

VALORACIÓN CUANTITATIVA DE LA PÉRDIDA DE FUNCIONALIDAD ASOCIADA A LA APARICIÓN DE COMPLICACIONES EN OSTEOSÍNTESIS DE FRACTURAS DE HÚMERO PROXIMAL.

QUANTITATIVE ASSESSMENT OF THE LOSS OF FUNCTIONALITY ASSOCIATED WITH THE APPEARANCE OF COMPLICATIONS IN OSTEOSYNTHESIS OF PROXIMAL HUMERUS FRACTURES.

Hernández-Fernández, Alberto¹, Roche-Albero, Adrián², Gómez-Blasco, Andrés Manuel³, Martín-Hernández, Carlos⁴.

1 Médico residente Cirugía Ortopédica y Traumatología. Máster en Universidad de Zaragoza. Instituto de Investigación Sanitaria de Aragón. Hospital Universitario Miguel Servet. Zaragoza. España. Email de contacto: alberto.hdez.fdez@gmail.com

2 Facultativo Especialista de Área Cirugía Ortopédica y Traumatología. Doctor en Medicina y Cirugía. Instituto de Investigación Sanitaria de Aragón. Hospital Universitario Miguel Servet. Zaragoza. España.

3 Máster en Universidad de Zaragoza. Facultativo Especialista de Área Cirugía Ortopédica y Traumatología. Instituto de Investigación Sanitaria de Aragón. Hospital Universitario Miguel Servet. Zaragoza. España.

4 Doctor en Medicina y Cirugía. Jefe de Servicio Cirugía Ortopédica y Traumatología. Instituto de Investigación Sanitaria de Aragón. Universitario Miguel Servet. Zaragoza. España.

Conceptos clave:

Numerosos estudios han aportado datos sobre la incidencia de complicaciones tras la osteosíntesis con placa en fracturas de húmero proximal. La mayoría de ellos, sitúan la protrusión de los tornillos en la articulación glenohumeral y la necrosis de la cabeza humeral como las complicaciones más habituales con una frecuencia elevada, pero con una amplia variabilidad en la misma.

Sin embargo, en pocos estudios desarrollados previamente se ha evaluado de una manera precisa la pérdida de funcionalidad asociada al desarrollo de complicaciones en este tipo de fracturas. Además, estos trabajos han empleado escalas de valoración funcional que recogen indistintamente parámetros relacionados con el balance articular, como con el dolor o la capacidad funcional.

Nuestro estudio aporta una evaluación de la incidencia de complicaciones en nuestra institución, así como la solución que se emplea cuando aparecen, proporcionando datos precisos sobre la pérdida de balance articular y su relación con la aparición de complicaciones. De esta forma, podemos predecir los resultados funcionales, según las eventuales complicaciones que puedan aparecer, para futuras intervenciones y, así, proporcionar al paciente la información más precisa antes de someterse a la cirugía.

Resumen:

Objetivo: Evaluar la relación entre la incidencia de complicaciones y los resultados clínico-funcionales, tras el tratamiento de las fracturas de húmero proximal mediante osteosíntesis con placa bloqueada. **Material y Método:** Nuestro estudio revisa 47 pacientes intervenidos mediante osteosíntesis con placa en un periodo de 5 años. Presentamos los resultados clínico-funcionales con las escalas de Constant-Murley y Quick Dash, y con un análisis cinemático. **Análisis estadístico** de las relaciones complicación-**resultados** funcionales y reintervención-**resultados** funcionales. **Resultados:** Al final del seguimiento, fueron recogidos un total de 47 pacientes, con una edad media de 74,85 años. 11 pacientes (23,4%) tuvieron complicaciones, de los cuales 6 pacientes (12,7%) precisaron ser reintervenidos. La aparición de complicaciones se asoció a una pérdida de 65,41° de flexión, 14,49° de extensión, 36,71° de abducción, 8,84° de aducción, 5,47° de rotación externa y 30,82° de rotación interna. Además, se encontró relación estadísticamente significativa entre el desarrollo de complicaciones y las escalas Constant-Murley y Quick Dash. **Conclusión:** Existe un porcentaje elevado de pacientes que desarrollan complicaciones tras RAFI con placa, los cuales ven disminuida su funcionalidad de forma notable. Nuestro estudio cuantifica de forma exacta ésta pérdida y, de esta manera, predice la situación funcional, según las eventuales complicaciones que puedan aparecer.

Palabras clave: fracturas del húmero; fracturas osteoporóticas; fijación interna de fracturas; complicaciones posoperatorias; resultado del tratamiento; análisis espacio-temporal.

Abstract:

Objective: To evaluate the relationship between incidence of complications and clinico-functional outcomes, after fractures of the proximal humerus treated with locking plates. **Material and Methods:** Our study reviewed 47 patients who underwent internal fixation with plate for a period of 5 years. We present the clinico-functional outcomes with Constant-Murley and Quick-Dash scores, and cinematic analysis. **Statistical analysis** of the relationship complication-functional results and new surgery-functional results. **RESULTS:** At the end of the follow-up period, a total of 47 patients were recollected and the mean age was 74,85 years. 11 patients (23,4%) had complications, of whom 6 patients (12,7%) needed a new surgery. The complication rate is associated with loss of 65,41° of flexion, 14,49° of extension, 36,71° of abduction, 8,84° of adduction, 5,47° of external rotation and 30,82° of internal rotation. Furthermore, we found statistically significant differences between the incidence of complications and Constant-Murley and Quick Dash scores. **Conclusion:** There is a high percentage of patients who develop complications after ORIF with and its functionality is significantly reduced. Our study accurately quantifies this loss and, in this way, it predicts the functional situation, according to the possible complications that may arise.

Keywords: humeral fractures; osteoporotic fractures; fracture fixation internal; postoperative complications; treatment outcome; spatio-temporal analysis.

Recibido: 2018-10-18

Aceptado: 2019-01-24

DOI: <http://dx.doi.org/10.31053/1853.0605.v76.n1.21630>



© Universidad Nacional de Córdoba

Introducción

La fractura de húmero proximal es la tercera fractura más frecuente en pacientes mayores de 65 años, tras las fracturas osteoporóticas de cadera y radio distal¹. Aunque el 80% obtienen buenos resultados mediante un tratamiento ortopédico, el 20% restante precisan cirugía², lo que constituye un reto para el cirujano dada su complejidad, las diversas opciones terapéuticas existentes y el alto riesgo de complicaciones.

El cirujano dispone de múltiples alternativas terapéuticas, como la osteosíntesis con clavo intramedular y agujas de Kirschner o la artroplastia parcial o total de hombro. Sin embargo, la osteosíntesis con placa bloqueada constituye una de las opciones más empleadas. Estos implantes aportan una excelente estabilidad biomecánica³, incluso en hueso osteoporótico, consiguiendo restaurar la anatomía previa del húmero⁴. Como consecuencia, se han mejorado considerablemente los resultados funcionales en este tipo de pacientes.

Por otro lado, se ha advertido un número importante de complicaciones relacionadas con la osteosíntesis de estas fracturas⁵⁻⁶, siendo las más frecuentes la protrusión de los tornillos, la necrosis avascular de la cabeza humeral o fracturas periimplante⁷. En la actualidad, existen pocos estudios que establezcan la relación entre la pérdida de funcionalidad y la aparición de estas complicaciones⁽⁸⁻⁹⁾. Esto se debe en parte a que, aunque existen herramientas para la evaluación de los resultados funcionales, como las escalas funcionales, éstas no dejan de presentar cierto grado de subjetividad.⁽¹⁰⁻¹¹⁾

El objetivo principal de este estudio es evaluar la repercusión de las complicaciones en la funcionalidad del hombro afecto, medida mediante escalas de evaluación clínica y con análisis del movimiento. En segundo lugar, evaluar la incidencia en nuestro medio de complicaciones y necesidad de reintervención tras reducción abierta y fijación interna con placa de fracturas de húmero proximal en pacientes ancianos.

Material y Método

El estudio que presentamos consiste en una revisión de 47 pacientes con fractura de húmero proximal desplazada intervenidos quirúrgicamente por el Servicio de Cirugía Ortopédica y Traumatología de nuestro hospital, en el periodo de tiempo comprendido desde Enero de 2010 a Diciembre de 2014, con un seguimiento mínimo de 2 años.

Se incluyeron aquellos pacientes mayores de 65 años, con fractura de húmero proximal tratados mediante osteosíntesis con placa Philos (Synthes, Oberdorf, Switzerland) en nuestro centro, que aceptasen una nueva revisión para realizar la medición del grado de movilidad del hombro afecto.

Como criterios de exclusión: 1- pacientes menores de 65 años; 2- fracturas patológicas o abiertas; 3- fracturas con tratamiento conservador u otra opción de tratamiento quirúrgico; 4- osteosíntesis realizada como rescate a otro tratamiento previo; 4- no aceptación de participación mediante consentimiento informado o fallecimiento; 5- intervención o seguimiento realizado en otro centro.

Del total de 156 pacientes intervenidos por fractura de húmero proximal mediante placa en nuestro centro durante ese periodo, 47 (30,13%) participaron en nuestro estudio. Del resto, 17 pacientes (10,89%) habían fallecido en el momento de la última revisión; 17 pacientes (10,89%) presentaban incapacidad motora para trasladarse al centro; 53 pacientes (33,97%) no pudieron ser localizados; 2 pacientes (0,1%) no aceptaron la inclusión en el estudio y 20 pacientes (12,8%), no acudieron a la cita concertada.

El seguimiento medio de nuestro estudio fue de 4,69 años (rango 2,49-7,14años). La edad media fue de 74,85 años (rango 66-84 años). 5 pacientes fueron varones frente a 42 mujeres (proporción 1:8). El lado más veces afectado es el izquierdo (36,2% derecho-63,8% izquierdo) y el no dominante (34% brazo dominante-66% brazo no dominante).

Atendiendo a la clasificación de la fractura, según Neer, se objetivaron 15 fracturas de 2 fragmentos (31,9%), 22 en 3 fragmentos (46,8%) y 10 en 4 fragmentos (21,3%), sin incluir ningún caso de fractura-luxación. Por otra parte, según la clasificación AO, se encontraron 16 fracturas tipo A o extraarticulares unifocales (34,04%), 24 tipo B o extraarticulares bifocales (51,06%) y 7 tipo C o articulares (14,89%).

Nuestro estudio fue aprobado por el comité ético regional y cada paciente fue notificado y aceptó previamente su inclusión mediante un documento de consentimiento informado. Todos los pacientes firmaron previamente el consentimiento para la toma de datos y su utilización con fines de estudio.

Técnica quirúrgica

La anestesia empleada fue la anestesia general con intubación endotraqueal. Tras esto, el paciente se coloca en posición de silla de playa, para facilitar la movilización de la extremidad y la realización de radioscopia. Las intervenciones fueron todas ellas realizadas por el mismo equipo de 7 cirujanos, pertenecientes a la misma unidad de traumatología de un único centro. En todos los casos el abordaje elegido fue la vía deltopectoral. En primer lugar, se identifican las tuberosidades con sutura para su posterior reanclaje y, tras reducir de forma abierta la fractura, se fija de forma temporal la placa con agujas de Kirschner. La placa se coloca 5 mm distal al troquíter, para evitar el pinzamiento subacromial, y 2-4 mm posterior a la corredera bicipital. Al final de la cirugía, se comprueba la longitud de los tornillos y el resultado final mediante radioscopia.

Cuidados postoperatorios

Tras la intervención quirúrgica, el hombro es inmovilizado con cabestrillo durante 2-3 semanas, permitiendo su retirada para la realización de movimientos pendulares del hombro y la movilización pasiva suave. A partir de este periodo, se comienza la flexión y abducción activa y posteriormente, en la semana 6 se permitía la movilidad libre. El seguimiento clínico y radiológico postoperatorio estándar fue a las 2 semanas, 6 semanas, 3 meses y 6 meses y al final del seguimiento, momento en el que se realizó el estudio cinemático.

Se emplearon las escalas Constant Shoulder Score y Quick DASH (Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand) Score. Para el análisis cinemático se empleó el sistema de análisis de movimiento Younext 4d Motion Capture.

El estudio radiológico incluyó radiografía simple, en proyecciones anteroposterior, transtorácica y axial para evaluar los resultados de la osteosíntesis y la aparición de complicaciones a medio plazo.

Análisis estadístico

Se empleó la prueba T de Student para variables independientes, tomando como variable de agrupación la presencia o no de complicaciones/reintervención y como variable cuantitativa a contrastar los distintos grados de movimiento, obteniendo los resultados de significación estadística para un intervalo de confianza del 95%. Los datos fueron procesados mediante el software SPSS versión 22.0 (SPSS Inc., Chigaco, IL, USA).

Resultados

Durante el periodo de seguimiento, se advierten un total de 11 complicaciones (23,4%), de las cuales 6 pacientes (12,7%) requirieron una nueva intervención quirúrgica para su resolución. Se encontraron 5 casos (10,6%) en los que un tornillo cefálico penetraba en la articulación. 3 casos (6,4%) precisaron la extracción del material de osteosíntesis, frente a los otros 2 pacientes (4,3%) que denegaron una nueva cirugía y no mostraban sintomatología. La segunda complicación encontrada fue la necrosis avascular de la cabeza humeral en 4 pacientes (6,4%). Uno de estos pacientes precisó extraer el material de osteosíntesis y una artroplastia total de hombro. También se diagnosticaron 2 casos de fracturas periimplante (4,3%), requiriendo ambas una nueva osteosíntesis. Por último, no se visualizaron defectos en la consolidación, infección o pinzamiento subacromial. - (Tabla 1)

Tabla N°1: Complicaciones y necesidad de reintervención

Complicaciones (global)	11 (23,4%)
Protrusión de tornillo	5 (10,6%)
Necrosis avascular	3 (6,4%)
Fractura periimplante	2 (4,3%)
Reintervenciones (global)	6 (12,7%)
EMO	3 (6,4%)
EMO + PTHi	1 (2,1%)
Osteosíntesis	2 (4,3%)

COMPLICACIONES EN FRACTURA DE HÚMERO.

Analizando cómo las características basales de nuestra muestra afectan a la aparición de complicaciones, advertimos que existe una mayor tendencia a la aparición de complicaciones en edades más avanzadas, pero sin significación estadística ($p=0,062$). Además, según la clasificación de Neer, los patrones de fractura más complejos se asociaron a una mayor incidencia de complicaciones ($p=0,043$). Otras características como el sexo, la lateralidad y la clasificación AO no se asociaron de forma estadísticamente significativa.

En las tablas 2 y 3, se muestran los resultados globales de funcionalidad, evaluada mediante el análisis cinemático y las escalas Constant y Quick DASH. Asimismo, se relaciona cómo la aparición de complicaciones y reintervenciones afectan a estas mediciones. - (Tabla 2-3)

Tabla N°2: Relación de las complicaciones con la funcionalidad

	Grupo complicaciones	Grupo no complicaciones	Diferencia entre grupos	p
Movilidad articular (°)				
Flexión	61,4	126,81	-65,41	<0,001
Extensión	13,02	27,51	-14,49	0,001
Abducción	81,28	117,99	-36,71	0,001
Aducción	8,35	17,19	-8,84	0,046
Rotación externa	34,77	40,24	-5,47	0,212
Rotación interna	25,67	56,49	-30,82	<0,001
Constant	53,45	75,14	-21,69	<0,001
Quick DASH	56,41	29,42	26,99	<0,001

Tabla N° 3: Relación de las reintervenciones con la funcionalidad

	Grupo reintervenciones	Grupo no reintervenciones	Diferencia entre ambos grupos	p
Movilidad articular (°)				
Flexión	65,21	118,27	-53,06	0,001
Extensión	14,28	25,57	-11,29	0,043
Abducción	77,46	114,08	-36,62	0,012
Aducción	10,79	15,76	-4,97	0,386
Rotación externa	36,67	39,29	-2,62	0,64
Rotación interna	26,62	52,59	-25,97	<0,001
Constant	56	72,12	-16,12	0,014
Quick DASH	57,95	32,48	25,47	0,004

En cuanto a la movilidad del hombro, el grupo no complicaciones presenta una flexión de $126,81^\circ$, una abducción de $117,99^\circ$, una rotación externa de $40,24^\circ$ y una rotación interna de $56,49^\circ$; frente al grupo complicaciones que tiene una flexión de $61,4^\circ$, una abducción de $81,28^\circ$, una rotación externa de $34,77^\circ$ y una rotación interna de $25,67^\circ$. Esto supone una pérdida de movilidad articular de $65,41^\circ$ de flexión, $36,71^\circ$ de abducción, $5,47^\circ$ de rotación externa y $30,82^\circ$ de rotación interna. Todas las diferencias son estadísticamente significativas, salvo en la rotación externa.

Por otra parte, la escala Constant presenta una pérdida de puntuación de 21,69, puesto que el grupo complicaciones puntuaba 75,14 y el grupo no complicaciones 53,45, y la escala Quick DASH una diferencia de 26,99, dado que el primer grupo tenía una puntuación de 29,42 frente a 56,41 del segundo. En ambas escalas, se obtuvo significación estadística ($p<0,05$).

La tabla 3 relaciona el resultado funcional con la aparición de reintervenciones. El grupo que no precisó una nueva operación tuvo unos resultados de: flexión $118,27^\circ$, abducción $114,08^\circ$, rotación externa $39,29^\circ$ y rotación interna $52,59$. Por otro lado, el grupo que precisó ser reintervenido: flexión $65,21^\circ$, abducción

77,46°, rotación externa 36,67° y rotación interna 26,62°. Las diferencias entre ambos grupos fueron una pérdida de 53,06° de flexión, 36,62° de abducción, 2,62° de rotación externa y 25,97° de rotación interna y presentaron significación estadística, exceptuando la rotación externa.

En cuanto a las escalas funcionales, el grupo no reintervenido tuvo una puntuación de 72,12 en la escala Constant y 32,48 en la escala Quick-DASH frente al grupo reintervenido que tuvo una puntuación de 56 y 57,95, respectivamente. Las diferencias entre ambos grupos fueron de 16,12 puntos en la escala Constant y 25,47 en la escala Quick-DASH, de forma estadísticamente significativa.

Discusión

Actualmente, el tratamiento quirúrgico de las fracturas de húmero proximal continúa siendo motivo de debate y, a pesar de los numerosos estudios realizados sobre el tema, no existe consenso sobre qué técnica emplear. Esta controversia se debe a que estos estudios son difícilmente comparables entre ellos por presentar diferencias en el diseño planteado, las características de la población o el seguimiento. Por lo tanto, la decisión final sobre el tratamiento empleado se basa en la preferencia del cirujano.

Aunque existen multitud de técnicas quirúrgicas, la osteosíntesis mediante placa bloqueada se asocia a unos resultados satisfactorios y, por ello, existe cierta tendencia hacia el uso de este tratamiento.¹² Esta técnica permite restaurar de forma precisa la anatomía previa y presenta ventajas sobre las placas convencionales, como sus mejores resultados en hueso osteoporótico y la preservación de la vascularización perióstica, que conlleva unos mejores resultados funcionales⁽¹³⁻¹⁵⁾

En estudios similares, hemos encontrado una gran variabilidad en la incidencia de complicaciones tras tratamiento con placa⁽¹⁵⁻¹⁸⁾ Nuestro estudio, con una incidencia de complicaciones del 23,4%, se sitúa en un rango medio. Sin embargo, la presencia de complicaciones no implica en todos los casos la necesidad de una nueva cirugía, ya que el paciente puede conservar una funcionalidad aceptable, sin sintomatología asociada. De los 11 pacientes que presentaron complicaciones en nuestra serie, sólo 6 de ellos precisaron una nueva intervención. La aparición de complicaciones se ha asociado en estudios previos a una mayor edad, mala calidad ósea, patrones de fractura más complejos, técnica quirúrgica deficiente, etc.⁽¹⁹⁻²⁰⁾ En nuestro estudio, han sido estudiados como factores de riesgo el patrón de fractura, según la clasificación de Neer y AO, y la edad. Tanto edades más avanzadas, como patrones de fractura más complejos según la clasificación AO tienen una mayor tendencia a la aparición de complicaciones, pero sin significación estadística. Por otro lado, la complejidad de la fractura evaluada con clasificación de Neer sí se asocia con la aparición de complicaciones ($p=0,043$).

La complicación más frecuentemente encontrada, tanto en nuestro estudio como en la mayoría de estudios encontrados en la literatura,^(18, 21-22) es la protrusión de tornillos cefálicos a la articulación glenohumeral. En nuestro caso, su incidencia es del 10,7%, frente a un rango desde el 0% al 57% encontrado en la literatura.^(12, 18) La causa de esta complicación puede ser primaria, es decir, debida a una mala colocación de tornillo intraoperatoria, o secundaria, debido a su movilización del tornillos o al colapso de la cabeza humeral.

En segundo lugar, aparece la necrosis avascular de cabeza humeral, causada por la interrupción del flujo sanguíneo que irriga la cabeza humeral. La aparición de esta complicación es más frecuente en pacientes mayores, fumadores o patrones de fractura más complejos.⁽²³⁻²⁴⁾ Es importante plantear estudios con un seguimiento superior a un año para no infravalorar la aparición de esta complicación. En nuestro estudio, planteamos un seguimiento mínimo de 2 años con el objetivo de detectar esta complicación, sobre en todo en casos que no muestren sintomatología. La incidencia de necrosis avascular en nuestro estudio es del 6,4%, frente a otros estudios que presentan gran variabilidad, hasta un máximo de un 68%.^(12, 18, 21, 25-26)

Por último, se advirtieron un 4,3% de fracturas periimplante consecuencia de un nuevo traumatismo. Otras complicaciones, como infección o pinzamiento subacromial no se advirtieron en nuestro estudio.

El objetivo principal del presente estudio es cuantificar la pérdida de funcionalidad asociada a la aparición de complicaciones. Existen trabajos previos que recogen datos explícitos de peor funcionalidad en el grupo que presenta complicaciones, basándose en escalas funcionales⁽⁸⁻⁹⁾. Ye et al. presentan un estudio con 89 pacientes en los que el grupo complicaciones tiene una puntuación de 49,6 en la escala de Constant y de 35,6 en la escala DASH, frente a 70,9 y 15,5 puntos respectivamente, en el grupo sin complicaciones⁹. En nuestro trabajo, advertimos cifras similares a las de este estudio con una puntuación

en la escala Constant de 75,14 en el grupo complicaciones frente a 53,45 en el grupo exento de ellas. Por otra parte, en la escala Quick DASH obtuvimos una puntuación de 56,41 en el grupo complicaciones frente a 29,42 en el grupo sin complicaciones. Esta puntuación no es comparable con el estudio anterior al tratarse de escalas diferentes.

En resumen, resulta obvio que la aparición de complicaciones conduce a peores resultados funcionales, siendo la relación estadísticamente significativa en todos los casos. Sin embargo, consideramos que esta pérdida de funcionalidad medida mediante el uso de las escalas convencionales es difícilmente valorable y poco intuitiva. Por ello, en nuestro estudio, complementamos los resultados obtenidos en las escalas funcionales con la utilización del sistema de captura de movimiento.

Aunque no hemos encontrado estudios que empleen el sistema de captura de movimiento para medir la pérdida de funcionalidad asociada a la aparición de complicaciones, esta herramienta nos permite medir de forma objetiva la diferencia en el rango de movilidad. De esta manera, disponemos de datos exactos de la pérdida exacta de los distintos movimientos, objetivando una mayor pérdida funcional en los movimientos de flexión y abducción posiblemente relacionada con la mayor amplitud de ambos movimientos. Además, la pérdida de rango de movilidad encontrada muestra diferencias estadísticamente significativas en todos los movimientos, exceptuando la rotación externa, quizás debido a una pérdida de potencia estadística dado el escaso número de pacientes que muestran complicaciones.

El empleo de captura de movimiento aporta exactitud ya que es capaz de medir el balance articular incluyendo decimales, mediciones que habitualmente se realizaban con la ayuda del goniómetro. Sin embargo, el uso de las escalas convencionales es imprescindible ya que aún a clínica y función articular. De esta forma, la captura de movimiento no sustituye el empleo de las escalas funcionales sino que se presenta como una herramienta que sirve de complemento perfecto a estas escalas usadas históricamente.

La principal limitación de nuestro estudio es la alta pérdida de pacientes durante el seguimiento, aunque éste sea bastante largo. Además, nuestro trabajo tiene un diseño retrospectivo, con un tamaño muestral que puede resultar reducido y limitar la potencia estadística del estudio. Por último, puede existir un posible sesgo por el cual los pacientes que no se encuentran satisfechos con la cirugía acuden a la nueva revisión, mientras que los que muestran una buena evolución la rechazan.

Conclusiones

El tratamiento de las fracturas de húmero proximal con placa se asocia con un elevado porcentaje de pacientes que desarrollan complicaciones, lo cual condiciona una importante disminución de funcionalidad, que debe ser prevista y cuantificada antes de someter al paciente a nuevas cirugías.

Consideramos que el análisis de la funcionalidad mediante captura de movimiento nos permite predecir los resultados de nuestra cirugía, evaluando de forma sencilla y exacta la potencial pérdida de funcionalidad ante el desarrollo de complicaciones y constituye un complemento perfecto a las escalas convencionales.

Limitaciones de responsabilidad: No responsabilidad del Hospital Miguel Servet o del Sistema Aragonés de Salud en el estudio. No fuentes de financiación.

Fuentes de apoyo: La empresa Podoactiva® ha colaborado en el diseño del sistema de captura de movimiento. No subvenciones u otras fuentes de apoyo.

Bibliografía

- 1 Baron JA, Barrett JA, Karagas MR. *The epidemiology of peripheral fractures. Bone.* 1996 Mar 18(3 Suppl):209S-213S.
- 2 Zyto K, Ahrengart L, Sperber A, Törnkvist H. *Treatment of displaced proximal humeral fractures in elderly patients. J Bone Joint Surg Br.* 1997;79:412-7.
- 3 Siffri PC, Peindl RD, Coley ER, Norton J, Connor PM, Kellam JF. *Biomechanical analysis of blade plate versus locking plate fixation for a proximal humerus fracture: comparison using cadaveric and synthetic humeri. J Orthop Trauma.* 2006 Sep;20(8):547-54.
- 4 Boesmueller S, Wech M, Gregori M, Domaszewski F, Bukaty A, Fialka C, Albrecht C. *Risk factors for humeral head necrosis and non-union after plating in proximal humeral fractures. Injury.* 2016 Feb;47(2):350-5.

5. Clavert P, Adam P, Bevort A, Bonnomet F, Kempf JF. Pitfalls and complications with locking plate for proximal humerus fracture. *J Shoulder Elbow Surg.* 2010 Jun;19(4):489-94.
6. Beeres FJP, Hallensleben NDL, Rhemrev SJ, Goslings JC, Oehme F, Meylaerts SAG, et al. Plate fixation of the proximal humerus: an international multicentre comparative study of postoperative complications. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2017 Dec;137(12):1685-1692.
7. Björkenheim JM, Pajarinen J, Savolainen V. Internal fixation of proximal humeral fractures with a locking compression plate: a retrospective evaluation of 72 patients followed for a minimum of 1 year. *Acta Orthop Scand.* 2004 Dec;75(6):741-5.
8. Owsley KC, Gorczyca JT. Fracture displacement and screw cutout after open reduction and locked plate fixation of proximal humeral fractures [corrected]. *J Bone Joint Surg Am.* 2008 Feb;90(2):233-40.
9. Ye T, Wang L, Zhuang C, Wang Y, Zhang W, Qiu S. Functional outcomes following locking plate fixation of complex proximal humeral fractures. *Orthopedics.* 2013 Jun;36(6):e715-22.
10. Levy O, Haddo O, Massoud S, Mullett H, Atoun E. A patient-derived Constant-Murley score is comparable to a clinician-derived score. *Clin Orthop Relat Res.* 2014 Jan;472(1):294-303.
11. Wylie JD, Beckmann JT, Granger E, Tashjian RZ. Functional outcomes assessment in shoulder surgery. *World J Orthop.* 2014 Nov 18;5(5):623-33.
12. Martinez AA, Cuenca J, Herrera A. Philos plate fixation for proximal humeral fractures. *J Orthop Surg (Hong Kong).* 2009 Apr;17(1):10-4.
13. Duralde XA, Leddy LR. The results of ORIF of displaced unstable proximal humeral fractures using a locking plate. *J Shoulder Elbow Surg.* 2010 Jun;19(4):480-8.
14. Parnes N, Jupiter JB. Fixed-angle locking plating of displaced proximal humerus fractures. *Instr Course Lect.* 2010;59:539-52.
15. Ong CC, Kwon YW, Walsh M, Davidovitch R, Zuckerman JD, Egol KA. Outcomes of open reduction and internal fixation of proximal humerus fractures managed with locking plates. *Am J Orthop (Belle Mead NJ).* 2012 Sep;41(9):407-12.
16. Erasmo R, Guerra G, Guerra L. Fractures and fracture-dislocations of the proximal humerus: A retrospective analysis of 82 cases treated with the Philos(®) locking plate. *Injury.* 2014 Dec;45 Suppl 6:S43-8.
17. Norouzi M, Naderi MN, Komasi MH, Sharifzadeh SR, Shahrezaei M, Ejazi A. Clinical results of using the proximal humeral internal locking system plate for internal fixation of displaced proximal humeral fractures. *Am J Orthop (Belle Mead NJ).* 2012 May;41(5):E64-8.
18. Jost B, Spross C, Grehn H, Gerber C. Locking plate fixation of fractures of the proximal humerus: analysis of complications, revision strategies and outcome. *J Shoulder Elbow Surg.* 2013 Apr;22(4):542-9.
19. Jung SW, Shim SB, Kim HM, Lee JH, Lim HS. Factors that Influence Reduction Loss in Proximal Humerus Fracture Surgery. *J Orthop Trauma.* 2015 Jun;29(6):276-82.
20. Konrad G, Bayer J, Hepp P, Voigt C, Oestern H, Kääh M, et al. Open reduction and internal fixation of proximal humeral fractures with use of the locking proximal humerus plate. Surgical technique. *J Bone Joint Surg Am.* 2010 Mar;92 Suppl 1 Pt 1:85-95.
21. Spross C, Platz A, Rufibach K, Lattmann T, Forberger J, Dietrich M. The PHILOS plate for proximal humeral fractures--risk factors for complications at one year. *J Trauma Acute Care Surg.* 2012 Mar;72(3):783-92.
22. Schliemann B, Siemoneit J, Theisen Ch, Kösters C, Weimann A, Raschke MJ. Complex fractures of the proximal humerus in the elderly--outcome and complications after locking plate fixation. *Musculoskelet Surg.* 2012 May;96 Suppl 1:S3-11.
23. Boesmueller S, Wech M, Gregori M, Domaszewski F, Bukaty A, Fialka C, et al. Risk factors for humeral head necrosis and non-union after plating in proximal humeral fractures. *Injury.* 2016 Feb;47(2):350-5.
24. Patel S, Colaco HB, Elvey ME, Lee MH. Post-traumatic osteonecrosis of the proximal humerus. *Injury.* 2015 Oct;46(10):1878-84.
25. Acklin YP, Stoffel K, Sommer C. A prospective analysis of the functional and radiological outcomes of minimally invasive plating in proximal humerus fractures. *Injury.* 2013 Apr;44(4):456-60.
26. Geiger EV, Maier M, Kelm A, Wutzler S, Seebach C, Marzi I. Functional outcome and complications following PHILOS plate fixation in proximal humeral fractures. *Acta Orthop Traumatol Turc.* 2010;44(1):1-6.