



ORIGINAL

Resultados medidos con captura de movimiento en las fracturas de húmero proximal tratadas mediante osteosíntesis con placa bloqueada

A.M. Gómez-Blasco ^{a,b,*}, A. Hernández-Fernández ^{a,b}, A. Roche-Albero ^{a,b,c}
y C. Martín-Hernández ^{a,b,c}

^a Servicio de Cirugía Ortopédica y Traumatología, Hospital Universitario Miguel Servet, Zaragoza, España

^b Instituto de Investigación Sanitaria de Aragón, Zaragoza, España

^c Universidad de Zaragoza, Zaragoza, España

Recibido el 6 de junio de 2018; aceptado el 10 de marzo de 2019

Disponible en Internet el 20 de abril de 2019

PALABRAS CLAVE

Fractura húmero proximal;
Osteosíntesis placa bloqueada;
Captura de movimiento;
Resultados funcionales;
Calidad de vida

Resumen

Objetivo: Evaluar los resultados de las fracturas de húmero proximal tratadas mediante osteosíntesis con placa empleando captura de movimiento y escalas funcionales.

Material y método: Estudio retrospectivo de 47 pacientes mayores de 65 años, tratados mediante osteosíntesis con placa bloqueada en el mismo centro, desde enero de 2010 a diciembre de 2014. Tras un seguimiento mínimo de 2 años, se realizó una evaluación de los resultados obtenidos mediante 2 escalas funcionales (Constant-Murley y Quick DASH) y una escala de calidad de vida (EQ-5D). Para analizar el balance articular de forma objetiva se empleó un sistema de análisis cinemático con cámaras y sin marcadores.

Resultados: La edad media fue 74,85 años. Los resultados funcionales expresados mediante la puntuación media fueron: Constant-Murley, 70,06 puntos; Quick DASH, 35,74 puntos; y EQ-5D, 6,79 puntos. Los arcos de movilidad medios fueron: flexión, 111,49°; extensión: 24,13°; abducción: 109,40°; aducción: 15,13°; rotación externa: 38,96° y rotación interna: 49,28°. Se encontró correlación estadística entre las 2 escalas funcionales y de ambas con la EQ-5D. También se advirtió correlación estadística entre los movimientos estudiados con las escalas funcionales (excepto rotación externa) y con la escala de calidad de vida (excepto flexión y rotación externa).

Conclusión: La osteosíntesis con placa bloqueada en las fracturas de húmero proximal del anciano obtiene unos buenos resultados funcionales y de calidad de vida. El uso de sistemas de captura de movimiento permite una medición más objetiva de estos resultados y puede ser una herramienta útil en la valoración funcional de esta patología.

© 2019 SECOT. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Todos los derechos reservados.

* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: amgomezbl@gmail.com (A.M. Gómez-Blasco).

KEYWORDS

Proximal humerus fracture;
Locking plate fixation;
Motion capture;
Functional results;
Quality of life

Results measured by means of a motion capture system in proximal humerus fractures treated by osteosynthesis with locking plate**Abstract**

Objective: To evaluate the results after locking plate internal fixation of proximal humerus fractures by means of a motion capture system, and functional scales.

Material and method: Retrospective study of a cohort of 47 elderly patients undergoing surgery from January 2010 to December 2014. After a minimum follow-up of two years, two functional scales (Constant-Murley and Quick DASH), and a quality of life scale (EQ-5D) were used for clinical evaluation. For objective evaluation of the range of motion a kinematic marker-free analysis with cameras was performed.

Results: The average age was 74.85 years. Average functional scores were: Constant-Murley 70.06 points, Quick DASH 35.74 points and EQ-5D 6.79 points. The average range of motion was: flexion, 111.49°; extension: 24.13°; abduction: 109.40°; adduction: 15.13°; external rotation: 38.96°, and internal rotation: 49.28°. Correlation was found between the two functional scales, between them and the EQ-5D, and between range of motion and functional scales (except for external rotation) as well as between range of motion and EQ-5D (except for flexion and external rotation).

Conclusion: Locking plate osteosynthesis in proximal humerus fragility fractures achieved good functional and quality of life scores. Motion capture systems can be a useful tool for the functional assessment of shoulder pathology allowing an objective evaluation of range of motion.

© 2019 SECOT. Published by Elsevier España, S.L.U. All rights reserved.

Introducción

Las fracturas de húmero proximal tienen una incidencia elevada en la población, sobre todo a partir de los 65 años de edad, representando la tercera fractura más frecuente tras la de cadera y muñeca¹. El tratamiento más empleado sigue siendo el tratamiento conservador² y hasta en un 80% de los casos son fracturas mínimamente desplazadas y se consiguen buenos resultados sin cirugía³. No obstante, existe un alto número de pacientes que requerirán tratamiento quirúrgico debido al importante volumen de esta patología. Estas fracturas suponen un reto para el cirujano dada su complejidad, por las diversas opciones terapéuticas existentes y el alto riesgo de complicaciones que presentan.

No existe un consenso claro en la bibliografía respecto a cuál es la mejor opción a emplear en los casos que precisan cirugía, y se aboga por la individualización del tratamiento. Una de las opciones más utilizadas es el empleo de placas bloqueadas con estabilidad angular. Estos implantes aportan una excelente estabilidad biomecánica primaria^{3,4}, incluso en hueso osteoporótico, consiguiendo con ellas restaurar la anatomía previa del húmero proximal⁵. Aunque los resultados funcionales obtenidos con este tipo de fijación son satisfactorios, se ha advertido un número importante de complicaciones relacionadas con la osteosíntesis de estas fracturas⁶⁻⁸.

Para la evaluación de los resultados funcionales tras la cirugía de estas fracturas se han empleado diversas escalas validadas, pero todas ellas presentan un cierto grado de subjetividad^{9,10}.

Se ha sugerido que se use la cinemática para la distinción entre la recuperación verdadera (restauración de las características del movimiento premórbido) y el uso de patrones de movimiento compensatorio (alternativo) durante la realización de una tarea¹¹.

La captura de movimiento cinemático tridimensional permite aportar una medida objetiva del rango de movimiento de una articulación¹² y por tanto su comparación y su expresión en valores numéricos. El análisis cinemático describe los movimientos del cuerpo a través del espacio y el tiempo, incluidos los desplazamientos lineales y angulares, las velocidades y aceleraciones.

El objetivo principal de este estudio es presentar los resultados obtenidos tras la reducción abierta y fijación interna con placa bloqueada de estabilidad angular de las fracturas de húmero proximal mediante captura de movimiento y escalas de evaluación funcional en pacientes ancianos.

Material y método

Estudio retrospectivo de 47 pacientes con fractura de húmero proximal desplazada intervenidos quirúrgicamente mediante osteosíntesis con placa por un Servicio de Cirugía Ortopédica y Traumatología en el periodo de tiempo comprendido entre enero de 2010 y diciembre de 2014.

Se incluyeron aquellos pacientes mayores de 65 años, con fractura de húmero proximal, tratados mediante osteosíntesis con placa Philos (DePuy Synthes, Suiza) en nuestro centro, que realizaron todo el seguimiento y aceptaron una

revisión para realizar el test cinemático de análisis de movimiento.

Como criterios de exclusión se establecieron los siguientes: 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.

El estudio fue aprobado por el comité autonómico de ética en investigación 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

Todos los pacientes fueron intervenidos por 7 cirujanos pertenecientes a la misma Unidad de Traumatología. La anestesia empleada para este proceso fue la anestesia general con intubación endotraqueal combinada con bloqueo regional del plexo braquial.

Los pacientes fueron colocados semisentados en posición de silla de playa por permitir esta un mejor manejo de la extremidad y facilitar el uso de radioscopía. En todos los casos la vía de abordaje elegida fue la deltopectoral. Tras identificar las tuberosidades y referenciarlas con sutura para su posterior reanclaje, se procedió a reducción abierta de los fragmentos y a fijación temporal de la placa con agujas de Kirschner. La placa se colocó 5 mm distal al troquíter, para evitar su colisión con este durante la abducción, y 2-4 mm posterior al borde lateral de la corredera bicipital. Los tornillos bloqueados de la cabeza humeral se implantaron bajo control radioscópico. La porción distal de la placa se fijó con tornillo bicortical primero, y el resto de tornillos fueron bloqueados a la placa. Finalmente, las suturas del manguito rotador fueron ancladas bajo la placa.

Al final de la cirugía, se comprobó de nuevo mediante radioscopía la longitud y correcta colocación de los tornillos y de la placa, la estabilidad de la fractura y la movilidad pasiva del hombro.

Tras la intervención, el hombro fue inmovilizado mediante un cabestrillo durante 3 semanas, siendo retirado varias veces al día para la realización de ejercicios. Se instruyó a los pacientes para hacer ejercicios isométricos de deltoides, bíceps y tríceps y pendulares 3 veces al día desde el día siguiente de la intervención y movimientos pasivos más amplios a partir de la segunda semana. A las 3 semanas, se inició una retirada progresiva del cabestrillo, que era definitivamente abandonado entre las semanas cuarta y quinta.

Evaluación postoperatoria

La evaluación clínica y radiológica postoperatoria se realizó a las 2 semanas, 6 semanas, 3 meses, 6 meses, 2 años y al final del seguimiento.

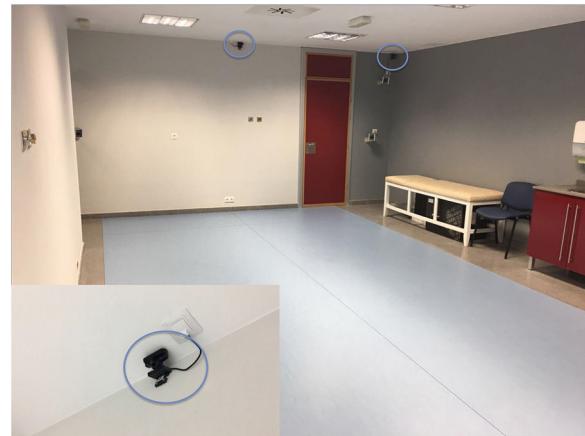


Figura 1 Área de captura de movimiento donde se realizó el estudio. Señaladas con círculos las cámaras PS Eye. El rectángulo inferior izquierdo muestra una de las cámaras en detalle.

Se emplearon las escalas funcionales Constant-Murley Shoulder score, Quick Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand score (Quick DASH) y EuroQol-5D (EQ-5D), y proyecciones simples anteroposterior (AP) y axial de hombro. La escala Constant-Murley Shoulder score tiene en cuenta 4 parámetros: el dolor, las actividades de la vida diaria, el balance articular y la fuerza. Este último parámetro era medido mediante series de pesos calibrados, que iban aumentando progresivamente, y la medida se obtenía del peso que el paciente podía sostener durante 5 segundos, 3 veces consecutivas.

En la entrevista al final del seguimiento, a los 2 años postoperatorios se realizó una valoración objetiva de los arcos de movilidad del hombro mediante el sistema de análisis de movimiento Younext 4D Motion Capture, capaz de medir el movimiento en los 3 ejes del espacio (altura, anchura y profundidad) añadiendo el tiempo como cuarta dimensión.

Metodología estudio del hombro mediante el sistema Younext 4D

Se empleó un sistema de rastreo sin marcadores, que reconoce el movimiento natural del paciente y lo traduce en datos que permiten una recreación 3D de dicho movimiento. El análisis del movimiento del hombro se realiza a través de una captura en 4 dimensiones que permite conocer las coordenadas y posiciones relativas de los puntos de referencia de las extremidades superiores.

El sistema se instala en una estancia/zona de acción bien iluminada de $8 \times 4 \times 2,5\text{ m}$, compuesta por un suelo de linóleo mate para evitar que los brillos interfieran en la grabación y de 6 cámaras PS Eye dispuestas para obtener 3 ángulos de visión en la zona frontal del actor y 3 ángulos de visión de la zona posterior, como se observa en la figura 1.

El software encargado de la toma de imágenes es iPi Recorder. Este programa aúna la visión en tiempo real de todas las cámaras instaladas en una misma pantalla y realiza una diferenciación del fondo ambiental con respecto al actor. Este debe llevar un atuendo acorde a su talla y que contraste con el suelo; en este caso, camiseta de manga

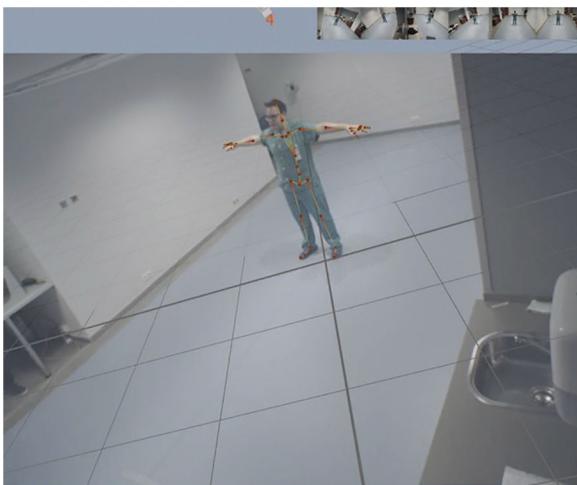


Figura 2 Imagen obtenida del software iPi Recorder tras la realización de una captura de movimiento con un actor. Sobre el actor se muestran los distintos ejes de las extremidades y los círculos representan las articulaciones del mismo.

corta de color negro. En la figura 2 se muestra un ejemplo de la captura obtenida con un actor tipo.

Sobre el paciente, colocado en el centro del espacio asignado y con los brazos en cruz, se establece la referencia al punto de origen del estudio.

Para el análisis del rango de movilidad se realizaron en primer lugar movimientos simples de flexión, extensión, abducción, aducción y rotaciones del hombro. Después, se realizaban ejercicios relacionados con actividades de la vida diaria: tocarse la oreja contraria pasando el brazo por encima de la cabeza, lavarse las axilas, simular quitarse el sujetador, aseo personal, llevar comida a la boca y peinarse. Cada movimiento se realizaba aisladamente teniendo un punto de inicio y de fin: el paciente en posición erguida con los brazos relajados pegados al cuerpo. Ambos brazos, el intervenido y el sano, se analizaron por separado.

Tras la grabación del movimiento, el archivo se importaba en el programa iPi Mocap Studio, que reconoce la posición anatómica del cuerpo y crea una imagen virtual o avatar que reproduce los movimientos del paciente.

A continuación, el archivo generado era procesado por el programa Bioviewer, que externaliza los parámetros permitiendo analizar y contrastar los movimientos realizados. El sistema es capaz de medir los ángulos, longitudes, arcos de movimiento, velocidades y aceleraciones en todas las articulaciones. El informe final obtenido muestra datos numéricos y gráficas comparativas del movimiento de flexo-extensión, aducción, abducción y rotaciones del hombro. Además, se obtiene una tabla resumen donde se observa el rango, los ángulos, la velocidad y la aceleración de los movimientos estudiados.

Análisis estadístico

Se empleó la prueba de correlación de Pearson para valorar la existencia de una relación estadísticamente significativa entre las distintas escalas empleadas, con un nivel de

Tabla 1 Datos demográficos de nuestra población

Pacientes	n = 47
<i>Edad media (años)</i>	74,85 (66-84)
<i>Fracturas tratadas</i>	47
<i>Sexo</i>	
Varón	5 (10,6%)
Mujer	42 (89,4%)
<i>Lateralidad</i>	
Derecha	17 (36,2%)
Izquierda	30 (63,8%)
<i>Dominancia</i>	
Dominante afecto	16 (34%)
No dominante afecto	31 (66%)

Tabla 2 Distribución de las fracturas según su clasificación

Tipo de clasificación	
<i>Clasificación AO</i>	
A1	3 (6,4%)
A2	2 (4,3%)
A3	11 (23,4%)
B1	13 (27,7%)
B2	11 (23,4%)
B3	0
C1	5 (10,6%)
C2	2 (4,3%)
C3	0
<i>Clasificación Neer</i>	
2	15 (31,9%)
3	22 (46,8%)
4	10 (21,3%)

confianza del 95%. Los datos fueron procesados mediante el software SPSS versión 22.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, EE. UU.).

Resultados

De los 156 pacientes intervenidos durante el periodo de tiempo reseñado, 47 cumplieron los criterios de inclusión y aceptaron la entrevista para una evaluación clínica a los 2 años postoperatorios, siendo finalmente aptos para el estudio.

Las características demográficas de la muestra se recogen en la tabla 1.

La etiología de la fractura fue una caída casual con traumatismo de baja energía en el 100% de los pacientes.

El seguimiento medio fue de 4,69 años, con un rango entre 2,49 y 7,14 años.

El tipo de fractura en función de las clasificaciones de AO y de Neer se recoge en la tabla 2. En nuestro estudio, las más comunes fueron las fracturas en 3 fragmentos.

Los valores medios de las evaluaciones clínicas al final del seguimiento fueron de 70,06 puntos en la escala de Constant-Murley (rango: 38-97), de 35,74 en el Quick DASH (rango: 2,2-77,3) y de 6,79 en el EQ-5D (rango: 0-10). Los rangos de movilidad medios (en flexión, extensión, abducción, aducción, rotación interna y rotación externa) del lado

Tabla 3 Rango de desplazamiento medido por captura de movimiento

	Lado afecto	Diferencia afecto-no afecto	% de pérdida de movilidad respecto al no afecto
Flexión	111,49° (DE: 37,74°)	39,31°	25,9
Extensión	24,13° (DE: 12,84°)	22,77°	48,5
Abducción	109,40°(DE: 33,91°)	27,37°	20,0
Aducción	15,13°(DE: 12,96°)	14,07°	48,1
Rotación externa	39,96° (DE: 12,61°)	13,23°	24,8
Rotación interna	49,28°(DE: 17,24°)	14,32°	22,5

DE indica la desviación estándar calculada.

Tabla 4 Relación de resultados de la captura de movimiento con las escalas Constant-Murley, Quick DASH y EuroQol-5D

	Constant-Murley		Quick DASH		EuroQol-5D	
	R	p	R	p	R	p
Flexión	0,684	0,000	-0,687	0,000	0,276	0,060
Extensión	0,381	0,008	-0,540	0,000	0,316	0,030
Abducción	0,546	0,000	-0,560	0,000	0,190	0,020
Aducción	0,605	0,000	-0,559	0,000	0,308	0,035
Rotación externa	0,083	0,577	-0,127	0,397	0,082	0,582
Rotación interna	0,680	0,000	-0,681	0,000	0,540	0,000

R representa el valor de la constante de correlación de Pearson calculada y p el valor de la significación estadística.

afecto, y los valores medios del diferencial entre el brazo afecto y el sano, pueden verse en la **tabla 3**.

Al analizar el Constant-Murley score y el EQ-5D, se obtuvo una correlación de fuerza moderada y positiva ($R = 0,488$ y $p < 0,000$); la relación entre la escala Quick DASH y la EQ-5D fue también de una fuerza moderada, pero, en cambio, negativa ($R = -0,501$ y $p < 0,000$), por la forma inversa que tiene de puntuar respecto a la escala de Constant-Murley. Así mismo, la correlación entre ambas escalas funcionales era fuerte, estadísticamente significativa y negativa ($R = -0,729$ y $p < 0,000$).

Al realizar un análisis para determinar si existía correlación entre los resultados obtenidos en las diferentes escalas y los rangos de movimiento determinados por la captura de movimiento, se obtuvieron lo resultados expuestos en la **tabla 4**.

Los resultados de la escala EQ-5D se correlacionaban de manera positiva con la extensión del hombro ($R = 0,477$ y $p = 0,002$) y con la aducción ($R = 0,354$ y $p = 0,015$). Existía una correlación negativa moderada, estadísticamente significativa entre DASH y flexión, abducción, aducción y rotación interna. Por último, existía una correlación positiva y moderada, estadísticamente significativa entre Constant-Murley score y flexión, extensión, abducción y aducción.

Discusión

Son numerosos los estudios que ofrecen los resultados clínicos obtenidos en el tratamiento de las fracturas de húmero proximal del anciano, pero no existe un consenso claro sobre cuál es la mejor opción^{13,14}. Además de los que recogen los resultados funcionales obtenidos a partir del tratamiento conservador, mediante osteosíntesis con placa bloqueada y

más en concreto con la placa Philos¹⁵⁻¹⁹, recientes trabajos han evaluado la irrupción de nuevas opciones, como la artroplastia total invertida de hombro, como alternativa a la osteosíntesis con placa o a la hemiartroplastia²⁰. Estos resultados son especialmente relevantes por la posible afectación tras la intervención de las actividades de la vida diaria. Para su análisis se han empleado diversas escalas funcionales, cumplimentadas por el evaluador o el paciente, y escalas de calidad de vida para valorar cómo afecta la fractura al paciente de forma global y no solo centrarse en la funcionalidad de la extremidad de forma aislada²¹. Todas ellas presentan un cierto componente de subjetividad^{9,10}, en especial la escala Constant-Murley Shoulder score; en pacientes mayores puede sobrevalorarse la fuerza.

La captura de movimiento se ha empleado en la evaluación del hombro para cuantificar el rango de movilidad articular en individuos sanos^{22,23} y en distintas patologías que pueden afectar a la articulación glenohumeral, como la rotura del manguito rotador^{24,25} o la artropatía secundaria a esta tratada mediante artroplastia invertida de hombro¹². Estos estudios realizan el análisis cinemático mediante métodos que implican el uso de radioscopía en directo^{22,24} o de marcadores¹² mediante sistemas optoelectrónicos de captura de movimiento que utilizan múltiples cámaras de alta velocidad que envían señales de luz infrarroja para capturar las reflexiones de marcadores pasivos colocados en el cuerpo o transmiten los datos de movimiento desde marcadores activos que contienen diodos emisores de infrarrojos. Nuestro trabajo aporta una doble innovación: se emplea por primera vez esta metodología para la valoración de los resultados tras la osteosíntesis de fracturas de la cabeza humeral y se emplea el análisis 4D de movimiento con cámaras sin necesidad de marcadores ni de rayos X, evitando la exposición del paciente a radiación y la dependencia de mar-

cadores colocados en el paciente que hacen más incómoda la exploración⁷. Aunque el método Younext 4D (reconstrucciones tridimensionales del movimiento relativo al tiempo) ha sido utilizado en otras articulaciones, podemos decir que su aplicación en este tipo de lesiones es original y de gran utilidad.

Los resultados de nuestra serie no han diferido significativamente en mecanismo de producción o características demográficas de la muestra, ni tampoco en los parámetros funcionales, en concreto los de la escala de Constant-Murley, o de calidad de vida, con respecto a otras series publicadas^{26,27}.

En los resultados obtenidos se observa una correlación de las escalas funcionales entre sí y con la escala de calidad de vida, lo que demuestra, como ya se ha verificado en otros estudios, que el empleo de estas escalas es adecuado para la evaluación funcional de estos pacientes^{28,29}.

Al analizar los resultados funcionales obtenidos mediante captura de movimiento, observamos que los movimientos de flexión y abducción eran los que mayor pérdida de grados de movilidad experimentaban respecto al brazo no afecto. Estos datos coinciden también con los publicados en otros trabajos en los que la medición se realizó de forma manual^{26,30}.

El rango de movimiento resultante tras la cirugía, tanto en flexión como en abducción, permitía la movilización de la extremidad por encima de la cabeza, siendo la abducción y las rotaciones los desplazamientos menos afectados. Por el contrario, la extensión y la aducción se vieron reducidas casi en un 50% en la extremidad afecta con respecto a la sana. En la escala EQ-5D obtuvimos una puntuación media de 6,79 puntos, lo que indicaría que la pérdida de movilidad en estos 2 arcos no tiene una repercusión muy marcada en la calidad de vida, y se puede, pese a ella, conseguir una funcionalidad satisfactoria. Observamos que si se alcanzaban unos valores superiores a 90° de flexión y abducción, y se conseguían unas rotaciones aceptables, no se afectaba significativamente la calidad de vida de nuestros pacientes. Estos datos concuerdan con los resultados en calidad de vida obtenidos en otros estudios similares²¹.

Por último, se analizó la correlación entre la medida objetiva obtenida mediante captura de movimiento y las distintas escalas funcionales. Se observó que existía dicha correlación para todos los movimientos analizados, excepto para la rotación externa, con las escalas Quick DASH y Constant-Murley. Estos datos indican que la captura de movimiento representa de manera objetiva los resultados obtenidos y puede ser una herramienta útil. La ausencia de correlación con la rotación externa podría deberse a que la pérdida de esta se traduce en menor pérdida funcional de los aspectos concretos que evalúan estas escalas. Al comparar la correlación de la captura de movimiento con la escala de calidad de vida, se obtuvo también una buena correlación, con la excepción de la rotación externa y la flexión. Esto implica que, tras conseguir una flexión media mayor de 90° y una rotación externa suficiente, las limitaciones en estos movimientos no afectarían a la calidad de vida de los pacientes.

Las limitaciones del estudio incluyen su carácter retrospectivo y un pequeño número de pacientes. No existen estudios similares con esta misma tecnología de captura

de movimiento con los que compararse, por lo que los resultados deben interpretarse con cautela. El seguimiento a 2 años no permite una evaluación de los resultados a largo plazo, en el que la aparición de fenómenos artrósicos podría limitar más la funcionalidad, sobre todo el deterioro articular, que podría traducirse en un empeoramiento de las escalas.

Conclusiones

La osteosíntesis con placa bloqueada en las fracturas de húmero proximal del anciano obtiene unos buenos resultados funcionales y de calidad de vida. La captura de movimiento es una herramienta emergente que permite la obtención de medidas objetivas a la hora de valorar los resultados obtenidos en estos pacientes y se correlaciona de manera adecuada con las escalas funcionales clásicamente utilizadas, así como con las escalas de calidad de vida. Consideramos que constituye una alternativa que permite una mejor comparación entre pacientes, dada su objetividad, y puede contribuir a mejorar el conocimiento sobre los resultados funcionales de la fractura de húmero proximal, así como para la valoración de otras patologías músculo-esqueléticas.

Nivel de evidencia

Nivel de evidencia IV.

Conflicto de intereses

Ninguno.

Bibliografía

1. Baron JA, Barrett JA, Karagas MR. The epidemiology of peripheral fractures. *Bone*. 1996;18 Suppl. 3:209S–13S.
2. Handoll HH, Brorson S. Interventions for treating proximal humeral fractures in adults. *Cochrane Database Syst Rev*. 2015, <http://dx.doi.org/10.1002/14651858.CD000434.pub4.CD000434>.
3. Zyro K, Ahrengart L, Sperber A, Törkvist H. Treatment of displaced proximal humeral fractures in elderly patients. *J Bone Joint Surg Br*. 1997;79:412–7.
4. 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;20:547–54, <http://dx.doi.org/10.1097/01.bot.0000244997.52751.58>.
5. 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;47:350–5, <http://dx.doi.org/10.1016/j.injury.2015.10.001>.
6. Björkenheim JM, Pajarin 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;75:741–5.
7. 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;19:489–94, <http://dx.doi.org/10.1016/j.jse.2009.09.005>.

8. 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;137:1685–92, <http://dx.doi.org/10.1007/s00402-017-2790-z>.
9. 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;472:294–303, <http://dx.doi.org/10.1007/s11999-013-3249-3>.
10. Wylie JD, Beckmann JT, Granger E, Tashjian RZ. Functional outcomes assessment in shoulder surgery. *World J Orthop.* 2014;5:623–33, <http://dx.doi.org/10.5312/wjo.v5.i5.623>.
11. Demers M, Levin MF. Do activity level outcome measures commonly used in neurological practice assess upper-limb movement quality? *Neurorehabil Neural Repair.* 2017;31:623–37, <http://dx.doi.org/10.1177/1545968317714576>.
12. Roren A, Lefevre-Colau MM, Roby-Brami A, Nguyen C, Poiradeau S. Kinematic analysis of the scapula after total anatomic and reverse shoulder arthroplasty. *Ann Phys Rehabil Med.* 2016;59 Suppl.:e117–8, <http://dx.doi.org/10.1016/j.rehab.2016.07.265>.
13. Launonen AP, Lepola V, Flinkkilä T, Strandberg N, Ojanperä J, Rissanen P, et al. Conservative treatment, plate fixation, or prosthesis for proximal humeral fracture. A prospective randomized study. *BMC Musculoskelet Disord.* 2012;13:167, <http://dx.doi.org/10.1186/1471-2474-13-167>.
14. Hauschild O, Konrad G, Audige L, de Boer P, Lambert SM, Hertel R, et al. Operative versus non-operative treatment for two-part surgical neck fractures of the proximal humerus. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2013;133:1385–93, <http://dx.doi.org/10.1007/s00402-013-1798-2>.
15. Hirschmann MT, Fallegger B, Amsler F, Regazzoni P, Gross T. Clinical longer-term results after internal fixation of proximal humerus fractures with a locking compression plate (PHILOS). *J Orthop Trauma.* 2011;25:286–93, <http://dx.doi.org/10.1097/BOT.0b013e3181f2b20e>.
16. 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;72:783–92, <http://dx.doi.org/10.1097/TA.0b013e31822c1b5b>.
17. Norouzi M, Naderi MN, Komasi MH, Sharifzadeh SR, Shahrezaei M, Ejazai 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;41:E64–8.
18. 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;45 Suppl. 6:S43–8, <http://dx.doi.org/10.1016/j.injury.2014.10.022>.
19. Bandalović A, Cukelj F, Knežević J, Ostojić M, Pavić A, Parać Z, et al. The results of internal fixation of proximal humeral osteoporotic fractures with PHILOS locking plate. *Psychiatr Danub.* 2014;26 Suppl. 2:376–81.
20. Fjalestad T, Iversen P, Hole MØ, Smetsrud M, Madsen JE. Clinical investigation for displaced proximal humeral fractures in the elderly: a randomized study of two surgical treatments: reverse total prosthetic replacement versus angular stable plate Philos (The DELPHI-trial). *BMC Musculoskelet Disord.* 2014;15:323, <http://dx.doi.org/10.1186/1471-2474-15-323>.
21. Inauen C, Platz A, Meier C, Zingg U, Rufibach K, Spross C, et al. Quality of life after osteosynthesis of fractures of the proximal humerus. *J Orthop Trauma.* 2013;27:e74–80, <http://dx.doi.org/10.1097/BOT.0b013e3182693cac>.
22. Kozono N, Okada T, Takeuchi N, Hamai S, Higaki H, Ikebe S, et al. In vivo kinematic analysis of the glenohumeral joint during dynamic full axial rotation and scapular plane full abduction in healthy shoulders. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2017;25:2032–40, <http://dx.doi.org/10.1007/s00167-016-4263-2>.
23. Tucci HT, Felicio LR, McQuade KJ, Bevilacqua-Grossi D, Ferreira Camarini PM, Oliveira AS. Biomechanical analysis of closed kinetic chain upper extremity stability test. *J Sport Rehabil.* 2017;26:42–50, <http://dx.doi.org/10.1123/jsr.2015-0071>.
24. Kijima T, Matsuki K, Ochiai N, Yamaguchi T, Sasaki Y, Hashimoto E, et al. In vivo 3-dimensional analysis of scapular and glenohumeral kinematics: comparison of symptomatic or asymptomatic shoulders with rotator cuff tears and healthy shoulders. *J Shoulder Elbow Surg.* 2015;24:1817–26, <http://dx.doi.org/10.1016/j.jse.2015.06.003>.
25. Vidt ME, Santiago AC, Marsh AP, Hegedus EJ, Tuohy CJ, Poehling GG, et al. The effects of a rotator cuff tear on activities of daily living in older adults: A kinematic analysis. *J Biomech.* 2016;49:611–7, <http://dx.doi.org/10.1016/j.jbiomech.2016.01.029>.
26. Thanasas C, Kontakis G, Angoules A, Limb D, Giannoudis P. Treatment of proximal humerus fractures with locking plates: a systematic review. *J Shoulder Elbow Surg.* 2009;18:837–44, <http://dx.doi.org/10.1016/j.jse.2009.06.004>.
27. Navarro J, López-Vázquez E, Juan A, Recalde E. Tratamiento de las fracturas de tercio proximal de húmero mediante osteosíntesis con placa. *Rev Esp Cir Ortop Traumatol.* 2010;54:372–7, <http://dx.doi.org/10.1016/j.recot.2010.07.001>.
28. Hervás MT, Navarro Collado MJ, Peiró S, Rodrigo Pérez JL, López Matéu P, Martínez Tello I. [Spanish version of the DASH questionnaire. Cross-cultural adaptation, reliability, validity and responsiveness]. *Med Clin (Barc).* 2006;127:441–7.
29. Schliemann B, Siemoneit J, Theisen C, Kösters C, Weimann A, Raschke MJ. Complex fractures of the proximal humerus in the elderly – outcome and complications after locking plate fixation. *Musculoskeletal Surg.* 2012;96 Suppl. 1:3–11, <http://dx.doi.org/10.1007/s12306-012-0181-8>.
30. Tenor Junior AC, Granja Cavalcanti AM, Albuquerque BM, Ribeiro FR, da Costa MP, Brasil Filho R. Treatment of proximal humeral fractures using anatomical locking plate: correlation of functional and radiographic results. *Rev Bras Ortop.* 2016;51:261–7, <http://dx.doi.org/10.1016/j.rboe.2015.08.018>.