

# Incidencia de Luxación Protésica en Postoperados de Fractura Medial de Cadera. Estudio comparativo con el uso de cabezas de 28 mm., 32 mm. y 36 mm.

Francisco José Nally, Gerardo Zanotti, Martín Buttaró, Fernando Comba, Francisco Piccaluga

*Centro de Cadera 'Sir John Charnley'.*

*Hospital Italiano de Buenos Aires, Argentina.*

## RESUMEN

**Introducción:** Las cirugías por fractura de cadera suelen tener un riesgo aumentado de luxación que ronda en un 9 a 14%. Consideramos que la utilización de cabezas de 36 mm podría disminuir el riesgo de luxación en casos de ATC por fractura medial de cadera. El objetivo del siguiente estudio es comparar el índice de luxación a los 12 meses entre ATC por fractura operadas con cabezas de 28 mm, 32 mm y 36 mm durante los últimos 7 años en nuestra comunidad cerrada.

**Materiales y métodos:** Se realizó una Cohorte retrospectiva de 272 pacientes operados por fractura medial de cadera operados con prótesis total de cadera, desde el 2009 al 2016. Se excluyeron las hemiartroplastias (n: 178) y las fracturas impactadas en valgo tratadas con osteosíntesis (n:98) así como las fracturas laterales del mismo periodo (n:324). Se formaron así 3 grupos de pacientes, un primer grupo tratado con cabezas de 28 mm (n:65), un segundo grupo tratado con cabezas de 32 mm (n:130) y un tercer grupo tratado con cabezas de 36 mm (n:77) según el estándar de tratamiento de cada periodo estudiado. Se realizaron mediciones sobre radiografías de frente de ambas caderas, considerando la posición del cotilo, el alargamiento y el offset, así como las comorbilidades que puedan condicionar la luxación articular. Se definió como zona de seguridad biomecánica cuando el alargamiento y el offset fue menor a 5 mm y mayor a -5 mm.

**Resultados:** Las variables que fueron estadísticamente significativamente entre los grupos fueron la zona de seguridad y las comorbilidades. Los pacientes que se luxaron estaban más frecuentemente fuera de la zona de seguridad que los que se luxaron (45% vs 79%, p 0,016). Asimismo, el grupo de pacientes que se luxaron tenían mayor proporción de comorbilidades que los que no se luxaron (11,7% vs 1,9%, p 0,064). En el análisis multivariado incluyendo las variables tamaño de la cabeza, zona de seguridad acetabular, zona de seguridad biomecánica y comorbilidades, tanto la zona de seguridad acetabular como la presencia de comorbilidad mantuvieron la significancia estadística (p 0,018 y 0,027, respectivamente). Los datos provenientes de dicho análisis multivariado mostraron que los pacientes con comorbilidades tenían un OR de 7,66 (IC 95% 1,25-46,64), y los pacientes que estaban dentro de la zona de seguridad un OR de 0,29 (IC 95% 0,10-0,81) para luxarse.

**Conclusiones:** La luxación protésica en pacientes con fractura medial de cadera responde a causas multifactoriales pero las comorbilidades y la posición del cotilo resultó de mayor peso estadístico. La utilización de cabezas protésicas con diámetro de 32 mm o 36 mm no redujo la incidencia de luxación con respecto a las de 28 mm en pacientes fracturados de cadera.

**Nivel de evidencia:** III

**Palabras clave:** Luxación; Dislocación; Artroplastia Total de Cadera; Tamaño Cabeza Femoral; Comorbilidades; Fractura de Cadera

## ABSTRACT

**Introduction:** Surgeries for hip fracture usually have an increased risk of dislocation, which is around 9 to 14% (2).

We consider that the use of 36 mm femoral heads could reduce the dislocation risks in cases of THA due to medial hip fracture. The objective of the following study is to compare the dislocation index in the first 12 months comparing the usage of 28 mm, 32 mm and 36 mm femoral heads during the last 7 years in our closed community.

**Materials and methods:** A retrospective cohort of 272 patients operated for medial hip fracture operated on with total hip prosthesis from 2009 to 2016 was performed. Hemiarthroplasties (n: 178) and impacted valgus fractures treated with osteosynthesis (n:98) were excluded. Lateral fractures of the same period (n:324) and pathological fractures were also excluded. Thus, 3 groups of patients were formed, a first group treated with 28 mm heads (n: 65), a second group treated with 32 mm heads (n: 130) and a third group treated with 36 mm heads (n: 77) according to the standard treatment in each period studied.

Radiographic measurements were made on frontal radiographs of both hips, considering the position of the cup, elongation and offset, as well as the comorbidities that may condition the joint dislocation. It was defined as a biomechanical safety zone when the elongation and offset were less than 5 mm and greater than -5 mm.

**Results:** The variables that were statistically significant between the groups were the safety zone and comorbidities. Patients who dislocated were more frequently outside the safety zone than those who did not dislocate (45% vs. 79%, p 0.016). Also, the group of patients who dislocated had a greater proportion of comorbidities than those who did not dislocate (11.7% vs. 1.9%, p 0.064). Head size resulted not statistically significant. In the multivariate analysis including

*the variables head size, acetabular safety zone, biomechanical safety zone and comorbidities, both the acetabular safety zone and the presence of comorbidity maintained statistical significance (p 0.018 and 0.027, respectively). The multivariate analysis showed that patients with comorbidities had an OR of 7.66 (95% CI 1.25-46.64), and patients who were within the safety zone an OR of 0.29 (95% CI 0.10-0.81) to dislocate.*

**Conclusions:** *The prosthetic dislocation in patients with medial hip fracture responds to multifactorial causes, but the comorbidities and the position of the acetabulum result in greater statistical weight. The use of prosthetic heads with a diameter of 32 mm or 36 mm did not reduce the incidence of dislocation compared to 28 mm in fractured hip patients.*

**Level of evidence:** III

**Key words:** Luxation; Dislocation; Total Hip Arthroplasty; Femoral Head Size; Comorbidities; Hip Fracture

## INTRODUCCIÓN

La luxación es una de las complicaciones más importantes de las artroplastias totales de cadera (ATC) ya sea en primarias por patologías degenerativas como por fracturas mediales. Las cirugías por fractura de cadera suelen tener un riesgo aumentado de luxación que ronda en un 9 a 14%.<sup>1</sup> Algunas de las razones asociadas a la mayor inestabilidad son la lesión capsular, incapacidad de realizar técnicas de medición de longitud como la descrita por Woolson, edema de partes blandas que puedan determinar que la cápsula sea menos continente, entre otras.<sup>2,3</sup>

El estado cognitivo del paciente tiene una influencia directa con la incidencia de luxación, existen trabajos con un aumento de casi 3 veces del riesgo de luxación en aquellos pacientes con deterioro cognitivo.<sup>4</sup> Algunos autores relacionan los eventos de luxación con el género, la relación mujer: hombre es de 3:1 según la bibliografía.<sup>5,6</sup>

Se reportó en forma experimental<sup>7</sup> y por resultados clínicos<sup>8</sup> que el tamaño de la cabeza es un factor decisivo en la estabilidad protésica donde la utilización de cabezas con diámetro mayor a 32 mm disminuye el riesgo de choque entre el componente femoral y acetabular.<sup>4</sup> El aumento del tamaño de la cabeza femoral aumenta la distancia de salto conduciendo a un menor riesgo de luxación.<sup>1,3</sup>

### Hipótesis

Consideramos que la utilización de cabezas de 36 mm pueden disminuir el riesgo de luxación en casos de ATC por fractura medial de cadera. La mayor distancia de salto que otorga la cabeza de mayor diámetro disminuye el riesgo de luxación otorgando mejor control de estabilidad a este grupo de pacientes.

### Objetivos

El objetivo del siguiente estudio es comparar el índice de luxación a los 12 meses entre ATC por fractura operadas con cabezas de 28 mm, 32 mm y 36 mm durante los últimos 7 años en nuestra comunidad cerrada.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Diseño

Se realizó una Cohorte retrospectiva entre pacientes operados por fractura medial de cadera operados con prótesis total de cadera, desde la fecha en que se dispone de historia clínica electrónica al 2016, en el Hospital Italiano de Buenos Aires, buscando tener un grupo cerrado con la menor pérdida de pacientes posible. No se realizó distinción por obra social y la pérdida de seguimiento fue insignificante.

### Período

Desde abril del 2009 a diciembre del 2016.

### Criterios de Selección

#### *Criterios de inclusión*

Pacientes operados con prótesis total de cadera intervenidas por fractura medial desplazada en pacientes activos deambuladores extradomiciliarios sin límite de edad. Se incluyeron todos los pacientes operados en el Hospital Italiano de Buenos Aires, desde 2009 a diciembre de 2016, con un seguimiento mínimo de 12 meses postoperados.

#### *Criterios de exclusión*

Se excluyeron aquellos pacientes con fracturas mediales no desplazadas tratados con tornillos canulados y fracturas mediales desplazadas, en pacientes deambuladores intradomiciliarios tratados con hemi-artroplastias. Se excluyeron fracturas laterales de cadera tratadas con osteosíntesis o fracturas patológicas.

Se excluyeron aquellos pacientes operados que no realizaron todos sus controles postoperatorios en nuestro centro, dado que contaban con otros financiadores.

#### *Variable explicativa*

Se formarán así 3 grupos de pacientes, un primer grupo tratado con cabezas de 28 mm, un segundo grupo tratado con cabezas de 32 mm y un tercer grupo tratado con cabezas de 36 mm según el standard de tratamiento de cada periodo estudiado.

### *Comorbilidades*

Se buscó en la historia clínica, factores de riesgo independientes para luxación que puedan estar presentes como: consumo de alcohol, enfermedades degenerativas del sistema nervioso como enfermedad de Parkinson o demencia, cuadros de desorientación durante la internación, consumo de medicación psiquiátrica o infecciones perioperatorias.

### *Variable de resultado*

Se define como índice de luxación al número de casos reportados de luxación sobre el total de casos tratados dentro de los primeros 12 meses de su cirugía. Se define luxación como al menos 1 evento de luxación durante el periodo postoperatorio hasta el año de la cirugía.

### *Evaluación Radiológica*

La evaluación radiográfica se realizó mediante radiografías digitales de ambas caderas frente. Se midió la anteversión y la inclinación del componente acetabular, utilizando el dato objetivo para calibrar la imagen del certificado de implante. La anteversión se medirá con el método de Lewineck.<sup>9</sup> Además se midió la lateralización (offset) y el alargamiento (discrepancia de longitud) y se definió una zona biomecánica de seguridad, comprendida en el centímetro cuadrado que rodea al centro de rotación biomecánico considerando como seguro si se encontró  $\pm 5$  mm de alargamiento y offset con el fin de disminuir el número de variables para el análisis multivariable. Todas estas mediciones se realizarán en sistema RAIM Viewer 2.2.0.10. Se evaluará también la presencia de radiolucencias en ambos componentes, así como también la migración de los mismos.

### *Muestreo y cálculo del tamaño de la muestra*

El muestreo será en forma consecutiva. Se realizó un cálculo muestral para saber el número de pacientes a incluir, considerando un riesgo de luxación entre 8% y 12% serían necesarios 1764 pacientes. Se incluyeron la mayor cantidad de casos desde el inicio del registro electrónico para poder determinar el número de luxaciones.

### *Análisis estadístico*

Las variables categóricas se describen como proporciones con su intervalo de confianza 95%. Las variables cuantitativas se describen como media y desvío estándar o mediana e intervalo intercuartil según distribución. Se buscaron diferencias estadísticamente significativas en cuanto al índice de luxación entre los grupos estudiados. Se compararon las variables categóricas entre los tres grupos con el test de chi 2 global y se identificarán las comparaciones múltiples para identificar el grupo con comporta-

miento diferente. Las variables cuantitativas se compararon con ANOVA de un factor. Se consideró significativo una  $p=0,05$  o menor. Se buscará controlar algún factor de confusión asociado al riesgo de luxación utilizando un modelo de regresión logística múltiple para evaluar el resultado primario asociado al tamaño de la prótesis ajustado por otras variables.

### *Consideraciones éticas*

El estudio será observacional retrospectivo y se realizó en total acuerdo con la normativa nacional e internacional vigente: la Declaración de Principios éticos para las investigaciones médicas en seres humanos de Helsinki de la Asociación Médica Mundial y enmiendas posteriores, las guías de Buenas Prácticas Clínicas de la Conferencia Internacional de Armonización ICH y las leyes regulatorias locales. Dado las características retrospectivas y que toda la información fue recabada de bases de datos secundarios, no se necesitó nuevo consentimiento informado adicional al que firman los pacientes al ingreso hospitalario.

Se trabajó con una base de datos anónima utilizando el número de ID institucional como identificación, resguardando el anonimato a través de la utilización de tablas sin detalles, manipuladas de forma privada por los autores. Todos los datos del estudio serán tratados con máxima confidencialidad de manera anónima, con acceso restringido sólo para el personal autorizado a los fines del estudio de acuerdo con la normativa legal vigente Ley Nacional de Protección de Datos Personales 25.326 (Ley de Habeas data).

### *Financiación*

Dado el carácter observacional el presente estudio no ocasionará gastos para el paciente ni su cobertura de salud. La evaluación de las Historias clínicas será financiada por el servicio de Ortopedia y Traumatología del Hospital Italiano de Buenos Aires.

## RESULTADOS

Los resultados epidemiológicos se muestran en la tabla 1 donde se expresan los 3 grupos conformados y las mediciones radiográficas realizadas en la radiografía de control postoperatoria.

En la tabla 2 se muestran la comparación de las distintas variables entre los pacientes que presentaron luxación y los que no se luxaron. Las variables que fueron estadísticamente significativas entre los grupos fueron: la zona de seguridad y las comorbilidades. El porcentaje mostrado en las variables analizadas para el grupo donde ocurrió la luxación se refieren al total de pacientes luxados. Los pacientes que se luxaron estaban más frecuentemente fuera

TABLA 1: CARACTERÍSTICAS EPIDEMIOLÓGICAS DEL GRUPO DE ESTUDIO

Total de pacientes estudiados	272
Mujeres	221 (81%)
Edad	82 (76-85)
Grupo 1 (Cabeza 28 mm)	65 (24%)
Grupo 2 (Cabeza 32 mm)	130 (48%)
Grupo 3 (Cabeza 36 mm)	77(28%)
Cotilo en Zona de Seguridad de Lewinneck(9)	212 (78%)
Alargamiento menor a 5 mm y mayor a -5 mm	217 (80%)
Offset menor a 5 mm y mayor a -5 mm	183 (67%)
Alargamiento y offset menor a 5 mm y mayor a -5 mm (Restitución Biomecánica)	150 (55%)
Comorbilidades	7 (2.6%)

TABLA 2: RESULTADOS DE MEDICIONES RADIOGRÁFICAS COMPARANDO EL GRUPO SIN LUXACIÓN Y CON LUXACIÓN

n:272	Sin Luxación 255 (93.75%)	Con Luxación 17 (6,25%)	p
Mujeres	209 (82%)	12 (71%)	0.195
Edad	79.5 ± 8,4	81,05 ± 8,02	0.46
Grupo 1 (Cabeza 28 mm)	60 (23.5%)	5 (29.4%)	
Grupo 2 (Cabeza 32 mm)	122 (47.8%)	8 (47%)	
Grupo 3 (Cabeza 36 mm)	73 (28.6%)	4 (23.5%)	0.545
Cotilo en Zona de Seguridad de Lewinneck	203 (79%)	9 (53%)	0.016
Alargamiento menor a 5 mm y mayor a -5 mm	203 (79%)	14 (82%)	0.785
Offset menor a 5 mm y mayor a -5 mm	173 (68%)	10 (59%)	0.643
Alargamiento y offset menor a 5 mm y mayor a -5 mm (Restitución Biomecánica)	141 (51%)	9 (53%)	0.85
Comorbilidades	5 (1.9%)	2 (11.7%)	0.064

de la zona de seguridad que los que se luxaron (45% vs 79%, p 0,016). Asimismo, el grupo de pacientes que se luxaron tenían mayor proporción de comorbilidades que los que no se luxaron (11,7% vs 1,9%, p 0,064).

En el análisis multivariado incluyendo las variables tamaño de la cabeza, zona de seguridad acetabular, zona de seguridad biomecánica y comorbilidades, tanto la zona de seguridad acetabular como la presencia de comorbilidad mantuvieron la significancia estadística (p 0,018 y 0,027, respectivamente). Los datos provenientes de dicho análisis multivariado mostraron que los pacientes con comorbilidades tenían un OR de 7,66 (IC 95% 1,25-46,64), y los pacientes que estaban dentro de la zona de seguridad un OR de 0,29 (IC 95% 0,10-0,81) para luxarse.

## DISCUSIÓN

La luxación después de un reemplazo total de cadera en pacientes con fractura del cuello femoral es un hecho relativamente frecuente y serio.<sup>4,5,7</sup> Existen reportes en la literatura que el índice de luxación en pacientes con reemplazo total de cadera por fractura son mayores que en

pacientes con artroplastía totales por artrosis.<sup>10,11</sup>

Se ha sugerido la utilización de un tamaño de cabeza femoral más grande para reducir el riesgo de dislocación. Esto ha sido reportado en estudios clínicos así como en los experimentales, mientras que algunos estudios no han demostrado este resultado positivo efecto.<sup>18</sup> En este estudio se evaluó en forma retrospectiva la incidencia de luxación de un grupo de pacientes con diagnóstico de fractura medial de cadera, tratados en con reemplazo articular, comparando los resultados con la utilización de cabezas diámetro 28 mm, 32 mm y 36 mm. En algunos trabajos se considera como falla o como luxación solo aquellos casos que deben ser reintervenidos, nuestro trabajo destaca la importancia de considerar un solo evento como falla, ya que no nos parece que las reoperaciones aisladas muestren la discapacidad que vive un paciente con el temor a la luxación articular. Las figuras 1 y 2 muestran dos casos de revisión protésica, todos los casos de luxación en cabezas de 36 mm no necesitaron ser revisados a la fecha.

No hemos encontrado en la literatura publicaciones que muestren la incidencia de luxación protésica solo para casos de fracturas mediales de cadera. Se ha informado que cirujanos inexpertos están asociados con una mayor incidencia de dislocación que los más experimentados cirujanos.<sup>12,13</sup> En la mayoría de los centros de alta complejidad los residentes o fellows son los que realizan este tipo de procedimientos con lo cual podría también colaborar en la colocación sub-óptima de los componentes.

El estado cognitivo del paciente tiene una influencia directa con la incidencia de luxación, existen trabajos con un aumento de casi 3 veces del riesgo de luxación en aquellos pacientes con deterioro cognitivo.<sup>14</sup> Algunos autores relacionan los eventos de luxación con el género, la relación mujer: hombre es de 3:1 según la biografía.<sup>15</sup> La incapacidad de seguir instrucciones postoperatorias resulta de gran importancia según autores como Johansson et al., siendo de práctica usual el tratamiento con girdleston en pacientes con trastorno cognitivo severo disfunción/ demencia. La edad es una de las causas predisponentes descritas de luxación en la bibliografía<sup>16</sup> pero no todos están de acuerdo con esto.<sup>17</sup> Brytröm afirma que los pacientes mayores a 80 años tiene un riesgo 4,5 veces mayor de sufrir una luxación mientras que Berry reporta que en mayores de 70 años el riesgo es 1,3 veces mayor.<sup>6</sup> En nuestro estudio, al analizar la relación entre la edad y los episodios de luxación para evaluar si la edad es un factor de riesgo o no, encontramos que no hay diferencias significativas.

Existe mucha evidencia de que en el abordaje postero-lateral la reparación del plano muscular posterior y la cápsula representa más estabilidad protésica, Kwon en un meta-análisis reporta una incidencia de 0,5% de luxación con reparación del plano posterior versus 5% sin re-



Figura 1: Paciente del GRUPO 1 que debió ser sometido a cirugía de revisión, se colocó inserto constreñido.



Figura 2: Paciente del GRUPO 2 luego del 3 episodio de luxación fue sometida a cirugía de revisión protésica con colocación de inserto constreñido.

paración del mismo.<sup>18</sup> En esta serie utilizamos el abordaje posterolateral con conservación del piramidal. Ekelund reporta en pacientes con fractura medial de cadera tratados con artroplastía total, utilizando abordaje posterolateral, una incidencia del 14% de luxaciones en un el grupo que no reparó en plano posterior y 12% en aquellos que lo reparó.<sup>19</sup> La reparación del plano posterior aumenta la estabilidad y la necesidad de mayor fuerza para llegar a la luxación protésica, como lo demuestran estudios en cadáveres<sup>20</sup> y clínicos.<sup>21</sup>

Se reportó en forma experimental<sup>22</sup> y por resultados clínicos<sup>7</sup> que el tamaño de la cabeza es un factor decisivo en la estabilidad protésica y más aún, la utilización de cabezas con diámetro mayor a 32 mm disminuye el riesgo de choque entre el componente femoral y acetabular.<sup>22</sup>

El informe del Registro Noruego de Artroplastia mostró tasas de revisiones más bajas por dislocaciones después de usar 32 mm en comparación con Cabezas femorales de 28 mm.<sup>23</sup> Del mismo modo, un informe del National Joint Registry for England and Wales sugirió que el uso creciente de las cabezas femorales  $\geq 36$  mm se asoció con una disminución en el número de dislocaciones.<sup>24</sup> Sin embargo, todo esos estudios incluyeron pacientes con prótesis total de cadera operados por todas las razones, sin un enfoque especial en pacientes con fracturas de cuello femoral, que tienen un mayor riesgo de dislocaciones en comparación con pacientes con otras razones para artroplastia.<sup>19,25,26</sup>

Un estudio retrospectivo de Berry et al., de 713 caderas, mostraron que los pacientes con un THA insertado debido

a FNF tenía un mayor riesgo de dislocación si funcionaba a través del abordaje posterior. Además, se ha informado que introducción del abordaje anterolateral como práctica habitual para pacientes con FNF redujo el riesgo de luxación del 8% a 2% en comparación con un abordaje posterior previamente utilizado. Por lo tanto, los datos sugieren que el enfoque anterolateral debe ser recomendado para pacientes con mayor riesgo de luxación siguiendo a THA.<sup>5,27</sup>

Por otro lado, debe tenerse en cuenta el desgaste volumétrico mayor que generan las cabezas de mayor diámetro dado que la superficie de roce es mayor, se estima el desgaste lineal en 0,1 mm anual pero el desgaste volumétrico causante de reacciones inflamatorias sustancialmente mayor. La relevancia de este concepto pierde fuerza por la longevidad de estos pacientes y la baja demanda funcional pero si puede ser un factor importante en pacientes menores de 70 años.<sup>28,29</sup>

El registro holandés mostró que utilizar cabezas femorales más grandes también puede combatir el riesgo de dislocación. El uso de cabezas de 32 mm redujo las revisiones para la dislocación sustancialmente en comparación con el uso de cabezas de 22 a 28 mm. Además, las cabezas de 32 mm no aumentaron el riesgo de revisión por otras razones. Concluyen que para el abordaje posterolateral, las cabezas de 36 mm podrían reducir con seguridad el riesgo de revisión para la luxación. Esto se puede considerar en pacientes con mayor riesgo de luxación, como pacientes ASA III-IV y pacientes masculinos.<sup>30</sup>

El registro Finlandés que analizó más de 42000 prótesis primarias, no tuvo diferencias entre 32 y 36 mm pero

si para cabezas mayores de 36 mm. El riesgo relativo para una operación de revisión debido a dislocación fue 0.40 (IC 95%: 0.26-0.62) para el tamaño de la cabeza de 32 mm, 0.41 (0.24-0.70) para la cabeza de 36 mm y 0.09 (0.05-0.17) para > tamaño de la cabeza de 36 mm en comparación con los implantes con un tamaño de cabeza de 28 mm. Este dato aporta en la toma de decisiones ya que el costo es mayor para cabezas de mayor diámetro sin aportar grandes diferencias clínicas, debiendo ser crítico en la definición de grandes cabezas.<sup>31</sup>

En nuestro país se trabaja sobre el registro de implantes que a la fecha no pueden ser utilizados en la práctica, pero consideramos los registros utilizados en la bibliografía

resultan de vital importancia en la toma de decisiones sobre nuestros pacientes.

## CONCLUSIÓN

La luxación protésica en pacientes con fractura medial de cadera responde a causas multifactoriales, pero las comorbilidades y la posición del cotilo resultó de mayor peso estadístico. La utilización de cabezas protésicas con diámetro de 32 mm o 36 mm no redujo la incidencia de luxación con respecto a las de 28 mm en pacientes fracturados de cadera.

## BIBLIOGRAFÍA

- Von Knoch M, Berry D. Late dislocation after total hip arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am* 2002; 84: 1949-53.
- Phillips CB, Barrett JA, Losina E, et al. Incidence rates of dislocation, pulmonary embolism, and deep infection during the first six months after elective total hip replacement. *J Bone Joint Surg Am* 2003; 85: 20-6.
- Woolson S, Rahimtoola ZO. Risk factors for dislocation during the first 3 months after total hip replacement. *J Arthroplasty* 1999;14: 662-8.
- Anders Enocson<sup>1</sup>, Carl-Johan Hedbeck<sup>1</sup>, Jan Tidermark<sup>1,3</sup>, Hans Pettersson<sup>2</sup>, Sari Ponzerl, and Lasse J Lapidus. Dislocation of total hip replacement in patients with fractures of the femoral neck A prospective cohort study of 713 consecutive hips. *Acta Orthopaedica* 2009; 80 (2): 184-189.
- Berry DJ, von Knoch M, Schleck CD, Harmsen WS. Effect of Femoral Head Diameter and Operative Approach on Risk of Dislocation After Primary Total Hip Arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am* 2005; 87: 2456-63.
- Brytröm S, Espehaug B, Furnes O, Havelin LI. Femoral head size is a risk factor for total hip luxation: A study of 42,987 primary hip arthroplasties from the Norwegian Arthroplasty Register. *Acta Orthop Scand*. 2003;74:514-524.
- Klues D, Martin H, Mittelmeier W, Schmitz K P, Bader R. Influence of femoral head size on impingement, dislocation and stress distribution in total hip replacement. *Med Eng Phys* 2007; 29 (4): 465-71.
- Meek RM, Allan DB, McPhillips G, Kerr L, Howie CR. Late dislocation after total hip arthroplasty. *Clin Med Res* 2008; 6:17-23.
- Lewinnek GE, Lewis JL, Tarr R, et al. Dislocations After total hip replacement arthroplasties. *J Bone Joint Surg Am* 1978;60:217.
- Hamilton WG, McAuley JP. Evaluation of the unstable total hip arthroplasty. *Instr Course Lect* 2004; 53: 87-92.
- Barrack RL. Dislocation after total hip arthroplasty: implant design and orientation. *J Am Acad Orthop Surg* 2003;11: 89-99.
- Kummer FJ, Shah S, Iyer S, Di Cesare PE. The effect of acetabular cup orientations on limiting hip rotation. *J Arthroplasty* 1999; 14: 509-13.
- Byström S, Espehaug B, Furnes O, Havelin LI. Femoral head size is a risk factor for total hip luxation: a study of 42,987 primary hip arthroplasties from the Norwegian Arthroplasty Register. *Acta Orthop Scand* 2003; 74: 514-24.
- Kung PL, Ries MD. Effect of femoral head size and abductors on dislocation after revision THA. *Clin Orthop Relat Res* 2007; 465: 170-4.
- Meek R M, Allan D B, McPhillips G, Kerr L, Howie C R. Epidemiology of dislocation after total hip arthroplasty. *Clin Orthop* 2006; 447: 9-18.
- Hedlundh U, Ahnfelt L, Hybbinette CH, Wallinder L, Weckström J, Fredin H. Dislocations and the femoral head size in primary total hip arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res*. 1996 Dec;(333):226-33.
- Paterno S A, Lachiewicz P F, Kelley S S. The influence of patient-related factors and the position of the acetabular component on the rate of dislocation after total hip replacement. *J Bone Joint Surg (Am)* 1997; 79 (8): 1202-10.
- Kwon M S, Kuskowski M, Mulhall K J, Macaulay W, Brown T E, Saleh K J. Does surgical approach affect total hip arthroplasty dislocation rates? *Clin Orthop* 2006; 447: 34-8.
- Torsten Johansson, Sven-Arne Jacobsson, Ingemar Ivarsson, Anders Knutsson & Ola Wahlström (2000) Internal fixation versus total hip arthroplasty in the treatment of displaced femoral neck fractures: A prospective randomized study of 100 hips, *Acta Orthopaedica Scandinavica*, 71:6, 597-602.
- W. Sioen, md, JP. Simon, md, phd, I. Labey, ir, and R Van Audekercke, msc, phd. Posterior Transosseous Capsulotendinous Repair in Total Hip Arthroplasty, a cadaver study. *The Journal Of Bone & Joint Surgery*. Volume 84-A · Number 10 · October 2002.
- Pellicci PM, Bostrom M, Poss R. Posterior approach to total hip replacement using enhanced posterior soft tissue repair. *Clin Orthop*. 1998;355:224-8.
- Sanchez-Sotelo J, Berry DJ. Epidemiology of instability after total hip replacement. *Orthop Clin North Am* 2001; 32: 543-52.
- Peters CL, McPherson E, Jackson JD, Erickson JA. Reduction in early dislocation rate with large-diameter femoral heads in primary total hip arthroplasty. *J Arthroplasty* 2007; 22 (6 suppl 2): 140-4.
- Burroughs BR, Hallstrom B, Golladay GJ, Hoeffel D, Harris WH. Range of motion and stability in total hip arthroplasty with 28-, 32-, 38-, and 44-mm femoral head sizes. *J Arthroplasty* 2005; 20: 11-9.
- Cuckler JM, Moore KD, Lombardi AV, McPherson E, Emerson R. Large Versus Small Femoral Heads in Metal-on-Metal Total Hip Arthroplasty. *J Arthroplasty* 2004;19 (8 suppl3): 41-4.
- Stuchin SA. Anatomic diameter femoral heads in total hip arthroplasty: a preliminary report. *J Bone Joint Surg Am* 2000; 90 (suppl 3): 52-6.
- Meek RM, Allan DB, McPhillips G, Kerr L, Howie CR. Epidemiology of dislocation after total hip arthroplasty.
- Berry DJ, von Knoch M, Schleck C D, Harmsen W S. The cumulative long-term risk of dislocation after primary Charnley total hip arthroplasty. *J Bone Joint Surg (Am)* 2004;86 (1): 9-14.
- Cross, Michael B., Denis Nam, and David J. Mayman. "Ideal Femoral Head Size in Total Hip Arthroplasty Balances Stability and Volumetric Wear." *HSS Journal* 8.3 (2012): 270-274.
- Zijlstra, Wierd P et al. "Effect of Femoral Head Size and Surgical Approach on Risk of Revision for Dislocation after Total Hip Arthroplasty: An Analysis of 166,231 Procedures in the Dutch Arthroplasty Register (LRO)." *Acta Orthopaedica* 88.4 (2017): 395-401.
- Kostensalo, Inari et al. "Effect of Femoral Head Size on Risk of Revision for Dislocation after Total Hip Arthroplasty: A Population-Based Analysis of 42,379 Primary Procedures from the Finnish Arthroplasty Register." *Acta Orthopaedica* 84.4 (2013): 342-347.
- Masonis JL, Bourne RB. Surgical approach, abductor function, and total hip dislocation. *Clin Orthop Relat Res* 2002; 405: 46-53.
- Sanchez-Sotelo J, Haidukewych G J, Boberg C J. Hospital cost of dislocation after primary total hip arthroplasty. *J Bone Joint Surg (Am)* 2006; 88 (2): 290-4.