasifican en la escala según Graf	De estudio	Cualitativa Nominal		Frecuencias y porcentajes
Índice de Resistencia	Cuantificación del pico sistólico máximo menos la frecuencia diastólica mínima, dividida entre el pico sistólico máximo	Es el número que calcula el equipo de manera automática una vez realizado el trazo espectral del vaso explorado	De resultado	Nominal Continua	0.45±0.11	Frecuencias y porcentajes
Núcleo de osificación por ultrasonido	Osificación endocondral se desarrolla a partir de un molde de cartílago preexistente.	Se acepta como normal la osificación del núcleo cefálico femoral entre las 6 semanas y los 8 meses de edad	De estudio	Cualitativa, Nominal Dicotómica	0= Ausente 1= Presente	Frecuencias y porcentajes

MODELO CONCEPTUAL



IMETODOLOGIA

En la consulta de primera vez del servicio de Ortopedia Pediátrica de pacientes con sospecha de displasia del desarrollo de cadera (DDC) en cualquiera de sus variantes, el médico tratante determinó en el interrogatorio los factores de riesgo, hallazgos clínicos relevantes, (antecedentes heredofamiliares, lado afectado, presentación obstétrica, sexo, edad gestacional), exploración física (maniobras de Barlow/Ortolani, maniobra de pistón, limitación para la abducción, asimetría de pliegues, entre otros) registrados en el expediente electrónico del paciente.

Se les otorgó a los padres una solicitud para ultrasonido de ambas caderas en una cita próxima en día viernes a la 14:00 horas para realizarles el estudio en el cubículo de ultrasonidos del servicio de radiología del Hospital de Ortopedia Dr. Victorio de la Fuente Narváez.

Se les explicó a los padres cómo se haría el estudio de gabinete solicitándoles su autorización y firma del consentimiento informado. Se llevó a cabo por medio de la consola Hitachi, Aloka ProSound Alpha 7 equipada con transductor lineal de alta frecuencia 15 MHz, como recomiendan las guías de detección ultrasonográfica de displasia del desarrollo de cadera de la ACR-AIUM (21) y las guías de práctica clínica de DDC, aplicando el método estático de Graf en escala de grises. (Anexo 2) Los pacientes se examinaron en decúbito lateral supino con flexión de la cadera a estudiar, en plano coronal sobre la capsula anterior de la cadera, bilateral, mediante el modo escala de grises, se midió la morfología acetabular: ángulos alfa y beta estadificando en clasificación de Graf, separando en pacientes con clasificación de Graf I o IIa (cadera inmadura en menores de 3 meses) y Graf IIb o mayor en forma dinámica mediante el método de Novick y Harcke determinando por parte del médico radiólogo para determinar si la cadera se encuentra estable, inestable/subluxada o luxada al

realizar la maniobra de Barlow, registramos los resultados en el instrumento de recolección de datos(Figura 9).

Mediante selección en base a la edad del paciente y con ausencia del núcleo de osificación de la cabeza femoral proximal bilateral, se activó el modo Doppler color, poder y espectral mediante una frecuencia de repetición de pulso bajo (6-12 kHz) identificando el vaso epifisario arterial y la frecuencia pulsada de repetición se adaptó a la amplitud de la onda arterial, midiendo el índice de resistencia, bilateralmente, dedicando aproximadamente 10 minutos por cada cadera, el índice de resistencia se obtuvo de forma automática por el equipo de ultrasonido (Figura 13), se registraron los resultados en la hoja de recolección de datos, las dos mediciones ultrasonográficas fueron hechas por un médico radiólogo con adiestramiento en musculo esquelético.

No se realizó el ultrasonido Doppler poder, color y espectral a pacientes irritables con movilidad excesiva o cuando el grado de madurez del núcleo de osificación impidió la medición.

Se otorgó fecha para realizar el segundo ultrasonido a una edad aproximada del paciente para observar ultrasonográficamente el núcleo de osificación antes de los 9 meses y se repitió el procedimiento realizado en el primer ultrasonido, los resultados fueron registrados en la hoja de recolección de datos.

El paciente acudió con su médico tratante para valoración de los resultados obtenidos y recibir vigilancia y/o tratamiento en cada caso.

Se trata de una cohorte: población pediátrica de ambos sexos con sospecha de displasia del desarrollo de cadera en cualquiera de sus variantes, antes de la aparición del núcleo de osificación de la cabeza femoral, se obtuvieron 2 grupos a los que se les dio seguimiento:

- Pacientes con diagnóstico ultrasonográfico de Graf I o IIa se midió la media del índice de resistencia de ambas caderas antes y después de la aparición del núcleo de osificación de la cabeza femoral.
- Pacientes con diagnóstico ultrasonográfico de Graf IIb o > se midió la media del índice de resistencia de ambas caderas antes y después de la aparición del núcleo de osificación de la cabeza femoral.

Se realizó el análisis estadístico con el programa SPSS 21, Se corrobora la distribución normal de los datos usando la prueba de Shapiro Wilk.

La prueba T de Student para muestras relacionadas para detectar diferencias entre dos grupos, estableciendo $\alpha=0.05$, un valor de $p<0.05$ se consideró significativo.

IX. ASPECTOS ÉTICOS

Se trata de una investigación de tipo I de acuerdo al Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Investigación para la Salud:

Estudios prospectivos que emplean el riesgo de datos a través de procedimientos comunes en exámenes físicos o psicológicos de diagnósticos o tratamiento rutinarios, entre los que se consideran: pesar al sujeto, pruebas de agudeza auditiva; electrocardiograma, termografía, colección de excretas y secreciones externas, obtención de placenta durante el parto, colección de líquido amniótico al romperse las membranas, obtención de saliva, dientes deciduales y dientes permanentes extraídos por indicación terapéutica, placa dental y cálculos removidos por procedimiento profilácticos no invasores, corte de pelo y uñas sin causar desfiguración, extracción de sangre por punción venosa en adultos en buen estado de salud, con frecuencia máxima de dos veces a la semana y volumen máximo de 450 ml. en dos meses, excepto durante el embarazo, ejercicio moderado en voluntarios sanos, pruebas psicológicas a individuos o grupos en los que no se manipulará la conducta del sujeto, investigación con medicamentos de uso común, amplio margen terapéutico, autorizados para su venta, empleando las indicaciones, dosis y vías de administración establecidas y que no sean los medicamentos de investigación que se definen en el artículo 65 de este Reglamento.

Se realizó en menores de edad. Cumpliendo con a las normas éticas 18ª Asamblea Médica Mundial Helsinki, Finlandia, Junio 1964 y enmendada por la 29ª Asamblea Médica Mundial Tokio, Japón, Octubre 1975, 35ª Asamblea Médica Mundial Venecia, Italia, Octubre 1983, 41ª Asamblea Médica Mundial Hong Kong, septiembre 1989, 48ª Asamblea General Somerset West, Sudáfrica, Octubre 1996 y la 52ª Asamblea General Edimburgo, Escocia, Octubre 2000; nota de clarificación del párrafo 29, agregada por la Asamblea General de la AMM , Washington USA 2002; Nota de clarificación del Párrafo 30, agregada por la asamblea general de la AMM , Tokio, Japón 2004 ; 59ª Asamblea general de la AMM, Seúl, Corea Octubre 2008 y Fortaleza, Brasil 2013).Respetando el Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Investigación para la Salud, vigente en el territorio de los Estados Unidos Mexicanos, cumpliendo con los principios básicos de bioética: beneficencia, no maleficencia, justicia, autodeterminación o autonomía.

X. RESULTADOS

Se incluyeron 22 pacientes, 16 (72.72%) fueron mujeres y 6 (27.27 %) hombres, examinamos 44 caderas (100%), con el modo Doppler midiendo el índice de resistencia (IR) en dos ocasiones antes y después de la aparición del núcleo de osificación visible ultrasonográficamente, realizando en total 88 mediciones.

En la primera medición el rango de edad fue 4 meses (1-5) de los cuales el 36.4%(n:8) tenían 2 meses, el 22.7% (n:5) 1 mes, el 18.2% (n:4) 3 meses, el 13.6% (n:3) 4 meses y el 9.1% (n:2) contaban con 5 meses, la mediana fue de 2 meses de edad.

La segunda medición del IR se realizó en 22 pacientes, (44 caderas) cuando el núcleo de osificación fuera visible ultrasonográficamente a un rango de edad de 6 meses (3-9) de los cuales, 27.3% (n:6) tenían 6 meses, el 22.7% (n:5) 5 meses, 18.2% (n:4) 8 meses, 13.6% (n:3) 9 meses, 4.5% (n:1) 3 meses y 4.5% (n:1) 4 meses, siendo la mediana 6 meses de edad.

De los 22 pacientes, 61 caderas, obtuvieron ángulo alfa > 60 grados, se estadificaron como Graf I, siendo 40 mujeres (45.45%), 21 hombres (23.86%), el promedio del índice de resistencia fue 0.719, y la mediana 0.723, la desviación estándar: 0.153, rango 0.570 (0.430-1). (Tabla 1).

12 caderas fueron inmaduras (< 3 meses) obtuvieron la clasificación II a, 7 hombres (7.95 %), y 5 mujeres (7.95%), el promedio del índice de resistencia fue 0.817, y la mediana 0.809, la desviación estándar: 0.208, rango 0.705 (0.556-1.261). (Tabla 1).

15 caderas anormales, con ángulo alfa $<50^\circ$ encontrándose subluxadas o luxadas al momento del estudio, fueron 17.05% mujeres, el promedio del ÍR fue 0.792, la mediana 0.837, la desviación estándar 0.20, rango 0.640 (0.360-1). (Tabla 1).

	Graf I ($\alpha \geq 60^\circ$)		Graf II a ($\alpha: 50-59^\circ$) (<3 meses)		Graf II b o ($\alpha < 50^\circ$)	
	Número	%	Número	%	Número	%
Sexo						
Femenino	40	45.45	5	5.68	15	17.05
Masculino	21	23.86	7	7.95	0	0
Total	61	69.31	12	13.69	15	17.05

Tabla 1. Porcentaje total de caderas masculinas y femeninas estadificadas según la clasificación de Graf.

Se obtuvo el promedio del índice de resistencia, la desviación estándar y la mediana por grupos de caderas. (Tabla 2) (Figura 14).

Grupo	MEDIA ÍR (DE)	MEDIANA ÍR
NIÑAS	0.758 (0.17)	0.760
NIÑOS	0.716 (0.15)	0.741
SANOS	0.719(0.15)	0.723
ENFERMOS	0.792(0.20)	0.837
TODOS	0.745(0.17)	0.745

Tabla 2. Media y mediana del índice de resistencia (IR) de ambas caderas por grupos de la población en estudio.

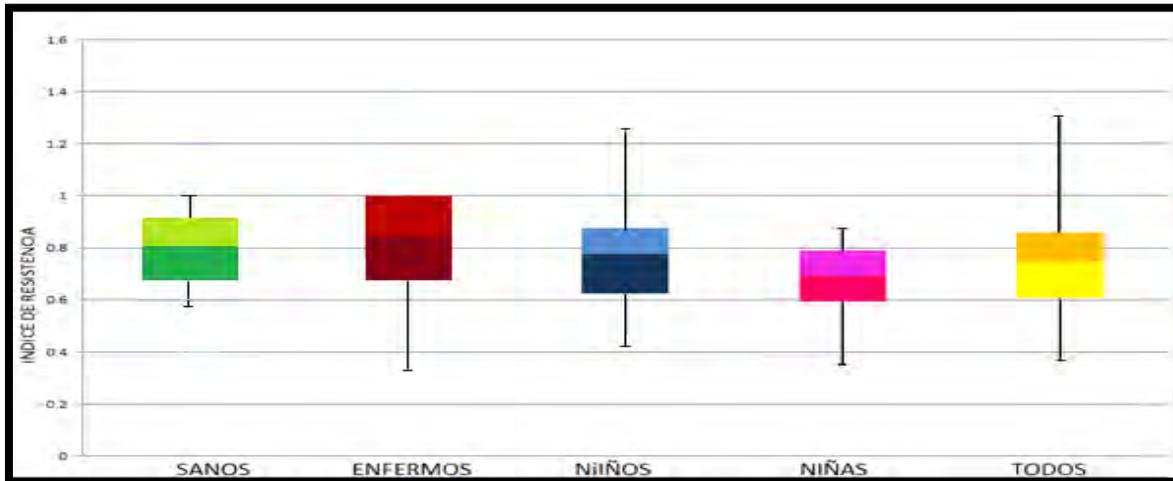


Figura 14. Grafica de cajas y bigotes. Comparación del promedio del ÍR en la población en el estudio.

El índice de resistencia (IR) en caderas normales (considerando en este grupo caderas Graf I y II a) el promedio fue 0.719 y la mediana 0.723 fue más bajo comparado con caderas anormales (Graf II b \geq) el promedio fue 0.792 y la mediana 0.837, esta diferencia no es estadísticamente significativa con una ($P=0.898$). (Tabla 3).

GRUPOS	ÍR PROMEDIO (DE)	ÍR MEDIANA	RANGO MIN-MAX	DIFERENCIA DE MEDIAS	P
CADERAS NORMALES	0.719 (0.15)	0.723	0.831 (0.430-1.261)	0.009	0.898
CADERAS ANORMALES	0.792 (0.2)	0.837	0.64 (0.360-1)		

Tabla 3. Comparación del ÍR de caderas normales y anormales.

La media del ÍR en pacientes con caderas anormales antes de la aparición del núcleo de osificación (pre núcleo) de 0.834(DE=0.18), es más alta en comparación con la media de 0.682(DE=0.13) en caderas anormales posterior a la aparición del núcleo de osificación (post núcleo), esta disminución de la media no es estadísticamente significativa, el valor de ($p=0.010$). (Tabla 4).

La media del ÍR del total de las caderas en el estudio antes de la aparición del núcleo de osificación (pre núcleo) de 0.786 (DE=0.19), comparado con la media de 0.704 (DE=0.13) de todas las caderas posterior a la aparición del núcleo de osificación (post núcleo) presenta disminución la cual no es estadísticamente significativa con una ($p=0.018$). (Tabla 4).

La media del índice de resistencia (ÍR) en pacientes con caderas derechas (pre núcleo) de osificación de 0.774(DE=0.17), comparado con la media de 0.701(DE=0.15) en caderas derechas (post núcleo), se observa disminución la cual no es estadísticamente significativa valor de ($p=0.192$). (Tabla 4).

La media del índice de resistencia (ÍR) en las caderas izquierdas (pre núcleo) de osificación fue 0.797 (DE=0.21), comparado con la media 0.708 (DE=0.11) en las caderas izquierdas (post núcleo), la disminución no es estadísticamente significativa (P=0.034). (Tabla 4).

GRUPO	PRE NUCLEO		POST NUCLEO		DIFERENCIA DE MEDIAS	P
	PROMEDIO (DS) ÍR	MEDIANA ÍR	PROMEDIO (DS) ÍR	MEDIANA ÍR		
TODAS LAS CADERAS	0.786 (0.19)	.796	0.704 (0.13)	0.717	0.081	0.018
CADERAS NORMALES	0.759 (0.19)	0.789	0.712 (0.12)	0.721	0.498	0.163
CADERAS ANORMALES	0.834 (0.18)	0.863	0.682 (0.13)	0.723	0.161	0.010
CADERAS DERECHAS	0.774 (0.17)	0.794	0.701 (0.15)	0.681	0.072	0.192
CADERAS IZQUIERDAS	0.797 (0.21)	0.797	0.708 (0.11)	0.728	0.089	0.034

Tabla 4. Comparación del ÍR antes y después de la aparición del núcleo de osificación en la población del estudio.

La media del índice de resistencia (ÍR) en caderas femeninas de 0.758 (DE=0.17) siendo más alto en el género femenino comparado con las caderas masculinas con una media de 0.716 (DE=0.15) esta diferencia no es estadísticamente significativa con una (p=0.657). (Tabla 5).

GRUPOS	ÍR PROMEDIO (DE)	ÍR MEDIANA	DIFERENCIA DE MEDIAS	P
NIÑAS	0.758 (0.17)	0.760	-0.19	0.657
NIÑOS	0.716 (0.15)	0.741		

Tabla 5. Resultados del promedio del ÍR. Comparación de medias entre caderas femeninas y masculinas.

La media del ÍR en pacientes con caderas normales antes de la aparición del núcleo de osificación (pre núcleo) fue 0.731 (DE=0.19), comparado con una media de 0.834 (DE=0.18) en caderas anormales antes a la aparición del núcleo de osificación (pre núcleo), siendo más alta en las caderas anormales no existiendo diferencia estadísticamente significativa con una (p=0.026). (Tabla 6).

GRUPOS	ÍR PROMEDIO (DE)	ÍR MEDIANA	DIFERENCIA DE MEDIAS	P
CADERAS NORMALES PRENUCLEO	0.731 (0.19)	0.769	-0.113	0.026
CADERAS ANORMALES PRENUCLEO	0.834 (0.18)	0.863		

Tabla 6. Resultados del promedio del ÍR. Comparación en caderas normales y caderas anormales antes de la aparición del núcleo de osificación femoral proximal.

La media del ÍR de las caderas normales post núcleo, fue 0.712, comparado con la media de las caderas anormales post núcleo 0.665, se corrobora normalidad de los datos por medio de la prueba de Shapiro Wilk, siendo normal, con la prueba T de Student para muestras relacionadas, existe una diferencia de medias de 0.034, se establece α : 0.05, (P=0.762), no siendo estadísticamente significativa (Tabla 7).

GRUPOS	ÍR PROMEDIO (DE)	ÍR MEDIANA	DIFERENCIA DE MEDIAS	P
CADERAS NORMALES POST NUCLEO	0.712 (0.12)	0.721	0.034	0.762
CADERAS ANORMALES POST NUCLEO	0.665 (0.18)	0.714		

Tabla 7. Resultados del promedio del ÍR. Comparación en caderas normales y caderas anormales después de la aparición del núcleo de osificación femoral proximal.

XI. DISCUSION

De los 22 pacientes en este estudio se observa predominio del sexo femenino, siendo 16 mujeres y 6 hombres, en cuanto a las caderas anormales 15 caderas fueron femeninas representando el 100%, la incidencia en México de la DDC es de 2 a 6 por mil nacidos vivos, siendo más frecuente en el sexo femenino 4:1.(4)

De los 22 pacientes, 61 caderas, obtuvieron ángulo alfa > 60 grados, se estadificaron como Graf I, siendo 40 mujeres (45.45%), 21 hombres (23.86%), el promedio del índice de resistencia fue .719, 12 caderas fueron inmaduras(< 3 meses) obtuvieron la clasificación Ila, 7 hombres (7.95 %), y 5 mujeres(7.95%), el promedio del índice de resistencia fue 0.817, 15 caderas anormales, con ángulo alfa $< 50^\circ$ encontrándose subluxadas o luxadas al momento del estudio, fueron 17.05 % mujeres, el promedio del ÍR fue 0.792, el mayor promedio se encontró en las caderas inmaduras(Graf Ila) de las cuales en la segunda medición 11 respondieron adecuadamente al tratamiento conservador con arnés de Pavlik obteniendo una medición normal (Graf I) después de la osificación del núcleo femoral proximal.

En las caderas normales, el promedio del ÍR 0.759 y disminuyo tras la aparición del núcleo de osificación, el promedio fue 0.712, la diferencia de medias fue 0.498, el promedio del ÍR en caderas con displasia del desarrollo de cadera fue 0.834 y disminuyo tras la aparición del núcleo de osificación el promedio fue 0.682.

En general se encuentra el promedio de la media más alto en caderas anormales respecto a las normales.

En la población total de este estudio, el promedio del ÍR pre núcleo fue 0.786 esta disminuye post núcleo a 0.704, el valor de (P: .018), $P > \alpha$ esta diferencia no es estadísticamente significativa, se concluye que la aparición del núcleo de osificación no tiene efectos significativos sobre el ÍR.

En cuanto a géneros, el promedio global del ÍR en niñas fue 0.758 más alto que en niños: 0.716. Se corrobora la normalidad de los datos mediante prueba de Shapiro Wilk con valor de $P = 0.872$ y $P = 0.005$ respectivamente, se realiza la prueba T de Student para muestras relacionadas encontrando ($P = 0.657$), la diferencia no es estadísticamente significativa. En contraste con Amodio el promedio de las caderas anormales fue 0.6, y en las caderas normales 0.59, el cual es más bajo que en nuestra población en estudio, la mediana del ÍR en niños fue 0.5 y en mujeres 0.6, en nuestro estudio obtuvimos la mediana en niñas de 0.76 y en niños 0.745 siendo mayor en nuestra población de estudio. (50)

Ortiz Neira et al demuestran el promedio del ÍR en recién nacidos sanos 0.53 (DE=0.16, en nuestro estudio 73 pacientes con cadera normal tuvieron promedio de 0.719 con (DE=0.15), siendo más alto en nuestra población de estudio. (35)

En este estudio se muestra que la aparición del núcleo de osificación, la media del índice de resistencia disminuye en todos los grupos de caderas. Se dificulta obtener la señal Doppler en niños de mayor edad, debido al incremento de la distancia entre el traductor y la cabeza femoral, y la progresiva reducción de vasos sanguíneos con la edad, durante la realización del examen en nuestro estudio, a mayor edad, requirió más tiempo para identificar un vaso arterial para medición del índice de resistencia. (63)

El tamaño de muestra de nuestro estudio es menor a lo esperado lo que puede ocasionar que los resultados no sean estadísticamente significativos.

XII. CONCLUSION

Los pacientes con displasia del desarrollo de cadera, presentan la media del índice de resistencia mayor en comparación a los pacientes sanos.

Se propone el aumento de la media del índice de resistencia en caderas anormales se debe a la isquemia por morfología anormal de la cadera infantil que causa estrechamiento en los vasos sanguíneos debido a su localización intracapsular se encuentran sometidas a mayor presión intracapsular e isquemia.

El conocer el promedio en ambos sexos, pacientes con displasia del desarrollo de cadera y caderas normales permitirá la valoración integral del flujo arterial de la condroepífisis femoral proximal por ultrasonido Doppler color, poder, espectral y en el tratamiento de la DDC servirá para vigilar el IR durante el tratamiento ya que la hiperabducción impide el flujo sanguíneo, esta herramienta ayudaría a identificar cambios hemodinámicos, haciendo ajustes dentro del rango de seguridad de Ramsey en las caderas tratadas con arnés de Pavlik u otro aparato ortésico, evitando el riesgo de isquemia y necrosis avascular de la cabeza femoral, no se recomienda realizarlo en pacientes de mayor edad.

XIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1) Herring JA, Tachdjian MO. Texas Scottish Rite Hospital for Children. Tachdjian's pediatric orthopedics: from the Texas Scottish Rite Hospital for Children. 5th ed. Philadelphia: Elsevier Saunders; 2013.
- 2) Noordin S, Umer M, Hafeez K, Nawaz H. Developmental dysplasia of the hip. Orthop Rev. 2010 Sep 23; 2(2):e19.
- 3) Coley BD. Caffey's pediatric diagnostic imaging. 12th ed. Philadelphia: Elsevier Saunders; 2013
- 4) Displasia del desarrollo de la cadera. Práctica Médica Ef. Inst Nac Salud Pública.2000; Volumen 2(8).
- 5) Molly E. Dempsey M, Boaz Karmazyn M, Brian D. Coley M, Jonathan R. Dillman M,
- 6) Christopher E. Dory M, et al. American College of Radiology ACR Appropriateness Criteria. Am Coll Radiol. 1999
- 7) CENETEC Guía de práctica clínica. Diagnóstico y tratamiento oportuno de displasia del desarrollo de la cadera. S091 08. Actualización 2013.
- 8) Smergel E, Losik SB, Rosenberg HK. Sonography of hip dysplasia. Ultrasound. 2004; 20(4):201–16.
- 9) Paton RW. Management of neonatal hip instability and dysplasia. Early Hum Dev 2005; 81:807–13.
- 10) Dogruel H, Atalar H, Yavuz OY, Sayli U. Clinical examination versus ultrasonography in detecting developmental dysplasia of the hip. Int Orthop. 2008;32:415–9
- 11) Tschauner C, Graf R. Ultrasound diagnosis of hip dysplasia--current status and future perspectives. Padiatr Padol. 1992; 27:A19–A2.
- 12) Graf R. The diagnosis of congenital hip-joint dislocation by the ultrasonic compound treatment. Arch Orthop Trauma Surg 1980; 97:117–33.
- 13) Woolacott NF, Puhan MA, Steurer J, Kleijnen J. Ultrasonography in screening for developmental dysplasia of the hip in newborns: systematic review. BMJ. 2005; 330:1413.
- 14) 2005; 330:1413.

- 15)Roovers EA, Boere-Boonekamp MM, Castelein RM, Zielhuis GA, Kerkhoff TH.Effectiveness of ultrasound screening for developmental dysplasia of the hip. Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed. 2005;90:F25–30
- 16)Sewell MD, Eastwood DM. Screening and treatment in developmental dysplasia of the hip-where do we go from here? International Orthopedics. 2011. p. 1359–67.
- 17)Meillón-Cházaro GA, Quintela Núñez del Prado HM, Valcarce León JA, Saldaña Pimentel S. Utilidad del ultrasonido de cadera para la detección y el seguimiento de pacientes con displasia del desarrollo de cadera de 2 a 8 meses de edad en un centro de referencia de una economía emergente :TESIS, Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Medicina. 2014: 40.
- 18)Baudet CE, Revenga GC, Bulo CM. Displasia del desarrollo de la cadera. Revista de la Sociedad Andaluza de Traumatología y Ortopedia.2001; 21: 195-20
- 19)Ortega FX. Displasia del desarrollo de la cadera. Rev med Clin condesa. 2013; 24(1):37–43.
- 20)Peterlein CD, Schüttler KF, Lakemeier S, Timmesfeld N, Görg C, Fuchs-Winkelmann S, et al. Reproducibility of different screening classifications in ultrasonography of the newborn hip. BMC Pediatr. BioMed Central; 2010 Jan 24; 10(1):98.
- 21)Rosendahl K, Markestad T, Lie RT. Ultrasound in the early diagnosis of congenital dislocation of the hip: The significance of hip stability versus acetabular morphology. Pediatr Radiol. 1992 Oct; 22(6):430–3.
- 22)Harcke HT, Grissom LE. Performing dynamic sonography of the infant hip. AJR Am J Roentgenol. 1990 Oct; 155(4):837–44.
- 23)AIUM Practice Guideline for the Performance of an Ultrasound Examination for Detection and Assessment of Developmental Dysplasia of the Hip. J Ultrasound Med. 2009 Jan 1;28(1):114–9
- 24)García O. Guía de Práctica Clínica: Diagnóstico y tratamiento oportuno de la displasia en el desarrollo de cadera. Secretaria de Salud. México; 2008

- 25) Brown J, Dezateux C, Karnon J, Parnaby A, Arthur R. Efficiency of alternative policy options for screening for developmental dysplasia of the hip in the United Kingdom. *Arch Dis Child*. 2003 Sep; 88(9):760–6.
- 26) Pineda V, Macías PB. Principios físicos básicos del ultrasonido. *Medigraphic*. 1(Número 1 25):25–34.
- 27) Fernández M, Morales P. Diagnostico por la imagen del sistema musculoesquelético. *RxC, US, TC y RM*. Caduceo Multimedia, S.L... 2014:25.
- 28) Medical Diagnostic Ultrasound Instrumentation and Clinical Interpretation. *JAMA*. American Medical Association; 1991 Mar 6; 265(9):1155.
- 29) Schmidt WA, Backhaus M. What the practising rheumatologist needs to know about the technical fundamentals of ultrasonography. *Best Pract Res Clin Rheumatol*. 2008 Dec; 22(6):981–99.
- 30) Gibbon WW. *Musculoskeletal ultrasound. London, The essentials*, Oxford University Press, Greenwich Med; 1996: 66-7.
- 31) Pineda C, Martínez ZJL. Avances del ultrasonido musculoesquelético y articular. El sonido del futuro para el reumatólogo: el ultrasonido. *Rev. Mex Reumatol*. 2002; 17 (4): 271-6
- 32) Paolinelli GP. Principios físicos e indicaciones clínicas del ultrasonido doppler. *Rev. Med. Clin. Condes*. 2013; 24(1):139-148
- 33) Tarrío FR. *Tratado de cuidados intensivos pediátricos*. 3rd ed. Norma-Capitel; 2002. 2266:888
- 34) Graf R. Hip ultrasonography. Basic principles and current aspects. *Der Orthop*. de. 1997 Jan; 26(1):14–24.
- 35) Leeder PC, Siles PI. Evaluación de la perfusión de la cabeza femoral en el tratamiento de la displasia del desarrollo de la cadera. *Rev Mex Ortop Ped* 2013 Jun; 15(1):47-52.
- 36) Schwartz DS, Keller MS, Fields JM, States LJ, Marsh JS. Arterial waveforms in the femoral heads of healthy neonates. *AJR Am J Roentgenol*. 1998 Feb; 170(2):465–6.

- 37)Ortiz-Neira CL, Laffan E, Daneman A, Fong K, Roposch A, Ohlsson A, et al. Colour Doppler ultrasound assessment of the normal neonatal hip. *Can Assoc Radiol J.* 2009 Apr; 60(2):79–87.
- 38)Amodio J, Rivera R, Pinkney L, Strubel N, Fefferman N. The relationship between alpha angle and resistive index of the femoral epiphysis in the normal and abnormal infant hip. *Pediatr Radiol.* 2006 Aug; 36(8):841–4.
- 39)Bearcroft PW, Berman LH, Robinson AH, Butler GJ. Vascularity of the neonatal femoral head: in vivo demonstration with power Doppler US. *Radiology.* 1996 Jul; 200(1):209–11.
- 40)Gutiérrez Carbonell P, Más Martínez J, Frieiro Seguí I, Mollá Nicora J. Aparición del núcleo de osificación de la cadera femoral: Factores asociados. *Rev Esp Cir Ortop Traumatol.* Elsevier; 1999 Dec 1; 43(90):9015–9.
- 41)R. Graf. *Hip Sonography. Diagnosis and Management of Infant Hip Dysplasia.* Springer.
- 42)Renqueiro MJ, Manchado CA, San Leon J. Clasificación radiográfica de la cadera con desarrollo displasico. *Medisur.* 2013;11(4).
- 43)Mubarak S, Garfin S, Vance R, McKinnon B, Sutherland D. Pitfalls in the use of the Pavlik harness for treatment of congenital dysplasia, subluxation, and dislocation of the hip. *J Bone Joint Surg Am.* 1981 Oct; 63(8):1239–48.
- 44)Suzuki S, Yamamuro T. Avascular necrosis in patients treated with the Pavlik harness for congenital dislocation of the hip. *J Bone Joint Surg Am.* 1990 Aug; 72(7):1048–55.
- 45)Jaramillo D, Connolly SA, Vajapeyam S, Robertson RL, Dunning PS, Mulkern R V, et al. Normal and ischemic epiphysis of the femur: diffusion MR imaging study in piglets. *Radiology.* 2003 Jun; 227(3):825–32.
- 46)Taylor GR, Clarke NM. Monitoring the treatment of developmental dysplasia of the hip with the Pavlik harness. The role of ultrasound. *J Bone Joint Surg Br.* 1997 Sep; 79(5):719–23.
- 47)Segal LS, Boal DK, Borthwick L, Clark MW, Localio AR, Schwentker EP. Avascular necrosis after treatment of DDH: the protective influence of the ossific nucleus. *J Pediatr Orthop.* Jan; 19(2):177–84.

- 48)Carney BT, Clark D, Minter CL. Is the absence of the ossific nucleus prognostic for avascular necrosis after closed reduction of developmental dysplasia of the hip? *J Surg Orthop Adv*. 2004 Jan; 13(1):24–9.
- 49)Shorter D, Hong T, Osborn DA. Screening programmes for developmental dysplasia of the hip in newborn infants. *Cochrane database Syst Rev*. 2011 Jan ;(9):CD004595.
- 50)Woolacott NF, Puhan MA, Steurer J, Kleijnen J. Ultrasonography in screening for developmental dysplasia of the hip in newborns: systematic review. *BMJ*. 2005 Jun 18; 330(7505):1413
- 51)Holen KJ, Tegnander A, Bredland T, Johansen OJ, Saether OD, Eik-Nes SH, et al. Universal or selective screening of the neonatal hip using ultrasound? A prospective, randomised trial of 15,529 newborn infants. *J Bone Joint Surg Br*. 2002 Aug; 84(6):886–90.
- 52)Roovers EA, Boere-Boonekamp MM, Castelein RM, Zielhuis GA, Kerkhoff TH. Effectiveness of ultrasound screening for developmental dysplasia of the hip. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed*. 2005 Jan; 90(1):F25–30.
- 53)Dogruel H, Atalar H, Yavuz OY, Sayli U. Clinical examination versus ultrasonography in detecting developmental dysplasia of the hip. *Int Orthop*. 2008 Jun; 32(3):415–9.
- 54)Peterlein CD, Fuchs-Winkelmann S, Schüttler K-F, Lakemeier S, Timmesfeld N, Görg C, et al. Does probe frequency influence diagnostic accuracy in newborn hip ultrasound? *Ultrasound Med Biol*. 2012 Jul; 38(7):1116–20.
- 55)Clinical practice guideline: early detection of developmental dysplasia of the hip. Committee on Quality Improvement, Subcommittee on Developmental Dysplasia of the Hip. American Academy of Pediatrics. *Pediatrics*. 2000 Apr; 105(4 Pt 1):896–905.
- 56)Yousefzadeh DK, Doerger K, Sullivan C. The blood supply of early, late, and nonossifying cartilage : preliminary gray-scale and Doppler assessment and their implications. 2008; 146–58.

- 57)Beek FJ a, Nievelstein RJ, Pruijs HE, De Jong P a., Sakkers RJB. Transinguinal sonographic determination of the position of the femoral head after reposition and follow-up in a spica cast. *Pediatr Radiol*. 2010 Nov; 40(11):1794–9.
- 58)Koşar P, Ergun E, Unlübay D, Koşar U. Comparison of morphologic and dynamic US methods in examination of the newborn hip. *Diagn Interv Radiol*. 2009 Dec; 15(4):284–9.
- 59)Molini L, Precerutti M, Gervasio A, Draghi F, Bianchi S. Hip: Anatomy and US technique. *J. Ultrasound*. 2011 Jun; 14(2):99–108.
- 60)Graf R. Fundamentals of sonographic diagnosis of infant hip dysplasia. *J Pediatr Orthop*. 1984 Nov; 4(6):735–40.
- 61)Morin C, Harcke HT, MacEwen GD. The infant hip: real-time US assessment of acetabular development. *Radiology*. 1985 Dec; 157(3):673–7.
- 62)Wilson D. *Clinical Ultrasound Paediatric Musculoskeletal Disease*. Diagn Imaging.2011
- 63)Harcke HT, Seibert JJ. Hip and musculoskeletal ultrasound. *Current Concepts: a Categorical Course in Pediatric Radiology*. Oak Brook: RSNA Publications. 1994: 119-124
- 64)Graif M, Schweitzer ME, Nazarian L, Matteucci TM, Goldberg BB. Color Doppler hemodynamic evaluation of flow to normal hip. *J Ultrasound Med* 1998; 17:275-280.
- 65)Chung SMK. The arterial supply of the developing proximal end of the human femur. *J Bone Joint Surg Am* 1976; 58-A: 961–970.

XIV. ANEXOS



INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL
 HOSPITAL DE ORTOPEDIA
 UMAE "Dr. Victorio de la Fuente Narváez"
 DEPARTAMENTO CLÍNICO DE ORTOPEDIA PEDIÁTRICA

FOLIO

INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: **"Evolución del índice de resistencia de la epífisis femoral en pacientes con cadera anormal en comparación con niños sanos"**

NOMBRE: _____ NSS: _____

SEXO: FEMENINO _____ MASCULINO _____ FECHA NACIMIENTO: _____

PRIMER ULTRASONIDO FECHA: _____ / _____ / 2016 EDAD: _____

MEDICION	CADERA DERECHA	CADERA IZQUIERDA
ANGULO ALFA		
ANGULO BETA		
CLASIFICACION GRAF		
INDICE DE RESISTENCIA		
COMENTARIOS		

SEGUNDO ULTRASONIDO FECHA: _____ / _____ / 2016 EDAD: _____

MEDICION	CADERA DERECHA	CADERA IZQUIERDA
ANGULO ALFA		
ANGULO BETA		
CLASIFICACION GRAF		
INDICE DE RESISTENCIA		
PRESENCIA ULTRASONOGRAFICA DE NUCLEO DE OSIFICACION DE CABEZA FEMORAL		
COMENTARIOS		

CONSENTIMIENTO INFORMADO



INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL
UNIDAD DE EDUCACIÓN, INVESTIGACIÓN Y POLITICAS DE
SALUD
COORDINACIÓN DE INVESTIGACIÓN EN SALUD

CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO (MENORES DE EDAD Y PERSONAS CON DISCAPACIDAD)

CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA PARTICIPACIÓN EN PROTOCOLO DE INVESTIGACIÓN

Nombre del estudio: **“Evolución del índice de resistencia de la epífisis femoral en pacientes con cadera anormal en comparación con niños sanos”**

Lugar y fecha: Hospital de Ortopedia, “Dr. Victorio de la Fuente Narváez”. Departamento clínico de ortopedia pediátrica, en el periodo de julio de 2015 a mayo del 2016

Número de registro: Registro CLIEIS: R-2016-3401-18.

Justificación y objetivo del estudio: Los resultados del presente estudio contribuirán al avance en la investigación de ortopedia pediátrica, el seguimiento y resultados del tratamiento de la displasia del desarrollo de cadera; los resultados de este estudio brindarán información relevante para el mejor manejo de personas como su hijo/a; de gran utilidad para futuros programas de tratamiento para pacientes con problemas relacionados.

Procedimientos:

1. Informar y pedir el consentimiento al/los padre/s del paciente para la realización de un estudio con fines de investigación.
2. Descubrir el pañal del paciente en presencia del/los padre/s
3. Disponer al paciente en la mesa de exploración y colocar el transductor lineal ultrasonográfico en las caderas de el/la paciente realizando maniobras de exploración física rutinarias, en presencia de los padres.
4. El especialista realizara los movimientos de manipulación mientras realiza las mediciones ultrasonográficas en ambas caderas, el estudio se realizara a su envío desde consulta externa y el siguiente después de la aparición del núcleo de osificación, con el objetivo de observar la evolución y respuesta al tratamiento de su hijo/hija.
5. Retirar al paciente de la mesa de exploración.
6. Registrar en el instrumento de recolección de datos las mediciones ultrasonográficas, así como los antecedentes, exploración, diagnósticos y tratamiento en cada seguimiento
7. Introducir los datos obtenidos del formulario del estudio y guardar la información en una base de datos realizada en Microsoft Excel 2013®.

Posibles riesgos y molestias: Las molestias durante el estudio ultrasonográfico de las caderas son las mismas que durante la exploración clínica habitual que se le realiza a su paciente en cada consulta.

El estudio ultrasonográfico no genera radiaciones ionizantes (dañinas a la salud del paciente), por lo que no existen riesgos asociados al estudio ni para su hijo/a ni para usted, el estudio ultrasonográfico solo valorara las caderas de su hijo/a.

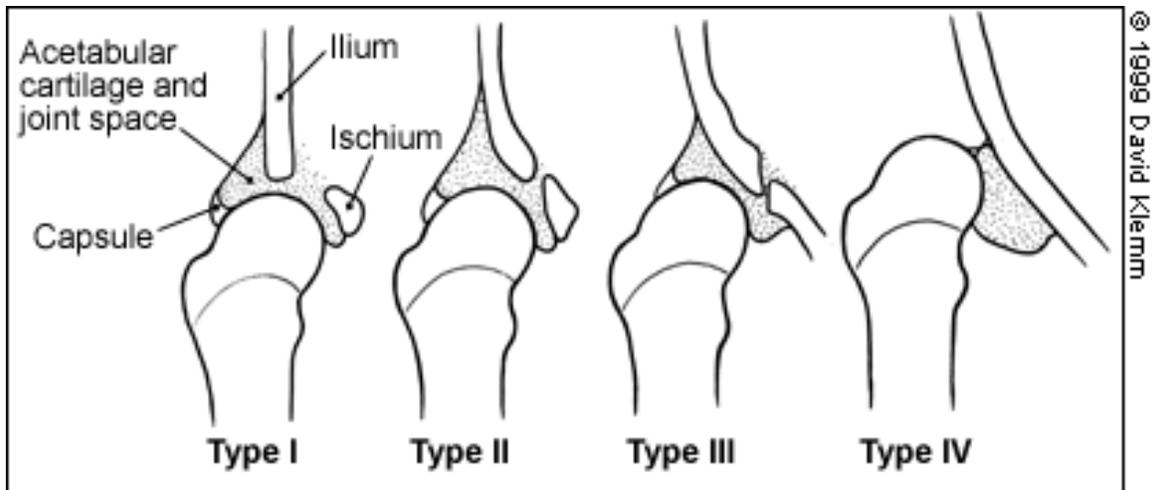
Posibles beneficios que recibirá al participar en el estudio:	Si bien los beneficios directos para usted y su hijo/a pudieran no existir, los resultados del presente estudio contribuirán al avance en el conocimiento del pronóstico (seguimiento y resultados con el tratamiento) de la displasia del desarrollo de cadera; o los resultados de este estudio brindarán información relevante para el mejor manejo de personas como su hijo/a; o brindará información de gran utilidad para futuros programas de tratamiento para pacientes con problemas relacionado.
Información sobre resultados y alternativas de tratamiento:	El investigador responsable se ha comprometido a darme información oportuna sobre cualquier procedimiento relacionado con los datos obtenidos del estudio, así como a responder cualquier pregunta y aclarar cualquier duda que le plantee acerca de los procedimientos que se llevarán a cabo, los riesgos, beneficios o cualquier otro asunto relacionado con la investigación (en su caso).
Participación o retiro:	Entiendo que conservo el derecho de retirarme del estudio en cualquier momento en que lo considere conveniente, sin que ello afecte la atención médica que recibo en el Instituto.
Privacidad y confidencialidad:	El Investigador Responsable me ha dado seguridades de que no se me identificará en las presentaciones y/o publicaciones que deriven de este estudio y de que los datos relacionados con mí privacidad serán tratados en forma confidencial. También se ha comprometido a proporcionarme la información actualizada que se obtenga durante el estudio, aunque esta pudiera cambiar mi parecer respecto a mí permanencia en el mismo.
En caso de dudas o aclaraciones relacionadas con el estudio podrá dirigirse a:	
Investigador Responsable:	Dr. Juan Agustín Valcárce León Médico especialista en Ortopedia y Traumatología, médico adscrito al Departamento clínico de Ortopedia Pediátrica del Hospital de Ortopedia, Unidad Médica de Alta Especialidad "Dr. Victorio de la Fuente Narváez" IMSS, México D.F. Av. Colector 15 s/n (Av. Fortuna), esq. Av. Politécnico Nacional, col. Magdalena de las Salinas, Delegación Gustavo A. Madero, C.P. 07760. Tel. 57473500 ext. 56797302, 56795000 ext. 4375 y 4376. Correo electrónico: agustin_valcarce@yahoo.com
Investigadores asociados:	Dr. Sergio Saldaña Pimentel Dr. José Manuel Pérez Atanasio Dr. Henry Quintela Nuñez del Prado Dra. Elvia Janike Rodríguez Córdoba
En caso de dudas o aclaraciones sobre sus derechos como participante podrá dirigirse a: Comisión de Ética de Investigación de la CNIC del IMSS: Avenida Cuauhtémoc 330 4° piso Bloque "B" de la Unidad de Congresos, Colonia Doctores. México, D.F., CP 06720. Teléfono (55)56276900 extensión 21230. Correo electrónico: comision.etica@imss.gob.mx	
Correo electrónico: _____ Teléfono de Contacto: _____	
<p>_____ Nombre y firma de ambos padres o tutores o representante legal</p> <p>Testigo 1</p> <p>_____ Nombre y firma</p>	<p>_____ Nombre y firma de quien obtiene el consentimiento</p> <p>Testigo 2</p> <p>_____ Nombre y firma</p>



Transductor lineal



Consola de ultrasonido: Hitachi Aloka Prosound Alpha 7



Clase	Angulo Alfa	Angulo Beta	Descripción	Tratamiento
Clasificación Estándar				
I	> 60°	< 55°	Normal	Ninguno
IIa	50°-60°	55°-77°	Inmadurez (<3 meses)	Observación
IIb	>50°-60°	55°-77°	>3 meses	Arnés de Pavlik
IIc	43°-49°	>77°	Displasia acetabular	Arnés de Pavlik
IId	43°-49°	>77°	Labrum evertido	Arnés de Pavlik
III	<43°	>77°	Labrum evertido	Arnés de Pavlik
IV	No valorable		Luxada	Arnés de Pavlik / reducción cerrada vs. abierta
Clasificación Simplificada				
I	> 60°	< 55°	Normal	Ninguno
II	43°-60°	55°-77°	Retraso de osificación	?
III	<43°	>77°	Lateralización	Arnés de Pavlik
IV	No valorable		Luxada	Arnés de Pavlik / reducción cerrada vs. abierta

ANEXO 2. Sistema de clasificación de displasia del desarrollo de cadera de Graf basado en ángulos ultrasonográficos alfa y beta (44,48)

XV. GUÍA PARA REALIZACIÓN DE ULTRASONIDO DE CADERA

Las indicaciones para el ultrasonido de la cadera del infante incluyen, pero no están limitadas a:

1. Hallazgos anormales en el examen físico o en imagenología de la cadera
2. Monitoreo de pacientes con DDC tratados con un arnés de Pavlik u otro aparato ortésico
3. Historia familiar de DDC
4. Presentación de nalgas sin considerar el género
5. Oligohidramnios y otras causas intrauterinas de moldeamiento postural
6. Condiciones neuromusculares (47)

No existen contraindicaciones absolutas para realizar un ultrasonido de cadera para la DDC (48), pero como se mencionó previamente, el estudio es menos confiable en comparación con la radiografía mientras la osificación de la cabeza femoral progresa. Debido a la presencia de laxitud fisiológica, el ultrasonido de cadera no se realiza en pacientes de menos de 3 o 4 semanas de edad, a menos de que existan hallazgos clínicos indicativos de luxación o de inestabilidad significativa (49,50).

Aptitudes y responsabilidades del personal.

El personal que llevará a cabo el ultrasonido de cadera será el que se encuentre mayormente calificado debido a su experiencia previa en la realización de ultrasonido de cadera infantil y que cuente con el adiestramiento apropiado para la realización del estudio, como puede ser el Radiólogo, Cirujano Ortopedista Pediatra. A su vez se podrá considerar a aquel personal técnico que cuente con el adiestramiento como son los técnicos radiólogos o fisioterapeutas (51,52).

Solicitud de estudio radiográfico para ultrasonido de cadera.

Se elaborara por el médico tratante. En formato institucional oficial. La información clínica acompañante deberá ser registrada por un médico, ya sea de manera escrita o por vía electrónica y deberá ser la suficiente para demostrarla necesidad médica de realizar el estudio que a su vez incluya:

1. Signos y síntomas
2. Historia clínica relevante (incluyendo diagnósticos conocidos)
3. Factores de riesgo presentes (53).

Especificaciones del estudio ultrasonográfico de cadera en la DDC

El estudio ultrasonográfico de cadera para la DDC incorpora dos planos ortogonales. Ambas caderas deberán ser examinadas. El examen diagnóstico adecuadamente realizado e interpretado deberá incluir una vista coronal en el plano estándar en reposo y una vista transversal de la cadera flexionada con y sin estrés. Esto permitirá una valoración de la posición de la cadera, su estabilidad y morfología. (Figura 1)

Cuando se realice un estudio, si la posición, estabilidad, y/o morfología no se pueden valorar, entonces el reporte deberá mencionar qué parte del estudio no se realizó. Un examen limitado consiste en solo un plano de imagen y sin manipulación. Se considera aceptable el realizar el examen estándar con el infante en posición supina o en decúbito lateral. Si el examinador lo decide, se pueden obtener vistas y maniobras adicionales. La morfología se valora en reposo. Las maniobras de estrés siguen a aquellas descritas en el examen clínico de la cadera (maniobras de Barlow y Ortolani) y valoran la estabilidad de la cabeza femoral. Si la cabeza femoral es subluxable o luxable, la reducción podrá ser evaluada. Es importante que el infante se encuentre relajado cuando las caderas sean evaluadas por inestabilidad. Se recomienda alimentar al infante durante el examen, lo que incrementara el confort y su cooperación (55,56).

Plano coronal.

El plano anatómico coronal es aproximadamente paralelo a la superficie posterior a la cadera del infante. Si el límite superior del transductor es rotado a 10 – 15 grados (usualmente posterior) hacia un plano oblicuo coronal, el iliaco aparecerá de forma recta, y posterior al ajuste para asegurar que el plano de la imagen sea a través de la parte más profunda del acetábulo, la imagen resultante será en el plano coronal en el plano estándar. El plano estándar es definido al identificar una línea recta del iliaco, la punta del labrum acetabular, y la transición del hueso iliaco hacia el cartílago trirradiado (Anexos 1,2). El plano coronal en el plano estándar puede ser realizado con la cadera en neutro fisiológico (15 -20 grados de flexión) o posición flexionada durante el tratamiento con arnés u otro aparato ortopédico. La posición de la cabeza femoral y el desplazamiento son anotados. La morfología acetabular es evaluada en esta proyección. La validación por ángulo y la determinación de la cobertura de la cabeza femoral son opcionales. Es opcional realizar prueba de estrés en este plano (55,57). (Figura 2, 4,5)

En el plano coronal se han estudiado las ramas posterosuperior y posteroinferior de la arteria circunfleja medial así como la arteria acompañante al ligamento redondo, que irrigan principalmente a la condroepífisis femoral proximal y el trocánter mayor. (54)

Especificaciones del equipo.

El ultrasonido de cadera para la detección de DDC deberá realizarse con el transductor de mayor capacidad en cuanto a frecuencia, preferentemente un transductor lineal que permita la penetración de los tejidos blandos. Las mediciones acetabulares reportadas en la literatura son realizadas con un transductor lineal. La exposición total a ultrasonido deberá de mantenerse lo más razonablemente bajo posible (ALARA: “As Low As Reasonably Achievable”), mientras que a su vez se optimice la información diagnóstica

(57). Para fines del estudio se trata de una consola de ultrasonido Marca Hitachi, Modelo Aloka Pro Sound Alpha 7. (Anexo 1)

Sesgo intra e inter observador.

No existe sesgo intra e inter observador, debido a que los ultrasonidos son realizados por un único medico radiólogo quien cuenta con especialización en radiología musculo esquelética y capacitación en ultrasonido de cadera.



Figura 1. Fotografía mostrando al paciente en decúbito supino lateral con flexión de la cadera y rodilla para obtener el plano coronal. Orientando el transductor a lo largo del plano coronal sobre la profundidad del acetábulo.

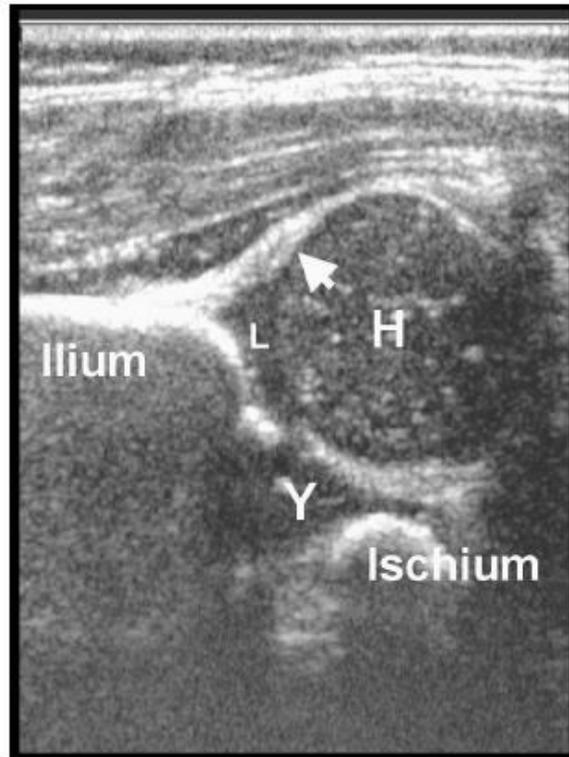


Figura 2. Ultrasonido de plano coronal de la cadera mostrando el iliaco y la cabeza femoral cartilaginosa (H) dentro del acetábulo redondeado (y= cartilago trirradiado, L= labrum cartilaginoso, flecha = punta fibrosa). (7,61)

NORMAL SUBLUXADA LUXADA

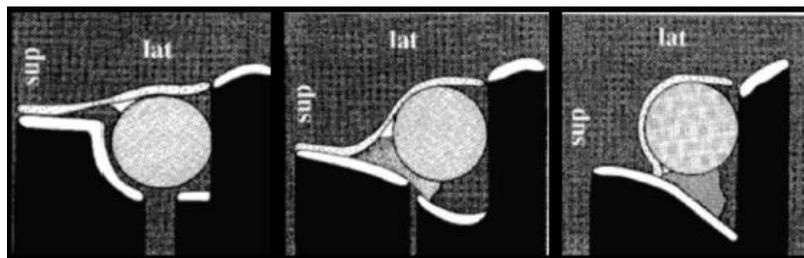


Figura 3. Cadera normal, subluxada y luxada. El diagrama muestra la cadera en flexión plano coronal, a través de la profundidad del acetábulo. En la subluxación el acetábulo se encuentra inclinado. La cabeza parcialmente afuera, estrechamiento de la capsula articular con parcial inversión del labrum. En la luxación la cabeza se encuentra totalmente afuera poco profundo acetábulo así como un pliegue del labrum que actúa como barrera que evita la reducción. (7,61)

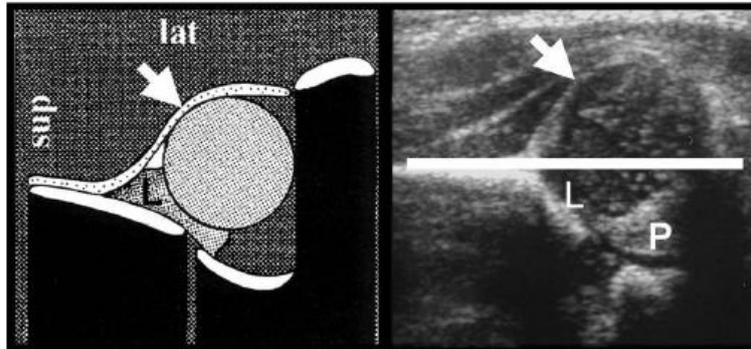


Figura 4. Vista coronal con subluxación. El acetábulo plano y pobremente formado, con la cabeza femoral parcialmente desplazada fuera del plano acetabular. Estrechamiento del a capsula articular (flecha) con parcial inversión del labrum (L), hipertrofia del pulvinar (P) profundo dentro del acetábulo. (7,61)

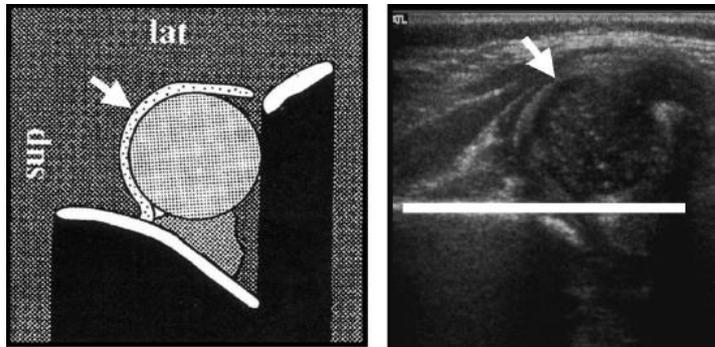


Figura 5. Vista coronal con luxación. La cabeza femoral se encuentra totalmente dislocada fuera del deformado acetábulo vertical, el cual contiene una considerable cantidad de pulvinar. Engrosamiento y estiramiento de la capsula articular (flecha) alrededor de la cabeza. La línea horizontal a lo largo de los huesos iliacos, confirma que el fémur no toca el acetábulo y se encuentra totalmente luxado. (7,61)

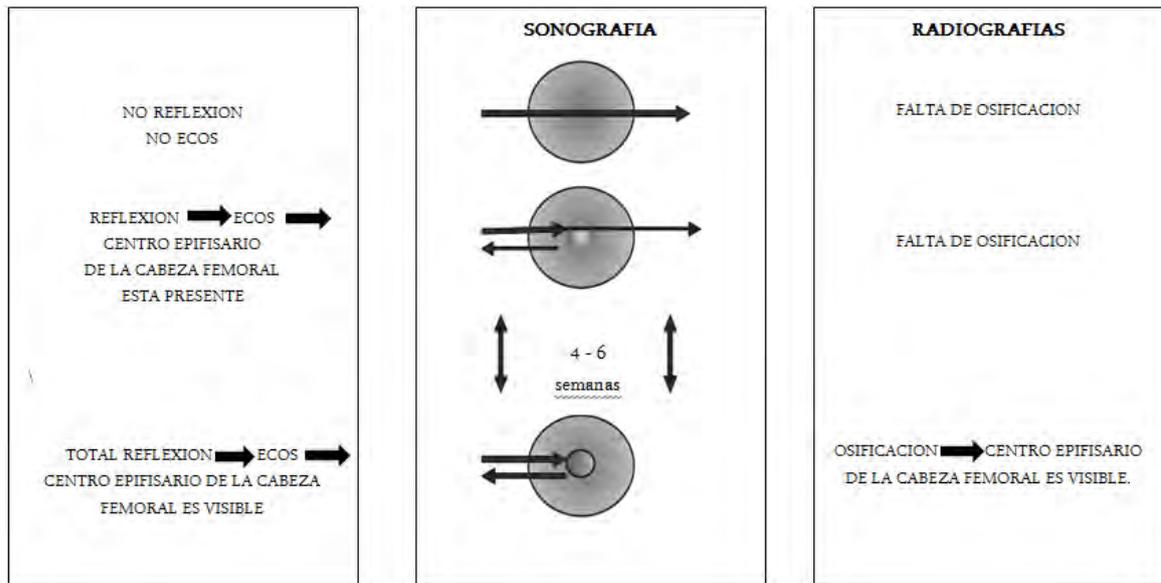


Figura 6. Explicación sonográfica de la aparición de la cabeza femoral. (39)

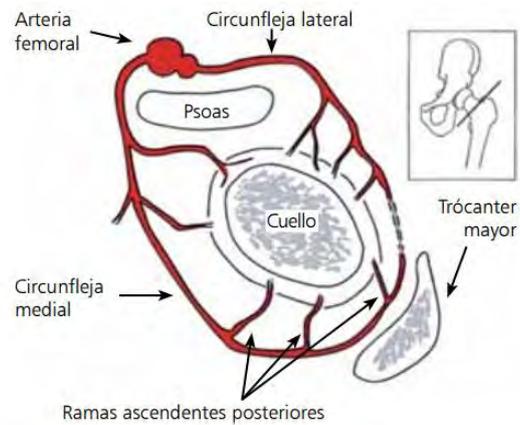


Figura 7. Anatomía vascular de la cabeza femoral del niño en un corte axial del cuello femoral. (33)

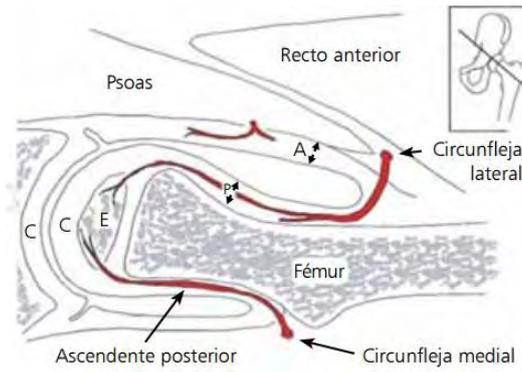


Figura 8 Anatomía vascular de la cabeza femoral del niño en un corte coronal atravesando el cuello. (33)



Figura 9. Posición del paciente para la realización del ultrasonido. (60)

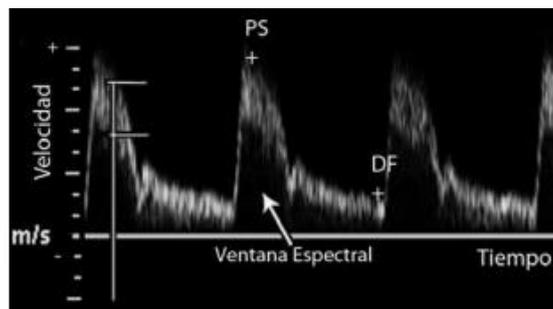


Figura 10. Curva espectral que registra velocidad de los glóbulos rojos a través del tiempo PS: pico sistólico, PD: pico diastólico final. Líneas horizontales muestran velocidades máxima y mínima en un tiempo determinado (línea vertical). Valores positivos (+) se acercan al transductor y negativos (-) se alejan. (30)



Figura 11. Barra de escala de color. El color superior (el color rojo) codifica el flujo que se acerca al transductor. Mientras más brillante es el color, mayor es la velocidad.
(30).



Figura 12 .Sonografía Doppler en plano coronal, se muestra la rama posterior de la arteria circunfleja medial (flecha), irrigando la cabeza femoral (H) y el trocánter mayor (GT) (54).

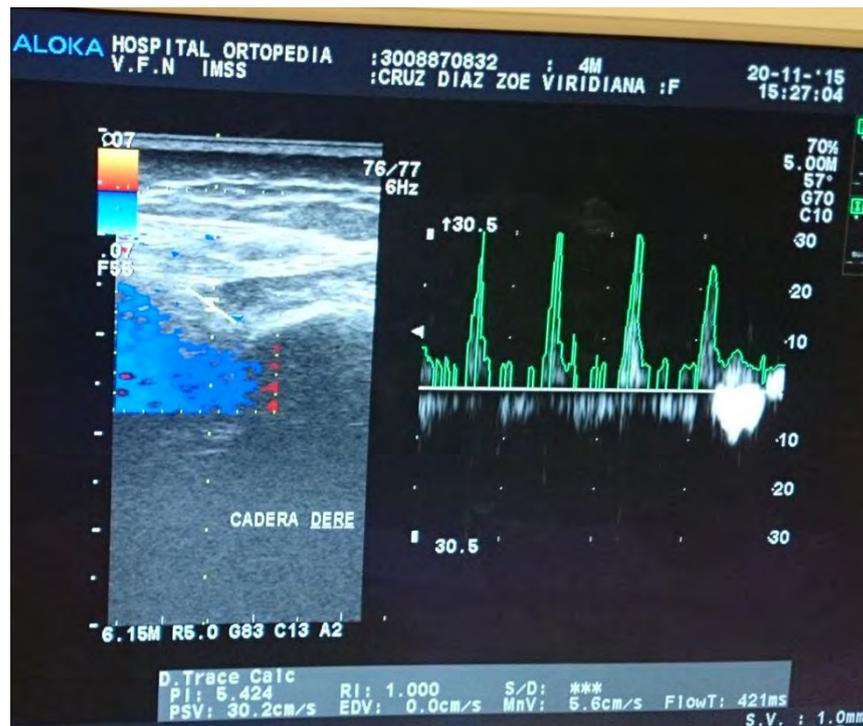


Figura 13. Ultrasonido Doppler color, poder y espectral en plano coronal de la condroepífisis femoral proximal, se observa la forma del flujo arterial, registrándose en la consola la medición del índice de resistencia (ÍR).

$$IR = \frac{\text{Velocidad sistólica máxima} - \text{Velocidad diastólica final}}{\text{Velocidad sistólica máxima}}$$

Figura 14. Fórmula para obtener el índice de resistencia (ÍR).