

Osteotomía periacetabular en el manejo de displasia de cadera asistida con fluoroscopia: resultados clínicos tempranos y radiológicos

Dr. Juan Manuel Nossa*, Dr. Carlos Alberto Morales**, Dr. Guillermo Rueda***,
Dr. Hugo Rodríguez*

* Instructor de cirugía reconstructiva y artroscopia de cadera. Departamento de Ortopedia y Traumatología, Clínica de cirugía reconstructiva y artroscopia de cadera, Fundación Universitaria de Ciencias de la Salud, Bogotá, Colombia.

** Ortopedia y Traumatología. Departamento de Ortopedia y Traumatología, Clínica de cirugía reconstructiva y artroscopia de cadera, Fundación Universitaria de Ciencias de la Salud, Bogotá, Colombia.

*** Profesor de cirugía reconstructiva y artroscopia de cadera. Departamento de Ortopedia y Traumatología, Clínica de cirugía reconstructiva y artroscopia de cadera, Fundación Universitaria de Ciencias de la Salud, Bogotá, Colombia.

Correspondencia:

Dr. Juan Manuel Nossa
Calle 97 No. 23-37 Cons. 515, Bogotá, Colombia.
Tel. (571) 2860585, Cel. 3184666307
juannossa10@yahoo.com

Fecha de recepción: 15 de octubre de 2011

Fecha de aprobación: 19 de enero de 2012

Resumen

Introducción: la osteotomía periacetabular está indicada como tratamiento para las secuelas de displasia de la cadera en adultos jóvenes; permite la reorientación acetabular para dar cubrimiento a la cabeza femoral. Se considera un procedimiento técnicamente demandante, lo que ha llevado a realizar varias modificaciones de la técnica original descrita por Ganz.

Materiales y métodos: para describir el resultado radiológico y funcional de pacientes sometidos a osteotomía periacetabular Bernesa asistido por fluoroscopia, se realizó una serie de casos entre enero de 2008 y septiembre de 2011. El seguimiento mínimo para el análisis clínico fue de 6 meses y para el análisis radiológico fue de 60 días.

Resultados: se evaluaron 32 caderas. La mediana del ángulo CB posoperatorio fue de 34°, el 3,2 % de los casos presentaron fracturas articulares y el 3,2 % tuvieron un tornillo en posición intraarticular. La media preoperatoria de la escala funcional WOMAC fue de 38 puntos, con mejoría en el posoperatorio a una media de 11 puntos para el grupo de pacientes con seguimiento clínico.

Discusión: la osteotomía periacetabular es un procedimiento que mejora la condición clínica y radiológica de los pacientes con displasia de cadera; es un procedimiento reproducible en el cual el uso de fluoroscopia intraoperatoria busca mejorar los resultados radiológicos, con baja incidencia de complicaciones.

Palabras clave: luxación congénita de la cadera, osteotomía, curva de aprendizaje.

[*Rev Col Or Tra* 2012; 26(2): 103-108]

Abstract

Introduction: Periacetabular osteotomy is a well accepted surgical procedure for the management of hip dysplasia sequelae in young adult people. The procedure allows the surgeon to reposition the acetabulum in order to cover the femoral head by itself. For the surgeon it is being considered to be a technically demanding procedure, therefore many technical improvements to the original technique described by Ganz have been introduced.

Methods: To describe radiological and functional outcomes in patients who underwent a periacetabular osteotomy under fluoroscopic guidance, a prospective cohort was performed from January 2008 to September 2011. Minimal functional follow-up for each patient was 6 months as well as 2 months for roentgenologic follow-up.

Results: 32 hips were included in the cohort. Mean CB post surgical angle was 34°, 3.2 % of the patients presented articular fractures, 3.2 % of the patients presented intra-articular screws. Mean WOMAC scale score was 38 before surgery with an improvement to a score of 11 after postoperative follow-up.

Discussion: Bernese osteotomy improves functional and radiological conditions of the patients who underwent to this surgical procedure in order to treat dysplastic hip sequelae. Even though it is a challenging procedure for the surgeon, it is reproducible, specially under controlled conditions such as fluoroscopic monitoring.

Key words: Hip dislocation congenital, osteotomy, learning curve.

[*Rev Col Or Tra* 2012; 26(2): 103-108]

Introducción

La incidencia de displasia de la cadera en desarrollo globalmente es de 3 a 4 casos por 1000 nacidos vivos. En el 60 % de los casos está afectada la cadera izquierda; en el 20 %, la derecha, y en el 20 %, ambas. Es más frecuente en el sexo femenino, con una relación 3:1 (1).

Pueden existir antecedentes familiares de displasia de la cadera en desarrollo en el 12-33 % de los pacientes que presentan la enfermedad. La tasa de deterioro articular de la cadera está relacionada directamente con la severidad de la subluxación y la edad del paciente. Los pacientes con subluxación o displasia acetabular muy severa presentan síntomas tempranamente, tanto como en la segunda década de la vida. Aquellos con subluxación o displasia acetabular moderada presentan síntomas entre los 30 y 40 años y aquellos con displasia acetabular leve experimentan sintomatología hacia los 55-60 años de vida (2).

Los procedimientos diseñados para mejorar el cubrimiento acetabular se pueden dividir en osteotomías de reorientación acetabular y procedimientos de aumentación. Entre los primeros se encuentran la osteotomía simple de Salter, las osteotomías dobles y triples y las periacetabulares como la osteotomía de Bernesa/Ganz y las osteotomías esféricas. Estos procedimientos buscan un cubrimiento con cartílago hialino y por lo tanto son procedimientos de elección en los estadios tempranos de la enfermedad degenerativa. Con los procedimientos de aumentación, como el Chiari y los techos acetabulares, se busca crear una metaplasia fibrocartilaginosa de la cápsula articular, razón por la cual se deben reservar para estadios tardíos o simplemente para estabilizar la articulación. Se han descrito múltiples problemas técnicos con las diferentes osteotomías de reorientación. La osteotomía de Salter, por ejemplo, tiene poca utilidad en pacientes adultos jóvenes o adolescentes debido a la rigidez de la sínfisis púbica que es el punto pivote de esta osteotomía, obteniendo un pobre cubrimiento en displasia moderada o severa. Las osteotomías triples requieren de varios abordajes y la movilización del acetábulo está limitada por los ligamentos sacrociáticos. Además, causan una deformidad importante de la pelvis como alteración del canal del parto, consideración importante en las mujeres jóvenes. Sin embargo, está indicada en pacientes antes de llegar a la madurez esquelética. Las ventajas de la osteotomía periacetabular de Bernesa/Ganz son: 1) los cortes son reproducibles a través de un solo abordaje; 2) en el fragmento acetabular osteotomizado se preserva la circulación pericapsular y la circulación proveniente de la arteria glútea inferior, lo que disminuye el riesgo de necrosis del fragmento acetabular; 3) permite el desplazamiento interno del centro de giro articular en caso

de ser necesario; 4) no requiere la disección de los músculos abductores de la cadera; 5) es una osteotomía estable, ya que preserva la integridad del pilar posterior; 6) la forma de la pelvis verdadera no se altera, preservando el canal normal del parto; 7) la movilidad del fragmento osteotomizado es libre en todos los planos favoreciendo el cubrimiento anterior y lateral con adecuado control de la versión acetabular; 8) permite realizar una capsulotomía e inspección de las estructuras intraarticulares (3, 4, 5, 6, 7).

La osteotomía periacetabular de Ganz es un procedimiento eficaz para el tratamiento de la displasia de cadera dolorosa, con una tasa de supervivencia a 10 años del 90,8 % y a 15 años del 83 %; sin embargo, es un procedimiento técnicamente exigente con complicaciones reportadas hasta en el 15 % de los casos (8). Davey y cols. (9) describieron las complicaciones relacionadas con este tipo de osteotomía como:

Triviales: no uniones púbicas asintomáticas, disminución de la sensibilidad dada por lesión del nervio femorocutáneo lateral y osificación heterotópica asintomática.

Moderadas: neuroapraxia, fracturas que no necesitan tratamiento, sobrealargamiento de la extremidad y complicaciones médicas menores.

Severas: distrofia simpática refleja, parálisis de nervios con secuelas permanentes (ciático, crural), sangrado mayor, pérdida de la fijación, necesidad de reintervención, trombosis venosa, fracturas intraarticulares, infección, fractura de la columna posterior.

En la experiencia de los autores, se reconoce la osteotomía periacetabular de Ganz como la mejor alternativa para el manejo de la cadera displásica sintomática en el adulto joven. Teniendo en cuenta que se trata de un procedimiento técnicamente exigente, y que requiere una curva de aprendizaje prolongada, la cual además influye en los resultados, se considera que el uso de fluoroscopia intraoperatoria para el control de los cortes óseos y la posición del fragmento osteotomizado favorece los buenos resultados. Por esta razón, el objetivo de este estudio es evaluar los resultados radiológicos y clínicos de la osteotomía periacetabular de Ganz asistida con fluoroscopia.

Materiales y métodos

Para evaluar los resultados radiológicos y clínicos de la osteotomía periacetabular de Ganz asistida con fluoroscopia en la Fundación Universitaria de Ciencias de la Salud, se realizó una cohorte prospectiva durante el periodo

comprendido entre enero de 2008 y septiembre de 2011. El protocolo de manejo para pacientes adultos jóvenes con diagnóstico de cadera displásica fue previamente aprobado por el comité de investigación de la Facultad de Medicina de la fundación. Todos los procedimientos fueron realizados por cirujanos pertenecientes al grupo de Cirugía Reconstructiva y Artroscopia de Cadera institucional, y todos los pacientes incluidos en el estudio firmaron consentimiento informado previa realización del procedimiento, cumpliendo así con lo establecido en la Resolución 008430 de 1993 del Ministerio de Salud de la República de Colombia. Se incluyeron todos los pacientes a quienes se les realizó una osteotomía periacetabular asistida por fluoroscopia para el tratamiento de secuelas de displasia de cadera en el periodo de tiempo mencionado. Se excluyeron aquellos pacientes con antecedente de osteotomía pélvica previa y aquellos que no completaron el seguimiento clínico y/o radiológico.

Durante el periodo de estudio se realizaron 35 osteotomías pélvicas periacetabulares de Ganz asistidas por fluoroscopia. Se excluyeron 3 pacientes: uno por antecedente de osteotomía pélvica y los otros 2 por tener estudios imaginológicos incompletos. En total, 32 caderas fueron incluidas para el análisis, con un seguimiento mínimo de 6 meses para el análisis clínico y de 60 días para la evaluación radiológica. El análisis radiológico consistió en una proyección anteroposterior (AP) con apoyo, una proyección lateral (*cross-table*) para evaluar la morfología femoral y una radiografía AP en abducción para evaluar la congruencia articular. El análisis fue realizado por dos cirujanos expertos en cirugía de cadera y un residente de último año de ortopedia; las medidas cuantitativas y cualitativas se establecieron por consenso entre los tres observadores.

Las variables independientes que se consideraron fueron: 1) datos demográficos, 2) evaluación radiológica preoperatoria (tabla 1) y 3) evaluación clínica preoperatoria, medida con la escala funcional WOMAC (10, 11) validada en español, donde una puntuación de 96 es el peor estado clínico posible y una de 0 es el mejor estado clínico posible. Las variables desenlace evaluadas fueron: 1) evaluación radiológica posoperatoria, 2) evaluación funcional posoperatoria con la escala WOMAC para aquellos pacientes que completen seguimiento mínimo de 6 meses y 3) complicaciones intra y posoperatorias triviales, moderadas y mayores.

Consideraciones en la técnica quirúrgica

El procedimiento se realiza en mesa radiolúcida, con el paciente en decúbito supino a través de un abordaje de Smith Petersen limitado trans-sartorio, en el cual no se realiza una osteotomía a la espina iliaca anterosuperior y se hace una di-

sección subperióstica del músculo sartorio y del psoas iliaco, los cuales se retraen medialmente para facilitar la exposición de la columna anterior y medial del acetábulo (12). Los cortes de la osteotomía se realizan como en la técnica original descrita por Ganz y la asistencia de fluoroscopia intraoperatoria tiene como objetivo verificar la orientación de los cortes de la osteotomía y asistir al cirujano en la evaluación de corrección, posición y fijación de la osteotomía periacetabular. La técnica utilizada es la descrita por Clohisy (13).

Las medidas radiológicas evaluadas en la radiografías pre y posoperatorias se describen en la tabla 1.

Tabla 1. Definición de las medidas radiológicas utilizadas y sus valores normales (14).

Medida radiológica	Definición y valores normales
Ángulo centro borde	Ángulo formado por la vertical y la línea que va del centro de la cabeza femoral hasta el borde más externo del techo acetabular. Su valor normal es de $25^\circ \pm 0,5$.
Ángulo de la ceja	Ángulo formado por la línea del área de carga del punto más externo del acetábulo y la paralela de la tuberosidad bisquiática. Su valor normal es de 0° a 10° .
Ángulo de Sharp	Ángulo formado por la línea que une el borde distal de las gotas de lágrima y la línea que corresponde al plano de entrada del acetábulo. Su valor normal es de $42^\circ \pm 0,5$.
Arco de Shenton	Congruencia entre el borde superior del agujero obturador y el borde interno del cuello femoral
Signo de entrecruzamiento (15)	El reborde signo de retroversión acetabular
Ángulo cervico-diafisario	Ángulo formado por el eje longitudinal del cuello femoral y el eje diafisario del mismo hueso. Su valor normal es de 135° a 140° .
Grado de artrosis	Clasificación de Tonnis (16)

A los pacientes se les realizó una llamada telefónica y se citaron a la consulta externa para poder evaluar las radiografías y la escala funcional de WOMAC; los datos se corroboraron con los registros de la historia clínica.

Se realizó un análisis estadístico descriptivo con frecuencias absolutas y relativas para las variables cualitativas (sexo, grado de artrosis, *cross-over*, cabeza esférica, complicaciones, hallazgos radiográficos posintervención). Para las variables cuantitativas se calcularon medidas de tendencia central y de dispersión. El análisis estadístico se realizó en el programa Stata versión 10.

Resultados

De las 32 caderas que fueron incluidas en el estudio, el 97 % eran de sexo femenino. La edad promedio del grupo fue de 26,7 años (DE: 8,6).

En la evaluación radiológica preoperatoria se encontró que el 65,6 % (n = 21) no presentaban signos radiológicos de osteoartrosis; el 31,3 % (n = 10) se clasificaron como osteoartrosis Tonnis 1 y un paciente (3,2 %) se clasificó como osteoartrosis Tonnis 2. El 65,6 % (n = 21) de las cabezas femorales fueron esféricas y en el 34,4 % se presentó alteración de la esfericidad; esta se midió con los círculos concéntricos de Mose. El 59 % (n = 19) de las caderas requirió artrotomía y osteocondroplastia de la cabeza femoral por presentar una alteración del *offset* cabeza-cuello femoral o un ángulo alfa > 50°. Al 6,2 % (n = 2) de las caderas se les realizó en un primer tiempo quirúrgico una osteotomía femoral varizante y desrotatoria; la indicación quirúrgica de este primer procedimiento fue toda cadera que en la radiografía AP con 20° de rotación interna presentara un ángulo cervico-diafisario mayor de 140° y una ruptura persistente del arco de Shenton. Los hallazgos radiológicos del pre y posoperatorio se describen en la tabla 2.

Tabla 2. Medidas radiológicas pre y posoperatorias.

Medida radiológica	Preoperatorio	Posoperatorio
Signo de entrecruzamiento	21,8 % (n = 7)	48 % (n = 15)
Arco de Shenton roto	43,7 % (n = 14)	6 % (n = 2)
Arco de Shenton normal	56 % (n = 18)	94 % (n = 29)
Ángulo de la ceja	16° (RIQ*: 10-18°)	8° (RIQ*: 5-10°)
Ángulo centro borde	20° (RIQ*: 11-22°)	34° (RIQ*: 28-38°)
Ángulo de Sharp	50° (RIQ*: 47-55°)	40° (RIQ*: 40-44°)

* RIQ: rango intercuartílico

En los gráficos de caja y bigotes se evalúan las variables cuantitativas, donde se evidenció una normalización de las medidas radiológicas en el control posoperatorio. Sin embargo, se encontró un efecto no deseado por riesgo de pinzamiento femoroacetabular dado por un ángulo centro borde mayor de 40° encontrado en 5 pacientes que corresponden al 16 % de la muestra; ningún paciente presentó ángulos centro borde mayores de 50° que sugirieran sobrecubrimiento (figura 1).

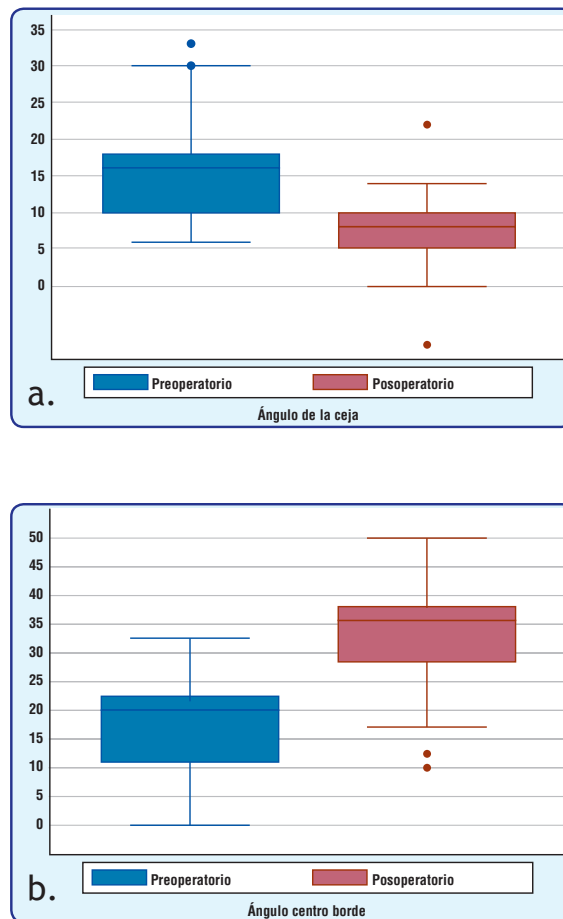


Figura 1. Diagramas de caja y bigotes pre y posoperatorios. a) Diagrama del ángulo de la ceja. Se observa un paciente con una medida extrema en el posoperatorio (22°) y otro paciente con un ángulo de la ceja negativo (-8°). b) Diagrama del ángulo centro borde. Se evidencian dos pacientes con medidas extremas en el posoperatorio, con ángulos centro borde menores de 20°.

En total, 21 pacientes fueron candidatos para el seguimiento clínico con la escala funcional y de calidad de vida para osteoartrosis WOMAC, encontrando mejoría de su estado clínico, con un cambio del promedio preoperatorio de 38 puntos (RIQ: 19-81) a un promedio posoperatorio de 11 puntos (RIQ: 4-23) (figura 2).

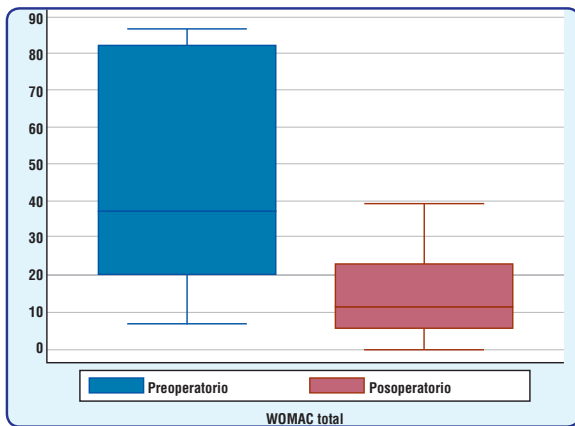


Figura 2. Diagrama de caja y bigotes pre y posoperatorio de la escala WOMAC.

La frecuencia de complicaciones moderadas y mayores en este grupo de estudio que se considera dentro de la fase de curva de aprendizaje fue de 9,3 % ($n = 3$). Las complicaciones triviales se presentaron en el 31 % ($n = 10$) de los casos. Las complicaciones moderadas se presentaron en el 3,1 % ($n = 1$): un paciente con neuroapraxia del nervio ciático que mejoró totalmente a las 12 semanas del posoperatorio. Las complicaciones mayores se presentaron en el 6,2 % ($n = 2$): un paciente con una fractura articular del acetábulo y un paciente que requirió reintervención a los 15 días posoperatorios por presentar un tornillo intraarticular.

Discusión

Se considera que la displasia de cadera representa una causa de artrosis secundaria de la cadera, ya que la falta de cubrimiento de la cabeza femoral determina unas presiones elevadas sobre la zona de carga de las superficies articulares de la cadera, produciendo cambios degenerativos precoces. La osteotomía periacetabular de Ganz se considera una osteotomía reconstructiva extremadamente efectiva para el tratamiento de la displasia acetabular leve a moderada. La osteotomía periacetabular tiene como objetivo principal ubicar el fragmento acetabular osteotomizado en una adecuada posición que incluye cubrimiento de la cabeza femoral, versión acetabular y orientación horizontal del techo acetabular. Sin embargo, este procedimiento es técnicamente demandante y requiere una curva de aprendizaje que puede asociarse a fallas en la corrección del fragmento acetabular tales como: corrección insuficiente, sobrecorrección, retroversión acetabular o la presencia de complicaciones clínicas.

Varios autores han identificado la asociación de la presencia de complicaciones con la curva de aprendizaje. En la descripción original del grupo de Berna (17), la mayoría de complicaciones con significación clínica ocurrieron en los primeros 20 procedimientos. Peters y cols. (18) describen que la mayoría de fallas se presentaron en los primeros 30 procedimientos con una incidencia de complicaciones mayor del 12 % en el total de la serie. Davey y cols. muestran una disminución estadísticamente significativa de complicaciones severas del 17 % en los primeros 35 casos al 2,9 % en los siguientes 35 casos; asimismo, las complicaciones moderadas disminuyeron del 28 % en los primeros 35 casos al 11,4 % en los siguientes 35 casos. En nuestro estudio la frecuencia de complicaciones con significación clínica se presentó en el 9,3 % de los casos, lo cual es comparable con los datos reportados en la literatura.

Las indicaciones corresponden a pacientes adultos jóvenes menores de 32 años, según algunas series reportadas (19). En este trabajo la media fue un poco menor a lo reportado en la literatura, con un promedio de 26,7 años.

El objetivo de la osteotomía de Ganz en los resultados radiológicos es la reconstrucción anatómica con un cubrimiento completo de la cabeza femoral (20). El control fluoroscópico permite la confirmación de los cortes y es una ayuda para lograr una adecuada corrección y fijación, como lo describe el artículo de Clohisy (21). En el presente estudio, los resultados radiológicos muestran una adecuada corrección de los ángulos; en el 94 % de los pacientes se logró restaurar el arco de Shenton, signo de subluxación de la cabeza femoral, lo cual es un buen resultado posquirúrgico. Siebenrock reporta 62 % de recuperación del arco en su serie de 75 caderas (22). Sin embargo, el procedimiento no está exento de presentar déficit en la corrección o sobrecorrección del fragmento. Entre los efectos no deseados de la osteotomía está tener ángulos centro borde mayores de 40° o signos de entrecruzamiento positivos, que en nuestro estudio se presentaron en el 15 % y 48 % de los casos, respectivamente; la presencia de estos signos puede conllevar a problemas clínicos de pinzamiento femoroacetabular y osteoartrosis secundaria. El signo de entrecruzamiento acetabular se ha identificado como un hallazgo radiológico con una sensibilidad del 92 %, una especificidad del 55 %, un valor predictivo positivo de 59 % y un valor predictivo negativo de 91 % para retroversión acetabular (23). Nicholas y cols. (24) encontraron una correlación entre retroversión acetabular y osteoartrosis de cadera; sin embargo, el signo de entrecruzamiento es una medida difícil de valorar ya que

se ve influenciada por la inclinación pélvica, lo cual hace difícil su interpretación. Tal vez esta es la razón por la cual Yasunaga y cols. (25) describen el signo de entrecruzamiento positivo en el 42,6 % de los casos posoperatorios de osteotomía rotacional acetabular en 115 caderas, sin evidencia significativa de progresión a artrosis, a pesar de la presencia de este signo, con un promedio de seguimiento de 13 años. En nuestro estudio el seguimiento clínico es corto y no es posible realizar una correlación clínica entre el signo de entrecruzamiento y los síntomas de pinzamiento femoroacetabular o la progresión a osteoartrosis.

La experiencia temprana del grupo de cirugía reconstructiva y artroscopia de cadera en osteotomía periacetabular de Ganz es favorable, con resultados comparables a los reportados en la literatura, mediante la utilización de una técnica reproducible, en la cual el uso de fluoroscopia intraoperatoria facilita la orientación del cirujano durante la realización del procedimiento quirúrgico. Este es un procedimiento técnicamente demandante que requiere un entrenamiento y la adecuada selección del paciente.

Referencias bibliográficas

- Céspedes LJ. Displasia de la cadera en desarrollo. En: Rosselli P. Ortopedia infantil. Bogotá: Editorial Médica Panamericana; 2005. p. 150-61.
- Canale C. Trastorno no traumático de origen diverso. En: Canale C, editor. Cirugía ortopédica de Campbell. Madrid: Elsevier; 2004. p. 905-60.
- Clohisy JC, Barrett SE, Gordon JE, Delgado ED, Schoenecker PL. Periacetabular osteotomy for the treatment of severe acetabular dysplasia. *J Bone Joint Surg Am* 2005 Feb; 87(2): 254-9.
- Hussell JG, Rodríguez JA, Ganz R. Technical complications of the Bernese periacetabular osteotomy. *Clin Orthop Relat Res* 1999 Jun; (363): 81-92.
- Mechlenburg I, Daugaard H, Soballe K. Radiation exposure to the orthopaedic surgeon during periacetabular osteotomy. *Int Orthop* 2009 Dec; 33(6): 1747-51.
- Sanchez-Sotelo J, Berry DJ, Trousdale RT, Cabanela ME. Surgical treatment of developmental dysplasia of the hip in adults: II. Arthroplasty options. *J Am Acad Orthop Surg* 2002 Sep; 10(5): 334-44.
- Troelsen A. Surgical advances in periacetabular osteotomy for treatment of hip dysplasia in adults. *Acta Orthop Suppl* 2009 Apr; 80(332): 1-33.
- Ito H, Tanino H, Yamanaka Y, Minami A, Matsuno T. Intermediate to long-term results of periacetabular osteotomy in patients younger and older than forty years of age. *J Bone Joint Surg Am* 2011 Jul; 93(14): 1347-54.
- Davey JP, Santore RF. Complications of periacetabular osteotomy. *Clin Orthop Relat Res* 1999 Jun; (363): 33-7.
- Rothenfluh DA, Reedwisch D, Muller U, Ganz R, Tennant A, Leunig M. Construct validity of a 12-item WOMAC for assessment of femoro-acetabular impingement and osteoarthritis of the hip. *Osteoarthritis Cartilage* 2008 Sep; 16(9): 1032-8.
- Escobar A, Quintana JM, Bilbao A, Azkarate J, Guenaga JI. Validation of the Spanish version of the WOMAC questionnaire for patients with hip or knee osteoarthritis. Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Index. *Clin Rheumatol* 2002 Nov; 21(6): 466-71.
- Troelsen A, Elmengaard B, Soballe K. A new minimally invasive transartorial approach for periacetabular osteotomy. *J Bone Joint Surg Am* 2008 Mar; 90(3): 493-8.
- Clohisy JC, McClure JT. Treatment of anterior femoroacetabular impingement with combined hip arthroscopy and limited anterior decompression. *Iowa Orthop J* 2005; 25: 164-71.
- Muñoz Gutiérrez J, editor. Atlas de mediciones radiográficas en ortopedia y traumatología. 1.ª ed. México D. F.: McGraw-Hill Interamericana; 1999. p. 139-77.
- Reynolds D, Lucas J, Klaue K. Retroversion of the acetabulum. A cause of hip pain. *J Bone Joint Surg Br* 1999 Mar; 81(2): 281-8.
- Tonnis D, Heinecke A. Acetabular and femoral anteversion: relationship with osteoarthritis of the hip. *J Bone Joint Surg Am* 1999 Dec; 81(12): 1747-70.
- Ganz R, Klaue K, Vinh TS, Mast JW. A new periacetabular osteotomy for the treatment of hip dysplasias. Technique and preliminary results. *Clin Orthop Relat Res* 1988 Jul; (232): 26-36.
- Peters CL, Erickson JA, Hines JL. Early results of the Bernese periacetabular osteotomy: the learning curve at an academic medical center. *J Bone Joint Surg Am* 2006 Sep; 88(9): 1920-6.
- Mayo KA, Trumble SJ, Mast JW. Results of periacetabular osteotomy in patients with previous surgery for hip dysplasia. *Clin Orthop Relat Res* 1999 Jun; (363): 73-80.
- Rasquinha BJ, Sayani J, Rudan JF, Wood GC, Ellis RE. Articular surface remodeling of the hip after periacetabular osteotomy. *Int J Comput Assist Radiol Surg* 2012 Mar; 7(2): 241-8.
- Ruchelsman DE, Feldman DS. Minimizing osteotomy related complications for abductor sparing periacetabular osteotomy using C-arm image intensification. *Orthopedics* 2007 Jun; 30(6): 467-71.
- Matta JM, Stover MD, Siebenrock K. Periacetabular osteotomy through the Smith-Petersen approach. *Clin Orthop Relat Res* 1999 Jun; (363): 21-32.
- Dandachli W, Islam SU, Liu M, Richards R, Hall-Craggs M, Witt J. Three-dimensional CT analysis to determine acetabular retroversion and the implications for the management of femoro-acetabular impingement. *J Bone Joint Surg Br* 2009 Aug; 91(8): 1031-6.
- Giori NJ, Trousdale RT. Acetabular retroversion is associated with osteoarthritis of the hip. *Clin Orthop Relat Res* 2003 Dec; (417): 263-9.
- Yasunaga Y, Yamasaki T, Matsuo T, Ishikawa M, Adachi N, Ochi M. Crossover sign after rotational acetabular osteotomy for dysplasia of the hip. *J Orthop Sci* 2010 Jul; 15(4): 463-9.