

## Posición de los tornillos de calcar en radiografías de húmero proximal en un hospital peruano

Position of calcar screws in proximal humerus X-Rays in a peruvian hospital

Alfonso Ricardo Barnechea Rey<sup>1,2\*</sup> <https://orcid.org/0000-0003-3704-945X>

Pablo Alejandro Ugarte Velarde<sup>1,2</sup> <https://orcid.org/0000-0001-5894-0378>

Violeta Alicia Nolberto Sifuentes<sup>1,2</sup> <https://orcid.org/0000-0003-1577-4298>

<sup>1</sup>Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima, Perú.

<sup>2</sup>Hospital Nacional Edgardo Rebagliati Martins. Lima, Perú.

\* Autor para la correspondencia: [alfonso.barnechea@unmsm.edu.pe](mailto:alfonso.barnechea@unmsm.edu.pe)

### RESUMEN

**Introducción:** Los tornillos de calcar quedan bajo la cabeza humeral en algunos pacientes cuando se realiza la osteosíntesis con sistemas de bloqueo. Esto predispone al desplazamiento de la cabeza en varo y el fallo de la osteosíntesis.

**Objetivo:** Determinar la relación entre la distancia de calcar y el diámetro de la cabeza humeral, el istmo humeral o la estatura en los casos que los tornillos de calcar quedan bajo la cabeza humeral.

**Métodos:** Se estudiaron los pacientes con probable fractura de húmero proximal, entre abril y diciembre de 2022, en el Departamento de Ortopedia del Hospital Rebagliati de Lima, Perú. Se planificó la preoperatoria digital con plantilla de placa PHILoS y se midió la distancia de calcar, diámetro de cabeza humeral y de istmo, y se registró la estatura. Se obtuvo la distancia de calcar promedio y el porcentaje de casos con tornillo de calcar bajo la cabeza humeral. La relación entre las mediciones se determinó mediante regresión lineal.

**Resultados:** Se incluyeron 101 pacientes. La distancia de calcar promedio resultó de  $0,55 \pm 4,51$  mm, siendo menor en mujeres ( $-0,67 \pm 3,90$  mm). El tornillo de calcar quedó bajo la cabeza humeral en 38 pacientes (43,18 %). Se obtuvo una relación lineal directa entre la distancia de calcar y el diámetro de la cabeza humeral ( $p = < 0,001$ ), mas no con estatura ( $p = 0,691$ ) o diámetro del istmo ( $p = 0,970$ ).

**Conclusiones:** En la mayoría de los pacientes el tornillo de calcar quedó bajo la cabeza humeral. La distancia de calcar se relacionó directamente con el diámetro de la cabeza humeral, pero no con la estatura ni el diámetro del istmo humeral.

**Palabras clave:** fracturas humerales proximales; osteosíntesis; placas óseas; tornillos óseos; radiografía.

## ABSTRACT

**Introduction:** Calcar screws remain under the humeral head in some patients when osteosynthesis is performed with locking systems. This favors displacement of the head in varus and failure of osteosynthesis.

**Objective:** To determine the relationship between the calcar distance and the diameter of the humeral head, the humeral isthmus or height, in cases where the screws are under the head of the humerus.

**Methods:** Patients with probable proximal humerus fracture were studied, from April to December 2022, in the Orthopedics Service of Rebagliati Hospital in Lima, Peru. Digital preoperative with PHILoS plate template was planned. The calcar distance, humeral head and isthmus diameter were measured, and height was recorded. The average calcar distance and the percentage of cases with a calcar screw under the head of the humerus were obtained. The relationship between measurements was determined using linear regression. Results: One hundred one patients were included. The average calcar distance was  $0.55 \pm 4.51$  mm and it was lower in women ( $-0.67 \pm 3.90$  mm). The calcar screw remained under the humeral head in 38 patients (43.18%). A direct linear relationship was reached between the calcar distance and the diameter of the humeral head ( $p = < 0.001$ ), but not with height ( $p = 0.691$ ) or diameter of the isthmus ( $p = 0.970$ ).

**Conclusions:** In most patients the calcar screw remained under the humeral head. Calcar distance was directly related to the diameter of the humeral head, but it was not so to the height or diameter of the humeral isthmus.

**Keywords:** proximal humeral fractures; osteosynthesis; bone plates; bone screws; bone scan.

Recibido: 27/02/2023

Aceptado: 07/04/2023

## Introducción

Las fracturas del húmero proximal representan el 5,7 % del total de fracturas<sup>(1)</sup> y se consideran fracturas osteoporóticas. En el Hospital Edgardo Rebagliati Martins de Lima, Perú, se trataron 802 fracturas en 2022; de ellas 94 fueron del húmero proximal y representaban el 11,72 %.<sup>(2)</sup> La mayoría de estos traumas se manejan con métodos conservadores, pero las placas bloqueadas anatómicas han demostrado buenos resultados.<sup>(3)</sup>

*Gardner* y otros<sup>(4)</sup> explicaron la importancia de restaurar el soporte estructural medial de las fracturas que lo han perdido. Los tornillos de calcar resultan la mejor estrategia para brindar rigidez y estabilidad a la fijación, así como prevenir el desplazamiento en varo de la cabeza;<sup>(5)</sup> por tanto, se deben colocar en una posición adecuada dentro de la región inferomedial. *Metha* y otros<sup>(6)</sup> calcularon la localización óptima de los tornillos y la ubicaron entre  $3 \pm 8$  mm; asimismo, *Padegimas* y otros<sup>(7)</sup> establecen la distancia de calcar entre el borde inferior del tornillo hasta el borde inferomedial de la cabeza, y definieron la distancia óptima de 12 mm o menos, o si el tornillo quedaba dentro del 25 % inferior de la cabeza humeral.

Cuando se ponen las placas anatómicas de húmero proximal durante la cirugía de osteosíntesis en pacientes de pequeño tamaño, los tornillos de calcar quedan por debajo de la placa y muchas veces no se emplean. Los parámetros anatómicos de la población china difieren de los de la población europea, y varios implantes, como las prótesis de hombro, no resultan compatibles con su anatomía;<sup>(8)</sup> igualmente ocurre con la población peruana cuya estatura es particularmente baja debido a factores genéticos previamente reportados.<sup>(9)</sup> Si no se emplean los tornillos, se pierde la reducción por el desplazamiento posoperatorio de la cabeza en varo y su consolidación viciosa,<sup>(10,11)</sup> con la consecuente limitación y morbilidad. Un estudio retrospectivo en pacientes operados de osteosíntesis de húmero proximal con placa PHILoS no utilizó los tornillos por quedar debajo de la cabeza humeral,<sup>(12)</sup> mas no cuantificó los casos que no los emplearon por esta razón. Hasta la fecha no existen reportes de que el pequeño tamaño del húmero impida la utilización de los tornillos; por consiguiente, el objetivo de este estudio fue determinar la relación entre

la distancia de calcar y el diámetro de la cabeza humeral, el del istmo humeral o la estatura, en los casos que los tornillos de calcar quedan bajo la cabeza humeral.

## Métodos

Este estudio tuvo un diseño observacional, transversal, correlacional y prospectivo, tipo serie de casos. Se definió como población a todos los pacientes hospitalizados en el Departamento de Ortopedia y Traumatología del Hospital Nacional Edgardo Rebagliati Martins de Lima, Perú, entre abril y diciembre de 2022, con sospecha o confirmación de fractura del húmero proximal.

Se establecieron como criterios de inclusión la historia con datos demográficos y radiografías del lado sano y fracturado adecuadamente tomadas (o del lado facturado, si la fractura fue inferior a la metáfisis humeral). La radiografía posoperatoria se usó como escala. Se excluyeron las fracturas bilaterales del húmero proximal, las enfermedades metabólicas óseas y las cirugías o procedimientos previos en el hombro sano.

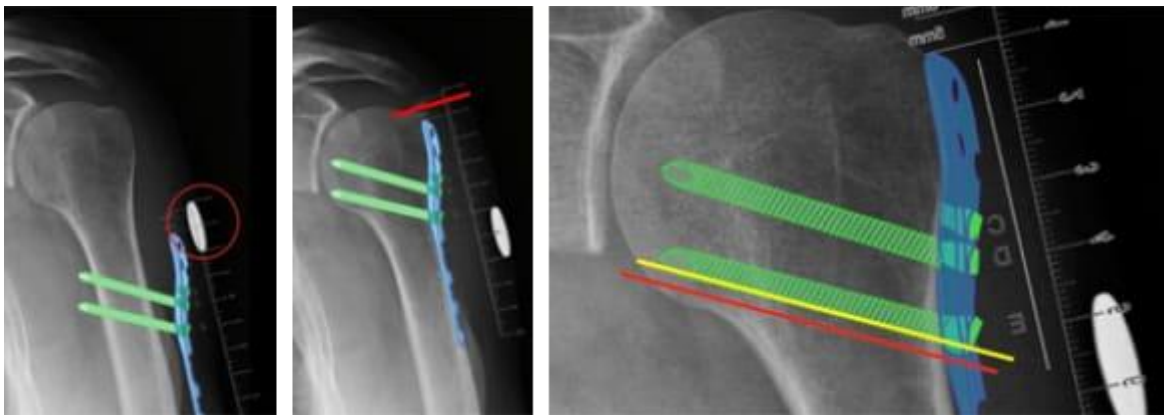
Luego de la aprobación del estudio por el Comité de Ética y la dirección del Hospital, se recopiló la información mediante el análisis documental de las historias y las radiografías digitales de los pacientes incluidos en el estudio, entre abril y diciembre de 2022. Se obtuvieron los datos de sexo, edad y estatura; registrados por los médicos de la especialidad al momento de confeccionar la historia clínica.

Para la planificación preoperatoria digital se usó la imagen del lado sano. Las radiografías digitales de ambos lados se descargaron y se midieron en el sistema de visualización de imágenes radiológicas del Hospital. Si la placa radiográfica no era digital se colocaba una moneda de 10 céntimos de 19,75 mm de diámetro.

La imagen del lado sano de cada paciente se abrió en el programa *Adobe Photoshop CC 2020* y se le superpuso la plantilla de la placa PHILoS (DePuy Synthes Trauma-a division of Synthes GmbH, 2016) en vista lateral con una regla a escala de 1 mm. En la plantilla de la placa había un tornillo de calcar en el agujero de la fila E. Se determinó la escala con la moneda de 10 céntimos en la imagen o la línea con el diámetro de la cabeza humeral como referencia; se redujo el tamaño de la plantilla hasta que la medida de la moneda o la línea coincidieran con la regla (fig. 1A).

Luego se colocó la plantilla en la posición correcta, de forma que el borde superior de la placa quedara a 5 mm por debajo del borde superior del troquíter, y la superficie cóncava de la placa adyacente a la cortical lateral diafisaria (fig. 1B). Si bien el fabricante indica que dicho borde puede quedar entre 5 y 8 mm por debajo del borde superior del troquíter, se escogió el límite menor para permitir que el tornillo de calcar se mantuviera dentro de la cabeza y no cayera en sesgo de medición.

La distancia de calcar se midió entre el borde inferior del tornillo y su punto más cercano al límite entre el hueso cortical y esponjoso (fig. 1C). Si el borde quedaba por debajo de este punto, la medida obtenía un valor negativo y se consideraba por fuera de la cabeza. También se calcularon los diámetros máximo de la cabeza y humerales a nivel del istmo a partir de la escala de la plantilla. Estos datos se vertieron en una ficha en formato Excel.



**Fig. 1** - Medición de la distancia de calcar. A) Escalado de la plantilla sobre la radiografía, de manera que la moneda mida 19.75 mm en la regla de la plantilla. B) Colocación de la plantilla en la cara lateral del húmero con el borde superior de la placa a 5 mm del borde superior del troquíter. C) Detalle de la medición de la distancia de calcar, entre el borde del tornillo (línea amarilla) y el límite corticoesponjoso inferior de la cabeza (línea roja).

Esta ficha se exportó al programa SPSS v. 26.0. Al tratarse de mediciones con dos sistemas diferentes, pero de la misma radiografía, se escogió el análisis para poblaciones apareadas. Se utilizó la prueba de Kolmogorov-Smirnoff y se determinó que los valores no seguían una distribución normal. Se obtuvieron la media y la desviación estándar de las distancias, así como las medias y las desviaciones según sexo. Se precisó el porcentaje de valores negativos, es decir, los tornillos fuera de la placa. Para hallar la correlación entre la distancia de calcar y el diámetro de la cabeza, el diámetro humeral a nivel del istmo y la estatura, se analizaron las variables mediante regresión lineal

entre la distancia de los tornillos a la cabeza y cada una de las variables mencionadas, por separado y en conjunto.

## Resultados

Se recopilaron los datos de la historia clínica de 103 pacientes, de ellos se excluyeron dos por presentar lesión bilateral. Se analizaron 101 radiografías. Los datos demográficos y antropométricos se presentan en la tabla 1.

**Tabla 1 - Datos demográficos y antropométricos**

|                          |               |
|--------------------------|---------------|
| Total analizado          | 101           |
| Sexo femenino            | 79 (78,22 %)  |
| Sexo masculino           | 22 (21,78 %)  |
| Edad promedio            | 65,53 ± 16,51 |
| Estatura promedio (cm)   | 159,87 ± 7,64 |
| Lado derecho lesionado   | 59 (58,42 %)  |
| Lado izquierdo lesionado | 42 (41,58 %)  |

La distancia de calcar promedio fue de  $0,86 \pm 4,58$  mm. El tornillo quedó debajo de la cabeza humeral en 42 pacientes (41,58 %). La distancia de calcar promedio resultó negativa en las mujeres y el tornillo quedó debajo de la cabeza humeral en más de la mitad de las pacientes; en cambio, para los hombres la distancia fue positiva y en un solo paciente el tornillo no consiguió sobrepasar la cabeza humeral (tabla 2).

**Tabla 2 - Distancia de calcar promedio y pacientes con distancia negativa según sexo**

|  |         |                  |
|--|---------|------------------|
| Distancia de calcar (mm)                   | global  | $0,86 \pm 4,58$  |
|  | mujeres | $-0,42 \pm 3,96$ |
|  | hombres | $5,44 \pm 3,64$  |
| Pacientes con distancia de calcar negativa | global  | 42 (41,58 %)     |
|  | mujeres | 41 (51,90 %)     |
|  | varones | 1 (4,55 %)       |

Al analizar la relación entre la distancia de calcar con la estatura, el diámetro de la cabeza humeral y el del istmo humeral, se advirtió una relación lineal positiva con un R de 0,859 ( $p < 0,0001$ ). La observación por separado de dichas variables reveló que sí existe relación con el diámetro de la cabeza humeral con un coeficiente de correlación estandarizado de 0,871 ( $p < 0,0001$ ); sin embargo, no se encontró vínculo con la estatura (coeficiente de correlación estandarizado 0,015,  $p = 0,815$ ) ni con el diámetro de la diáfisis humeral a nivel del istmo (coeficiente de correlación estandarizado -0,028,  $p = 0,693$ ).

Para el pronóstico, la ecuación de regresión lineal cumplió con los requisitos de aleatoriedad, varianza constante y normalidad de los residuos estandarizados; la fórmula calculada estimó que la distancia de calcar sería mayor que cero si el diámetro de la cabeza superaba los 43 mm (fig. 2). El análisis global y el aislado del diámetro de la cabeza humeral mostraron correlación lineal positiva (tabla 3).

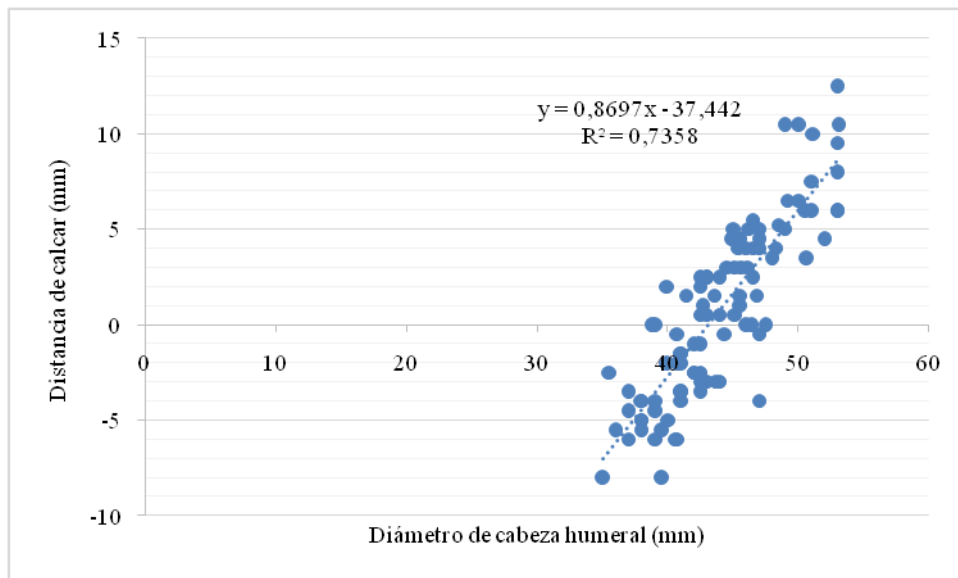


Fig. 2 - Relación distancia de calcar con diámetro cabeza humeral.

Tabla 3 - Regresión lineal entre la distancia de calcar y el diámetro de la cabeza humeral, el del istmo humeral y la estatura

| Distancia de calcar versus:                         | R      | p        |
|---|--------|----------|
| Estatura + diámetro cabeza humeral + diámetro istmo | 0,859  | < 0,0001 |
| Diámetro cabeza humeral                             | 0,871  | < 0,0001 |
| Diámetro istmo humeral                              | -0,028 | 0,693    |
| Estatura  | 0,015  | 0,815    |

## Discusión

Los resultados del presente estudio evidenciaron que la media de la distancia de calcar se mantiene dentro del rango propuesto por *Mehta* y otros;<sup>(6)</sup> sin embargo, en varios pacientes el tornillo de calcar quedó por debajo del borde corticomedular de la cabeza humeral con el sistema PHILoS. Esto se traduce en mayor riesgo de desplazamiento de la cabeza humeral en varo en los casos con afectación estructural medial metafisiaria por la fractura; lo cual se ha refrendado mediante estudios de elementos finitos,<sup>(14,15,16)</sup> biomecánicos en hueso cadavérico<sup>(17,18,19)</sup> o sintético,<sup>(6,10,17,20,21,24)</sup> y retrospectivos clínicos.<sup>(6,11,12,22,23,25)</sup>

La razón más probable de estos hallazgos resulta la baja estatura promedio de la población peruana, dado por una variante genética.<sup>(9)</sup> Un estudio en pacientes posoperados por fractura de húmero proximal en Shanghai, China,<sup>(16)</sup> señaló que el tornillo de calcar no se empleó en todos los paciente porque hubiese quedado por debajo de la cabeza humeral; sin embargo, no aportó el número de casos en esta situación. Asimismo, otra investigación de tomografías de voluntarios sanos, realizada en el Hospital Xin Hua de Shanghai, China,<sup>(8)</sup> demostró que la angulación cervicodiafisiaria y el tamaño de la cabeza de los húmeros proximales de la población estudiada se diferenciaba de los valores considerados normales; por tanto, los modelos de artroplastia de hombro disponibles no se ajustaban a estas medidas. La búsqueda bibliográfica en las bases de datos Scopus, Web of Science, PubMed, SciELO y LatIndex no reveló otras publicaciones que trataran este tema.

En la mayoría de las mujeres el tornillo de calcar no superó la cabeza. Esto pudiera explicarse porque las féminas tienen menor estatura que los hombres; sin embargo, el análisis se limita pues los pacientes masculinos de este estudio eran mínimos con respecto a los femeninos.

*Padegimas* y otros<sup>(7)</sup> identificaron, como factores predictivos independientes de pérdida de reducción en varo, la distancia de calcar mayor a 13 mm y la razón de calcar (distancia de calcar entre diámetro de la diáfisis a nivel del cuello quirúrgico) mayor al 21 %. En los casos con una distancia muy grande y positiva no mencionaron si el tornillo quedó por debajo de la cabeza, quizás porque no lo consideraron un factor o en su población esto no ocurrió.

Se demostró la relación lineal con el diámetro de la cabeza humeral, mas no con la estatura ni con el diámetro de la diáfisis a nivel del istmo. Hasta ahora no se ha establecido una medición que ayude a predecir si los tornillos estarán por dentro o fuera de la cabeza. La presente investigación constituye el



primer reporte que evalúa en qué porcentaje los tornillos de calcar no se ajustan a la cabeza humeral. Otras poblaciones no consideran esto un problema. La fórmula de correlación lineal con el diámetro de la cabeza humeral indica que a partir de 43 mm los tornillos de calcar se mantendrán dentro de la cabeza y brindarán la estabilidad deseada.

Este estudio usó radiografías digitales para determinar, mediante la planificación preoperatoria, la ubicación y la distancia de los tornillos de calcar al borde inferomedial de la cabeza. Aunque este es un método de bajo costo y fácilmente reproducible en computadoras básicas, los imagenólogos podrían tomar las incidencias radiográficas en forma incorrecta y conducir a mediciones erróneas. El uso de una moneda con dimensiones *standard* evitaría dicho inconveniente.

En conclusión, existe un alto porcentaje de pacientes en los que el tornillo de calcar queda por debajo de la cabeza humeral, lo cual predispone al desplazamiento en varo en las fracturas con pérdida de soporte medial.

## Referencias bibliográficas

1. Roux A, Decroocq L, El Batti S, Bonneville N, Moineau G, Trojani C, *et al.* Epidemiology of proximal humerus fractures managed in a trauma center. *Orthop Traumatol Surg Res.* 2012;98(6):715-9. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.otsr.2012.05.013>
2. Departamento de Ortopedia y Traumatología, Hospital Nacional Edgardo Rebagliati Martins. Libros de Ingresos de los servicios del Departamento de Ortopedia y Traumatología. Lima, Perú; 2022.
3. Pavone V, Vescio A, Denaro R, Costa D, Caruso VF, Condorelli G, *et al.* Use of different plate implants for surgical treatment of proximal humerus fractures in adults: a systematic review. *Acta Biomed.* 2021;92(4):e2021198. DOI: <https://doi.org/10.23750%2Fabm.v92i4.11394>
4. Gardner MJ, Weil Y, Barker JU, Kelly BT, Helfet DL, Lorich DG. The importance of medial support in locked plating of proximal humerus fractures. *J Orthop Trauma.* 2007;21(3):185-91. DOI: <https://doi.org/10.1097/bot.0b013e3180333094>
5. Padegimas EM, Nicholson TA, Chang G, Hebert-Davies J, Namdari S. Outcomes of open reduction and internal fixation of proximal humerus fracture dislocations. *J Shoulder Elbow Surg.* 2021;30(10):2331-5. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jse.2021.01.025>

6. Mehta S, Chin M, Sanville J, Namdari S, Hast MW. Calcar screw position in proximal humerus fracture fixation: Don't miss high! *Injury*. 2018;49(3):624-9. DOI: <https://doi.org/10.1016%2Fj.injury.2018.02.007>
7. Padegimas EM, Zmistowski B, Lawrence C, Palmquist A, Nicholson TA, Namdari S. Defining optimal calcar screw positioning in proximal humerus fracture fixation. *J Shoulder Elbow Surg*. 2017;26(11):1931-7. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jse.2017.05.003>
8. Zhang Q, Shi LL, Ravella C, Koh JL, Wang S, Liu C, *et al*. Distinct proximal humeral geometry in chinese population and clinical relevance. *J Bone Joint Surg Am*. 2016;98(24):2071-81. DOI: <https://doi.org/10.2106/jbjs.15.01232>
9. Asgari S, Luo Y, Akbari A, Belbin GM, Li X, Harris DN, *et al*. A positively selected FBN1 missense variant reduces height in Peruvian individuals. *Nature*. 2020;582(7811):234-9. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41586-020-2302-0>
10. Zhang X, Huang J, Zhao L, Luo Y, Mao H, Huang Y, *et al*. Inferomedial cortical bone contact and fixation with calcar screws on the dynamic and static mechanical stability of proximal humerus fractures. *J Orthop Surg Res*. 2019;14(1):1. DOI: <https://doi.org/10.1186%2Fs13018-018-1031-7>
11. Bouliane M, Silveira A, Al Eidan AJ, Heinrichs L, Kang SH, Sheps DM, *et al*. Factors associated with maintaining reduction following locking plate fixation of proximal humerus fractures: a population-based retrospective cohort study. *JSES Int*. 2020;4(4):724-9. DOI: <https://doi.org/10.1016%2Fj.jseint.2020.07.022>
12. Wang JQ, Zhao YM, Jiang BJ, Ke Cr. A nomogram for predicting reduction loss risk after locking plate fixation for proximal humeral fractures. *Injury*. 2021;52(10):2947-51. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.injury.2021.07.041>
13. Mendoza I, González Á, Jacobo G, Castañeda A, Valenzuela J. Análisis de los elementos principales en el diseño de placas de bloqueo en una fractura de 2-partes del cuello quirúrgico del húmero utilizando MEF y análisis estadístico. *Materia*. 2018;23(4). DOI: <https://doi.org/10.1590/S1517-707620180004.0556>
14. Lee JS, Kim JH, Kim KG, Yoon YC. Effect of calcar screw in locking compression plate system for osteoporotic proximal humerus fracture: a finite element analysis study. *Biomed Res Int*. 2022;2022:1268774. DOI: <https://doi.org/10.1155%2F2022%2F1268774>
15. Xu J, Zhan S, Ling M, Jiang D, Hu H, Sheng J, *et al*. How can medial support for proximal humeral fractures be achieved when positioning of regular calcar screws is challenging? Slotting and off-axis fixation strategies. *J*

Shoulder                      Elbow                      Surg.                      2022;31(4):782-91.                      DOI:  
<https://doi.org/10.1016/j.jse.2021.08.033>

16. Jabran A, Peach C, Ren L. Biomechanical analysis of plate systems for proximal humerus fractures: a systematic literature review. *Biomed Eng Online*. 2018;17(1):47. DOI: <https://doi.org/10.1186%2Fs12938-018-0479-3>

17. Bai L, Fu Z, An S, Zhang P, Zhang D, Jiang B. Effect of calcar screw use in surgical neck fractures of the proximal humerus with unstable medial support: A biomechanical study. *J Orthop Trauma*. 2014;28(8):452-7. DOI: <https://doi.org/10.1097/bot.000000000000057>

18. Ponce BA, Thompson KJ, Raghava P, Eberhardt AW, Tate JP, Volgas DA, *et al*. The role of medial comminution and calcar restoration in varus collapse of proximal humeral fractures treated with locking plates. *J Bone Joint Surg Am*. 2013;95(16):e113(1-7). DOI: <https://doi.org/10.2106/jbjs.k.00202>

19. Burke NG, Kennedy J, Cousins G, Fitzpatrick D, Mullett H. Locking plate fixation with and without inferomedial screws for proximal humeral fractures: a biomechanical study. *J Orthop Surg (Hong Kong)*. 2014;22(2):190-4. DOI: <https://doi.org/10.1177/230949901402200215>

20. Shin MJ, Kim H, Kim DM, Park D, Jeon IH, Koh KH. Role of inferomedial supporting screws for secondary varus deformity in non osteoporotic proximal humerus fracture: A biomechanical study. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2021;141(9):1517-23. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00402-020-03627-9>

21. Zeng LQ, Zeng LL, Jiang YW, Wei HF, Zhang W, Chen YF. Influence of medial support screws on the maintenance of fracture reduction after locked plating of proximal humerus fractures. *Chin Med J (Engl)*. 2018;131(15):1827-33. DOI: <https://doi.org/10.4103%2F0366-6999.237396>

22. Oppebøen S, Wikerøy AK, Fuglesang HF, Dolatowski FC, Randsborg PH. Calcar screws and adequate reduction reduced the risk of fixation failure in proximal humeral fractures treated with a locking plate: 190 patients followed for a mean of 3 years. *J Orthop Surg Res*. 2018;13(1):197. DOI: <https://doi.org/10.1186%2Fs13018-018-0906-y>

23. Jabran A, Peach C, Zou Z, Ren L. Biomechanical comparison of screw-based zoning of PHILOS and Fx proximal humerus plates. *BMC Musculoskelet Disord*. 2018;19(1):253. DOI: <https://doi.org/10.1186%2Fs12891-018-2185-5>

24. Wang H, Liu Y, Wang D, He Y, Yao P, Lu T, *et al*. Predictive indicators for complications of proximal humerus fractures treated with locking plate or intramedullary nail fixation. *Orthop Surg*. 2022;14(9):2109-18. DOI: <https://doi.org/10.1111%2Fos.13421>

### Conflicto de intereses

Los autores declaran que no existe conflicto de intereses.

### Contribución de los autores

*Conceptualización:* Alfonso Ricardo Barnechea Rey.

*Curación de contenidos y datos:* Alfonso Ricardo Barnechea Rey y Pablo Alejandro Ugarte Velarde.

*Análisis formal:* Violeta Alicia Nolberto Sifuentes.

*Metodología:* Alfonso Ricardo Barnechea Rey.

*Redacción-borrador original:* Alfonso Ricardo Barnechea Rey.

*Redacción-revisión y edición:* Pablo Alejandro Ugarte Velarde y Violeta Alicia Nolberto Sifuentes.