

Factores clínicos y radiográficos asociados a la falla del sistema del tornillo dinámico de cadera

Clinical and radiographic factors associated with failure of the dynamic hip screw system

Ricardo Reyes-Cárdenas^{1a}, José de Jesús Guerra-Jasso^{2b}, Rafael Ángel Bonilla-Salcedo^{3c}, Xóchitl Ramos-Ramos^{4d}

Resumen

Introducción: el sistema de fijación más usado para fracturas transtrocantericas es el sistema del tornillo dinámico de cadera, el cual tiene una prevalencia de falla del 10 al 17% y se asocia a la presencia de factores clínicos y radiográficos.

Objetivo: evaluar la asociación de los factores clínicos y radiográficos con la falla del sistema del tornillo en pacientes postoperados de fractura transtrocanterica de cadera.

Material y métodos: se hizo un estudio de casos y controles. Los criterios de inclusión fueron: pacientes > 18 años, postoperados de fractura transtrocanterica, tratados con el sistema del tornillo de cadera, que acudieron a la consulta de Traumatología. Se seleccionó como caso al paciente con falla del sistema del tornillo de cadera y como control al paciente sin falla de este. Las variables analizadas en los grupos fueron la edad, el género, el índice de masa corporal y las variables radiográficas. El análisis estadístico se hizo con chi cuadrada y U de Mann-Whitney.

Resultados: se incluyeron 163 pacientes (mediana de 73 años), 20 casos y 143 controles. Los factores radiográficos con asociación significativa con la falla del sistema del tornillo de cadera fueron la clasificación AO de la fractura ($p < 0.001$), la distancia punta-ápex ($p = 0.03$), punta ápex calcar ($p = 0.02$), la posición del tornillo ($p < 0.001$) y la calidad de la reducción ($p < 0.003$). Los factores clínicos no mostraron asociación significativa.

Conclusiones: los factores radiográficos se asocian con la falla en el sistema del tornillo de cadera en pacientes postoperados de fractura transtrocanterica.

Abstract

Background: The most widely used fixation system for transtrochanteric fractures is the dynamic hip screw system, which has a failure prevalence of 10 to 17% and it is associated with the presence of clinical and radiographic factors.

Objective: To evaluate the association of clinical and radiographic factors with the failure of the screw system in post-operative patients for transtrochanteric hip fracture.

Material y methods: A case-control study was carried out. The inclusion criteria were: patients > 18 years, who underwent surgery due to transtrochanteric fracture, were treated with the hip screw system, and who attended the Trauma Service. The patient with failure of the hip screw system was selected as the case and the patient without failure of the system as control. The variables analyzed in these groups were: age, gender, body mass index and radiographic variables. Statistical analysis was performed with chi-squared and Mann-Whitney U.

Results: 163 patients (median 73 years), 20 cases and 143 controls, were included. The radiographic factors with a significant association with hip screw system failure were the AO classification of fractures ($p < 0.001$), the tip apex distance ($p = 0.03$), the calcar-referenced tip apex ($p = 0.02$), the position of the screw ($p < 0.001$), and quality of reduction ($p < 0.003$). Clinical factors did not show a significant association.

Conclusions: Radiographic factors are associated with failure in the hip screw system in patients in post-operative care due to transtrochanteric fracture.

¹Instituto Mexicano del Seguro Social, Centro Médico Nacional del Bajío, Hospital de Especialidades No. 1, Dirección de Educación e Investigación en Salud. León, Guanajuato, México

²Instituto Mexicano del Seguro Social, Hospital General Regional No. 58, Servicio de Ortopedia y Traumatología. León, Guanajuato, México

³Instituto Mexicano del Seguro Social, Centro Médico Nacional del Bajío, Hospital de Especialidades No. 1, Servicio de Ortopedia y Traumatología. León, Guanajuato, México

⁴Instituto Mexicano del Seguro Social, Órgano de Operación Administrativa Desconcentrada Guanajuato, Coordinación Auxiliar Médica de Investigación en Salud. León, Guanajuato, México

ORCID: 0000-0003-4890-9371^a, 0000-0002-1502-9909^b, 0000-0002-1234-2556^c, 0000-0002-2161-826X^d

Palabras clave

Fractura de Cadera
Trocanterica
Tornillo Dinámico de Cadera (DHS)
Estudio de Casos y Controles
Traumatología

Keywords

Hip Fractures
Trochanteric
Dynamic Hip Screw (DHS)
Case-Control Studies
Traumatology

Fecha de recibido: 15/01/2023

Fecha de aceptado: 09/02/2023

Comunicación con:

Xochitl Ramos Ramos

✉ terapiaxoch73@gmail.com

☎ 449 101 3366

Cómo citar este artículo: Reyes-Cárdenas R, Guerra-Jasso JJ, Bonilla-Salcedo RA, Ramos-Ramos X. Factores clínicos y radiográficos asociados a la falla del sistema del tornillo dinámico de cadera. Rev Med Inst Mex Seguro Soc. 2023;61 Supl 2:S337-42.

Introducción

La fractura de cadera se considera un problema de salud pública por su frecuencia y por el impacto en la calidad de vida y en los costos en la atención médica de los pacientes. En el mundo se han reportado más de 1.5 millones de casos de fracturas de cadera. Las personas mayores de 65 años y el género femenino son los grupos más afectados, pues representan hasta el 70% de los casos.^{1,2} En Corea del Sur se registró un incremento de la prevalencia de fracturas derivado del incremento de la población y esperanza de vida;³ además, se espera que para el 2050 el número de fracturas llegue a ser aproximadamente de 6.25 millones. En México, la fractura de cadera tiene una prevalencia del 77% (con predominio en mujeres 67.2%) y la mortalidad va de 0.97 a 12.5%. La media de edad de presentación es de 76.9 años y el impacto en costos va de 1261.00 a 13,641.00 dólares. La prevalencia de fractura de cadera incrementa con la edad, de 3 a 12.6 por 100 mujeres, de los grupos de edad de 65 a 74 años frente a los ≥ 85 años.^{4,5}

Las fracturas trocántéricas comprenden la cabeza y el cuello del fémur, y pueden ocurrir a todas las edades, como consecuencia de accidentes y fragilidad ósea. La fractura más común es la intertrocántérica y el tratamiento más frecuente es la osteosíntesis.⁶

Los dispositivos del tornillo dinámico de cadera (DHS, *dynamic hip screw*) son el estándar de oro en el tratamiento de la fractura transtrocanterica. Entre las complicaciones de este manejo, está la pérdida de la fijación debida a la migración cefálica del tornillo de compresión (*cut-out*).⁷

Los factores que se asocian al fallo del sistema (DHS) son la estabilidad y el tipo de fractura, la distancia punta-ápex, la posición del tornillo, el género femenino, la edad, la calidad de la reducción, el grosor de la pared lateral femoral y comorbilidades como la osteoporosis y la obesidad. En un estudio realizado en Colombia (en 52 pacientes), encontraron que la extrusión del tornillo se presentó en el 5.7%.⁸ En otro estudio hecho en París en pacientes > 75 años hubo 7.6% de desanclaje en fracturas inestables y 3.6% en las inestables, así como un mayor desanclaje en las fracturas con mala reducción.⁹ La distancia punta-ápex (distancia de la punta del tornillo cefálico al ápice de la cabeza femoral en las vistas anteroposterior y lateral) fue descrita en 1995 y sigue siendo un predictor confiable para el desanclaje del tornillo, $p < 0.001$. La distancia objetivo máxima fue de 25 mm.^{10,11} La distancia punta-ápice modificada para calcar fue descrita por Kashigar *et al.* como la distancia en milímetros que hay de la punta del tornillo deslizante al centro de la superficie articular de la cabeza femoral en proyección lateral, así como la distancia de la punta del tornillo deslizante hasta el punto de la superficie articular donde inter-

cepta una línea recta tangente a la porción inferior del cuello femoral en la proyección anteroposterior, ajustada a medidas ya conocidas del sistema del tornillo de cadera y la cual es confiable como predictor de desanclaje ($p = 0.001$).¹²

El objetivo de este estudio fue analizar los factores clínicos y radiográficos que se asocian a la falla del sistema del tornillo de cadera en pacientes postoperados de fractura transtrocanterica, en una unidad de segundo nivel del Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS).

Material y métodos

Se realizó un estudio de casos y controles. Se incluyeron pacientes mayores de 18 años, postoperados por fractura transtrocanterica, que se manejaron con colocación del sistema del DHS. Los pacientes fueron recolectados entre 2019 y 2022 de las consultas de Traumatología de 2 hospitales de segundo nivel y un hospital de tercer nivel de atención en el IMSS en la ciudad de León, Guanajuato. Los sujetos se incluyeron con técnica de muestreo por conveniencia. Se consideró como caso el paciente que tuvo falla del sistema DHS y *control* el paciente sin falla de este. El diagnóstico de la falla del sistema DHS fue realizado por el médico traumatólogo en la consulta externa de los hospitales sede de la investigación, con base en los hallazgos radiográficos. Se diagnosticó falla del sistema DHS, cuando hubo migración del tornillo > 1 mm más allá de la cabeza femoral, desplazamiento del tornillo, rotura del material y fenómeno de corte o *cut out*. La información se obtuvo de los expedientes y por entrevista con los pacientes. Los factores clínicos que se analizaron fueron la edad, el género, el índice de masa corporal (IMC) y los factores radiográficos fueron la distancia punta-ápex, distancia punta-ápex modificada para el calcar, la calidad de la reducción postquirúrgica de la fractura, el índice de Parker (PRM), la estabilidad de la fractura y la posición del tornillo. La calidad de la reducción de la fractura se consideró como buena, moderada y mala de acuerdo con la alineación del ángulo cervicodifisario (en primer lugar, la alineación en proyección anteroposterior, cuyo valor aceptable es un ángulo de 120 a 135°; en segundo lugar, la proyección axial con un ángulo de 0 a 20°) y el porcentaje de superficie de contacto o el desplazamiento entre los fragmentos desplazados.

El PRM se ha asociado con un mayor riesgo de falla del sistema DHS y hace referencia a la localización del tornillo en la cabeza femoral. El índice se calcula al medir el diámetro mayor de la cabeza femoral y el punto medio de donde se ubica el tornillo hacia la cortical media de la cabeza del fémur, en la proyección AP y lateral, respectivamente. Los valores van de 1 a 100 y un valor $> 40\%$ se considera de riesgo para el desanclaje.

La fractura se clasificó como estable o inestable de acuerdo con los criterios de Kaufer. La clasificación de *Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen* (AO) fue utilizada para clasificar la fractura de cadera, la cual es una designación alfanumérica en la que el número 31 se refiere a la localización de la fractura en el fémur proximal, la letra A se refiere a la región trocánterica, el número 1 denota que se trata de un solo trazo y el número 2 denota más de un trazo. La clasificación A3 se refiere a la presencia de un trazo invertido que divide ambos trocánteres. A partir de la clasificación A2 se consideran fracturas inestables.

El análisis estadístico se realizó con razón de momios (RM), chi cuadrada, intervalos de confianza del 95% (IC 95%) y *U* de Mann-Whitney. Se consideró significación estadística cuando hubo valores de $p < 0.05$. Se utilizó el paquete estadístico R, versión 4.2.2, y Microsoft Excel, versión 356. El tamaño de la muestra fue por conveniencia y se incluyeron todos los pacientes que acudieron a las consultas en el periodo que comprendió el estudio.

La presente investigación fue aprobada por el Comité de Ética en Investigación y el Comité Local de Investigación en Salud y se le otorgó el número de registro R-2022-1005-019. La información recabada será resguardada por los investigadores y mantendrá la privacidad de los datos.

Resultados

Se incluyeron 163 pacientes postoperados de fractura de cadera, que se manejaron con el sistema del tornillo de cadera, de los cuales 20 fueron casos y 143 controles. Las características generales de los grupos se muestran en el cuadro I.

En el cuadro II se muestra la frecuencia de las fracturas según la Clasificación AO, así como el riesgo de falla del sistema.

Cuadro II Asociación del tipo de fractura de cadera según la clasificación AO con la falla del sistema DHS

		Controles	Casos
Clasificación AO	Total	<i>n</i> = 143 (%)	<i>n</i> = 20 (%)
Estable	61 (62.5)	98 (68.5)	4 (20)
Inestable	42 (37.4)	45 (31.4)	16 (80)
A1.2	55 (33.74)	54 (98.1)	1 (1.82)
A1.3	47 (28.83)	44 (93.6)	3 (6.38)
A2.2	27 (16.56)	20 (74.0)	7 (25.9)
A2.3	23 (14.11)	16 (69.5)	7 (30.4)
A3.1	7 (4.29)	7 (100)	0
A3.2	2 (1.23)	1 (50)	1 (50)
A3.3	2 (1.23)	1 (50)	1 (50)

Fuente: elaboración propia

Hubo una $p < 0.001$, con una razón de momios de 8.71 y un intervalo de confianza del 95% de 2.75-27.54

DHS: *dynamic hip screw*: tornillo dinámico de cadera; clasificación AO: clasificación de *Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen*

En los cuadros III y IV se muestran los hallazgos en la asociación de los factores radiográficos DPA, DPAC, índice de Parker y la posición del tornillo de cadera.

El tipo de fractura de cadera no mostró asociación ($p = 0.81$). La asociación entre la calidad de la reducción de la fractura de cadera con la falla del sistema se muestra en el cuadro V.

Discusión

En este estudio encontramos que los factores radiográficos se asocian a la falla del sistema del tornillo de cadera en los pacientes postoperados de fractura transtrocánterica, los cuales mostraron significación estadística, excepto con el índice de Parker.

Cuadro I Características generales de los pacientes postoperados de fractura de cadera con y sin falla del sistema del tornillo de cadera

	<i>n</i> = 163	Sin falla <i>n</i> = 143	Con falla <i>n</i> = 20	<i>p</i>	RM	IC 95%
Género				0.076	2.73	0.87-8.58
Femenino, <i>n</i> , %	101 (61.9)	85 (84.2)	16 (15.8)			
Masculino, <i>n</i> , %	62 (38.1)	58 (93.5)	4 (6.5)			
Edad, años, mediana	73	73.9	72.9			
< 60, años, <i>n</i> , %	20 (12.3)	19 (11.6)	1 (0.6)	0.29	2.91	0.33-23.03
≥ 60, años, <i>n</i> , %	143 (87.8)	124 (76.0)	19 (11.6)			
IMC (kg/m ²)	26.17	26.15 ± 4.2	26.28 ± 4.2	0.99*		

Fuente: elaboración propia

RM: razón de momios; IC 95%: intervalo de confianza del 95%; IMC: índice de masa corporal

*Se empleó *U* de Mann-Whitney

Cuadro III Factores radiográficos en pacientes con y sin falla del sistema del tornillo de cadera

	Total	Sin falla	Con falla	<i>p</i>
	<i>n</i> = 163	<i>n</i> = 143	<i>n</i> = 20	
DPA, mm, media ± DE	26.76	26.19 ± 10.78	30.83 ± 12.08	0.03
DPAC, mm, media ± DE	30.07	29.50 ± 9.97	34.22 ± 12.05	0.02
PRMAP, mm, media ± DE	0.5	0.48 ± 0.12	0.58 ± 0.18	0.06
PRMAX, mm, media ± DE	0.48	0.48 ± 0.20	0.59 ± 0.14	0.25

Fuente: elaboración propia

DPA: distancia punta-apex; DPAC: distancia punta-ápex modificada al calcar; PRMAP: índice de Parker anteroposterior; PRMAX: índice de Parker axial lateral

Se empleó prueba de Mann-Whitney. Los resultados resaltados con negrita fueron significativos

Cuadro IV Posición del tornillo de cadera en los pacientes con falla y sin falla del sistema DHS

	Total	Sin falla	Con falla	<i>p</i>	RM	IC 95%
	<i>n</i> = 163	<i>n</i> = 143	<i>n</i> = 20			
	<i>n</i> (%)	<i>n</i> (%)	<i>n</i> (%)			
Posición del tornillo				0.001	4.78	1.78-12.84
Estable	110 (67.4)	103 (72.0)	7 (35)			
Inestable	53 (39.8)	40 (27.9)	13 (65)			
Central/anterior	12 (7.36)	8 (66.6)	4 (33.3)	0.004	6.57	1.58-27.32
Superior/anterior	5 (3.07)	2 (40)	3 (60)	0.005	19.71	2.81-138.1
Superior/central	14 (8.59)	10 (71.4)	4 (28.5)	0.029	5.25	1.30-21.12
Superior/central	14 (8.59)	10 (71.4)	4 (28.5)	0.029	5.25	1.30-21.12

Fuente: elaboración propia

Posiciones estables: posiciones centra/central y central/inferior; inestables: resto de posiciones

DHS: *dynamic hip screw*: tornillo dinámico de cadera; RM: razón de momios; IC 95%: intervalo de confianza del 95%

Se empleó chi cuadrada

Cuadro V Calidad de la reducción de la fractura de cadera y su asociación en los pacientes con y sin falla del sistema del tornillo de cadera

Calidad de la reducción	Total	Sin falla	Con falla	<i>p</i>
	<i>n</i> (%)	<i>n</i> (%)	<i>n</i> (%)	
	<i>n</i> = 163	<i>n</i> = 143	<i>n</i> = 20	
Buena	113 (69.3)	104 (92.0)	9 (7.9)	0.003
Moderada	45 (27.6)	37 (82.2)	8 (17.8)	0.003
Mala	5 (3.0)	2 (40)	3 (60)	0.003

Fuente: elaboración propia

Se usó chi cuadrada, *p* < 0.05

En los grupos estudiados, las fracturas inestables de cadera mostraron 8.7 más veces de riesgo de asociarse con falla del sistema DHS que las fracturas estables, hallazgos que concuerdan con lo encontrado en estudios realizados en nuestro país.¹³ La distancia punta-ápex (DPA) es un factor que se ha identificado como predictor para la presencia de falla del sistema del tornillo. Nosotros encontramos significación estadística de *p* de 0.03 y un valor de 30.8 ± 12 mm frente a 26.19 ± 10.78 mm para los casos y controles, respectivamente. Los puntos de corte para DPA reportados en la literatura son de 30.7 mm, valo-

res que concuerdan con los que encontramos en el presente estudio.¹⁴

La distancia punta-ápex modificada al calcar (DPAC) también mostró significación estadística (*p* < 0.02) y al igual que en la DPA se mostraron valores mayores en los casos que en los controles. Los factores radiográficos, DPA y DPAC, son los parámetros reportados en la literatura que mejor predicen el desanclaje del tornillo.^{15,16} Ambos parámetros radiográficos se han reportado como factores independientes para predecir la falla del sistema.¹⁷

Con respecto a la posición del tornillo, encontramos que los pacientes con una posición central/anterior y superior/anterior tuvieron mayores probabilidades de falla del sistema DHS. Las posiciones se contrastaron con la posición central/central. El posicionamiento del tornillo en los planos AP del cuadrante superior y en el plano axial a los cuadrantes anterior y posterior se asociaron con el desanclaje. Nuestros hallazgos difieren de los encontrados en un estudio realizado en Argentina en el que la posición que más se asoció con la falla del sistema fue la superior/posterior, donde los autores encontraron 100% de migración del tornillo.¹⁸ Sin embargo, hay estudios que describen la posición superior del tornillo como la posición más crítica, dadas las altas compresiones del hueso trabecular de la cabeza femoral, mientras que la posición central muestra menos riesgo de daño.¹⁹

En nuestro estudio no encontramos asociación significativa entre el índice de Parker y la presencia de falla del sistema DHS. Sin embargo, en un estudio realizado en Estados Unidos encontraron un riesgo incrementado de desanclaje en pacientes con índice de Parker < 40.²⁰

En este estudio, los hallazgos en la asociación de la mala reducción de la fractura de cadera con la falla del sistema DHS fue significativa. En la literatura se reporta que la reducción adecuada de la fractura es un factor determinante para el éxito de la cirugía de cadera.²¹ Además, la reducción mala y moderada de las fracturas se asocia con peores resultados quirúrgicos ($p = 0.12$).²²

Los factores como la edad, el género y el IMC no mostraron diferencias significativas entre ambos grupos.

Las fracturas de cadera representan un problema de salud pública, especialmente en el anciano, dado el impacto que tienen en la calidad de vida y los costos que implican. La edad y los factores previos a la fractura son determinantes para la recuperación funcional.²³ Dada la frecuencia de las fracturas de cadera en pacientes adultos mayores, en México

continúan siendo un reto para los sistemas de salud.²⁴ En el IMSS se hacen esfuerzos para mejorar la calidad de la atención a los adultos mayores con fractura de cadera, a partir de la estrategia Ortopediátrica IMSS, cuyo objetivo es que la cirugía de cadera se realice lo más pronto posible para disminuir la estancia hospitalaria y los riesgos para el paciente.²⁵

En esta investigación no se analizaron las comorbilidades ni las complicaciones clínicas postquirúrgicas, lo cual puede representar una debilidad del estudio. Por otra parte, debido a que este se realizó en 3 centros hospitalarios, la técnica quirúrgica varió en los pacientes. Como fortalezas consideramos que nuestro estudio aporta información con validez, a pesar del contexto de la pandemia. Nuestros hallazgos concuerdan con lo reportado en la literatura. Además, se abordan las fracturas de cadera, tema considerado de investigación debido al impacto que tiene en la salud pública.

Conclusiones

Los factores radiográficos se asocian con la presencia de falla del sistema del tornillo de cadera en pacientes postoperados de fractura transtrocanterica. La probabilidad en la presentación de falla, especialmente en los casos con DPA y DPAC > 25 mm, la mala calidad de la reducción de la fractura y la colocación de los tornillos fuera de los cuadrantes centrales/inferior incrementan la probabilidad de falla del sistema DHS. Por lo tanto, se debe hacer una evaluación minuciosa del tipo de fractura tanto en la etapa preoperatoria como en el momento del acto quirúrgico, a fin de minimizar el riesgo de falla del sistema DHS. Los factores clínicos estudiados no se asociaron con la falla del sistema.

Declaración de conflicto de interés: los autores han completado y enviado la forma traducida al español de la declaración de conflictos potenciales de interés del Comité Internacional de Editores de Revistas Médicas, y no fue reportado alguno relacionado con este artículo.

Referencias

- Mattisson L, Bojan A, Enocson A. Epidemiology, treatment and mortality of trochanteric and subtrochanteric hip fractures: data from the Swedish fracture register. *BMC Musculoskeletal Disord.* 2018;19(1):369. doi: 10.1186/s12891-018-2276-3
- Hernández-Pozos L, Reyes-Martínez F, Bernal-Camarillo VE, et al. Factores asociados con complicaciones mediatas en pacientes postoperados de fracturas transtrocantericas con sistema de tornillo dinámico de cadera de 135o. *Acta Ortop Mex.* 2021;35(6):521-8. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2306-41022021000600521&lng=es
- Kim BS, Lim JY, Ha YC. Recent Epidemiology of Hip Fractures in South Korea. *Hip Pelvis.* 2020;32(3):119-24. doi: 10.5371/hp.2020.32.3.119
- Viveros-García JC, Torres-Gutiérrez JL, Alarcón-Alarcón T, et al. Fragile hip fracture in Mexico: Where are we today? Where do we want to go?. *Acta Ortop Mex.* 2018;32(6):334-41. doi: 10.35366/85427
- Pech-Ciau BA, Lima-Martínez EA, Espinosa-Cruz GA et al. Fractura de cadera en el adulto mayor: epidemiología y costos de la atención. *Acta Ortop Mex.* 2021;35(4):341-7. doi: 10.35366/103314
- Rueda G, Tovar L, Hernández S et al. Características de las fracturas de fémur proximal. *Repert Med Cir.* 2017;26(4):213-8. doi: 10.1016/j.reper.2017.09.002
- Jacob J, Desai A, Trompeter A. Decision Making in the Man-

- agement of Extracapsular Fractures of the Proximal Femur - is the Dynamic Hip Screw the Prevailing Gold Standard? *Open Orthop J*. 2017;11:1213-7. doi: 10.2174/1874325001711011213
8. Peredo-Lazarte A. Evaluación clínicoradiológica de fracturas transtrocantericas de cadera tratados con sistema DHS. *Gac Med Bol*. 2019;42(2):139-43. Disponible en: http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1012-29662019000200009&lng=es
 9. Morvan A, Boddaert J, Cohen-Bittan J, et al. Risk factors for cut-out after internal fixation of trochanteric fractures in elderly subjects. *Orthopaedics & Traumatology: Surgery & Research*. 2018;104(8):1183-7.
 10. Monroy-Coacalla C. La distancia punta-apex: actualidad, vigencia e innovaciones. *Rev Méd Panacea*. 2020;9(2):135-40. doi: 10.35563/rmp.v9i2.334
 11. Baumgaertner MR, Curtin SL, Lindskog DM, et al. The value of the tip-apex distance in predicting failure of fixation of peritrochanteric fractures of the hip. *J Bone Joint Surg Am*. 1995;77(7):1058-64. doi: 10.2106/00004623-199507000-00012
 12. Kashigar A, Vincent A, Gunton MJ, et al. Predictors of failure for cephalomedullary nailing of proximal femoral fractures. *Bone Joint J*. 2014;96-B(8):1029-34. doi: 10.1302/0301-620X.96B8.33644
 13. Aguilar-Alcalá LA, Atri-Levy J, Torres-Gómez A, et al. Factores asociados a fallo en la osteosíntesis de fracturas transtrocantericas. *Acta Ortop Mex*. 2017;31(4):189-95.
 14. Caruso G, Bonomo M, Valpiani G, et al. A six-year retrospective analysis of cut-out risk predictors in cephalomedullary nailing for peritrochanteric fractures: Can the tip-apex distance (TAD) still be considered the best parameter? *Bone Joint Res*. 2017;6(8):481-8. doi: 10.1302/2046-3758.68.BJR-2016-0299.R1
 15. Caruso G, Corradi N, Caldaria A, et al. New tip-apex distance and calcar-referenced tip-apex distance cut-offs may be the best predictors for cut-out risk after intramedullary fixation of proximal femur fractures. *Sci Rep*. 2022;12(1):357. doi: 10.1038/s41598-021-04252-1
 16. Fujii T, Nakayama S, Hara M, et al. Tip-Apex Distance Is Most Important of Six Predictors of Screw Cutout After Internal Fixation of Intertrochanteric Fractures in Women. *JB JS Open Access*. 2017;2(4):e0022. doi: 10.2106/JBJS.OA.16.00022
 17. Lopes-Coutinho L, Dias-Carvalho A, Esteves N, et al. Traditional distance "tip-apex" vs. new calcar referenced "tip-apex" - which one is the best peritrochanteric osteosynthesis failure predictor? *Injury*. 2020;51(3):674-7. doi: 10.1016/j.injury.2020.01.024
 18. Pesciallo CÁ, Pérez Alamino L, Garabano G et al. Errores de osteosíntesis en fracturas laterales de cadera tratadas con placa/tornillo deslizante. *Rev Asoc Argent Ortop Traumatol*. 2019;84(4):328-35. doi: 10.15417/issn.1852-7434.2019.84.4.961
 19. Arias-Blanco A, Marco M, Giner E et al. El fenómeno de cut-out en fractura intertrocanterica de fémur: análisis mediante modelo de elementos finitos. *Rev Osteoporos Metab Miner*. 2021;13(1):21-31. doi: 10.4321/s1889-836x2021000100005
 20. Andruszkow H, Frink M, Frömke C, et al. Tip apex distance, hip screw placement, and neck shaft angle as potential risk factors for cut-out failure of hip screws after surgical treatment of intertrochanteric fractures. *Int Orthop*. 2012;36(11):2347-54. doi: 10.1007/s00264-012-1636-0
 21. Bidolegui FM, Pereira S, Vindver G. Tratamiento de las fracturas de cuello femoral con osteosíntesis. Diez claves para el éxito. *Rev Asoc Argent Ortop Traumatol* 2021;86(1):110-21. doi: 10.15417/issn.1852-7434.2021.86.1.1130
 22. Yang JJ, Lin LC, Chao KH, et al. Risk factors for nonunion in patients with intracapsular femoral neck fractures treated with three cannulated screws placed in either a triangle or an inverted triangle configuration. *J Bone Joint Surg Am*. 2013;95(1):61-9. doi: 10.2106/JBJS.K.01081
 23. Artal MM, Roca-Chacón O, Martínez-Alonso M et al. Fractura de cadera en el paciente anciano: factores pronóstico de mortalidad y recuperación funcional al año. *Revista Española de Geriátria y Gerontología*. 2018. 53(5):247-54.
 24. Dzul-Hernández J, Argáez-Manzanero A, García-Durán A et al. Fracturas de cadera en adultos mayores del Hospital General Agustín O'Horán entre 2015 y 2019. *Revista Cubana de Ortopedia y Traumatología*. 2021;35(1):e284.
 25. Duque-Molina C, Borrayo-Sánchez G, Avilés-Hernández R et al. Proyecto PRIISMA: transformación hacia un IMSS más preventivo, resiliente, integral, innovador, sostenible, moderno y accesible. *Rev Med Inst Mex Seguro Soc*. 2022;60 Supl 2:S54-64. Disponible en: http://revistamedica.imss.gob.mx/editorial/index.php/revista_medica/article/view/4957/4497