



Universidad
Zaragoza

Trabajo Fin de Grado

Complicaciones del Tratamiento Ortopédico
de la Displasia Congénita de Cadera.

Complications of Orthopaedic Treatment of
Congenital Hip Dysplasia.

AUTOR:

MARTA GÓMEZ DEL VALLE.

DIRECTORES:

BELÉN SERAL GARCÍA.

ANTONIO TORRES CAMPOS.

Facultad de Medicina. Universidad de Zaragoza.
Curso 2016 – 2022

ÍNDICE.

RESUMEN.	2
ABSTRACT.	2
INTRODUCCIÓN.	3
GENERALIDADES.	4
EMBRIOLOGÍA DE LA CADERA.	4
DESARROLLO POSTNATAL DE LA CADERA DEL NIÑO.	4
DIAGNÓSTICO CLÍNICO Y POR IMAGEN.	8
CLÍNICA.	8
EXPLORACIÓN FÍSICA.	8
VALORACIÓN RADIOGRÁFICA DE LA DDC.	11
TRATAMIENTO ORTOPÉDICO DE LA DDC.	14
TRATAMIENTO CONSERVADOR DE LA DDC.	14
ARTROGRAFÍA DE CADERA CON REDUCCIÓN CERRADA Y ENYESADO EN ESPIGA.	19
TRATAMIENTO QUIRÚRGICO.	20
REDUCCIÓN ABIERTA Y OSTEOTOMÍA.	20
DISPLASIA ACETABULAR RESIDUAL TRAS TRATAMIENTO CON PAVLIK.	28
DIFERENCIAS PRONÓSTICAS ENTRE CADERAS ORTOLANI O BARLOW POSITIVAS.	30
PARÁLISIS DEL NERVIIO FEMORAL.	33
BIBLIOGRAFÍA.	36

RESUMEN.

La displasia congénita del desarrollo de cadera (DDC) engloba una serie de anomalías de la cadera en las que la cabeza femoral y el acetábulo no se desarrollan ni se articulan correctamente. La DDC es una afectación clínicamente importante, con una prevalencia de 1-2/1000 en poblaciones no examinadas y de 5-30/1000 en poblaciones conocidas. La etiología de la DDC se explica mediante teorías tanto genéticas como mecánicas. El examen clínico y físico (pruebas de Barlow y Ortolani) de los recién nacidos nos orienta al diagnóstico de DDC y se confirma mediante cribado ecográfico o radiográfico, en función de la edad del niño. El diagnóstico precoz de la DDC permite llevar a cabo tratamiento ortopédico frente a quirúrgico, compuesto inicialmente por el arnés de Pavlik, con tasas de éxito entre 70% y 96%, seguido por la reducción cerrada de cadera con enyesado de espiga posterior.

En este trabajo hemos llevado a cabo una revisión de las principales complicaciones derivadas del tratamiento ortopédico de la DDC analizando los resultados publicados por diversos autores, además de un caso clínico perteneciente al HCU de Zaragoza, y los principales factores de riesgo en la aparición de éstas: sexo, bilateralidad, caderas Graf IV, un ángulo alfa ecográfico inferior a 47 y radiográficamente un índice acetabular $> 36^\circ$, entre otros. Los resultados muestran discrepancias entre autores y la necesidad de llevar a cabo ensayos aleatorios a gran escala con un seguimiento a largo plazo para aclarar los puntos controvertidos y responder a las cuestiones no resueltas.

Palabras clave: displasia de cadera, cribado, complicaciones, Pavlik, reducción cerrada, necrosis avascular, femoral.

ABSTRACT.

Congenital developmental dysplasia of the hip (CDD) encompasses a number of anomalies of the hip in which the femoral head and acetabulum fail to develop and articulate properly. CDD is a clinically important condition, with a prevalence of 1-2/1000 in unscreened populations and 5-30/1000 in known populations. The etiology of CDD is explained by both genetic and mechanistic theories. Clinical and physical examination (Barlow and Ortolani

tests) of newborns leads to the diagnosis of CDD and is confirmed by ultrasound or radiographic screening, depending on the age of the child. Early diagnosis of CDD allows orthopedic versus surgical treatment, consisting initially of Pavlik harness, with success rates between 70% and 96%, followed by closed hip reduction with posterior spica casting.

In this work we have carried out a review of the main complications derived from orthopedic treatment of CDD analyzing the results published by various authors, as well as a clinical case from the HCU of Zaragoza, and the main risk factors in the appearance of these complications: sex, bilaterality, Graf IV hips, an ultrasound alpha angle of less than 47 and radiographically an acetabular index $> 36^\circ$, among others. The results show discrepancies between authors and the need to carry out large-scale randomized trials with long-term follow-up to clarify controversial points and answer unresolved questions.

Key words: hip dysplasia, screening, complications, Pavlik, closed reduction, avascular necrosis, femoral.

INTRODUCCIÓN.

La displasia del desarrollo de cadera, la enfermedad musculoesquelética más común de la infancia (1-2/1000), se manifiesta a través de una clínica variada que abarca desde las formas más leves de displasia acetabular a luxaciones irreductibles de cadera.

La mayoría de los casos de displasia del desarrollo de cadera (DDC) se resuelven espontáneamente o con tratamiento conservador mediante férula de abducción o el empleo de tracción previa a reducción cerrada.

A pesar de tasas de éxito elevadas (79% al 96%) pueden desarrollarse una serie de complicaciones derivadas del tratamiento conservador entre las que destacan: necrosis avascular (0% al 22%), displasia acetabular tardía (2,4% al 17%) y la parálisis del nervio femoral (2,5%).

El objetivo de este trabajo es estudiar aquellos factores de riesgo que aumentan la prevalencia de dichas complicaciones de modo que podamos prevenir el desarrollo de éstas.

GENERALIDADES.

EMBRIOLOGÍA DE LA CADERA.

El desarrollo humano prenatal consta de la etapa embrionaria (hasta las 8 semanas de desarrollo) y de la etapa fetal madurativa (hasta el momento del nacimiento) [1-2].

La formación de las extremidades comienza en la cuarta semana de desarrollo a partir de las protuberancias de la pared ventrolateral del embrión, conocidas como yemas de las extremidades, y es a partir del mesodermo que se forman hueso, cartílago, músculo, tendones y las articulaciones sinoviales [1].

En torno a las 7 semanas de embarazo, el acetábulo (formado a partir de los centros de condricificación de ilion, isquion y pubis) y el fémur habrán completado su desarrollo al igual que una hendidura repleta de líquido situada entre ambos, lo que marca el inicio de la futura articulación de la cadera y el desarrollo futuro de luxaciones y/o dislocaciones de cadera.

A las 8 semanas de desarrollo, aparece el centro de osificación del fémur en su eje y los componentes de tejidos blandos comienzan a desarrollarse: ligamento teres, ligamento transversal, labrum acetabular, cápsula articular y sinovial (sobre el labrum acetabular y unidas al pericondrio del fémur) [1].

En torno a las 16 semanas de gestación la osificación del fémur se desarrolla hasta el trocánter menor y además aparecen los centros de osificación del ilion, isquion y pubis. Por otra parte, los centros de osificación del acetábulo no aparecerán hasta la adolescencia.

A lo largo del desarrollo fetal se acentúa la flexión de cadera y de rodillas del feto al igual que la anteversión femoral. Lo mismo ocurre con el ángulo cuello-diáfisis femoral que disminuye a medida que avanza la edad fetal, pasando de 145° a las 15 semanas y 130° a las 36 semanas de gestación [1].

DESARROLLO POSTNATAL DE LA CADERA DEL NIÑO.

A) Desarrollo acetabular.

Al momento del nacimiento, el acetábulo se compone por el cartílago acetabular lateralmente y por el cartílago trirradiado medialmente, ambos compuestos por cartílago

hialino cubierto a su vez por cartílago de crecimiento y cartílago articular en las zonas de contacto con el fémur.

El labrum, situado en el margen externo del acetábulo, aumenta la profundidad relativa de éste y se compone de fibrocartílago. El complejo cartilaginoso acetabular actúa como epífisis en la cual se desarrollan tres núcleos de osificación en torno los 8/9 años (edad determinante en la forma acetabular final y del pronóstico de la patología de cadera) y que se fusionan entre los 17/18 años [1].

El crecimiento de la altura y anchura acetabular depende en gran medida del cartílago trirradiado, sin embargo, la profundidad y la forma acetabular final dependen principalmente de la interacción con la cabeza femoral esférica. De modo que la ausencia completa del fémur proximal daría lugar a un acetábulo ausente [1,2]

B) Desarrollo del fémur.

La osificación en sentido proximal desarrollada a lo largo de la época fetal alcanza el trocánter mayor y cuello femoral en el momento del nacimiento. El fémur proximal se compone de tres placas de crecimiento (longitudinal del cuello (LGP), del trocánter mayor (TGP) y el istmo del cuello del fémur) que estimulan el crecimiento longitudinal del fémur y desarrollan la forma del fémur proximal y una alteración de estas placas puede dar lugar a anomalías angulares del fémur proximal.

La presión de contacto ejercida entre la cabeza femoral y el acetábulo darán lugar al crecimiento aposicional esférico de la cabeza femoral al igual que a la forma acetabular complementaria [1].

C) Riego arterial de la cadera del niño.

El suministro arterial comienza a las 8 semanas del desarrollo embrionario con la aparición del centro de osificación primario del eje femoral a través del periostio que nutre el tercio medio del cartílago del fémur y es en torno a las semanas 12 y 14 que un anillo de vasos se desarrolla en torno al cuello y cabeza femoral (los cuales darán lugar a los vasos circunflejos mediales y laterales, el obturador y los vasos glúteos superiores e inferiores) y que se subdividen en mechones capilares que darán lugar a los vasos retinaculares [1].

ETIOPATOGENIA.

Las causas de la DDC son multifactoriales incluyendo tanto factores genéticos como mecánicos. El aumento de la incidencia en pacientes con historia familiar positiva o un origen étnico particular, como es el caso de los indios norteamericanos y de Laponia respalda la posible causa genética de la DDC [3]. En lo que riguarda a los factores mecánicos se ha comprobado un aumento de la incidencia de DDC ante: presentación de nalgas, oligohidramnios, sexo femenino y primíparas [2,3].

De modo que encontramos dos teorías sobre la etiología de la displasia congénita de cadera. La primera de estas teorías señala que se debe a un problema constrictivo causado por la presentación de nalgas, la edad gestacional tardía y el útero primíparo que crean un entorno intrauterino constrictivo generando una posición fetal incorrecta y por consiguiente un mal desarrollo de las cadera [2,3,4].

La segunda teoría se basa en el origen hereditario de la DDC teniendo en cuenta que el acetábulo, la cabeza del fémur, a laxitud ligamentosa se desarrollan siguiendo factores hereditarios del desarrollo y por la mayor prevalencia de DDC ante historia familiar positiva [2]. Los factores endógenos como la displasia acetabular, la anteversión excesiva del cuello del fémur y la capsulaxia apoyan el papel de los factores genéticos, considerándose factores predisponentes [3].

Hay pruebas sólidas que apuntan a los factores mecánicos relacionados con la postura fetal como principales responsables: la flexión tensa con aducción y rotación externa ejerce una presión anormal sobre el trocánter mayor, desplazando la cabeza femoral hacia arriba y hacia delante [2,3,5]. Esta teoría es coherente con la historia natural de la DDC: la inestabilidad de la cadera observada al nacer va seguida de una luxación irreductible, de una estabilización espontánea con normalización completa o de anomalías residuales (subluxación o displasia).

En la DDC la anchura del acetábulo es comparable a la del acetábulo normal, pero su longitud aumenta y su profundidad disminuye, lo que da lugar a una cobertura deficiente de la cabeza femoral favoreciendo su dislocación [6].

En los casos de subluxación y luxación severa de la cadera debida a DDC, la cabeza femoral se articula con la cara externa del hueso ilíaco formando un neoacetábulo debido a la presión mecánica intermitente sobre el ilíaco el cual, además, no posee la misma profundidad que el acetábulo fisiológico. Poco a poco la profundidad del neoacetábulo aumenta y se forma una cresta que obstruye la reposición de la cabeza femoral en el acetábulo anatómico [6].

En la DDC, la articulación de cadera se forma normalmente en la etapa embrionaria pero se deforma durante el desarrollo fetal. El acetábulo suele tener una pared anterior deficiente y una anteversión aumentada. Además, la cabeza femoral suele ser esférica y más pequeña de lo normal. Así mismo puede encontrarse deformidad de la coxa valga, y el hueso femoral presenta una mayor anteversión [5,6]. La displasia del desarrollo de cadera DDC puede dividirse en 4 grados, relacionados con el porcentaje de subluxación, en base a radiografías anteroposteriores según la clasificación de Crowe, la más aceptada [6]. En los casos de un alto índice de subluxación y luxación, como en Crowe 3 (subluxación del 75-100%) y 4 (>20% de altura pélvica o luxación completa), la cabeza femoral se articula con la cara externa del hueso ilíaco, formando un neoacetábulo.

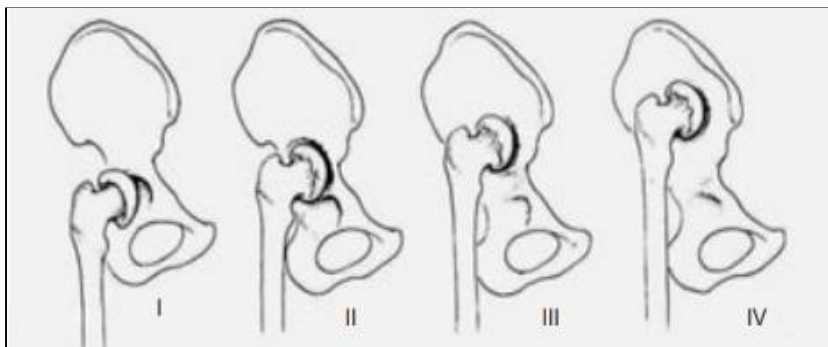


Figura 1. Clasificación de Crowe. Fue extraído en: Aguilera Zepeda JM, Valero González FS, Chaidez Rosales P,, Ilizaliturri Sánchez VM. Prótesis total de cadera en pacientes con secuelas de displasia del desarrollo. Ortho-tips. 2005 Jul.-Sep;1(1):59-66.

Además de la formación del correspondiente neoacetábulo, en la DDC se producen otra serie de cambios adaptativos por la deficiente unión acetábulo-cabeza femoral.

Encontramos hipertrofia del labrum debida a la estimulación mecánica inadecuada de la cabeza femoral sobre éste conocida bajo el término de limbo el cual puede invertirse y evertirse, obstruyendo la reposición de la cadera displásica. De igual modo se ha descrito un desgarramiento del labrum en hasta el 90% de los pacientes diagnosticados de DDC, principalmente

en la región anterosuperior, producidos por microtraumatismos repetidos permitiendo que la cabeza femoral migre en sentido proximal [6].

De modo que ante dicho patrón de estimulación mecánica inadecuada de la DDC los cambios que encontramos son: extensión acetabular en longitud, engrosamiento del cartílago, hipertrofia del ligamento teres, de la grasa pulvinar y engrosamiento del labrum. Todas las circunstancias anteriores podrían dar lugar a la imposibilidad de reducir la articulación de la cadera [4,5,6].

DIAGNÓSTICO CLÍNICO Y POR IMAGEN.

CLÍNICA.

La clínica de la displasia congénita de cadera es muy variada y puede presentarse mediante las siguientes características según el momento del diagnóstico [2]:

- Asintomática.
- Asimetría de pliegues (ingle y nalgas).
- Asimetría en la abducción de caderas.
- Desigualdad en la longitud de los miembros inferiores.
- Marcha anormal en el niño que soporta su peso, signo de Trendelenburg.
- Dolor (en casos de esqueleto maduro).

EXPLORACIÓN FÍSICA.

La exploración física del recién nacido incluye: inspección inicial del neonato seguida de las pruebas de Barlow y Ortolani [3]:

- Prueba de Barlow: detecta una cadera dislocable. Las caderas se flexionan a 90° en aducción y se aplica presión posterior sobre las rodillas flexionadas del bebé siendo positiva cuando la cadera se disloca, en ocasiones sin identificar un ruido característico.
- Prueba de Ortolani: Evalúa si nos encontramos ante una cadera dislocada al evaluar su reducción. Las caderas se flexionan a 90° en abducción y se aplica presión anteromedial a las caderas, ésta será positiva cuando la cadera se reduzca y se acompaña por un ruido metálico audible.

Otros signos que nos hacen pensar en el diagnóstico de displasia del desarrollo de cadera son:

- Prueba de Galeazzi positiva: discrepancia en la longitud de las extremidades con caderas en flexión de 90º originada por una luxación unilateral de cadera en la que el fémur se ve acortado (Noordin et al, 2010).
- Limitación en la abducción: por efecto de contracciones musculares.
- Oblicuidad pélvica, lordosis lumbar (en casos de dislocaciones bilaterales).
- Marcha de Trendelenburg por insuficiencia de abductores y marcha de puntillas como compensación del miembro acortado afectado de displasia.



Figura 2. Signo de Galeazzi. La alturas de las rodillas son asimétricas lo que sugiere una posible dislocación de la cadera derecha.

Figura 3. La cadera derecha tiene una abducción limitada en comparación con la izquierda, lo que sugiere una posible dislocación de la cadera. Fueron extraídas de "Developmental Dysplasia of the Hip" elaborado por Yang S, Zusman N et al. [10].

Tras un examen clínico positivo o la presencia de los principales factores de riesgo (parto de nalgas, oligohidramnios, antecedentes familiares positivos) los niños se remiten a una ecografía [4].

VALORACIÓN ECOGRÁFICA DE LA DDC.

La ecografía de cadera es el método diagnóstico y de seguimiento de referencia para la displasia del desarrollo de cadera en recién nacidos y niños menores de 6 meses (en los cuales el núcleo de osificación epifisario se encuentra ausente) [7].

Las principales técnicas ecográficas utilizadas son: el método de Graf, introducido por Reinhard Graf en 1983, que consiste en una imagen estática de la cadera del niño en el plano coronal.

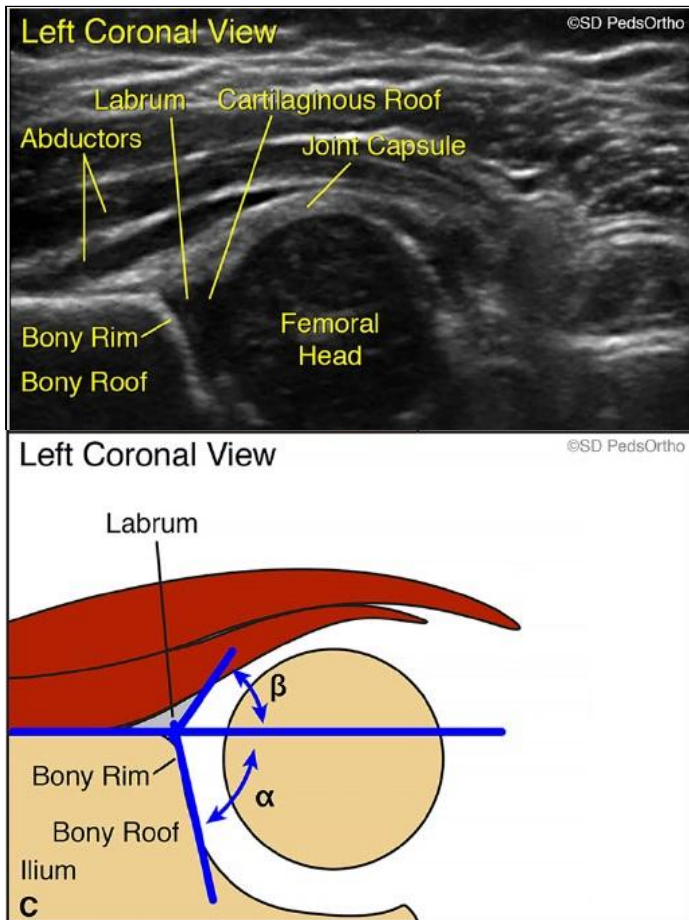


Figura 4. A) Ecografía según el método de Graf con la anatomía pertinente etiquetada. (Copyright SD PedsOrtho.) [7].

Figura 5. C) Diagrama de la ecografía que ilustra la técnica de medición de los ángulos a y b. (Copyright SD PedsOrtho.) [7].

Para verificar la correcta posición del paciente se verifican en el plano coronal 3 componentes clave que son: la extremidad inferior del ilion óseo (verifica que el plano de la sección transversal pasa por el centro del acetábulo), la punta del labrum acetabular y la delineación recta del ala ilíaca.

Esta técnica permite clasificar la DDC en varios subtipos a partir de la medición, principalmente, del ángulo alfa (el ángulo beta contribuye más a valorar la gravedad de la entidad).

Por otro lado, contamos con la ecografía dinámica, introducida por Harcke et al en 1984, que permite evaluar en tiempo real la cadera de un bebe en los planos coronal y transversal de una cadera neutra y de una cadera flexionada. Esta prueba se realiza al mismo tiempo que las maniobras de Barlow (positivo al observar un deslizamiento de la cabeza femoral más allá del isquion) y Ortolani en el bebé (realizada tras la maniobra de Barlow deslizando anteriormente la cabeza femoral del niño dando lugar a un ruido palpable al reducirse la cadera) [7]. Esta técnica a pesar de aportar una evaluación objetiva de la gravedad y de ser de gran utilidad en el diagnóstico de la DDC, es criticada por su evaluación subjetiva y la dependencia del operador.

A día de hoy continúa el debate sobre el uso de la ecografía como cribado universal frente al cribado selectivo [8], dada su naturaleza no invasiva, su bajo coste y su alta sensibilidad (88-95%), para evitar el diagnóstico tardío de la DDC.

A partir de los datos obtenidos de una gran base de datos de Medicare Advantage de los Estados Unidos, se evaluó la frecuencia de DDC y la utilización de cribado ecográfico desde 2007 hasta el 2017, identificando un total de 6806 casos de DDH.

Durante el periodo de su estudio, el 0,9% de los niños menores de 1 año se sometieron a un cribado ecográfico de cadera. La proporción de niños sometidos a ecografía aumentó del 0,4% en 2007 al 2,1% en 2017, sin embargo, la prevalencia de DDC fue estable a lo largo de todo el estudio. El rendimiento diagnóstico de los pacientes diagnosticados con DDH sin embargo disminuyó del 33,7% en 2007 al 6,0% en 2017.

Los resultados de este estudio remarcan la necesidad de profundizar en el conocimiento de los factores de riesgo con el fin de evitar tanto los costes innecesarios derivados del cribado universal mediante ecografía como los riesgos del sobretratamiento (tales como necrosis avascular de la cabeza femoral) derivados de falsos positivos caderas inmaduras de curso clínico benigno [8].

Se estima que 1 de cada 100 recién nacidos dará positivo ante un signo de Ortolani o de Barlow, pero que solo de 1 a 5 de cada 1000 recién nacidos tendrá una verdadera luxación, lo que se justifica por la inestabilidad fisiológica de las caderas durante las dos primeras semanas de vida [7,8].

VALORACIÓN RADIOGRÁFICA DE LA DDC.

El estudio radiográfico de la cadera se emplea en la confirmación diagnóstica de la DDC, éste debe realizarse mediante radiografía simple para posteriormente emplearse como prueba de imagen en el seguimiento terapéutico. Además se recomienda que la radiografía anteroposterior de pelvis se realice con las caderas en ligera flexión y si se realiza correctamente deberá mostrar simetría de los agujeros obturadores y de las crestas ilíacas [9].

Durante el análisis de la radiografía anteroposterior se analizan aspectos tanto cualitativos como cuantitativos de la cadera. Los principales aspectos cualitativos son la simetría

acetabular, atendiendo a la morfología de los acetábulos (comparando ambas caderas) y la concavidad acetabular que debe ser suave y regular [9]. Además a medida que el niño crece se debe apreciar una condensación ósea en la zona de presión de la cabeza femoral, a nivel del tercio superior del acetábulo, pudiendo apreciar una zona curvilínea de mayor densidad ósea denominada ceja [9]. Si el paciente desarrolla DDC la ceja radiográfica será estrecha, corta e interrumpida, con un margen lateral incompleto. De hecho, tras una reducción cerrada de cadera, la horizontalización progresiva de la ceja durante el seguimiento tras el tratamiento es un buen factor pronóstico del resultado.

Otra referencia radiográfica característica de la DDC es la triada radiológica de Putti [10] que incluye la asimetría comparativa de la osificación del núcleo epifisario, mayor oblicuidad del techo cotoilodeo y mayor distancia de la epífisis proximal femoral respecto al fondo cotoilodeo. Sin embargo, en casos de DDC bilateral puede que estas referencias no sean evidentes.

- La línea de Hilgenreiner es una línea recta que pasa por ambos cartílagos trirradiados a nivel de los puntos infero-laterales de los huesos ilíacos.
- La línea de Perkins es una línea perpendicular a la línea de Hilgenreiner pasando por el punto más supero-lateral del acetábulo.
- Los cuadrantes de Ombredanne son cuatro por cada cadera. Se forman por la intersección de la línea de Hilgenreiner con la línea de Perkins. En ausencia de DDC el núcleo epifisario se localizaría en el cuadrante infero-interno pero si se da DDC el núcleo epifisario tenderá a emigrar al cuadrante supero-externo.
- La línea de Shenton es una línea curva que recorre la concavidad del borde inferior del cuello femoral que se continúa con la concavidad del borde más craneal del agujero obturador.
- Ángulo o índice acetabular: formado por la intersección de la línea de Hilgenreiner con una línea recta tangente al punto supero-externo e infero-interno del techo acetabular. Se considera normal hasta 28-30º al nacimiento, con una disminución progresiva durante el primer año de vida hasta los 22º.

- Ángulo acetabular cartilaginoso: formado por la intersección de la línea de Hilgenreiner con una línea recta tangente al punto más supero-lateral del labrum cartilaginoso y al punto más infero-interno del techo acetabular. Se considera que un valor inferior a 30° dos años después de la reducción cerrada es un buen signo pronóstico de desarrollo acetabular y si éste fuera mayor, debería considerarse la acetabuloplastia [9].

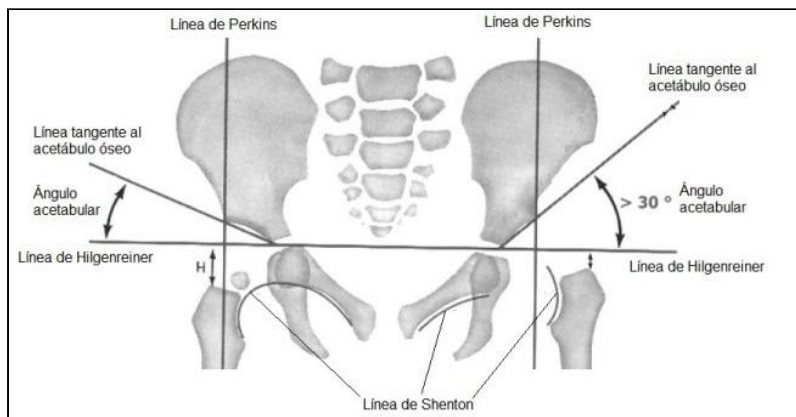


Figura 6. Representación esquemática de una radiografía de caderas (cadera derecha normal, cadera izquierda displásica). Fue extraído de; Valenzuela Molina O, Sánchez Ruiz-Cabello FJ, Grupo PrevInfad/PAPPS GP. Recomendaciones para el diagnóstico precoz de la displasia evolutiva de cadera. Form Act Pediatr Aten Prim. 2016;9;186-92.

La radiografía de cadera es además la técnica de imagen que mejor evalúa los cambios de la cabeza femoral ante una de las complicaciones de la DDC más frecuente: la necrosis avascular [8,9]. Clasificaciones como las de Odgen y Bucholz o la de Kalamchi y MacEwen clasifican la necrosis avascular de cadera en diferentes grupos según el área de la cabeza femoral que se ve afectada.

DISCREPANCIA ENTRE ECOGRAFÍA Y RADIOGRAFÍA.

El estudio ecográfico presenta mayor valor diagnóstico hasta la aparición del núcleo de osificación de la cabeza femoral (4-6 meses) ya que identifica de mejor manera las estructuras cartilagosas [8]. Tras la aparición de éste, es mejor llevar a cabo un estudio radiológico simple anteroposterior de la cadera, cuyos principales inconvenientes son el no valorar la estabilidad articular pues se trata de una técnica estática, el no visualizar el componente cartilaginoso y la emisión de radiación.

Autores como Copuroglu 2011 y Terjesen 1989 llegaron a la conclusión de que existe una correlación negativa entre el índice acetabular de la radiografía anteroposterior y el ángulo alfa de los estudios ecográficos, siendo ambos parámetros de buena profundidad acetabular [9].

Igualmente, en el caso de los niños con factores de riesgo para la DDC y una ecografía inicial sin alteraciones, algunos autores como Arumilli 2006 y Osarumwense 2007 sugieren no realizar más pruebas de estudio debido a la alta sensibilidad del screening ecográfico mientras que otros como defienden la realización de una radiografía simple de pelvis a los 4-6 meses de edad [9].

Imrie 2010 llevó a cabo un estudio de 314 recién nacidos mediante presentación de nalgas, en los que se realizaron una exploración física y una ecografía de screening. En 266 niños no se detectaron signos de DDC y fueron sometidos a una nueva ecografía a las 6 semanas. Tras la realización de la nueva ecografía se objetivizó en un 27% de los casos una exploración anormal, confirmando que una prueba aislada no descarta el desarrollo futuro de DDC debido al carácter dinámico de la DDC. A los 4-6 meses de edad, 131 de los niños restantes se sometieron a una radiografía de pelvis verificando 38 casos (29% de los niños) de alteraciones radiográficas y/o del examen clínico [9].

A partir de este estudio se obtuvo la conclusión de que los niños con factores de riesgo, a pesar de un cribado ecográfico inicial negativo, deben ser sometidos a un examen radiológico entre el 4º y 6º mes de vida si presentan una displasia acetabular con un índice acetabular mayor a 2 de la normalidad, aún en caderas estables, y/o una abducción de miembros inferiores inferior a 60º o de 10º menos respecto a la cadera contralateral.

TRATAMIENTO ORTOPÉDICO DE LA DDC.

TRATAMIENTO CONSERVADOR DE LA DDC.

Una gran proporción de casos de DDC se resuelven espontáneamente sin necesidad de intervención dando como resultado una cadera normal [10]. Además, un estudio llevado a cabo por Barlow (1963) reveló que un 62% de los recién nacidos diagnosticados con DDC con examen de cadera positivo se recuperaba espontáneamente en 1 semana y que el 88% se

recuperaba en los dos primeros meses. Estos resultados han llevado a pensar que el tratamiento de la DDC podría iniciarse después de los primeros 30 días de edad, permitiendo de este modo la corrección natural de la displasia de cadera (también conocida como cadera inmadura) [3].

ARNÉS DE PAVLIK.

El arnés de Pavlik fue desarrollado en la década de 1940 por Arnold Pavlik. La idea de Pavlik mediante su dispositivo era la de mantener las caderas y rodillas en flexión y las caderas del niño en abducción, permitiendo movimientos activos de la cadera. Esto permitiría relajar la contracción de los aductores para a continuación producir una reducción espontánea de la articulación [10-12].

Los grados de flexión y abducción de las caderas apropiados a fin de evitar complicaciones durante el tratamiento con el arnés de Pavlik se mueven dentro de la zona de seguridad de

Ramsey, con flexión de caderas de 90º a 110º y abducción de 50º a 70º, representando el rango en el cual el riesgo de necrosis avascular es mínimo.



Figura 7. Arnés de Pavlik. Fue extraído de “Tratamiento en bebés evita que lleguen al quirófano” elaborado por el Dr. Bebebe Pinto, disponible en: <https://www.igssgt.org>.

Actualmente, el método de Pavlik sigue siendo el tratamiento inicial más común para la DDC en niños menores de 6 meses, por encima de los 6 meses su uso es controvertido, ya que el niño es más activo de modo que mantenerlo en la postura idónea se vuelve más difícil [10] y establecen además el control

ecográfico con la consecuente clasificación de Graf el mejor método de seguimiento del tratamiento mediante arnés de Pavlik [11].

No obstante, se podría aplicar el arnés de Pavlik por encima de los 6 meses en caderas clínicamente reducibles (Ortolani positivas) hasta los 24 meses de edad [10].

Por otra parte, el tratamiento con el arnés de Pavlik durante la primera semana postnatal ha sido criticado por ser técnicamente difícil y peligroso, con tasas de necrosis avascular que oscilan entre el 0% y el 22% [12]. La elevada tasa de necrosis avascular puede atribuirse a un ajuste excesivo de las correas del arnés sin tener en cuenta el llanto del niño. En la práctica, existen arneses perfectamente adaptados a los neonatos y, si se utilizan arneses del justo tamaño y se siguen escrupulosamente las recomendaciones de Pavlik no se observa ningún caso de necrosis avascular.

Es importante asegurarnos de la colocación correcta del arnés o de la órtesis de abducción correspondiente. El siguiente caso es claro ejemplo de la falta de reducción concéntrica de cadera si la órtesis no se instaura correctamente: se trata de un niño (primer hijo) nacido el 20/01/2022 mediante cesárea por podálica, al realizar Barlow presenciamos cadera izquierda dislocable y se decide la aplicación de un calzón en abducción para corregir la displasia.

En la exploración realizada dos meses más tarde se aprecia disimetría entre ambas extremidades y luxación de la cadera izquierda, confirmada mediante radiografía en el Hospital Miguel Servet de Zaragoza. La explicación a la reducción fallida fue la falta de la parte rígida del calzón (que es la encargada de limitar la movilidad de la cadera ayudando a disminuir la displasia acetabular presente), solo instaurándose la parte blanda. El día 05/04/22 se llevó a cabo reducción cerrada bajo anestesia general con la posterior artrografía intraarticular que verifica una abducción completa. Se coloca yeso en primera posición durante 8 semanas (con seguimiento cada 2 semanas) y previsión de cambio de yeso para el día 24/05/22. El día 24/05 se aprecia cadera estable a nivel de exploración física con abducción simétrica y se coloca un nuevo yeso pelvipédico en 2ª posición, extensión de caderas y rotación interna. Además se lleva a cabo control radiográfico intraoperatorio que resulta correcto.

A pesar de que la evolución de este paciente es satisfactoria mediante reducción cerrada, la correcta realización previa del arnés hubiera supuesto tiempos de tratamiento mucho menores y menor probabilidad de complicaciones futuras.

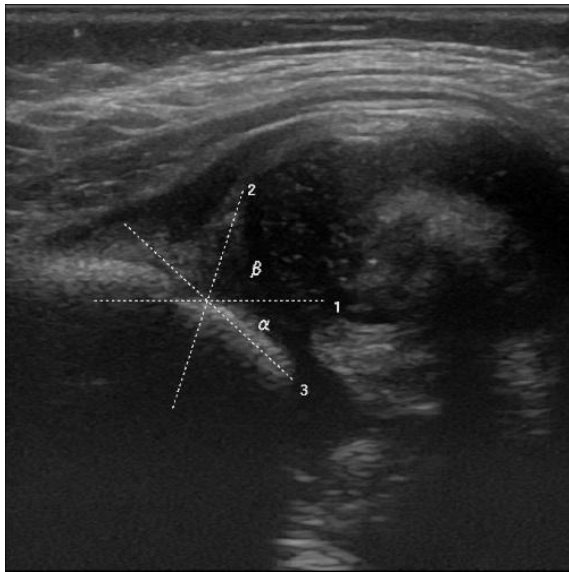


Figura 8. Ecografía de cadera izquierda 25/03/2022.

Nota: Acetábulo poco excavado, con techo aplanado. Cabeza femoral desplazada superolateralmente, con escasa

cobertura acetabular. Se obtienen las siguientes mediciones de ángulos: alfa 43; beta 72. Conclusiones: Signos ecográficos de subluxación de cadera izquierda en relación con DDC. Imagen cedida por la Dra. Seral García.

La duración completa del tratamiento, las horas de aplicación por día y los protocolos de interrupción del arnés de Pavlik son variables, lo más habitual es que el bebé lleve el arnés de Pavlik durante 24 horas, o durante 23 horas con 1 hora de descanso al día [11]. Aunque la duración del tratamiento varía, normalmente oscila entre las 6 y las 12 semanas [10].

Los principales fallos derivados del arnés de Pavlik relacionados con el paciente derivan de variables como: edad, sexo, lateralidad y gravedad de la displasia (caderas dislocadas e irreducibles presentan hasta un 60% de error mientras que aquellas reducibles 40%) [13]. Normalmente se considera que cuanto más joven es el paciente, menor es el riesgo de fracaso [12].

La tasa de necrosis avascular relacionada al método de Pavlik oscila entre el 1% al 30% en la literatura [13-15]. La probabilidad de desarrollar necrosis avascular se correlacionó con la gravedad de la displasia de cadera, siendo especialmente mayor en las displasias de Graf tipo IV, en aquellas con un ángulo alfa inferior al 47° y/o un ángulo beta más elevado. Radiográficamente el riesgo de necrosis avascular era mayor en aquellas caderas dislocadas con un índice acetabular inicial de más de 36° [11,12].

Otra de las posibles complicaciones relacionadas con el tratamiento mediante el arnés de Pavlik es la parálisis del nervio femoral (2,5% de los casos), relacionada principalmente con el tipo IV de Graf. Otras de las complicaciones derivadas del arnés de Pavlik a parte de

necrosis avascular y parálisis del nervio femoral son: úlceras por presión y ansiedad de los padres [2].

Además del arnés de Pavlik existen otras ortesis de abducción como la férula de Von Rosen, la cual se relaciona con mejoras ecográficas y menor necesidad de tratamiento adicional que el método de Pavlik en niños menores de 4,5 meses de edad con caderas de tipo Graf III y IV [11].

Igualmente se ha demostrado que las férulas estáticas hechas a medidas tienen una mayor tasa de éxito que el método de Pavlik en caderas estables ecográficamente displásicas.

Las tasas de fracaso y de necrosis avascular han sido similares en dos estudios que compararon el arnés de Pavlik y la almohada de Frejka [10].

De tal forma que se considera fracaso del tratamiento mediante el método de Pavlik cuando [14]:

- Las caderas tipo D,III o IV de Graf (caderas descentradas) no progresan hacia caderas ecográficamente mejores o empeoran en un plazo de 3 a 4 semanas.
- Las caderas tipo Graf IIa, IIb o IIc (caderas estables) no mejoran ecográficamente durante las 8 semanas sucesivas al tratamiento.
- Se produce una parálisis del nervio femoral.

La tasa de éxito de este tratamiento es del 96% en niños menores de cuatro semanas y más del 90% en lactantes menores de 3 meses y se interrumpe el tratamiento con el arnés de Pavlik cuando la cadera se convierte en tipo Graf I. Por otro lado, el arnés de Pavlik queda contraindicado en luxaciones teratológicas de cadera y en pacientes con espina bífida o espasticidad [15,16].

Tras la finalización del tratamiento de la DDC podemos encontrarnos con cuatro clínicas diversas: reducción espontánea de la cadera, subluxación de la cadera con contacto acetabular parcial, dislocación completa de la cadera o displasia acetabular con una cabeza femoral normalmente centrada [12].

La duración del tratamiento de la DDC mediante el uso de arnés de Pavlik oscila entre 21 días y 6 meses, ésto se debe a la existencia de dos teorías opuestas. La primera de ellas considera que una vez conseguida la reducción de cadera la terapia con el arnés prolongada durante varios meses evitaría recidivas y contribuiría a la corrección de la displasia acetabular. La segunda teoría sostiene que la dislocación induce la displasia, de modo que ésta se corrige al centrar correctamente la cabeza femoral en el acetábulo, resultado que solo requiere unas pocas semanas de tratamiento [12].

Durante un estudio llevado a cabo por el Hospital Escuela de Saint-Denis, Francia, el arnés se llevó de forma continua durante los primeros 8 días de vida (fase de reducción) y tras comprobar clínica y ecográficamente que la cadera fuera estable, se permitió retirar el arnés durante el baño (fase de consolidación). La interrupción completa del tratamiento (duración media del tratamiento de 34 días) se decidió según criterios de estabilidad clínica (abducción simétrica completa), ecográfica (al menos 50% de cobertura de la cabeza femoral en imágenes estáticas y ausencia de inestabilidad durante las maniobras dinámicas [12]. Tras un seguimiento medio de 6,7 años ninguno de los pacientes presentó dolor, cojera o limitación del movimiento observando como única complicación un caso de luxación recurrente que se trataba de una cadera estable a los 21 días de edad pero con menos del 50% cobertura de la cabeza femoral a la fin del tratamiento.

Estos buenos resultados a lo largo del seguimiento resaltan el potencial de autocorrección de la displasia acetabular cuando la cadera se reduce de forma centrada y estabilizada a la que debe seguirle un buen seguimiento clínico y ecográfico prolongado [12]. No obstante, varios autores recomiendan un tratamiento rutinario prolongado del acetábulo, incluso después de conseguir la estabilización de la cadera, durante unos 2 a 3 meses opinando que sea necesario para prevenir la dislocación recurrente y que éste pueda corregir la displasia acetabular [15].

ARTROGRAFÍA DE CADERA CON REDUCCIÓN CERRADA Y ENYESADO EN ESPIGA.

Este tratamiento se utiliza en pacientes de entre 3 y 18 meses de edad o bien tras el fracaso de un tratamiento previo con arnés de Pavlik. La cadera se reduce bajo anestesia general y

se confirma la reducción mediante una artrografía, en la que se observa la acumulación de tinte en el acetábulo medial y la evidencia de interposición del limbo [2].

A continuación, se mantiene la cadera con un yeso en flexión y abducción respetando los ángulos comprendidos en la zona de seguridad (abducción 40-60° y flexión 100-110°).

Si hay evidencia de tensión en el tendón del aductor o restricción en la abducción, se realiza una tenotomía de aductores abierta o percutánea. En el postoperatorio de la pelvis si el tinte permanece, o más comúnmente, en centros especializados, una resonancia magnética realizada al paciente desde la recuperación, o una tomografía computarizada enfocada de baja dosis [2].

La escayola se suele cambiar a las 6 semanas y se vuelve a realizar una imagen, para confirmar el éxito del tratamiento. El yeso puede permanecer en su lugar de 12 semanas a 6 meses, dependiendo de la edad y de la evolución. Es necesario tener precaución, ya que la abducción extrema se asocia a un mayor riesgo de necrosis avascular, y pueden producirse úlceras por presión en determinadas zonas cubiertas por la escayola.



Figura 9. Yeso en espiga con barra (pelvipédico). Extraído de “Yeso pelvipédico con barra”, disponible en: t.ly/OBBp

TRATAMIENTO QUIRÚRGICO.

REDUCCIÓN ABIERTA Y OSTEOTOMÍA.

La reducción abierta está indicada para los niños en los que ha fracasado la reducción cerrada o en niños de más de 18 meses de edad con displasia de cadera residual. Suele realizarse a través del abordaje anterior de Smith-Peterson pero también se utiliza el abordaje medial en pacientes menores de 12 meses de edad [2] y se mantiene colocando las caderas en un yeso espiga y además, normalmente, realizando una tenotomía del aductor y del psoas. Además, dependiendo de la osteotomía utilizada, rotar el cuello femoral, colocarlo en varo o aumentar la cobertura acetabular.

La articulación se expone quirúrgicamente y se corrige cualquier obstrucción, como la hipertrofia del ligamento teres, la contractura del iliopsoas, la inflexión pulvinar o del labrum para permitir que la cabeza femoral se acople al acetábulo correctamente [2,3] y para tratar los cambios anatómicos en femur o acetábulo derivados de la displasia grave: excesiva anteversión de la cadera, cadera coxa, cadera valga o un acetábulo poco profundo con aumento de los índices acetabulares [2].

COMPLICACIONES DEL TRATAMIENTO ORTOPÉDICO DE LA DDC.

NECROSIS AVASCULAR DE LA CABEZA DEL FÉMUR.

El arnés de Pavlik posee un índice de reducción de cadera bastante alto (79% al 96%) y una baja incidencia de complicaciones entre las que destaca la necrosis avascular (NVA) de la cabeza del fémur (0% al 22% de los casos tratados con arnés de Pavlik). La necrosis avascular (NVA) es una complicación iatrogénica grave y el tratamiento a menudo resulta insatisfactorio. La alteración vascular de la epífisis secundaria y del cartílago de crecimiento del fémur proximal dan lugar a deformidades de la articulación, a la discrepancia de la longitud de las extremidades y a la consiguiente artrosis [13].

Uno de los estudios se centró en los factores predictivos que orientan hacia una reducción incompleta de cadera y en la incidencia de NVA en 210 pacientes (31 subluxaciones y 190 luxaciones) con displasia congénita de cadera ortolani positivos con desplazamiento lateral y cefálico de la cabeza femoral además de la interrupción de la línea de Shenton o la presencia de neoacetábulos [13]. La edad media al inicio del tratamiento era de 3,9 meses.

La contractura de los aductores de la cadera, que se evaluó sobre la base de abducción pasiva con las caderas flexionadas a 90 grados, se clasificó en dos grupos: grupo de buena abducción con más de 60 grados (132 caderas) y el grupo de mala abducción (70 caderas), inferior a 60 grados.

La presencia de una NVA se diagnosticó según los criterios de Salter et al: falta de aparición del núcleo osificante de la cabeza femoral durante 1 año o más tras la reducción; fracaso de crecimiento de un núcleo osificante previamente existente durante 1 año o más tras la reducción, ensanchamiento del cuello femoral durante 1 año tras la reducción; aumento de la densidad radiográfica de la cabeza femoral seguida de la aparición radiográfica de

fragmentación; y deformidad residual de la cabeza y cuello femoral cuando la osificación es completa [13].

A partir de una radiografía simple anteroposterior se midió la gravedad de la luxación, calculando el desplazamiento proximal (representado por la distancia a) y el desplazamiento lateral (por la distancia b). La tasa global de reducción fue del 81,9% con una duración del tratamiento mediante arnés de Pavlik de $112 \pm 22,3$ días. Aquellas caderas en las que el tratamiento con el arnés de Pavlik falló se redujeron mediante tracción por encima de la cabeza, de modo que todas fueron tratadas de forma conservadora.

De las 181 (81,9%) caderas reducidas se diagnosticó necrosis avascular en 16. Sin embargo, el porcentaje de fracaso fue aproximadamente 6 veces mayor para los pacientes con DDH bilateral que para aquellos con afectación unilateral. Por otro lado, la distancia media a antes del tratamiento fue significativamente mayor en las caderas reducidas respecto a las no reducidas ($7,95 \pm 2,04$ frente a $5,07 \pm 2,37$ mm), mientras que la distancia media b de las caderas reducidas era significativamente menor ($11,2 \pm 1,96$ mm) que las no reducidas ($13,1 \pm 1,87$ mm). La distancia a fue el predictor más potente para el fracaso de la reducción.

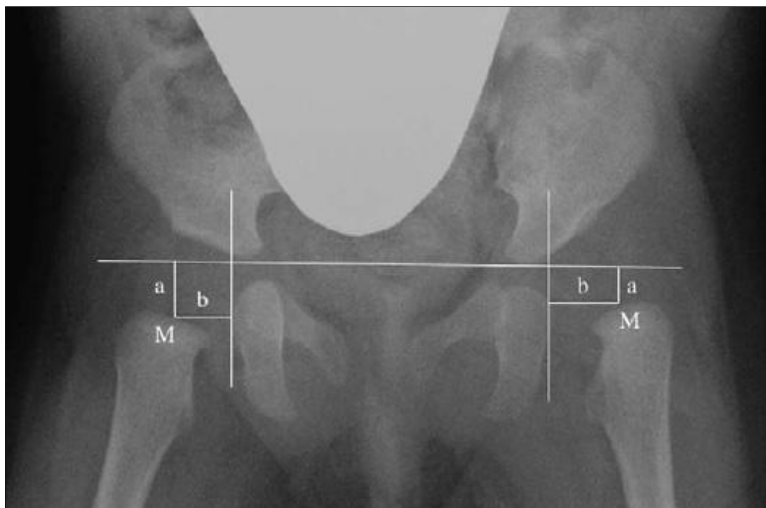


Figura 10. Una radiografía simple anteroposterior tomada antes de tratamiento inicial. La letra M marca el punto medio del borde metafisario proximal del fémur. La distancia a representa la distancia entre M y la línea de Hilgenreiner y la distancia b representa la distancia entre M y la línea que es adyacente al borde lateral del isquion. Fue extraído de “Predictive Factors for Unsuccessful

Treatment of Developmental Dysplasia of the Hip by the Pavlik Harness” elaborado por Kitoh H et al [13].

En el 87% de las caderas con buena abducción se consiguió reducir la cadera en comparación al 69% del grupo con mala abducción. De modo que la contractura de aducción fue un factor de pronóstico relevante en el fracaso de la reducción [13]. No se encontraron

diferencias significativas entre los grupos de NVA (+) y NVA (-) con respecto al sexo, lateralidad, edad en el momento del tratamiento inicial, distancia b, reducibilidad, predisposición familiar y duración de la ortesis. La distancia a tuvo una media de $6,89 \pm 1,86$ mm en el grupo NVA (+) y $8,05 \pm 2,03$ mm en el grupo de NVA (-), la cual se correlacionó con una mayor probabilidad de AVN. Por el contrario, la contracción de la cadera fue un factor pronóstico significativo respecto a la incidencia de NVA siendo la aparición de NVA fue más de 5 veces superior en las caderas con mala ABD [13].

Los resultados de este estudio muestran que la disminución de la distancia a es el factor más potente para predecir el fracaso de la reducción, y que la contracción severa de la cadera (grupo de mala ABD) fue el factor de riesgo más fiable para la incidencia de AVN en el tratamiento del arnés de Pavlik. La tasa de éxito del tratamiento con el arnés de Pavlik aumentó hasta el 91,2% cuando el grupo de buena ABD tenía una distancia a de 6 mm o mayor [13].

También se ha demostrado que se produce un aumento en la tasa de fracaso del tratamiento con arnés de Pavlik con el aumento del desplazamiento proximal del fémur, lo que puede que también indique rigidez de los tejidos blandos alrededor de la cadera, como un iliopsoas tenso [13-15].

Ogden demostró que los vasos retinaculares se ocluyen debido a un estrecho enclavamiento del labrum acetabular por el fémur proximal en abducción extrema de la cadera (causada, por ejemplo, por la tensión inadecuada de la correa posterior) [13,16]. Salter et al descubrieron que la combinación de músculos tensos alrededor de la cadera en el momento de la reducción y la inmovilización de la cadera en extrema abducción extrema tendía a producir NVA de la cabeza femoral pues los aductores tensos se estiran y comprimen fuertemente la cabeza femoral en el acetábulo [13,15-17].

Cuando el niño está despierto, el niño puede mover la articulación de la cadera, pero al dormir desaparece la aducción activa de modo que la cadera se abduce por el peso de las extremidades ya que el niño no puede extender sus caderas.

En las caderas con luxación superoexterna, además de la contracción de los músculos alrededor de la cadera y la abducción extrema, otros factores, como la interposición

intraarticular pulvinar, el labrum invertido, el ligamento redondo hipertrofiado y el ligamento transverso elevado se cree que intervienen en la aparición de la necrosis avascular ya que pueden ocupar la cavidad del acetábulo dificultando la reducción concéntrica de la cabeza femoral [18,19,20]. Si las estructuras mencionadas previamente se encuentran hipertrofiadas los músculos alrededor de la articulación se estiran fuertemente debido al aumento de distancia entre el origen y la inserción de los músculos tras la reducción provocando una fuerte presión sobre una zona concreta de la cabeza femoral (ya que la zona de contacto es limitada cuando hay un obstáculo), lo que interrumpe el flujo sanguíneo de dicha zona [18,20].

Otro de los factores relacionados con el fracaso del tratamiento de Pavlik y con la aparición de NVA es la gravedad de la luxación. Graf et al demostraron que la tasa de NVA era de 1,28% en el grado Tönnis 1, 12% en el grado de Tönnis 2, 3,1% en el grado de Tönnis 3 y de 16,4% en el grado de Tönnis 4 [18].

Grado 1

Esclerosis en cabeza femoral y acetábulo mínima

Discreto estrechamiento del espacio articular

Grado 2

Quistes pequeños acetabulares y femorales

Interlínea moderadamente estrechada

Deformidad de la cabeza femoral

Grado 3

Quistes mayores acetabulares y femorales

Estrechamiento importante o pérdida de espacio articular

Grave deformidad de la cabeza femoral

Tabla 1. Clasificación de Tönnis. Fue extraído de: Duart J ,del Río J, Mönckeberg J, Valentí J.R. Atrapamiento fémoro-acetabular anterior. Signos radiológicos en pacientes jóvenes diagnosticados de coxartrosis. Rev. esp. cir. ortop. traumatol. 2008;52:71-6

Existe un debate en la literatura ortopédica con respecto a la reducción de la cadera en la DDC antes de la aparición de un núcleo osificante. Algunos ortopédicos creen que el núcleo osificante de la cabeza femoral tiene un efecto protector, es decir, que disminuye el riesgo de lesión isquémica iatrogénica de la cabeza femoral de modo que el protocolo de ciertos hospitales es esperar la confirmación del núcleo osificante mediante ecografía previamente a la reducción de la cabeza femoral [13,21].

La zona de seguridad del arnés es extremadamente estrecha cuando la contracción del tejido blando circundante a la cadera antes del tratamiento limita considerablemente la

abducción de modo que habrá mayor riesgo de AVN en estos casos [13,22]. Igualmente, previamente al tratamiento de la DDC mediante arnés de Pavlik de aquellas caderas en las que la distancia a sea inferior a 6 mm o la abducción máxima sea inferior a 60 grados debe considerarse un tratamiento adicional para disminuir el desplazamiento proximal del fémur y para aliviar las contracturas de los tejidos blandos alrededor de la cadera como puede ser la realización de tracción cutánea y de los músculos previa a Pavlik y el empleo de almohadas bajo el muslo durante la aplicación del arnés de Pavlik [13,18].

El siguiente estudio analizó a los recién nacidos en el University Hospital de Southampton con sospecha de padecer DDC en los que se llevó a cabo cribado postnatal o bien, cribado ecográfico [15]. Las caderas se clasificaron como: normales, desplazadas o dislocadas. Se llevó a cabo control ecográfico hasta la aparición del núcleo osificante y después fueron tratados con reducción cerrada o reducción abierta anterior dependiendo de la artrografía de cadera. Posteriormente fueron inmovilizadas en el postoperatorio con una espica de cadera durante 6 semanas para posteriormente cambiar a yesos de palo de escoba durante otras 6 semanas y finalmente, férulas nocturnas de yeso durante otras seis semanas.

Tras la finalización del tratamiento, siguieron un control radiográfico cada 4 meses durante los primeros 12 meses y después cada 6 meses durante los siguientes 12 meses, para pasar a revisiones anuales durante al menos 10 años en búsqueda de signos tardíos de NVA.

En este estudio de los 10 pacientes en los que el tratamiento con el arnés de Pavlik no fue exitoso, 4 eran Ortolani positivos y además desarrollaron una NVA de grado 2. Los 6 pacientes restantes tenían una luxación posterior fija en el momento del diagnóstico y el arnés se abandonó en el rango de 2 a 5 semanas, observándose grados de NVA de 3 a 4. Igualmente, dentro de este grupo de arneses fallidos con NVA, cuando el arnés comenzó a utilizarse dentro de las 6 primeras semanas tras el nacimiento, la mediana del grado de NVA fue de 2 mientras que el grado de NVA aumentó a 3 o 4 cuando el arnés se instauró tras las primeras 8 semanas.

El problema durante el tratamiento con el arnés de Pavlik ocurre ante casos de caderas irreductibles con luxación fija pues la cabeza femoral se sitúa en posición cefálica respecto al acetábulo, de modo que no se consigue su entrada en el acetábulo aun cuando la flexión de

cadera sobrepasa los 90 grados [15]. Si a ésto se le suma los aductores tensos y la inmovilización rígida en abducción extrema pueden comprimirse los vasos retinaculares, lo que puede dar lugar a necrosis avascular [15,18].

De modo que, dado que el riesgo de NVA es mayor en los casos de luxación fija o alta se recomienda abandonar el tratamiento cuando tras 2 semanas del inicio del tratamiento mediante arnés de Pavlik no haya sensación de reducción por el examinador [15].

También ha sido objeto de estudio el uso de tracción previa a la realización de una reducción cerrada de cadera y la incidencia de necrosis avascular (NVA) de la cabeza femoral en pacientes con displasia del desarrollo de cadera tardía tratados con tracción previa a cirugía cerrada [22].

Las tasas notificadas de dislocación y NVA tras la inmovilización con yeso en pacientes tratados mediante reducción cerrada de cadera oscilan entre 1,7 y el 17,4% y del 0 al 67% respectivamente y por ende, algunos centros ortopédicos han abandonado la tracción antes de llevar a cabo la reducción cerrada en pacientes con DDC detectada tardíamente [17,22].

Se llevó a cabo un estudio [17] que incluyó a un total de 385 pacientes (440 caderas), de 6 a 24 meses de edad, tratados mediante dos modalidades de tratamiento diferentes: un grupo con tracción (276 pacientes) y un grupo sin tracción (109 pacientes) con el objetivo de comparar el fracaso de la reducción, la incidencia de NVA y los resultados radiográficos finales de ambos grupos.

El tiempo medio de tracción fue de $4,6 \pm 3,5$ días, siendo el período más largo de tracción 42 días. Todos los pacientes fueron sometidos a una reducción cerrada posterior bajo anestesia general. La tenotomía del aductor se realizó si se consideraba que el aductor dificultaba la reducción [22]. Tras la reducción cerrada, se aplicó un yeso espica durante 3 meses para mantener la reducción y se cambió a las 6 semanas. Tras la retirada de la escayola, se colocó a los pacientes en abducción durante 6 meses más.

Todos los pacientes fueron observados durante al menos 24 meses tras la retirada del yeso, y se realizaron radiografías anteroposteriores de la pelvis en posición neutra y de rana en cada visita de seguimiento.

El grado de Tönnis en el grupo de tracción fue significativamente mayor que en el grupo sin tracción. La tasa global del fracaso de la reducción fue del 8,2% sin encontrarse diferencias significativas entre los dos grupos: con tracción (9,2%) y sin tracción (5,6%).

La tasa de NVA en el grupo de tracción (14%) fue similar a la del grupo sin tracción (14,5%). Además, las tasas de NVA fueron similares en todos los grados de Tönnis, independientemente del tipo de tratamiento realizado.

En el último seguimiento se calculó el IA, ACE y grados de Severin que determinaron: el IA y el ACE en el grupo de tracción (22,6º y 20,9º, respectivamente) eran similares a los del grupo sin tracción (23,4º y 20,8º, respectivamente).

Estos resultados destacan el hecho de que la tracción previa a reducción cerrada no disminuye el fracaso de la reducción ni la incidencia de NVA en los pacientes con DDC.

Las tasas de complicaciones de la reducción cerrada de cadera se han notificado hasta en el 79% de los casos, y la necrosis avascular (NVA) ha demostrado ser especialmente problemática con una prevalencia de hasta el 47% [16,17,22].

En el siguiente estudio se identificaron 287 pacientes bajo diagnóstico de cadera subluxada o dislocada que requerían una reducción cerrada bajo anestesia general en quirófano con la aplicación de una escayola, una tomografía computarizada tras la reducción, y un mínimo de 18 meses de seguimiento clínico y radiográfico.

Setenta pacientes (82 caderas) fueron sometidos a una reducción cerrada bajo anestesia general y sucesiva aplicación de un yeso de espica. Presentando una edad media en el momento del diagnóstico de 8 meses y de 10 meses a la realización de la reducción cerrada.

El arnés de Pavlik o la ortesis de abducción de cadera fue utilizada como tratamiento inicial en 22 de éstos pacientes. La tracción fue utilizada en 17 pacientes y además, en 48 de las caderas afectadas el núcleo osificante femoral proximal se encontraba presente en el momento de la reducción cerrada. Cincuenta y dos pacientes fueron sometidos a tenotomía del aductor antes de la colocación de la escayola [17].

No se observaron diferencias significativas en el desarrollo de NVA independientemente de

que los pacientes se hubieran sometido a un arnés de Pavlik o a una ortesis de abducción previa o de que se realizase o no una tenotomía del aductor durante la reducción cerrada. Sin embargo, la tracción previa a reducción cerrada parecía aumentar el riesgo de NVA, pues en el 65% de los pacientes sometidos a tracción se desarrolló NVA en comparación con el 32% que no lo hicieron. Del mismo modo, no se observaron diferencias significativas en el riesgo de padecer NVA bajo la presencia o ausencia de núcleo osificante femoral proximal. El ángulo de abducción de la cadera tampoco parecía afectar al riesgo de padecer NVA [17].

El riesgo de desarrollar NVA fue mayor en los pacientes más jóvenes con ángulo de abducción de la cadera superior a 50, independientemente de que el núcleo de osificación proximal del fémur estuviera presente o no. A partir de dichos resultados, los autores recomiendan que la abducción en los yesos de espica se limite a menos de 50 grados en niños menores o iguales a 6 meses de edad. Esta abducción limitada se debe a una estructura vascular cambiante a lo largo de la mitad del primer año de vida lo que da lugar a una importante vulnerabilidad a la abducción extrema en la transición de alimentación bilateral a unilateral [17]. En el futuro, una resonancia magnética con gadolinio tras una reducción cerrada/ enyesado de espica puede ayudar a disminuir el riesgo de NVA buscando mantener la perfusión de la cabeza femoral [22].

DISPLASIA ACETABULAR RESIDUAL TRAS TRATAMIENTO CON PAVLIK.

A pesar de que el método de Pavlik posee una baja tasa de complicaciones, la displasia acetabular tardía se da entre un 2,4% a un 17% de los casos tratados con el arnés y sigue siendo objeto de investigaciones actuales [23].

El siguiente estudio en el que se analizaron 6029 caderas tratadas mediante arnés de Pavlik con una media de 1 día a 15 meses de edad al inicio del tratamiento y de 5,29 años de seguimiento muestra evidencia radiográfica de displasia tardía en 280 caderas y 109 de éstas requirieron cirugía adicional, siendo el 50,4% de estas cirugías una osteotomía aislada de Salter o Pemberton.

Diez de los 17 estudios que analiza nuestro estudio [23] aplicaron un protocolo de tratamiento estándar obteniendo tasas menores de displasia radiográfica (3,8%) en

comparación con aquellos en los que no se aplicaba dicho protocolo (17,6% de displasia tardía). Sin embargo, en siete de los 10 estudios que informaron de un protocolo de tratamiento estándar se aplicaron además protocolos de cese del arnés, los cuales no tuvieron efecto sobre la tasa de displasia tardía (1,94% frente a 3,16% de displasia tardía sin protocolo establecido de cese).

En este estudio ni la duración del tratamiento ni la duración del seguimiento tuvieron un efecto significativo sobre la tasa de displasia tardía. Además, se concluyó que la ecogenicidad anormal del techo cartilaginoso del acetábulo fue predictiva de displasia tardía. Además, el índice acetabular radiográfico normales a la edad de dos años fueron protectores contra el desarrollo de displasia acetabular tardía [24].

En cuanto a la edad de inicio del tratamiento, Eidelman et al revisaron los resultados de sus pacientes tratados con el método de Pavlik durante 5 años, tratando 127 caderas con DDC. En todos los casos la introducción del arnés se llevó a cabo antes de las 14 semanas y la tasa de éxito fue del 98% mientras que en el estudio de Pollet et al se estudiaron 26 caderas en niños de 6 a 24 meses tratados con Pavlik, la tasa de éxito fue del 46%, observándose mayores tasas de éxito ante el inicio precoz del tratamiento del arnés de Pavlik [23].

Westacott et al informaron de los resultados clínicos de los pacientes con DDC tratados con el arnés de Pavlik diferenciando aquellos casos en los que el cese del arnés fue inmediato tras lograr una reducción exitosa de la cadera de aquellos en los que el cese del arnés se realizó por etapas. Se observó una mayor tasa de reintervención en los niños tratados con el cese inmediato del arnés (8,3% frente al 3,8%) [23].

A lo largo de este estudio 3 parámetros ultrasonográficos de la ecografía de cribado fueron identificados como valores predictivos de displasia tardía: índice de cobertura dinámica $\leq 22\%$, ángulo alfa $< 43^\circ$ y ecogenicidad anormal del techo cartilaginoso [24]. Siendo la ecogenicidad anormal del techo acetabular el factor predictivo más específico, con una sensibilidad del 100% y una especificidad del 88%.

Además de la cirugía secundaria a la hora de tratar la displasia acetabular residual existe otra forma de tratamiento de la displasia residual que consiste en el uso de férulas de abducción [23,24].

Gans et al informaron sobre el uso de la férula de abducción en pacientes con DDC tratados con el método de Pavlik en los que se encontró una displasia acetabular definida como: índice acetabular $\geq 30^\circ$ en las radiografías obtenidas a los 6 meses de edad. En su cohorte de 31 de las 76 caderas tratadas con ortesis de abducción, tuvieron mejoras significativas en el índice acetabular (una media de $5,3^\circ$) frente a una cohorte sin ortesis ($1,1^\circ$ de mejora) tratada durante un periodo de 6 meses [23].

Este estudio concluye que el parámetro a tener en cuenta a la hora de evaluar la maduración acetabular es, principalmente, el índice acetabular radiográfico. Igualmente, la duración del seguimiento radiográfico y clínico también ha sido objeto de controversia. Allington et al llevaron a cabo un seguimiento de 10 años a niños diagnosticados con DDC tratados mediante un protocolo de tratamiento estandarizado con el método de Pavlik que tenían una radiografía AP normal a la edad de 2 años. De las 109 caderas incluidas en su estudio, ninguna desarrolló una displasia acetabular tardía. De este modo su recomendación fue que en el caso de niños con parámetros radiográficos normales a los 2 años de edad, no es necesario un seguimiento a largo plazo [23].

DIFERENCIAS PRONÓSTICAS ENTRE CADERAS ORTOLANI O BARLOW POSITIVAS.

Los pacientes con displasia del desarrollo de la cadera (DDH) cuyas caderas están dislocadas pero son reducibles (Ortolani positivos) son más propensos a experimentar el fracaso del tratamiento con arnés de Pavlik que los pacientes con caderas displásicas y reducidas pero luxables (Barlow positivo) [24,25].

En el siguiente estudio se identificaron a 150 pacientes que se sometieron al método del arnés de Pavlik para el tratamiento de la DDC entre agosto de 2011 y julio de 2015 [25]. Se excluyeron un total de 137 pacientes (215 caderas) con una edad media en el momento de la colocación de Pavlik de 30 días. De las 215 caderas, 78 (36,3%) eran Ortolani positivas, 60 (27,9%) eran Barlow positivo, y 77 (35,8%) eran estables, con el diagnóstico de displasia en la ecografía (ángulo alfa inferior a 50° , cobertura de la cabeza femoral inferior al 33%, o maniobra de tensión axial positiva). Todos los pacientes fueron seguidos tras la finalización del tratamiento de Pavlik durante un mínimo de 2 meses. Además, el 90% (122 de 137) de los pacientes fueron seguidos durante un mínimo de 6 meses.

Los datos ecográficos en el momento del diagnóstico incluían la clasificación de Graf, el ángulo alfa y el porcentaje de cobertura de la cabeza femoral [25].

El fracaso del método del arnés de Pavlik se definió como: inestabilidad persistente de la cadera con maniobra de Ortolani o Barlow después de 4 semanas de tratamiento con arnés de Pavlik; luxación persistente y/o falta de mejora de la cobertura de la cabeza del fémur en la ecografía después de 4 semanas; parálisis del nervio femoral que no mejora después de 1 semana de interrumpir el tratamiento con el arnés de Pavlik.

Tipo I:	Normal	Alfa > 60°
Tipo II:	Posición concéntrica	Beta < 77°
a:	Inmadurez fisiológica < 3 meses	Alfa = 50° - 60°
b:	Retraso en la osificación > 3 meses	Alfa = 50°-60°
c:	Posición concéntrica con acetábulo muy deficiente	Alfa = 43°-49°
Tipo D:	Subluxación	Alfa = 43°-49° Beta > 77°
Tipo III:	Luxación ligera	Alfa < 43°
Tipo IV:	Luxación severa	No medible

Tabla 2. Clasificación de Graf. Nota: La Clasificación de Graf clasifica los tipos de cadera y determina luego el tipo de tratamiento. Fue extraído de: MAZARIEGO E. INCIDENCIA DE CASOS DE DISPLASIA LUXANTE DE CADERA Y SUS VARIANTES EN EL HOSPITAL NACIONAL SAN JUAN DE DIOS, SANTA ANA DURANTE EL PERÍODO COMPRENDIDO DE OCTUBRE 2011 A SEPTIEMBRE DE 2012. [INTERNET]: EL SALVADOR.

El método del arnés de Pavlik falló en el 27% (21 de 78) de las caderas que eran Ortolani positivas, el 8% (seis de 77) con displasia, y el 5% (tres de 60) de las caderas Barlow positivas. Entre las caderas Ortolani-positivas, los factores relacionados con el paciente que se asociaron significativamente con el fracaso del tratamiento fueron: sexo masculino, abducción limitada de la cadera y clasificación IV de Graf (ángulo alfa inferior a 43 y labrum desplazado hacia abajo) [25].

En caderas de Graf tipo IV francamente dislocadas, la cabeza femoral presiona el labrum acetabular y el techo cartilaginoso hacia abajo, lo que dificulta la reducción. Se ha informado de que se produce una transformación del cartílago hialino que aparece ecogénico en la ecografía.

Este estudio concluye que la ecografía de la cadera debería formar parte de la evaluación inicial de las caderas Ortolani-positivas, ya que la clasificación ecográfica tiene implicaciones

pronósticas. Los padres de niños varones con caderas de Graf tipo IV deben ser asesorados sobre el mayor riesgo de fracaso de Pavlik. Se necesitan futuros estudios controlados y prospectivos bien diseñados para establecer si las estrategias alternativas al arnés de Pavlik podrían mejorar los resultados tempranos de la DDC en varones con caderas tipo IV de Graf [24,25].

El uso continuado del arnés en caso de fracaso clínico puede crear una deformidad anatómica de la cara posterolateral del acetábulo. Esta llamada "enfermedad del arnés de Pavlik" agrava la displasia acetabular y dificulta la reducción cerrada y además puede crear una adherencia de la cabeza femoral a la cápsula posterior, lo que puede llevar a la decisión de realizar una reducción abierta [25].

También cabe destacar la importancia de otra entidad clínica de la DDC como es la cadera irreducible dislocada al diagnóstico pues son más difíciles de tratar que aquellas dislocadas pero reductibles (Ortolani positivas). De hecho, las caderas dislocadas irreducibles presentan tasas de fracaso en el tratamiento con arnés del 37% al 100% de los pacientes [26].

Se llevó a cabo el estudio de 48 caderas desplazadas irreducibles que fueron tratadas mediante el uso del arnés de Pavlik y éste tuvo éxito en 27 de las 48 caderas (56,3%), siendo abandonado en 21 caderas, 3 por parálisis del nervio femoral (que se resolvieron posteriormente con la retirada del arnés) y el resto por la imposibilidad de lograr la reducción (con riesgo de necrosis avascular y desgaste acetabular por la dislocación fija mantenida con arnés). No hubo correlación entre el éxito del arnés de Pavlik y la edad en el momento del diagnóstico, ni con el sexo del paciente o la bilateralidad.

Las complicaciones posteriores al tratamiento mediante arnés de Pavlik en caderas dislocadas irreducibles fueron: 3 caderas con parálisis del nervio femoral y 4 con necrosis avascular: dos tras el método de Pavlik y dos tras la posterior reducción cerrada y enyesado [26]. No obstante, el tratamiento con arnés de Pavlik demostró ser un tratamiento de primera línea seguro y sensato en aquellos lactantes con caderas desplazadas irreducibles, con éxito demostrado hasta los 4 meses de edad, pero sólo debe llevarse a cabo con el apoyo de un estrecho control clínico y ecográfico en manos experimentadas.

PARÁLISIS DEL NERVIIO FEMORAL.

A pesar de que la parálisis del nervio femoral ha sido reconocida y discutida con frecuencia en informes sobre el tratamiento con el arnés de Pavlik en la displasia congénita de cadera , no hay estudios que expliquen su causa.

No obstante, un estudio [27] tuvo como objetivo definir la incidencia y los posibles factores de riesgo para el desarrollo de esta entidad, buscando correlacionar esta complicación con el resultado clínico posterior al tratamiento. Fueron estudiados 1218 pacientes con displasia del desarrollo de cadera tratados mediante arnés de Pavlik de los cuales 30 desarrollaron parálisis del nervio femoral. Un grupo de control de setenta y nueve pacientes fue seleccionado al azar entre los que no desarrollaron parálisis del nervio femoral.

La parálisis del nervio femoral se definió como la incapacidad del niño para extender la rodilla espontáneamente o en respuesta a una estimulación suave del pie. Once de las treinta parálisis se presentaron en menos de una semana, quince en la visita clínica de seguimiento de la primera semana y las cuatro restantes en más de una semana.

En promedio, los pacientes que desarrollaron parálisis eran mayores (56 frente a 22 días), más altos (55 frente a 51 cm), más pesados (4,8 frente a 3,7 kg) y con un índice de masa corporal más elevado (15,5 frente a 14,3 kg/m²). No se apreciaron diferencias significativas en el peso al nacer, la bilateralidad, sexo o etnia.

En el grupo de parálisis, el 20% de las caderas tenían displasia, el 13% eran Barlow positivas, el 53% eran ortolani positivas y el 13% tenían una luxación fija. La gravedad ecográfica se estimó a partir del sistema de clasificación de Graf (tipo II: displasia, tipo III: subluxada o tipo IV: dislocada). En el grupo de control, el 38% de las caderas eran Graf II, el 33% eran tipo Graf III y el 29% mostraban una gravedad Graf IV; mientras que en el grupo de parálisis el 26% de las caderas mostraba una gravedad Graf II, el 4% un tipo Graf III y el 70% mostraba una gravedad Graf IV [27].

La tasa de éxito del tratamiento fue del 94% en el grupo de control; mientras que en los pacientes que desarrollaron la parálisis fue del 47%. En el grupo de control, el éxito del

tratamiento fue del 99% para las caderas con displasia, 98% para las caderas que eran Barlow positivas, 83% para las caderas que eran Ortolani positivas, y 58% para las caderas con luxación fija; mientras que en el grupo de la parálisis, la tasa de éxito fue del 86% para las caderas con displasia, 84% para las caderas con Barlow, el 31% para las caderas con Ortolani y el 10% para las caderas con dislocación fija [27].

Un hallazgo sorprendente fue el impacto de la parálisis del nervio femoral en la necesidad de proceder a una reducción abierta o cerrada de las caderas afectadas. Si la parálisis del nervio femoral duró más de tres días, la probabilidad de éxito fue sólo del 30% en nuestra población de estudio de modo que se intenta reconocer tempranamente las parálisis del nervio femoral y de ese modo reintroducir el tratamiento rápidamente tras la resolución de la parálisis [27].

Parece que la cadera dislocada fija es la más afectada por el abandono (temporal o permanente) del arnés de arnés de Pavlik, mientras que la cadera simplemente displásica o dislocable puede tolerar una breve interrupción del tratamiento con el arnés. Diecinueve pacientes con parálisis del nervio femoral fueron tratados mediante la suspensión temporal del arnés y su replicación una vez el nervio recuperó su función. Seis fueron tratados con el ajuste del arnés para reducir la flexión de la cadera, cinco abandonaron el tratamiento y cuatro recurrieron a reducción cerrada o abierta de la cadera.

Ramsey et al observaron un único caso de parálisis del nervio femoral dentro de su grupo de estudio y la hipótesis de que la parálisis se desarrolló a causa de la flexión forzada y el posible atrapamiento del nervio femoral bajo el ligamento inguinal. Kalamchi y MacFarlane recomendaron llevar a cabo una evaluación cuidadosa de la función del cuádriceps en cada visita y evitar una flexión superior a 90° [27].

CONCLUSIONES.

Uno de los pilares principales del tratamiento ortopédico de la DDC es su instauración precoz y para ello es necesario profundizar en los factores de riesgo predisponentes a esta entidad, instaurar un cribado ecográfico único universal de la DDC. Igualmente existe controversia sobre el inicio del tratamiento del arnés de Pavlik, la duración completa del

tratamiento, las horas de aplicación diarias y los protocolos de interrupción del arnés puesto que varían entre autores y países. Esta varianza remarca la necesidad de protocolos universales sobre el uso del arnés de Pavlik y de esta forma optimizar resultados y minimizar complicaciones futuras.

Una correcta indicación del tratamiento seguida de una estrecha colaboración con los padres y un cuidadoso seguimiento radiológico, preferentemente mediante ecografía de cadera, son los principales puntos clave para el éxito del método de Pavlik. Sobre la base de los conocimientos existentes extraídos de la literatura se puede concluir que el fracaso del método de Pavlik es multifactorial, siendo el tipo inicial de displasia de cadera el más destacado, seguido de la edad de inicio del tratamiento del paciente. El método de Pavlik no puede considerarse como la mejor opción de tratamiento en las caderas Graf IV o caderas muy dislocadas ya que el riesgo de fracaso y el desarrollo de complicaciones, como la necrosis avascular y la parálisis del nervio femoral parecen aumentar en tales circunstancias. De igual modo debemos llevar a cabo un análisis individual del paciente a la hora de ajustar la flexión y abducción de cadera mediante Pavlik pues la zona de seguridad puede variar en cada paciente según edad de paciente, músculos tensos circundantes que comprimen la articulación etc.

Atendiendo al desarrollo de complicaciones derivadas del tratamiento ortopédico de la DDC se ha comprobado que los principales factores pronósticos de necrosis avascular son ecográficamente: una clasificación de Graf tipo IV, un ángulo alfa inferior a 47, un ángulo beta elevado y radiográficamente: una cadera dislocada con IA > 36. Sin embargo se ha considerado que una distancia a radiográfica mayor a 6 mm previamente al tto y una buena aducción con más de 60 grados son factores de buen pronóstico, mientras que una abducción de caderas inferior a 60º aumenta en cinco el riesgo de padecer NVA. Igualmente, a la hora de analizar los factores que reducen el éxito de la reducción cerrada de cadera hemos encontrado resultados dispares que necesitan ser aclarados como son: la aparición del núcleo de osificación de la cabeza del fémur como factor protector de necrosis, la realización de tracción previa a reducción cerrada o la realización de tenotomía de aductores para disminuir la presión que ejercen sobre la articulación.

Atendiendo otra de las complicaciones estudiadas, en este caso la displasia acetabular residual, encontramos que el establecer un protocolo de tratamiento es la variable que más disminuye el riesgo de padecerla y que el índice de cobertura dinámica inferior a 22, un ángulo alfa inferior a 43º y la ecogenicidad anormal techo cartilaginosa son valores predictivos de displasia acetabular futura. Sin embargo es necesario indagar sobre la duración del tratamiento y los protocolos de cese del arnés.

La última de las complicaciones analizadas en este estudio ha sido la parálisis del nervio femoral. Hemos podido concluir que las caderas tipo IV de Grad, un IMC elevado o el inicio tardío del tratamiento aumentan su prevalencia. Para prevenir esta complicación, que aunque tiende a ser autolimitada puede empeorar el pronóstico futuro del tratamiento de la DDC, deberemos de realizar un correcto seguimiento evolutivo del paciente y evitar flexiones de cadera mayores a 90º.

Existe un alto y limitado nivel de evidencia científica sobre la eficacia del método de Pavlik y de la reducción cerrada en el tratamiento de la DDH, debido a la heterogeneidad de los datos disponibles en la literatura.

Finalmente concluimos afirmando que de cara a un futuro será necesario llevar a cabo ensayos aleatorios prospectivos a gran escala que incluyan datos homogéneos con un seguimiento a largo plazo para aclarar todos los puntos controvertidos y responder a las cuestiones no resueltas.

BIBLIOGRAFÍA.

- [1] Lee MC, Ebersson CP. Growth and development of the child's hip. *Orthop Clin North Am.* 2006 Apr;37(2):119-32.
- [2] Zhang S, Doudoulakis KJ, Khurwal A, Sarraf KM. Developmental dysplasia of the hip. *Br J Hosp Med (Lond).* 2020 Jul 2;81(7):1-8.
- [3] Swarup I, Penny CL, Dodwell ER. Developmental dysplasia of the hip: an update on diagnosis and management from birth to 6 months. *Curr Opin Pediatr.* 2018 Feb;30(1):84-92.

- [4] Schaeffer EK, Study Group I, Mulpuri K. Developmental dysplasia of the hip: addressing evidence gaps with a multicentre prospective international study. *Med J Aust.* 2018 May 7;208(8):359-364.
- [6] Plečko M, Boháček I, Duvančić T, Delimar D. The neoacetabulum in developmental dysplasia of the hip is covered with hyaline cartilage. *Med Hypotheses.* 2020 Sep;142:109820.
- [7] Edmonds EW, Hughes JL, Bomar JD, Brokos JT, Upasani VV. Ultrasonography in the Diagnosis and Management of Developmental Dysplasia of the Hip. *JBJS REVIEWS.* 2019 Dec;7(12):e5.
- [8] Degnan AJ, Hemingway J, Otero HJ, Hughes DR. Developmental hip dysplasia and hip ultrasound frequency in a large American payer database. *Clin Imaging.* 2021 Aug;76:213-216.
- [9] Cervera Bravo P, Narbona Cárceles FJ. Luxación congénita de cadera, Displasia del desarrollo de la cadera. *Sociedad Española de Ortopedia Pediátrica.* 2013:61-69.
- [10] Yang S, Zusman N, Lieberman E, Goldstein RY. Developmental Dysplasia of the Hip. *Pediatrics.* 2019 Jan;143(1):e20181147.
- [11] Ömeroğlu H, Köse N, Akceylan A. Success of Pavlik Harness Treatment Decreases in Patients \geq 4 Months and in Ultrasonographically Dislocated Hips in Developmental Dysplasia of the Hip. *Clin Orthop Relat Res.* 2016 May;474(5):1146-52.
- [12] Bin K, Laville JM, Salmeron F. Developmental dysplasia of the hip in neonates: evolution of acetabular dysplasia after hip stabilization by brief Pavlik harness treatment. *Orthop Traumatol Surg Res.* 2014 Jun;100(4):357-61.
- [13] Kitoh H, Kawasumi M, Ishiguro N. Predictive factors for unsuccessful treatment of developmental dysplasia of the hip by the Pavlik harness. *J Pediatr Orthop.* 2009 Sep;29(6):552-7
- [14] García Suarez G, Fernández Gutierrez O, García García FJ, Hernández Elena J. Complicaciones en el tratamiento de la luxación congénita de cadera con arnés de Pavlik. *Rev Ortop Traumatol* 2000;5:444-446.
- [15] Tiruveedhula M, Reading IC, Clarke NMP. Failed Pavlik Harness Treatment for DDH as a Risk Factor for Avascular Necrosis. *J Pediatr Orthop.* 2015 Mar;35(2):140–143.

- [16] Schur MD, Lee C, Arkader A, Catalano A, Choi PD. Risk factors for avascular necrosis after closed reduction for developmental dysplasia of the hip. *J Child Orthop*. 2016 Jun;10(3):185-92
- [17] Li YQ, Li M, Guo YM, Shen XT, Mei HB, Chen SY, Shao JF, Tang SP, Canavese F, Xu HW; Chinese Pediatric Orthopedics Multicenter Clinical Study Group. Traction does not decrease failure of reduction and femoral head avascular necrosis in patients aged 6-24 months with developmental dysplasia of the hip treated by closed reduction: a review of 385 patients and meta-analysis. *J Pediatr Orthop B*. 2019 Sep;28(5):436-441.
- [18] Hussain RN, Rad D, Watkins WJ, Carpenter C. The incidence of avascular necrosis following a cohort of treated developmental dysplasia of the hip in a single tertiary centre. *J Child Orthop*. 2021 Jun 1;15(3):232-240.
- [19] Ömeroglu H. Treatment of developmental dysplasia of the hip with the Pavlik harness in children under six months of age: indications, results and failures. *J Child Orthop*. 2018 Aug 1;12(4):308-316.
- [20] Senaran H, Bowen JR, Harcke T. Avascular Necrosis Rate in Early Reduction After Failed Pavlik Harness Treatment of Developmental Dysplasia of the Hip. *J Pediatr Orthop*. 2007 Mar;27:192:197.
- [21] Chen C, Doyle S, Green D, Blanco J, Scher D, Sink E, Dodwell ER. Presence of the Ossific Nucleus and Risk of Osteonecrosis in the Treatment of Developmental Dysplasia of the Hip: A Meta-Analysis of Cohort and Case-Control Studies. *J Bone Joint Surg Am*. 2017 May 3;99(9):760-767.
- [22] Zhang G, Li M, Qu X, Cao Y, Liu X, Luo C, Zhang Y. Efficacy of closed reduction for developmental dysplasia of the hip: midterm outcomes and risk factors associated with treatment failure and avascular necrosis. *J Orthop Surg Res*. 2020 Dec 2;15(1):579.
- [23] Shaw KA, Moreland CM, Olszewski D, Schrader T. Late acetabular dysplasia after successful treatment for developmental dysplasia of the hip using the Pavlik method: A systematic literature review. *J Orthop*. 2018 Dec 4;16(1):5-10.
- [24] Novais EN, Sanders J, Kestel LA, Carry PM, Meyers ML. Graf Type-IV Hips Have a Higher Risk of Residual Acetabular Dysplasia at 1 Year of Age Following Successful Pavlik Harness Treatment for Developmental Hip Dysplasia. *J Pediatr Orthop*. 2018 Nov/Dec;38(10):498-502

[25] Novais EN, Kestel LA, Carry PM, Meyers ML. Higher Pavlik Harness Treatment Failure Is Seen in Graf Type IV Ortolani-positive Hips in Males. *Clin Orthop Relat Res*. 2016 Aug;474(8):1847-54.

[26] Aarvold A, Schaeffer EK, Kelley S, Clarke NMP, Herrera-Soto JA, Price CT, Mulpuri K; IHDI Study Group. Management of Irreducible Hip Dislocations in Infants With Developmental Dysplasia of the Hip Diagnosed Below 6 Months of Age. *J Pediatr Orthop*. 2019 Jan;39(1):e39-e43.

[27] Murnaghan ML, Browne RH, Sucato DJ, Birch J. Femoral nerve palsy in Pavlik harness treatment for developmental dysplasia of the hip. *J Bone Joint Surg Am*. 2011 Mar 2;93(5):493-9.