



ORIGINAL

Las placas intrapélvicas suprapectíneas interfieren con la evaluación postoperatoria de la calidad de reducción por radiografía simple. Hallazgos sobre una serie retrospectiva de fracturas de acetábulo

J.V. Andrés-Peiró ^{a,b,*}, C. Lloret-Peiró ^a, A. Bustos-Mardones ^a, P. Martínez-Collado ^a, J. Tomás-Hernández ^{a,b}, J. Selga-Marsá ^{a,b}, C.A. Piedra-Calle ^{a,b}, Y. García-Sánchez ^b y J. Teixidor-Serra ^{a,b}

^a Departamento de Cirugía Ortopédica y Traumatología, Hospital Universitari Vall d'Hebron, Barcelona, España

^b Grupo de investigación en Cirugía Reconstructiva del Aparato Locomotor, Vall d'Hebron Institut de Recerca (VHIR), Barcelona, España

Recibido el 5 de abril de 2024; aceptado el 4 de octubre de 2024

Disponible en Internet el 10 de octubre de 2024

PALABRAS CLAVE

Fractura de acetábulo;
Placa intrapélvica suprapectínea;
Calidad de reducción;
Concordancia interobservador

Resumen

Introducción: Las placas intrapélvicas suprapectíneas juegan un importante papel en la osteosíntesis moderna de las fracturas del acetábulo. Sin embargo, la particular forma de estos implantes puede interferir con la valoración de la calidad de reducción utilizando radiografías simples (RX). En este trabajo, buscamos evaluar este artefacto y su relación con los hallazgos de la tomografía computarizada (TC).

Materiales y métodos: En una serie retrospectiva y unicéntrica de 22 fracturas acetabulares, las RX en proyecciones anteroposterior, alar y obturatriz; así como las imágenes de TC, fueron valoradas por 3 evaluadores independientes. Se utilizó el coeficiente Kappa de Cohen para analizar la concordancia entre observadores.

Resultados: Las placas suprapectíneas interfirieron con la valoración de la calidad de la reducción en la superficie de carga de un 75,3% de evaluaciones, y con las 3 proyecciones en un 43,9% de los casos. El segmento central fue el más consistentemente afectado, correspondiendo al área donde se observó el mayor desplazamiento residual en un 46,9% de cortes coronales y un 42,4% de cortes sagitales de TC.

Conclusiones: Dado que la calidad de la reducción tiene valor pronóstico y es una información necesaria para guiar el desempeño del equipo quirúrgico, debería valorarse complementar la RX con la TC en el examen postoperatorio de las fracturas acetabulares más complejas.

© 2024 SECOT. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Este es un artículo Open Access bajo la CC BY-NC-ND licencia (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: josevicente.andres@vallhebron.cat (J.V. Andrés-Peiró).



KEYWORDS

Acetabular fracture;
Intrapelvic
suprapectineal plate;
Quality of reduction;
Interrater reliability

Intrapelvic suprapectineal acetabular plates interfere with the quality of reduction evaluations on postoperative X-rays. A retrospective case series**Abstract**

Introduction: Intrapelvic suprapectineal plates play an important role in acetabular fracture fixation. However, the shape of these implants may interfere with the quality of reduction evaluations using plain X-rays. We sought to evaluate this artifact and its relationship with CT findings.

Materials and methods: In a retrospective, single-center series of 22 acetabular fractures, postoperative AP, alar and obturator X-ray views and CT images were evaluated by three independent observers. Cohen's kappa was used to examine interrater reliability.

Results: Suprapectineal plates interfered with the evaluation of the weight-bearing surface in 75.3%, and with all three oblique views in 43.9% of cases. The central segment was most consistently interfered with, corresponding to the area where the greatest malreduction was in 46.9% coronal and 42.4% of sagittal CT views.

Conclusions: Since the quality of reduction has prognostic value and is a necessary guide for the surgical team, that CT may be considered for the postoperative examination of the most challenging acetabular fracture cases.

© 2024 SECOT. Published by Elsevier España, S.L.U. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Introducción

En los últimos años, hemos asistido a una gran expansión en las indicaciones de fijación de fracturas de acetáculo a través de abordajes anteriores intrapélvicos, especialmente el abordaje de Rives-Stoppa modificado. Este es un abordaje menos agresivo que permite una mejor visualización de la fractura, facilitando su reducción y permitiendo una fijación biomecánicamente más competente, al tiempo que proporciona mejores resultados radiológicos y menores tasas de complicaciones que el abordaje ilioinguinal clásico¹⁻⁸. Este auge se ha acompañado del desarrollo de placas anatómicas con soporte sobre la lámina cuadrilátera, facilitando la fijación de fracturas con vector medial. Estos patrones son particularmente incidentes en personas de edad avanzada, en quienes puede considerarse asociar una artroplastia de cadera en un solo procedimiento^{1,2,9,10}. A pesar de sus ventajas, la particular forma de los implantes intrapélvicos puede interferir con la evaluación postoperatoria de la calidad de reducción en radiografías simples (RX)^{11,12}. Esta es una información de gran importancia pronóstica, ya que está relacionada tanto con la futura función de la articulación como con la supervivencia de la cadera nativa^{13,14}.

El objetivo principal de este estudio fue evaluar la interferencia creada por las placas intrapélvicas suprapectíneas en las evaluaciones postoperatorias por RX después de la fijación de fracturas acetabulares. También examinamos dicha interferencia utilizando tomografías computarizadas (TC) postoperatorias y comparamos los resultados de ambos exámenes. Hipotetizamos que las placas suprapectíneas interferían de forma consistente con la valoración postoperatoria de la reducción en la superficie de carga del acetáculo.

Material y método

El presente trabajo es una serie de casos retrospectiva (nivel de evidencia IV) sobre pacientes operados consecutivamente en un único hospital público y universitario de tercer nivel. El periodo de reclutamiento abarcó de marzo de 2015 a diciembre de 2021. La investigación fue autorizada por nuestro Comité de Ética en la Investigación Clínica, con número de referencia PR(ATR)369/2020. La redacción del trabajo se adaptó a los estándares de la declaración PROCESS¹⁵. Incluimos a todos los pacientes esqueléticamente maduros (edad ≥ 18 años) con fracturas acetabulares estabilizadas utilizando una placa anatómica suprapectínea PRO Pelvic and Acetabulum Plating System (Stryker, Kalamazoo, EE.UU.) que disponían tanto de RX como TC adquiridas en el postoperatorio inmediato. Para evitar la posible interferencia de otros implantes en las evaluaciones radiológicas, se excluyeron los pacientes sometidos a abordajes secuenciales.

Todos los pacientes ingresaron a través de nuestro Servicio de Urgencias y fueron manejados según las guías de Soporte Vital Avanzado en Trauma. Una vez estabilizados, y dependiendo de su estado clínico, los pacientes fueron trasladados a la planta de hospitalización convencional o a la Unidad de Cuidados Intensivos. En todos los casos, se administró tromboprofilaxis perioperatoria y antibióticos siguiendo nuestro protocolo hospitalario. La cirugía del acetáculo se programó una vez los pacientes alcanzaron una estabilidad suficiente. Todas las osteosíntesis se realizaron a través de un abordaje anterior intrapélvico de Stoppa modificado, añadiendo o no una ventana lateral, según la técnica descrita en una publicación previa³. Los pacientes fueron dados de alta cuando lograron una mejoría suficiente en todos sus parámetros clínicos.

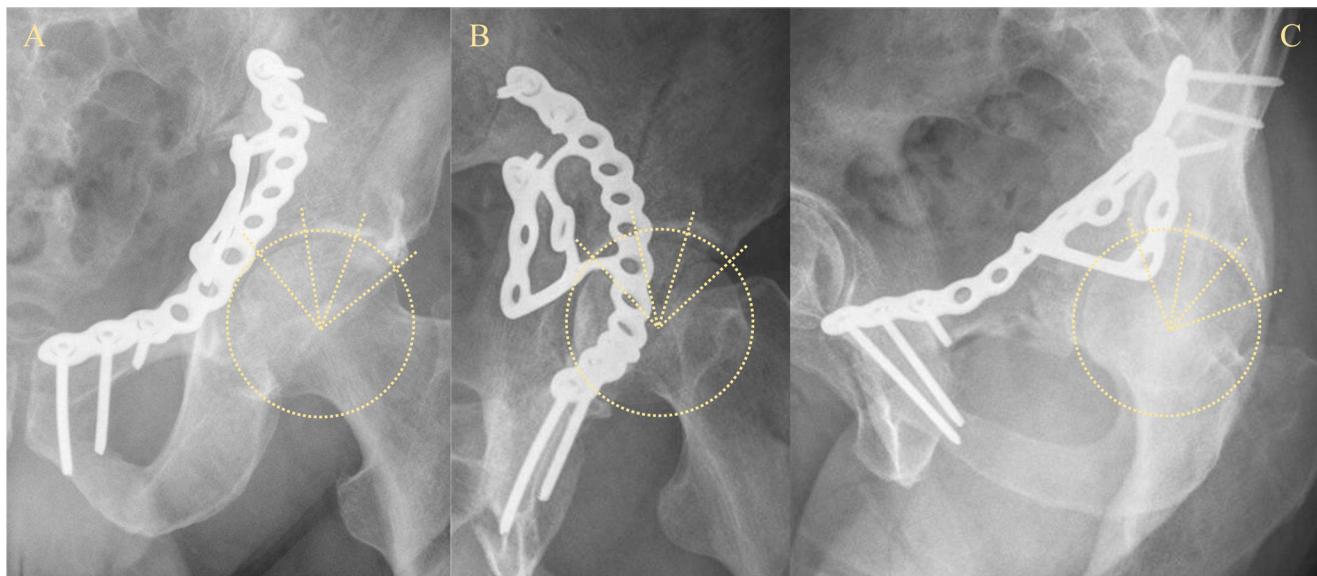


Figura 1 RX postoperatoria de un varón de 67 años tras la fijación de una fractura acetabular utilizando una placa suprapectínea. La WBD de 90° se traza comenzando en el borde libre del acetáculo y se divide en 3 segmentos equidistantes de 30° (medial, central y lateral). Se utiliza una circunferencia adaptada a la superficie articular como guía para medir las malreducciones en separación y escalón.

También se registra la superposición de la placa sobre la línea articular.

A) Proyección AP. Sin interferencia o malreducción. B) Proyección alar. Interferencia de la placa en los segmentos medial y central. No hay desplazamientos significativos del WBD. C) Proyección obturatriz. Interferencia sólo en el segmento medial. Tampoco se observan desplazamientos residuales.

La calidad de la reducción se considera anatómica, pero 3 de los 9 segmentos están artefactados y no pueden ser correctamente evaluados.

En cada caso, se analizaron las imágenes de RX y TC obtenidas en el periodo postoperatorio inmediato. Un ángulo de 90° desde el borde lateral del acetáculo definió la cúpula de carga (WBD, por sus siglas en inglés *weight-bearing dome*) en las 3 proyecciones RX: anteroposterior (AP), alar y obturatriz. La WBD se dividió en 3 segmentos equidistantes de 30° (medial, central y lateral) en cada proyección, según Nishii et al.¹⁶. En cada caso, se registró la superposición de la placa sobre la línea articular acetabular para cada segmento y en todas las proyecciones. Para centrarnos en el artefacto producido por la propia placa, se ignoró toda interferencia causada por tornillos. Se trazó una circunferencia centrada en el centro de rotación de la cadera y adaptada al hueso subcondral para medir tanto la separación como el escalón residuales en la WBD, según lo descrito por Verbeek et al.¹⁷ (fig. 1).

Se evaluaron los cortes axiales, coronales y sagitales de la TC que mostraban el mayor diámetro de la cabeza femoral. Al igual que en RX, la WBD de 90° se definió desde el borde lateral del acetáculo en los cortes coronales. En los cortes sagitales, se delineó un ángulo de 90° centrado en una línea vertical que atravesaba el centro de rotación de la cadera. Las WBD coronales y sagitales también se dividieron en 3 segmentos: medial, central y lateral para las vistas coronales; y anterior, central y posterior para las vistas sagitales¹⁶. En la TC también se trazó una línea circunferencial adaptada a la línea articular para medir la separación y el escalón (fig. 2)¹⁷. En cortes axiales, se

identificó si el desplazamiento implicaba a la pared anterior o a la posterior.

Cada imagen fue evaluada por 3 observadores independientes, todos ellos médicos internos residentes en formación en nuestro hospital como especialistas en Cirugía Ortopédica y Traumatología (CLP, AFE, PMC). Se aplicaron los criterios de Matta para valorar la reducción tanto en RX como en TC, clasificando su calidad en: anatómica (0 a 1 mm de desplazamiento), imperfecta (2 a 3 mm) y pobre (> 3 mm)¹⁸.

Se utilizó el programa RAIM (*Radiological Archive and Image Management*) (Corporació Sanitaria Parc Taulí, Sabadell, España) para evaluar las imágenes. Los datos clínicos fueron extraídos de una base de datos en formato SAP (SAP SE, Walldorf, Alemania). Ambos conjuntos de datos fueron ingresados en una base de datos Microsoft Excel con identidades codificadas. Se utilizó el software Stata/IC 14.2 (StataCorp, College Station, EE. UU.) para el análisis estadístico.

Las medias y desviaciones estándar (DE) se utilizaron para resumir variables continuas. Para variables categóricas, se utilizaron recuentos y porcentajes (%). El coeficiente Kappa de Cohen (κ) se utilizó para evaluar la concordancia entre evaluadores para variables categóricas, con la concordancia interobservador categorizada como inexistente ($\kappa = 0-0,20$), ligera ($\kappa = 0,21-0,40$), moderada ($\kappa = 0,41-0,60$), sustancial ($\kappa = 0,61-0,90$) y casi perfecta ($\kappa > 0,91$). Todos los valores $p < 0,05$ se consideraron estadísticamente significativos.

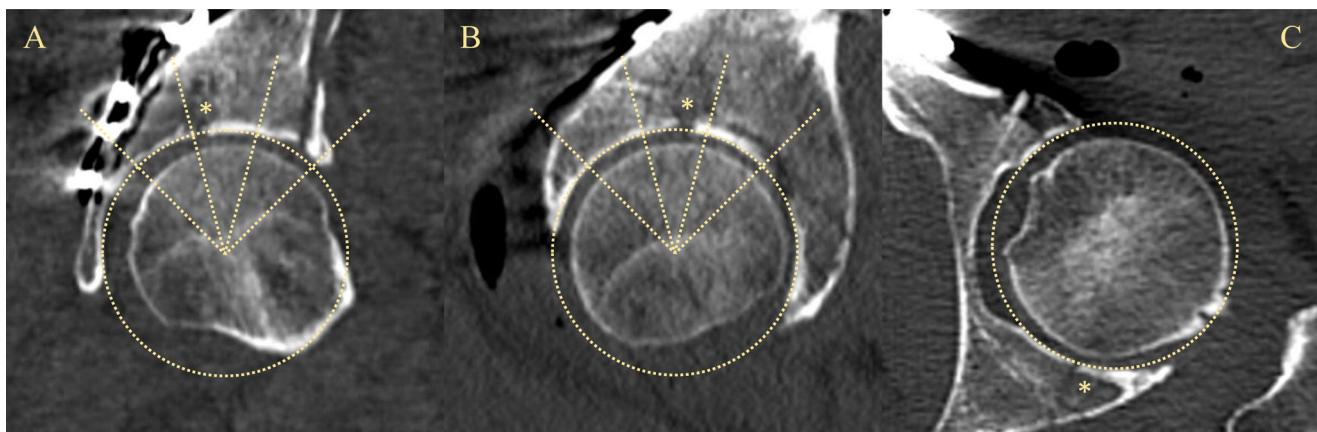


Figura 2 TC postoperatoria del mismo varón de 67 años.

Al igual que en RX, la WBD de 90° se define y divide en 3 segmentos de 30°. En esta ocasión, el ángulo de 90° se enfrenta a la cúpula en dirección completamente vertical al plano del examen. También se adapta una circunferencia a la superficie articular, que se utiliza como guía para medir las malreducciones en separación y escalón.

A) Corte coronal. Segmentos medial, central y lateral. Desplazamiento principal en el segmento central, con un espacio de 2,6 mm. B) Corte sagital. Segmentos anterior, central y posterior. Espacio de 1,8 mm, también en el segmento central. C) Corte axial. Escalón de 0,7 mm en la pared posterior. El * indica el área de máximo desplazamiento residual.

La calidad de la reducción se considera imperfecta. Todos los segmentos han sido evaluados con claridad.

Resultados

Composición de la muestra

Durante el periodo de estudio, se implantaron 47 placas intrapélvicas suprapestíneas en nuestro hospital. No hubo casos con fractura bilateral de acetábulo. Cuatro pacientes con abordajes secuenciales y 21 con un estudio radiológico incompleto fueron excluidos. Por tanto, dispusimos de 22 pacientes con una edad media de 48,9 años (DE = 15,4) para el análisis. Los mecanismos de alta energía (n = 18) y los pacientes de sexo masculino (n = 17) predominaron. Todas las fracturas tenían un vector medial y afectaban tanto a la columna anterior como a la lámina cuadrilátera, con 11 patrones elementales (6 fracturas transversas y 5 de columna anterior) y 11 asociados (6 columna anterior y hemitransversa posterior, 4 tipo T y 1 fractura de las dos columnas). En 3 pacientes se identificó una inestabilidad asociada en el marco posterior del anillo pélvico, que en todos los casos fue estabilizada utilizando tornillos iliosacros.

Interferencia en función de la proyección radiológica

Los observadores consideraron que la placa interfirió significativamente con la valoración radiológica postoperatoria en algún punto de la WBD en el 75,3% de las 198 evaluaciones de RX (3 observadores evaluando 3 proyecciones [AP, alar y obturatrix] en cada uno de los 22 pacientes). En 29 (43,9%) de las 66 evaluaciones (3 observadores y 22 pacientes), hubo interferencia simultánea en las 3 proyecciones. Las proyecciones más comúnmente artefactadas fueron la obturatrix y la alar, ambas mostrando superposición de la placa con algún punto de la WBD en el 89,4% de las evaluaciones. Sin embargo, aunque la concordancia entre observadores fue

sólo ligera para la presencia de una interferencia con la valoración radiológica en la proyección alar ($\kappa = 0,36$; $p < 0,01$), fue inexistente para la obturatrix ($\kappa = -0,12$; $p = 0,83$). En la proyección AP, encontramos interferencia en el 47% de las evaluaciones con una concordancia entre observadores moderada ($\kappa = 0,57$; $p < 0,01$).

Interferencia por segmentos y relación con el máximo desplazamiento residual

En promedio, se encontró que la placa se superponía sobre un segmento en el total de 198 evaluaciones radiológicas (DE = 0,4). El promedio fue de 0,6 segmentos artefactados para la proyección AP (DE = 0,5), 1,3 para la alar (DE = 0,5) y 1,1 para la obturatrix (DE = 0,4). En todas las proyecciones radiológicas, la evaluación de los segmentos centrales de la WBD fue la más consistentemente interferida, con una concordancia interobservador de ligera a moderada para todas las proyecciones (tabla 1). El segmento central fue, asimismo, donde más frecuentemente se ubicó el mayor desplazamiento residual en los cortes coronales de TC, siendo el caso para el 46,9% de las valoraciones de TC; seguido por los segmentos medial (37,9%) y lateral (15,2%). Desafortunadamente, la concordancia interobservador sobre la ubicación del máximo desplazamiento fue pobre para todos los segmentos en estos cortes, lo que probablemente se relacionó con el artefacto metálico del implante intrapélvico, que afectó principalmente a las visiones coronales. En los cortes sagitales de TC, el mayor desplazamiento se ubicó predominantemente en los segmentos anterior y central, siendo el caso (respectivamente) para el 42,4% de las evaluaciones; seguido por el segmento posterior, con un 15,2%. En este caso, se observó una concordancia interobservador de moderada a sustancial para todos los segmentos ($\kappa = 0,61$, $p < 0,01$ para el anterior; $\kappa = 0,45$, $p < 0,01$ central; $\kappa = 0,50$, $p < 0,01$ posterior).

Tabla 1 Concordancia entre observadores sobre la interferencia de la placa con la valoración de la WBD para cada segmento y proyección RX

Proyección RX		Segmento de la WBD		
		Medial	Central	Lateral
	AP	0,42; < 0,01	0,43; < 0,01	0,06; 0,70
	Alar	0,04; 0,37	0,52; < 0,01	-0,03; 0,60
	Obturatriz	-0,03; 0,59	0,24; 0,03	-0,05; 0,65

Reportado como coeficiente κ de Cohen; valor p asociado con κ .

Los acuerdos entre observadores que resultan no significativos o inexistentes se muestran en cursiva.

Calidad de reducción

En promedio, la reducción valorada en RX fue anatómica en el 45,5%, imperfecta en el 9,1% y pobre en el 45,5%. En las imágenes de TC, el 63,6% de las reducciones se consideraron imperfectas y el 36,4% pobres. No hubo una concordancia significativa entre los observadores entre las reducciones detectadas por RX y TC ($\kappa = -0,11$; $p = 0,19$) o entre diferentes observadores evaluando la misma prueba ($\kappa = 0,19$; $p = 0,06$ para RX; $\kappa = 0,02$; $p = 0,42$ para TC).

Discusión

La interferencia que las placas acetabulares ocasionan sobre la radiología postoperatoria ha sido previamente mencionada por otros autores, aunque sin profundizar en el tema^{1,2,19,20}. Paradójicamente, algunos han observado una mejor calidad de reducción con TC que con RX, lo que atribuyen precisamente a los artefactos metálicos que los implantes pueden ocasionar sobre la superficie articular en RX¹⁹. Aunque las evaluaciones de TC también pueden verse interferidas por este motivo, parecen verse menos afectadas¹¹. En nuestro estudio, encontramos que la particular silueta de la placa suprapectínea interfiere con la valoración de la WBD en la mayoría de las evaluaciones postoperatorias por RX (75,3%), afectando de forma simultánea a las 3 proyecciones casi en la mitad de las ocasiones. El segmento más consistentemente interferido fue el central, que coincidió con el mayor desplazamiento residual en imágenes de TC coronales y sagitales. Aunque de manera inconsistente, esto implicaría que, en muchos casos, las RX fueron incapaces de detectar el desplazamiento residual más significativo de la WBD. La influencia de la separación y el escalón articulares en la supervivencia articular y los resultados funcionales después de la osteosíntesis acetabular está bien documentada^{13,14}. Esto implica que los artefactos metálicos causados por los implantes intrapélvicos pueden hacer que se pierda información de considerable valor pronóstico.

El uso de TC tiene diversas ventajas sobre las RX en la evaluación postoperatoria tras la fijación de fracturas acetabulares. En primer lugar, tiene mayor sensibilidad para detectar la malreducción, lo que generalmente significa encontrar una reducción de peor calidad que la determinada por RX, con lo cual coinciden nuestros resultados y los de otros autores^{11,19,21,22}. También permite una mejor detección de la malposición de los implantes, lo que puede influir en la decisión de realizar una reintervención^{11,21,23}.

Además, el desplazamiento residual medido por TC está mejor vinculado con el pronóstico a largo plazo de la cadera, incluida su supervivencia^{17,19,21}. Toda esta valiosa información es necesaria para el correcto desempeño del equipo quirúrgico.

A pesar de sus numerosas ventajas, el uso rutinario de TC presenta diversos inconvenientes. En primer lugar, la TC expone a los órganos pélvicos dosis de radiación más elevadas, lo que puede ser especialmente preocupante en pacientes con traumatismos de alta energía, que se someten a múltiples pruebas de imagen y llegan a acumular altas dosis de radiaciones ionizantes^{11,23}. Las TC son mucho más caras que las RX y no están fácilmente disponibles en todos los entornos^{11,17,22}. También existe el potencial de una dependencia excesiva de los estudios de imagen para la toma de decisiones, en menoscabo de los hallazgos exploratorios y otros aspectos clínicos¹⁷. Por todo esto, se hace necesario plantear un uso racional de estos exámenes.

La literatura disponible evidencia que la calidad de reducción es buena a excelente en el 82-92% de pacientes con fracturas de acetábulo resueltas a través de abordajes de Stoppa modificados^{3,4,7,24,25}. En nuestra serie, todos los pacientes obtuvieron reducciones imperfectas o pobres en las evaluaciones postoperatorias por TC. Sin embargo, creemos que estos resultados han sido influenciados por la composición de nuestra muestra de sujetos, ya que sólo se incluyeron fracturas con TC postoperatoria, que probablemente se solicitó en casos más complejos. La concordancia entre observadores al evaluar la calidad de la reducción parece ser mayor con TC que con RX^{12,17}. Sin embargo, en nuestro estudio no encontramos acuerdo entre nuestros 3 observadores al evaluar los mismos exámenes o entre los observadores individuales al evaluar ambas modalidades de imagen, lo que podría atribuirse a nuestro limitado tamaño muestral.

Reconocemos las limitaciones de este estudio, especialmente su naturaleza retrospectiva y el pequeño tamaño muestral. Sin embargo, consideramos que la descripción de una limitación previamente no investigada de los implantes suprapectíneos, así como la exhaustividad de las evaluaciones radiológicas que ha permitido un análisis de la concordancia entre observadores, incrementan el valor del presente trabajo.

En conclusión, las placas anatómicas intrapélvicas suprapectíneas desempeñan un importante papel en la osteosíntesis moderna de las fracturas acetabulares. Sin embargo, su especial configuración puede dificultar la evaluación de la calidad de la reducción utilizando RX. Dado que

esta información tiene importantes implicaciones pronósticas y es esencial para el desempeño del equipo quirúrgico, postulamos que la TC debería considerarse como un complemento a la RX en el examen postoperatorio de las fracturas acetabulares más complejas.

Nivel de evidencia

Nivel de evidencia IV.

Financiación

Este estudio no contó con fuentes de financiación externas.

Consideraciones éticas

Este estudio fue aprobado por nuestro Comité de Ética en la Investigación Clínica (CEIC) con número de referencia PR(ATR)369/2020. El presente es un estudio retrospectivo. Su realización no implicó ningún riesgo para los participantes y todos los datos recopilados fueron anonimizados. En consecuencia, el CEIC aprobó una exención completa del Consentimiento Informado.

Contribuciones de los autores

La preparación de los materiales, la recogida de los datos y su análisis fueron llevados a cabo por JVAP, CLP, ABM y PMC. El primer borrador del manuscrito fue elaborado por JVAP y todos los autores comentaron las sucesivas versiones. Todos los autores leyeron y aprobaron la versión final del manuscrito final.

Conflicto de intereses

Los autores tienen conflictos de interés que declarar con Smith & Nephew, Zimmer-Biomet, Link Orthopaedics, Stryker y MBA Surgical Empowerment.

Disponibilidad de los datos

Los datos que respaldan los hallazgos de este estudio están disponibles a través del autor de correspondencia, JVAP, previa solicitud razonable.

Bibliografía

1. Nadeem U, Qadir I, Mazari J, Zaman AU, Aziz A. Outcomes of Direct Infrapectineal Buttress Plate for Quadrilateral Surface Fractures of Acetabulum Using an Anterior Intrapelvic Approach. *Hip Pelvis*. 2021;33:33-9, <http://dx.doi.org/10.5371/hp.2021.33.1.33>.
2. Hartel MJ, Naji T, Fensky F, Henes FO, Thiesen DM, Lehmann W, et al. The influence of bone quality on radiological outcome in 50 consecutive acetabular fractures treated with a pre-contoured anatomic suprapectineal plate. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2022;142:1539-46, <http://dx.doi.org/10.1007/s00402-021-03867-3>.
3. Andrés-Peiró JV, Teixidor-Serra J, Tomás-Hernández J, Guerrafarfán EM, Selga-Marsà J, Porcel-Vázquez JA, et al. Estudio retrospectivo sobre 16 fracturas de acetábulo con afectación de la lámina cuadrilateral tratadas con un abordaje anterior intrapelvico de Rives-Stoppa modificado. *Rev Esp Cir Ortop Traumatol*. 2019;63:416-23, <http://dx.doi.org/10.1016/j.recot.2019.06.003>.
4. Sagi HC, Afsari A, Dziadosz D. The anterior intra-pelvic (modified rives-stoppa) approach for fixation of acetabular fractures. *J Orthop Trauma*. 2010;24:263-70, <http://dx.doi.org/10.1097/BOT.0b013e3181dd0b84>.
5. Nicol G, Sanders E, Liew A, Wilkin G, Gofton WT, Papp S, et al. Does use of a quadrilateral surface plate improve outcome in elderly acetabular fractures? *J Clin Orthop Trauma*. 2020;11:1045-52, <http://dx.doi.org/10.1016/j.jcot.2020.10.001>.
6. Kistler BJ, Smithson IR, Cooper SA, Cox JL, Nayak AN, Santoni BG, et al. Are quadrilateral surface buttress plates comparable to traditional forms of transverse acetabular fracture fixation? *Clin Orthop Relat Res*. 2014;472:3353-61, <http://dx.doi.org/10.1007/s11999-014-3800-x>.
7. Shazar N, Eshed I, Ackshota N, Hershkovich O, Khazanov A, Herman A. Comparison of acetabular fracture reduction quality by the ilioinguinal or the anterior intrapelvic (modified Rives-Stoppa) surgical approaches. *J Orthop Trauma*. 2014;28:313-9, <http://dx.doi.org/10.1097/01.bot.0000435627.56658.53>.
8. Chesser TJS, Eardley W, Mattin A, Lindh AM, Acharya M, Ward AJ. The modified ilioinguinal and anterior intrapelvic approaches for acetabular fracture fixation: indications, quality of reduction, and early outcome. *J Orthop Trauma*. 2015;29 Suppl 2:S25-8, <http://dx.doi.org/10.1097/BOT.0000000000000268>.
9. Chen HT, Wang YC, Hsieh CC, Su LT, Wu SC, Lo YS, et al. Trends and predictors of mortality in unstable pelvic ring fracture: a 10-year experience with a multidisciplinary institutional protocol. *World J Emerg Surg*. 2019;14:61, <http://dx.doi.org/10.1186/s13017-019-0282-x>.
10. Tosounidis TH, Gudipati S, Panteli M, Kanakaris NK, Giannoudis PV. The use of buttress plates in the management of acetabular fractures with quadrilateral plate involvement: is it still a valid option? *Int Orthop*. 2015;39:2219-26, <http://dx.doi.org/10.1007/s00264-015-2883-7>.
11. Elnahal WA, Ward AJ, Acharya MR, Chesser TJS. Does Routine Postoperative Computerized Tomography After Acetabular Fracture Fixation Affect Management? *J Orthop Trauma*. 2019;33 Suppl 2:S43-8, <http://dx.doi.org/10.1097/BOT.0000000000001405>.
12. Meesters AML, Ten Duis K, Banierink H, Stirler VMA, Wouters PCR, Kraaima J, et al. What Are the Interobserver and Intraobserver Variability of Gap and Stepoff Measurements in Acetabular Fractures? *Clin Orthop Relat Res*. 2020;478:2801-8, <http://dx.doi.org/10.1097/CORR.0000000000001398>.
13. Briffa N, Pearce R, Hill AM, Bircher M. Outcomes of acetabular fracture fixation with ten years' follow-up. *J Bone Joint Surg Br*. 2011;93:229-36, <http://dx.doi.org/10.1302/0301-620X.93B2.24056>.
14. Meena UK, Tripathy SK, Sen RK, Aggarwal S, Behera P. Predictors of postoperative outcome for acetabular fractures. *Orthop Traumatol Surg Res*. 2013;99:929-35, <http://dx.doi.org/10.1016/j.otsr.201309004>.
15. Mathew G, Sohrabi C, Franchi T, Nicola M, Kerwan A, Agha R, et al. Preferred Reporting Of Case Series in Surgery (PROCESS) 2023 guidelines. *Int J Surg*. 2023;109:3760-9, <http://dx.doi.org/10.1097/JSS.0000000000000940>.
16. Nishii T, Sugano N, Tanaka H, Nakanishi K, Ohzono K, Yoshikawa H. Articular cartilage abnormalities in dysplastic hips without joint space narrowing. *Clin Orthop Relat Res*. 2001;383:183-90, <http://dx.doi.org/10.1097/00003086-200102000-00020>.
17. Verbeek DO, van der List JP, Moloney GB, Wellman DS, Helfet DL. Assessing Postoperative Reduction After Acetabular Fracture Surgery: A Standardized Digital Computed

- Tomography-Based Method. *J Orthop Trauma*. 2018;32:e284–8, <http://dx.doi.org/10.1097/BOT.0000000000001161>.
18. Matta JM. Fractures of the acetabulum: accuracy of reduction and clinical results in patients managed operatively within three weeks after the injury. *J Bone Joint Surg Am*. 1996;78:1632–45.
19. Verbeek DO, van der List JP, Villa JC, Wellman DS, Helfet DL. Postoperative CT Is Superior for Acetabular Fracture Reduction Assessment and Reliably Predicts Hip Survivorship. *J Bone Joint Surg Am*. 2017;99:1745–52, <http://dx.doi.org/10.2106/JBJS.16.01446>.
20. Matta JM, Anderson LM, Epstein HC, Hendricks P. Fractures of the acetabulum. A retrospective analysis. *Clin Orthop Relat Res*. 1986;230–40.
21. Archdeacon MT, Dailey SK. Efficacy of Routine Postoperative CT Scan After Open Reduction and Internal Fixation of the Acetabulum. *J Orthop Trauma*. 2015;29:354–8, <http://dx.doi.org/10.1097/BOT.0000000000000332>.
22. Verbeek DO, van der List JP, Helfet DL. Computed tomography versus plain radiography assessment of acetabular fracture reduction is more predictive for native hip survivorship. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2019;139:1667–72, <http://dx.doi.org/10.1007/s00402-019-03192-w>.
23. Jaskolka DN, Di Primio GA, Sheikh AM, Schweitzer ME. CT of preoperative and postoperative acetabular fractures revisited. *J Comput Assist Tomogr*. 2014;38:344–7, <http://dx.doi.org/10.1097/RCT.0b013e3182ab384a>.
24. Hirvensalo E, Lindahl J, Kiljunen V. Modified and new approaches for pelvic and acetabular surgery. *Injury*. 2007;38:431–41, <http://dx.doi.org/10.1016/j.injury.2007.01.020>.
25. Andersen RC, O'Toole RV, Nascone JW, Sciadini MF, Frisch HM, Turen CW. Modified stoppa approach for acetabular fractures with anterior and posterior column displacement: quantification of radiographic reduction and analysis of interobserver variability. *J Orthop Trauma*. 2010;24:271–8, <http://dx.doi.org/10.1097/BOT.0b013e3181b2b4ca>.