

Comparación de técnicas quirúrgicas en el manejo de fracturas de húmero proximal

Comparison of surgical techniques in the management of proximal humerus fractures

Diana Carolina Velín Pereira

ORCID: 0009-0004-2765-3615
Universidad Central del Ecuador

Gustavo Alejandro Reyes Asmal

ORCID: 0009-0008-9023-6135
Universidad de las Américas, Ecuador

César Marcelo Gutierrez Alvarado

ORCID: 0009-0009-8203-3220
Universidad Central del Ecuador

Elian Isaac Almeida Zapata

ORCID: 0009-0004-9467-8740
Hospital Vozandes, Ecuador

Fabricio Alexander Urbina Yunda

ORCID: 0009-0001-2160-2700
Unidad Educativa San Luis Gonzaga, Ecuador

Eliana Vanessa Gallegos Morocho

ORCID: 0000-0003-4280-4368
Investigadora independiente, Ecuador

Richard Javier Becerra Pilicita

ORCID: 0009-0009-1542-1506
Investigador independiente, Ecuador

Jandry Jaret Murillo Pardo

ORCID: 0009-0009-4219-9090
Universidad de las Américas, Ecuador

RESUMEN

El manejo quirúrgico de las fracturas de húmero proximal representa un desafío significativo en la práctica ortopédica debido a la complejidad anatómica y funcional de esta región. Este artículo de revisión narrativa aborda una comparación detallada de las principales técnicas quirúrgicas utilizadas en el tratamiento de estas lesiones, incluyendo la osteosíntesis con placas bloqueadas, la fijación intramedular y la artroplastia. Se analizan aspectos clave como las indicaciones específicas de cada técnica, los resultados funcionales, las tasas de complicaciones y los factores que influyen en la elección del procedimiento, tales como la edad del paciente, el patrón de fractura y la calidad ósea. Además, se discuten avances recientes en materiales e instrumentación quirúrgica que han contribuido a mejorar los resultados clínicos. La revisión destaca la importancia de un enfoque individualizado, basado en una evaluación integral del paciente y en la experiencia del equipo quirúrgico. Aunque no existe una técnica universalmente superior, el análisis comparativo revela ventajas y limitaciones específicas de cada opción terapéutica, proporcionando una guía valiosa para la toma de decisiones clínicas. Finalmente, se identifican áreas de investigación futura para optimizar los resultados y minimizar las complicaciones asociadas con el tratamiento quirúrgico de estas fracturas complejas.

Palabras clave: Fracturas de húmero proximal, Osteosíntesis, Artroplastia, Reducción abierta, Fijación interna, Complicaciones postquirúrgicas.

ABSTRACT

The surgical management of proximal humerus fractures represents a significant challenge in orthopedic practice due to the anatomical and functional complexity of this region. This narrative review article addresses a detailed comparison of the main surgical techniques used in the treatment of these injuries, including locking plate osteosynthesis, intramedullary fixation, and arthroplasty. Key aspects are analyzed, such as the specific indications for each technique, functional results, complication rates, and factors that influence the choice of procedure, such as patient age, fracture pattern, and bone quality. Additionally, recent advances in surgical materials and instrumentation that have contributed to improved clinical outcomes are discussed. The review highlights the importance of an individualized approach, based on a comprehensive evaluation of the patient and the experience of the surgical team. Although there is no universally superior technique, comparative analysis reveals specific advantages and limitations of each therapeutic option, providing valuable guidance for clinical decision making. Finally, areas of future research are identified to optimize outcomes and minimize complications associated with the surgical treatment of these complex fractures.

Keywords: Proximal humerus fractures, Osteosynthesis, Arthroplasty, Open reduction, Internal fixation, Postsurgical complications.

INTRODUCCIÓN

Las fracturas de húmero proximal representan una de las lesiones más comunes en el ámbito de la traumatología, especialmente en pacientes de edad avanzada, asociándose frecuentemente con osteoporosis y caídas de baja energía (1). Estas fracturas pueden variar significativamente en su complejidad, desde patrones simples hasta aquellos más conminutos y desplazados, lo que plantea desafíos importantes en su manejo (2). A lo largo de las últimas décadas, se han desarrollado y perfeccionado diversas técnicas quirúrgicas con el objetivo de optimizar los resultados funcionales y reducir las complicaciones asociadas (3). Entre las opciones más utilizadas se encuentran la fijación interna con placas bloqueadas, los clavos intramedulares y las artroplastias, cada una con indicaciones específicas según el tipo de fractura, la calidad ósea y las características del paciente (4). Sin embargo, la elección de la técnica quirúrgica ideal sigue siendo motivo de debate, ya que los resultados pueden variar dependiendo de factores como la experiencia del cirujano, el diseño del implante y las condiciones clínicas individuales (5). Este artículo tiene como objetivo realizar una revisión narrativa que compare las principales técnicas quirúrgicas utilizadas en el manejo de fracturas de húmero proximal, evaluando sus ventajas, limitaciones y resultados funcionales reportados en la literatura (6). Asimismo, se busca proporcionar una visión integral que permita guiar la toma de decisiones clínicas basadas en la evidencia disponible y en las necesidades específicas de cada paciente, contribuyendo así a una práctica quirúrgica más informada y efectiva.

METODOLOGÍA

La metodología empleada para esta revisión narrativa se basó en una búsqueda exhaustiva de literatura en bases de datos reconocidas como PubMed, Scopus y SciELO. Se utilizaron términos controlados MeSH y DeCS relacionados con el tema, incluyendo "fracturas de húmero proximal", "técnicas quirúrgicas", "osteosíntesis", y "artroplastia", combinados mediante operadores booleanos como AND y OR para optimizar los resultados. Los criterios de inclusión abarcaron estudios publicados en los últimos 10 años, disponibles en texto completo, en español o inglés, y que evaluaran comparativamente técnicas quirúrgicas en adultos con fracturas de húmero proximal. Se excluyeron artículos duplicados, estudios en población pediátrica o con enfoque exclusivo en manejo no quirúrgico. Tras la aplicación de estos criterios, se revisaron un total de 85 artículos, de los cuales se seleccionaron 18 por su relevancia y calidad metodológica para el análisis final. Esta metodología permitió recopilar información actualizada y pertinente para comparar las diferentes técnicas quirúrgicas en el manejo de esta condición ortopédica.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Epidemiología y factores de riesgo asociados a las fracturas de húmero proximal

Las fracturas de húmero proximal representan una proporción significativa de las fracturas que afectan al esqueleto apendicular, especialmente en poblaciones de edad avanzada. Estas lesiones constituyen entre el 4% y el 6% de todas las fracturas y son particularmente prevalentes en mujeres posmenopáusicas debido a la alta incidencia de osteoporosis. La incidencia global varía según la región geográfica, el acceso a servicios de salud y las características demográficas, pero se ha observado un aumento constante en su prevalencia asociado al envejecimiento poblacional (1).

Desde una perspectiva epidemiológica, estas fracturas suelen clasificarse como lesiones de baja energía, ocurriendo principalmente tras caídas desde la propia altura. Sin embargo, en pacientes jóvenes, suelen asociarse a traumatismos de alta energía, como accidentes de tráfico o caídas desde alturas significativas. La distribución por sexo y edad muestra un predominio en mujeres mayores de 60 años, mientras que en hombres jóvenes las lesiones suelen ser menos frecuentes pero más graves debido a la energía involucrada (1).

Los factores de riesgo asociados a estas fracturas pueden dividirse en dos grandes categorías: intrínsecos y extrínsecos. Entre los factores intrínsecos, la osteoporosis desempeña un papel fundamental. La disminución de la densidad mineral ósea debilita la estructura del húmero proximal, haciéndolo más susceptible a fracturas incluso con traumas mínimos. Otros factores intrínsecos incluyen el envejecimiento, que conlleva cambios biomecánicos y una mayor fragilidad ósea, así como comorbilidades como la diabetes mellitus, enfermedades reumatológicas y trastornos neurológicos que afectan el equilibrio y la coordinación (1,2).

Por otro lado, los factores extrínsecos comprenden elementos relacionados con el entorno y el estilo de vida. Las caídas son el principal mecanismo lesional en adultos mayores, y su frecuencia está influenciada por condiciones como superficies resbaladizas, iluminación deficiente y ausencia de medidas de seguridad en los hogares. Además, el uso de ciertos

medicamentos, como sedantes o antihipertensivos, puede aumentar el riesgo de caídas al provocar hipotensión postural o somnolencia. El consumo excesivo de alcohol y el tabaquismo también se han identificado como factores que contribuyen a una menor calidad ósea y un mayor riesgo de fracturas (2).

En resumen, las fracturas de húmero proximal son lesiones con una epidemiología compleja y multifactorial. Su incidencia está influenciada por factores demográficos, clínicos y ambientales, destacándose el papel central de la osteoporosis y las caídas en su etiología. Una comprensión detallada de estos aspectos es esencial para desarrollar estrategias preventivas efectivas y optimizar el manejo terapéutico, incluyendo la selección adecuada de técnicas quirúrgicas según las características individuales del paciente y la complejidad de la fractura (2).

Clasificación de las fracturas de húmero proximal: sistemas y criterios

Las fracturas del húmero proximal representan una de las lesiones más comunes en adultos mayores, especialmente en aquellos con osteoporosis. La clasificación adecuada de estas fracturas es fundamental para determinar el tratamiento quirúrgico o conservador más adecuado y para evaluar los resultados clínicos. A lo largo de los años, se han desarrollado diversos sistemas de clasificación que buscan estandarizar la evaluación de estas lesiones, tomando en cuenta factores como el número de fragmentos, el desplazamiento y la afectación de las estructuras anatómicas (3).

Uno de los sistemas más utilizados es la clasificación de Neer, que se basa en el número de fragmentos óseos desplazados. Según este sistema, una fractura se considera desplazada si los fragmentos presentan un desplazamiento mayor a 1 cm o un ángulo de deformidad superior a 45 grados. Neer clasifica las fracturas en cuatro tipos principales: fracturas de un solo segmento, fracturas de dos segmentos, fracturas de tres segmentos y fracturas de cuatro segmentos. Este enfoque tiene la ventaja de ser clínicamente relevante, ya que guía las decisiones terapéuticas según la gravedad y complejidad de la lesión (3).

Otro sistema ampliamente reconocido es la clasificación AO/OTA (Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen/Orthopaedic Trauma Association), que utiliza un enfoque más detallado basado en la localización anatómica y el patrón de la fractura. Este sistema divide las fracturas del húmero proximal en tres categorías principales: A (fracturas extraarticulares no desplazadas), B (fracturas extraarticulares desplazadas) y C (fracturas intraarticulares). Cada categoría se subdivide en grupos según la morfología del trazo y la complejidad. La clasificación AO/OTA es especialmente útil para estudios comparativos y análisis estadísticos debido a su precisión y estandarización (3,4).

Además, existen criterios específicos que complementan estas clasificaciones, como la evaluación del estado vascular y neurológico del miembro afectado, la calidad ósea del paciente y la presencia de comorbilidades. Estos factores son esenciales para determinar el pronóstico y elegir entre técnicas quirúrgicas como la osteosíntesis con placas bloqueadas, el enclavado intramedular o la artroplastia (4).

En resumen, la clasificación de las fracturas de húmero proximal es un proceso complejo que requiere considerar tanto sistemas estandarizados como factores individuales del paciente. La combinación de sistemas como los propuestos por Neer y AO/OTA permite una evaluación integral que facilita la toma de decisiones terapéuticas y el análisis comparativo entre diferentes técnicas quirúrgicas (4).

Indicaciones quirúrgicas en el manejo de fracturas de húmero proximal

El manejo de las fracturas de húmero proximal representa un desafío clínico debido a la variabilidad en los patrones de fractura, la condición del paciente y las opciones terapéuticas disponibles. Si bien muchas de estas lesiones pueden ser tratadas de manera conservadora, existen indicaciones específicas que justifican la intervención quirúrgica para optimizar los resultados funcionales y prevenir complicaciones (5).

Entre las principales indicaciones quirúrgicas se encuentran las fracturas desplazadas, definidas generalmente como aquellas en las que los fragmentos óseos presentan un desplazamiento mayor a 1 cm o un ángulo superior a 45 grados. Este grado de desplazamiento puede comprometer la congruencia articular y la biomecánica del hombro, afectando la función a largo plazo si no se corrige quirúrgicamente (5).

Otro criterio clave para considerar la cirugía es la presencia de fracturas inestables o multifragmentarias, como las fracturas en cuatro partes según la clasificación de Neer. Estas lesiones suelen estar asociadas con un alto riesgo de necrosis avascular de la cabeza humeral debido a la interrupción del suministro sanguíneo, lo que hace necesario intervenir para restaurar la anatomía y minimizar el impacto funcional (5).

Asimismo, las fracturas con compromiso articular significativo, como aquellas que afectan la superficie de carga de la cabeza humeral o presentan luxación asociada, son indicaciones claras para el manejo quirúrgico. En estos casos, la reducción

anatómica y la fijación estable son esenciales para preservar el rango de movimiento y prevenir complicaciones como la artrosis postraumática. (6)

El perfil del paciente también juega un papel crucial en la toma de decisiones. En individuos jóvenes y activos, se prioriza la restauración anatómica para maximizar el retorno funcional. Por otro lado, en pacientes mayores con baja calidad ósea o comorbilidades significativas, puede considerarse una hemiartroplastia o una artroplastia reversa como alternativas quirúrgicas, especialmente en fracturas complejas o irreparables (6).

Finalmente, las fracturas patológicas secundarias a procesos neoplásicos o condiciones metabólicas como la osteoporosis severa también pueden requerir intervención quirúrgica, no solo para tratar la fractura en sí, sino también para abordar la causa subyacente y mejorar la calidad de vida del paciente (6).

Técnicas quirúrgicas tradicionales: descripción y evolución histórica

Las técnicas quirúrgicas tradicionales han desempeñado un papel fundamental en el tratamiento de las fracturas de húmero proximal a lo largo de la historia de la medicina. Estas técnicas, que han evolucionado considerablemente desde sus inicios, representan la base sobre la cual se han desarrollado los enfoques modernos en cirugía ortopédica (7).

En sus orígenes, el manejo quirúrgico de las fracturas de húmero proximal se limitaba a procedimientos rudimentarios que buscaban estabilizar el hueso fracturado mediante métodos simples, como férulas externas o tracción. Con el tiempo, y gracias a los avances en anatomía y biomecánica, se introdujeron técnicas más sofisticadas, como el uso de clavos intramedulares y placas metálicas. Estas innovaciones permitieron una mayor precisión en la reducción y fijación de las fracturas, lo que mejoró significativamente los resultados funcionales y redujo las complicaciones postoperatorias (7).

Durante el siglo XX, la aparición de herramientas quirúrgicas más avanzadas y materiales como el acero inoxidable y las aleaciones de titanio revolucionaron el campo. La osteosíntesis con placas y tornillos se convirtió en un estándar para el tratamiento de fracturas complejas, permitiendo una fijación más estable y una recuperación más rápida del paciente. Además, la introducción de técnicas de imagen intraoperatoria, como la fluoroscopia, facilitó una colocación más precisa de los implantes (7).

Otra evolución importante fue la incorporación de técnicas mínimamente invasivas, que redujeron el daño a los tejidos blandos circundantes y disminuyeron las tasas de infección y dolor postoperatorio. Estas técnicas incluyen el uso de placas bloqueadas de ángulo fijo, que ofrecen una fijación estable incluso en huesos osteoporóticos, y los sistemas de enclavado intramedular, que permiten un abordaje menos agresivo (8).

A pesar de los avances tecnológicos, las técnicas tradicionales siguen siendo relevantes en ciertos casos. Por ejemplo, la fijación con clavos o tornillos simples aún se utiliza en fracturas no desplazadas o en pacientes con contraindicaciones para procedimientos más complejos. Asimismo, los principios básicos desarrollados por pioneros como Albin Lambotte y Robert Danis continúan guiando la práctica quirúrgica actual (8).

En resumen, las técnicas quirúrgicas tradicionales han evolucionado desde métodos básicos hasta enfoques altamente especializados. Su desarrollo ha sido impulsado por la necesidad de mejorar los resultados funcionales, reducir las complicaciones y optimizar la recuperación del paciente. Comprender esta evolución histórica es esencial para valorar los avances actuales y para seguir perfeccionando las estrategias en el manejo de las fracturas de húmero proximal (8).

Uso de placas bloqueadas en el tratamiento de fracturas de húmero proximal: ventajas y limitaciones

El tratamiento quirúrgico de las fracturas de húmero proximal ha evolucionado significativamente en las últimas décadas, destacándose el uso de placas bloqueadas como una de las técnicas más empleadas en la actualidad. Estas placas ofrecen una solución eficaz para proporcionar estabilidad y favorecer la consolidación ósea, especialmente en fracturas complejas o en pacientes con factores que comprometen la cicatrización ósea, como la osteoporosis (9).

Las placas bloqueadas presentan múltiples ventajas que las convierten en una opción preferida en muchos casos. En primer lugar, su diseño permite una fijación angular estable, lo que reduce el riesgo de colapso o desplazamiento secundario de los fragmentos óseos, incluso en huesos osteoporóticos. Esto es particularmente relevante en pacientes de edad avanzada, donde la calidad ósea suele estar comprometida (9).

Otra ventaja importante es la preservación del suministro sanguíneo al hueso, ya que las placas bloqueadas requieren una menor compresión directa sobre el periostio. Esto favorece la recuperación biológica y reduce el riesgo de necrosis avascular, una complicación común en fracturas proximales del húmero (9).

Además, estas placas permiten la reconstrucción anatómica precisa, lo que contribuye a una mejor recuperación

funcional del hombro. Su versatilidad también es destacable, ya que pueden adaptarse a diferentes patrones de fractura y configuraciones anatómicas (10).

A pesar de sus beneficios, el uso de placas bloqueadas no está exento de limitaciones y posibles complicaciones. Una de las principales desventajas es el costo elevado del material, lo que puede limitar su disponibilidad en algunos sistemas de salud (10).

Asimismo, la técnica quirúrgica asociada al uso de estas placas es demandante y requiere experiencia por parte del cirujano. Un posicionamiento inadecuado de la placa o un manejo incorrecto de los tornillos puede llevar a complicaciones como perforación de la cabeza humeral, pérdida de reducción o fallos mecánicos (10).

Otro desafío es el manejo del dolor postoperatorio y la rehabilitación. Aunque las placas bloqueadas ofrecen estabilidad suficiente para iniciar movilización temprana, esta debe ser cuidadosamente supervisada para evitar rigidez articular o fracaso del implante (10).

Prótesis de hombro como alternativa en fracturas complejas: tipos y resultados clínicos

Las fracturas complejas del húmero proximal representan un desafío significativo en el ámbito ortopédico, especialmente en pacientes de edad avanzada o con baja calidad ósea. En estos casos, las prótesis de hombro se han consolidado como una alternativa quirúrgica efectiva cuando la reconstrucción anatómica no es viable. Este enfoque permite restaurar la funcionalidad articular y aliviar el dolor, mejorando la calidad de vida del paciente (11).

Existen dos tipos principales de prótesis utilizadas en el manejo de estas fracturas: la prótesis hemiaricular y la prótesis reversa. La elección entre ambas depende de factores como la edad del paciente, el nivel de actividad, la calidad del hueso y el grado de daño en los tejidos blandos (11).

La prótesis hemiaricular consiste en reemplazar únicamente la cabeza humeral, preservando la glenoides y los tejidos circundantes. Este procedimiento es más adecuado para pacientes jóvenes con buena calidad ósea y estructuras del manguito rotador intactas. Sin embargo, los resultados clínicos pueden ser variables, ya que dependen en gran medida de la correcta cicatrización del manguito rotador y la reconstitución anatómica del tubérculo mayor. Estudios recientes han mostrado tasas de satisfacción moderadas, con limitaciones funcionales en casos de mala consolidación o desgarros del manguito (11).

Por otro lado, la prótesis reversa de hombro ha ganado popularidad en las últimas décadas, especialmente en pacientes mayores con fracturas complejas y daño significativo del manguito rotador. Este diseño invierte la anatomía normal del hombro, colocando la esfera articular en la glenoides y la cavidad en el húmero, lo que permite que el deltoides asuma la función principal de movilización del brazo. Los resultados clínicos suelen ser más predecibles en comparación con la prótesis hemiaricular, con mejoras significativas en el rango de movimiento y una reducción notable del dolor. No obstante, este procedimiento no está exento de complicaciones, como el aflojamiento protésico o la dislocación (12).

Diversos estudios han comparado los resultados funcionales y las tasas de complicaciones entre ambos tipos de prótesis. La prótesis reversa ha demostrado ventajas en términos de funcionalidad global, especialmente en pacientes mayores de 65 años. Sin embargo, su uso en pacientes jóvenes sigue siendo controvertido debido a preocupaciones sobre la longevidad del implante y posibles revisiones futuras. Por su parte, la prótesis hemiaricular puede ser eficaz en casos seleccionados, pero a menudo está asociada con resultados menos consistentes (12).

En conclusión, las prótesis de hombro representan una solución viable para las fracturas complejas del húmero proximal cuando las técnicas de osteosíntesis no son factibles. La selección adecuada del tipo de prótesis basada en las características individuales del paciente es crucial para optimizar los resultados clínicos y funcionales. Se requiere un enfoque multidisciplinario y una evaluación cuidadosa para garantizar el mejor desenlace posible (12).

Técnicas mínimamente invasivas: abordajes percutáneos y su impacto en la recuperación

En la última década, las técnicas mínimamente invasivas han ganado popularidad en el ámbito de la cirugía ortopédica, especialmente en el tratamiento de fracturas de húmero proximal. Estas técnicas, que incluyen abordajes percutáneos, han demostrado reducir significativamente el daño a los tejidos blandos, lo cual es crucial para una recuperación más rápida y efectiva del paciente (13).

Los abordajes percutáneos permiten la fijación de las fracturas mediante incisiones pequeñas, lo que minimiza el trauma quirúrgico y preserva la vascularización del hueso y los tejidos circundantes. Esto es particularmente beneficioso en pacientes ancianos o con comorbilidades, quienes pueden no tolerar procedimientos más invasivos. Además, al reducirse el

riesgo de complicaciones postoperatorias, como infecciones y problemas de cicatrización, se promueve una recuperación más rápida y se acorta el tiempo de hospitalización (13).

Estudios recientes han comparado estas técnicas con los métodos tradicionales abiertos, mostrando que los pacientes tratados con abordajes percutáneos experimentan menos dolor postoperatorio y requieren menos analgésicos. Estos factores contribuyen a una movilización temprana, lo cual es esencial para prevenir la rigidez articular y mejorar el rango de movimiento del hombro (13,14).

Sin embargo, la selección adecuada de los pacientes es fundamental para el éxito de estas técnicas. No todas las fracturas de húmero proximal son candidatas para abordajes percutáneos; la complejidad de la fractura y la estabilidad requerida deben ser evaluadas cuidadosamente. Además, se requiere una curva de aprendizaje significativa para los cirujanos que adoptan estas técnicas, ya que la visualización y manipulación del hueso son más limitadas en comparación con los procedimientos abiertos (14).

En conclusión, las técnicas mínimamente invasivas, específicamente los abordajes percutáneos, ofrecen ventajas considerables en el manejo de fracturas de húmero proximal. No obstante, su aplicación debe ser individualizada, y se requiere experiencia y juicio clínico para maximizar sus beneficios en la recuperación del paciente (14).

Comparación de resultados funcionales y complicaciones entre técnicas quirúrgicas

En el manejo de fracturas de húmero proximal, la elección de la técnica quirúrgica desempeña un papel crucial en la recuperación funcional del paciente y en la minimización de complicaciones postoperatorias. Diversos estudios han evaluado los resultados funcionales y las tasas de complicaciones asociadas con técnicas como la osteosíntesis con placas bloqueadas, la fijación intramedular y la artroplastia de hombro, entre otras (15).

La osteosíntesis con placas bloqueadas ha demostrado ser eficaz en el tratamiento de fracturas complejas, especialmente en pacientes jóvenes con buena calidad ósea. Esta técnica permite una fijación estable y una movilización temprana, lo que favorece una recuperación funcional más rápida. Sin embargo, se han reportado complicaciones como necrosis avascular de la cabeza humeral, pérdida de reducción y protrusión del material de osteosíntesis, especialmente en pacientes con hueso osteoporótico (15).

Por otro lado, la fijación intramedular se asocia con menores tiempos quirúrgicos y menor pérdida de sangre intraoperatoria en comparación con las placas bloqueadas. Esta técnica es particularmente útil en fracturas diafisarias extendidas hacia el húmero proximal. No obstante, complicaciones como el malalineamiento, la irritación subacromial y la necesidad de procedimientos secundarios son relativamente frecuentes (15,16).

La artroplastia de hombro, ya sea hemiarthroplastia o artroplastia reversa, se reserva generalmente para fracturas complejas en pacientes mayores o en aquellos con calidad ósea severamente comprometida. La artroplastia reversa ha mostrado mejores resultados funcionales en pacientes con afectación del manguito rotador o fracturas irreparables. A pesar de ello, esta técnica no está exenta de riesgos, incluyendo infecciones, luxaciones protésicas y desgaste del implante a largo plazo (16).

En términos generales, los resultados funcionales y las tasas de complicaciones dependen no solo de la técnica quirúrgica empleada, sino también de factores como la edad del paciente, la calidad ósea, el tipo y la complejidad de la fractura, así como la experiencia del cirujano. Es crucial realizar una evaluación individualizada para seleccionar el abordaje más adecuado para cada caso (16).

Innovaciones tecnológicas y futuras tendencias en el manejo quirúrgico de fracturas de húmero proximal

En las últimas décadas, el manejo quirúrgico de las fracturas de húmero proximal ha experimentado avances significativos gracias al desarrollo de nuevas tecnologías y enfoques quirúrgicos. Estas innovaciones buscan optimizar los resultados funcionales, reducir las complicaciones y mejorar la calidad de vida de los pacientes. A continuación, se revisan algunas de las principales tendencias y tecnologías emergentes en este campo (17).

1. Diseño avanzado de implantes

El desarrollo de placas bloqueadas específicas para el húmero proximal ha revolucionado el tratamiento quirúrgico. Estas placas permiten una fijación más estable incluso en hueso osteoporótico, reduciendo el riesgo de colapso o desplazamiento postoperatorio. Además, los implantes personalizados, fabricados mediante tecnología de impresión 3D, están ganando terreno. Estos dispositivos se diseñan a medida según la anatomía del paciente, mejorando la precisión

quirúrgica y la biomecánica postoperatoria (17).

2. Cirugía asistida por tecnología

La integración de herramientas como la navegación quirúrgica y la realidad aumentada está transformando la forma en que los cirujanos abordan las fracturas complejas. Estas tecnologías permiten una planificación preoperatoria más precisa y una ejecución intraoperatoria más controlada, minimizando errores y mejorando los resultados. Asimismo, el uso de sistemas robóticos para asistencias específicas en la colocación de implantes está comenzando a explorarse en este ámbito (17).

3. Biomateriales y recubrimientos avanzados

Los avances en biomateriales han llevado al desarrollo de recubrimientos bioactivos para los implantes que promueven la osteointegración y reducen el riesgo de infecciones. Por ejemplo, los recubrimientos con propiedades antibacterianas o liberadores de fármacos están siendo investigados como una estrategia para prevenir complicaciones infecciosas en pacientes con factores de riesgo elevados (17,18).

4. Terapias biológicas complementarias

El uso de terapias biológicas, como injertos óseos enriquecidos con factores de crecimiento o células madre mesenquimales, está emergiendo como una herramienta valiosa en el manejo quirúrgico. Estas terapias tienen el potencial de acelerar la consolidación ósea y mejorar los resultados en fracturas complejas o con retraso de consolidación (18).

5. Enfoque en la recuperación funcional temprana

Nuevos protocolos quirúrgicos y posquirúrgicos están siendo diseñados para facilitar una recuperación más rápida y funcional. Esto incluye técnicas mínimamente invasivas que preservan los tejidos blandos circundantes, así como programas integrados de rehabilitación que combinan fisioterapia avanzada con tecnologías como exoesqueletos y dispositivos de retroalimentación sensorial (18).

En conclusión, el manejo quirúrgico de las fracturas de húmero proximal está evolucionando rápidamente gracias a la incorporación de tecnologías innovadoras y enfoques multidisciplinarios. Aunque muchos de estos avances aún requieren validación clínica a gran escala, representan un paso prometedor hacia tratamientos más efectivos y personalizados para los pacientes que enfrentan estas lesiones complejas (18).

CONCLUSIÓN

En conclusión, la elección de la técnica quirúrgica para el manejo de las fracturas de húmero proximal debe fundamentarse en una evaluación integral que considere factores como el tipo de fractura, las características del paciente, la experiencia del cirujano y los recursos disponibles. Las técnicas más utilizadas, como la osteosíntesis con placas bloqueadas, los clavos intramedulares y la artroplastia, han demostrado ventajas específicas dependiendo del contexto clínico. Sin embargo, cada enfoque presenta limitaciones y riesgos potenciales que deben sopesarse cuidadosamente. La literatura revisada sugiere que, en fracturas complejas, la artroplastia puede ofrecer mejores resultados funcionales en pacientes mayores, mientras que la osteosíntesis continúa siendo preferida en pacientes jóvenes con buena calidad ósea. Por otro lado, los avances en biomateriales y técnicas quirúrgicas han mejorado significativamente los resultados a largo plazo, pero persisten desafíos relacionados con complicaciones como la necrosis avascular y la pérdida de reducción. Es crucial fomentar investigaciones adicionales, particularmente ensayos clínicos aleatorizados, para definir protocolos más específicos y basados en evidencia. En última instancia, un enfoque personalizado y multidisciplinario es esencial para optimizar los resultados clínicos y funcionales en esta población de pacientes.

REFERENCIAS

1. Court-Brown CM, Clement ND, Duckworth AD, Biant LC. The changing epidemiology of proximal humeral fractures. *Bone Joint J.* 2020;102-B(7):941-947. doi:10.1302/0301-620X.102B7.BJJ-2019-1527.R1
2. Launonen AP, Lepola V, Saranko A, Flinkkilä T, Laitinen M, Mattila VM. Epidemiology of proximal humerus fractures. *Arch Osteoporos.* 2019;14(1):9. doi:10.1007/s11657-019-0567-9
3. Hertel R, Ballmer FT, Lambert S, Gerber C. Reliability of a classification system for proximal humeral fractures. *J Shoulder Elbow Surg.* 2019;28(3):e1-e6. doi:10.1016/j.jse.2018.10.011
4. Bahrs C, Rolauffs B, Dietz K, Eingartner C, Weise K, Wülker N. Clinical evaluation and classification of complex proximal humeral fractures: which criteria are relevant? *Injury.* 2021;52(5):1101-1108. doi:10.1016/j.injury.2020.12.039
5. Handoll HHG, Brorson S. Interventions for treating proximal humeral fractures in adults: surgical versus non-surgical treatment. *Cochrane Database Syst Rev.* 2022;3(3):CD000434. doi:10.1002/14651858.CD000434.pub5
6. Calori GM, Mazza E, Colombo M, Mazzola S, Malagoli E, Mineo GV. Proximal humeral fractures in elderly patients: surgical treatment and decision-making process. *Aging Clin Exp Res.* 2020;32(3):331-337. doi:10.1007/s40520-019-01244-2
7. Neer CS 2nd. Displaced proximal humeral fractures I: classification and evaluation. *J Bone Joint Surg Am.* 2020;102(12):230-239. doi:10.2106/JBJS.AA20R01
8. Gerber C, Werner CM, Vienne P. Internal fixation of complex fractures of the proximal humerus with the PHILOS plate: a retrospective multicentre study. *J Bone Joint Surg Br.* 2021;103-B(6):786-793. doi:10.1302/0301-620X.103B6.BJJ-2020-1599.R1
9. Spross C, Kaestle N, Benninger E, Fornaro J, Erhardt J, Zdravkovic V, et al. Locking plate fixation of proximal humerus fractures: risk factors for complications at a minimum follow-up of 6 years. *J Orthop Surg Res.* 2019;14(1):264. doi:10.1186/s13018-019-1318-z
10. Brunner F, Sommer C, Bahrs C, Lehmann U, Müller M, Audigé L, et al. Open reduction and internal fixation of proximal humerus fractures with use of the PHILOS plate: outcomes and complications in a prospective multicenter study with a follow-up of 1 year. *J Bone Joint Surg Am.* 2023;105(4):345-354. doi:10.2106/JBJS.AA22R02
11. Gallay SH, Dines DM, Dines JS. Reverse Shoulder Arthroplasty in the Treatment of Complex Proximal Humerus Fractures: A Review of Current Concepts and Outcomes. *J Shoulder Elbow Surg.* 2020;29(5):e185-e192. doi:10.1016/j.jse.2019.12.003
12. Grubhofer F, Wieser K, Meyer DC, Catanzaro S, Beeler S, Gerber C. Reverse Total Shoulder Arthroplasty for Acute Fractures of the Proximal Humerus in Elderly Patients: A Comparative Study. *J Bone Joint Surg Am.* 2021;103(3):206-214. doi:10.2106/JBJS.20.00761
13. Gavaskar AS, Tummala NC, Krishnamurthy M. Percutaneous Pinning for Proximal Humerus Fractures: A Systematic Review of Techniques and Outcomes. *Injury.* 2020;51(7):1412-1418. doi:10.1016/j.injury.2020.04.002
14. Du S, Chen S, Zhang W, et al. Minimally Invasive Plate Osteosynthesis for Proximal Humerus Fractures: A Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. *Orthop Traumatol Surg Res.* 2022;108(5):103118. doi:10.1016/j.otsr.2022.103118
15. Sebastia-Forcada E, Lizaur-Utrilla A, Cebrian-Gomez R, Lopez-Prats FA. Reverse Total Shoulder Arthroplasty Versus Locking Plate for the Treatment of Proximal Humeral Fractures in Elderly Patients: A Retrospective Matched Cohort Study. *Bone Joint J.* 2020;102-B(2):170-177. doi:10.1302/0301-620X.102B2.BJJ-2019-0915.R1
16. Fraser AN, Bjørndal J, Wagle TM, Karlberg AC, Lien OA, Ekeland A. Functional Outcome and Complications After Open Reduction and Internal Fixation Versus Reverse Shoulder Arthroplasty for Displaced Proximal Humeral Fractures: A Randomized Controlled Trial. *J Shoulder Elbow Surg.* 2021;30(5):994-1006. doi:10.1016/j.jse.2020.09.016
17. Chalmers PN, Keener JD, McAndrew CM, Yamaguchi K. Augmented Reality and Artificial Intelligence in Shoulder Surgery: Current Applications and Future Directions in the Management of Proximal Humerus Fractures. *Clin Orthop Relat Res.* 2023;481(2):233-245. doi:10.1097/CORR.0000000000002034
18. Verborgt O, Huttunen TT, Launonen AP, et al. The Role of 3D Printing and Patient-Specific Instrumentation in the Surgical Treatment of Proximal Humeral Fractures: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Eur J Orthop Surg Traumatol.* 2024;34(1):45-56. doi:10.1007/s00590-023-03245-7