

Osteotomía de anteromedialización de Fulkerson en trastornos patelofemorales: indicaciones, planificación quirúrgica, técnicas de fijación, resultados y complicaciones. Una revisión narrativa**Fulkerson Anteromedialization Osteotomy in Patellofemoral Disorders: Indications, Surgical Planning, Fixation Techniques, Outcomes and Complications. A Narrative Review***Jairo David Gallardo Vinueza***CIENCIA, TECNOLOGÍA Y
SOCIEDAD****Julio - diciembre, V°7 - N°2; 2026****Recibido:** 22-09-2026**Aceptado:** 25-09-2026**Publicado:** 29-09-2026**PAIS**

- Ecuador, Quito

INSTITUCION

- Universidad Católica del Ecuador

CORREO:✉ jairo_gallardo@hotmail.com**ORCID:** <https://orcid.org/0009-0004-7322-0677>**FORMATO DE CITA APA.**

Gallardo, J. (2026). Osteotomía de anteromedialización de Fulkerson en trastornos patelofemorales: indicaciones, planificación quirúrgica, técnicas de fijación, resultados y complicaciones. Una revisión narrativa. *Revista G-ner@ndo*, V°7 (N°2). Pág. 4724 – 4755.

Resumen

Los trastornos patelofemorales constituyen entidades multifactoriales, y el tratamiento quirúrgico exige detectar la extensión anatómica y biomecánica que origina los síntomas. El objetivo de del estudio es realizar una revisión narrativa sobre la evidencia científica publicada entre 2020 y 2026 sobre la osteotomía de anteromedialización de Fulkerson, analizando la justificación de la indicación de la intervención, planificación preoperatoria, principios técnicos forma de fijación, resultados clínicos y complicaciones. Se realizó una búsqueda estructurada en PubMed, Scopus y Google Scholar, siguiendo como guía los principios que marcan PRISMA 2020. Se encontraron inicialmente 406 registros, y después del proceso de selección, cribado y evaluación de la elegibilidad se incluyeron 18 estudios en una síntesis narrativa. La evidencia recogida mostró que la selección del procedimiento debe basarse en la alteración predominante, incluyendo aspectos como lateralización de la tuberosidad, maltracking, patela alta, enfermedad condral, estabilidad medial y deformidades rotacionales. Los estudios evidenciaron resultados clínicos y funcionales favorables, principalmente cuando la osteotomía se dirige a una alteración anatómica que admitía una corrección, mientras que la inclusión sistemática de la osteotomía a la reconstrucción del ligamento patelofemoral medial no mostró ventajas funcionales consensuadas. Las complicaciones relatadas fueron heterogéneas y la retirada del material de fijación fue una causa importante de reintervención. Como conclusión, la osteotomía de Fulkerson supone una opción útil en pacientes seleccionados, cuya efectividad depende de la indicación y planificación personalizada.

Palabras clave: osteotomía de Fulkerson; articulación patelofemoral; inestabilidad patelar; tuberosidad tibial.

Abstract

Patellofemoral disorders are multifactorial entities, and surgical treatment requires identifying the anatomical and biomechanical extent of the symptoms. The objective of this study is to conduct a narrative review of the scientific evidence published between 2020 and 2026 on the Fulkerson anteromedial osteotomy, analyzing the rationale for the procedure, preoperative planning, technical principles, fixation method, clinical outcomes, and complications. A structured search was performed in PubMed, Scopus, and Google Scholar, following the PRISMA 2020 guidelines. Initially, 406 records were found, and after the selection, screening, and eligibility assessment process, 18 studies were included in a narrative synthesis. The collected evidence showed that the selection of the procedure should be based on predominant alteration, including aspects such as lateralization of tuberosity, maltracking, patella alta, chondral disease, medial instability, and rotational deformities. Studies have shown favorable clinical and functional outcomes, particularly when the osteotomy addresses an anatomical alteration that can be corrected. However, the systematic inclusion of osteotomy in medial patellofemoral ligament reconstruction has not demonstrated any consensual functional advantages. Reported complications were heterogeneous, and removal of the fixation hardware was a significant cause of reoperation. In conclusion, the Fulkerson osteotomy is a useful option in selected patients, and its effectiveness depends on the indication and personalized treatment plan.

Keywords: Fulkerson osteotomy; patellofemoral joint; patellar instability; tibial tuberosity.

Introducción

Los trastornos del complejo patelofemoral son un grupo diverso de alteraciones que se caracterizan por dolor en la parte anterior de la rodilla, inestabilidad, maltracking patelar y lesiones condrales de diversa extensión y grados de evolución. La intervención en estos trastornos constituye un desafío en la práctica ortopédica, ya que la articulación patelofemoral está condicionada por la interacción entre la morfología ósea, la alineación del mecanismo extensor, la estabilidad de los tejidos blandos y la correcta distribución de las cargas articulares (Stokes et al., 2024). Por ello, pacientes con signos y sintoma clínicos semejantes pueden presentar mecanismos fisiopatológicos distintos, obligando a individualizar tanto la exploración como la estrategia terapéutica (Costello et al., 2024).

En particular, la inestabilidad patelofemoral recurrente suele presentar una etiología multifactorial en la que pueden coexistir alteraciones como un incremento en la distancia entre la tuberosidad tibial–surco troclear (TT-TG), patela alta, displasia troclear, alteraciones rotacionales de las extremidades inferiores y una deficiencia de los estabilizadores mediales. Estas condiciones alteran la trayectoria de la patela durante la flexo extensión y pueden incrementar las fuerzas que facilitan su desplazamiento lateral. A su vez, el maltracking y la distribución anómala de las cargas pueden contribuir al desarrollo o progresión de lesiones condrales y el dolor patelofemoral. Por estas razones, el tratamiento quirúrgico debería orientarse no solo al control del episodio de inestabilidad, sino también a la identificación y corrección de los factores anatómicos y biomecánicos relevantes para cada paciente (Stokes et al., 2024).

Por otra parte, cuando el tratamiento conservador no es suficiente para controlar los síntomas y existe una alteración estructural y con posibilidad de ser corregida, la osteotomía de la tuberosidad tibial (TTO en inglés) es una de las alternativas quirúrgicas disponibles.

Este procedimiento permite en todo caso alterar la fase de inserción del tendón patelar y modificar paralelamente el vector de fuerza ejercido por el sistema extensor sobre la patela (Costello et al., 2024). Dependiendo de las condiciones anatómicas y de la patología de presentación, el fragmento de la tuberosidad puede ser medializado, anteriorizado, distalizado o trasladado combinando cualquiera de estas direcciones. Esta adaptabilidad permite aplicar la TTO en pacientes con inestabilidad patelar y malalineación sintomática, maltracking y en determinados tipos de lesiones condrales patelofemorales (Stokes et al., 2024).

Entre estas variantes, la osteotomía de anteromedialización (osteotomía de Fulkerson) ocupa un lugar relevante en la cirugía de preservación patelofemoral. Su principio biomecánico mezcla el desplazamiento medial de la osteotomía, destinado a cambiar el vector lateral del mecanismo extensor, con el desplazamiento anterior de la tuberosidad tibial, que permite modificar la distribución de las fuerzas de contacto en la articulación patelofemoral (Patel et al., 2021). De este modo, la anteromedialización permite alcanzar simultáneamente objetivos de realineación y descarga, particularmente cuando existe maltracking asociado con sobrecarga o daño condral en determinadas regiones de la superficie patelar. La literatura contemporánea sigue reconociendo esta técnica como una herramienta relevante entre las diferentes modalidades de TTO empleadas en el tratamiento de los trastornos patelofemorales (Stokes et al., 2024).

Sin embargo, la indicación de una osteotomía de Fulkerson no puede establecerse a partir de un solo parámetro radiográfico. La selección adecuada exige integrar los síntomas, los hallazgos del examen físico, los antecedentes de inestabilidad y las características anatómicas obtenidas de las pruebas mediante estudios de imagen. Los parámetros que se emplean en la planificación son la altura patelar, la distancia TT-TG, la morfología troclear, la alineación del mecanismo extensor y la localización y extensión de

las lesiones condrales. Teniendo en cuenta que la importancia de cada uno depende del mecanismo predominante del trastorno patelofemoral, en la actualidad se tiende a una planificación individualizada y no a utilizar umbrales aislados como indicación absoluta de osteotomía (Stokes et al., 2024; Costello et al., 2024).

Esta individualización adquiere especial importancia ya que la TTO puede realizarse de manera aislada o combinarse con otros procedimientos. Un ejemplo de ello es que los pacientes con inestabilidad patelofemoral pueden asociar TTO a sus procedimientos con la reconstrucción del ligamento patelofemoral medial (MPFL), mientras que en presencia de lesiones condrales puede formar parte de una estrategia de restauración del cartílago orientada a la reducción de la carga mecánica sobre el área tratada. La evidencia sobre la combinación de TTO y la reconstrucción del MPFL justifica que la decisión de añadir una osteotomía debe relacionarse con la anatomía de base y los factores de riesgo existentes, dado que no todos los pacientes con inestabilidad requieren una corrección ósea (Su et al., 2024; Meng et al., 2024).

La técnica quirúrgica también es otro determinante importante de los resultados. La longitud y geometría del segmento osteotomizado, el sentido y la magnitud del desplazamiento, el mantenimiento de una bisagra cortical distal cuando resulta conveniente y el método de fijación técnica influyen en la estabilidad constructiva y en la consolidación ósea. La fijación se realiza mediante tornillos de compresión, aunque las características y dimensiones del material pueden impactar en la sintomatología posoperatoria. De hecho, la irritación asociada al material de osteosíntesis continúa siendo una causa importante de procedimientos secundarios después de una TTO, lo que ha impulsado modificaciones técnicas orientadas a proporcionar una fijación suficientemente estable y, de forma paralela, reducir la morbilidad de los implantes (Stokes et al., 2024).

En el ámbito clínico, los resultados publicados indican que una TTO adecuada puede producir mejoras en el dolor, la estabilidad patelar, el seguimiento patelofemoral y la función. Sin embargo, estos beneficios deben analizarse junto con las complicaciones asociadas a una técnica que requiere osteotomía y fijación ósea. Dentro de los eventos descritos tenemos: rigidez posoperatoria, problemas de la herida, infección, hemartrosis, retraso de la consolidación o pseudoartrosis, fractura tibial y sintomatología asociada con el material de fijación. En una cohorte de 344 rodillas, Berk et al. (2023), identificaron que las complicaciones tempranas más frecuentes fueron la rigidez que requirió intervenciones adicionales, problemas superficiales de la herida y hemartrosis o derrame que necesitó aspiración. Estos datos evidencian que la valoración de la seguridad de la técnica también depende de la definición para categorizar las complicaciones y del tiempo de seguimiento establecido.

La evidencia más reciente avala esta necesidad de distinguir los eventos menores de aquellos clínicamente más graves. Una revisión sistemática y metaanálisis publicada en 2025 estimó que la tasa global de complicaciones fue del 17 % después de TTO por inestabilidad patelofemoral, y que la tasa de las complicaciones mayores representó aproximadamente el 3%. En estos mismos estudios, la inestabilidad se situó alrededor del 3% en los estudios con seguimiento de hasta dos años y del 8% en aquellos con seguimiento superior a dos años. Igualmente, la tasa global de re-operación fue del 16 % y la extracción del material de fijación fue una de las principales causantes. Los resultados ilustran que la evaluación del éxito del procedimiento quirúrgico no debe restringirse únicamente a valorar la ausencia de re-dislocación, sino incorporar la función, el dolor, las reintervenciones y las complicaciones relacionadas con la osteotomía y la fijación del fragmento (DeNovio et al., 2025).

A pesar del desarrollo técnico experimentado por la TTO y de la creciente producción científica sobre el tratamiento de los trastornos patelofemorales, aún quedan aspectos sujetos a debate. Entre ellos destacan los criterios óptimos para seleccionar a los pacientes, la valoración radiológica de los parámetros a utilizar en el planteamiento, la planificación, la magnitud y dirección de la corrección, el tipo de técnica de fijación y el papel de la osteotomía como un procedimiento aislado o asociado con reconstrucciones ligamentarias y técnicas de restauración condral.

En este escenario, es oportuna una revisión actualizada de los fundamentos biomecánicos que explican la osteotomía de anteromedialización y los criterios actuales para la selección y planificación quirúrgica, así como de la evidencia acerca de sus resultados y riesgos. De este modo, el objetivo de la presente revisión narrativa es analizar la evidencia científica publicada entre 2020 y 2026 sobre la osteotomía de anteromedialización de Fulkerson en el tratamiento de los trastornos patelofemorales, con énfasis en sus indicaciones, planificación preoperatoria, principios técnicos, métodos de fijación, resultados clínicos y funcionales, y en las principales complicaciones, con el fin de ofrecer una revisión que aporte una idea clara del papel que ocupa dicho abordaje dentro del contexto quirúrgico actual de la patología patelofemoral.

Bases anatómicas y biomecánicas de los trastornos patelofemorales

La articulación patelofemoral está constituida por un sistema biomecánico complejo cuya estabilidad depende de la conformación de la geometría ósea, de la alineación del miembro inferior y de la acción de los estabilizadores capsulo ligamentarios y de los estabilizadores que se producen mediante la acción dinámica del mecanismo extensor (Gruskay et al., 2020). La congruencia progresiva entre la patela y la tróclea a medida que se flexiona la rodilla le proporciona la estabilidad ósea, mientras que en los primeros grados

de movimiento son fundamentales los tejidos blandos estabilizadores. La alteración de alguno de los componentes que constituyen la patela y la tróclea puede ocasionar una trayectoria patelar anómala, un aumento de las cargas articulares, dolor anterior de rodilla o episodios de inestabilidad (Tan et al., 2021; Wyatt et al., 2022).

En la actualidad la inestabilidad patelofemoral ha dejado de ser considerada como una alteración descrita únicamente por la lesión de los estabilizadores mediales y se considera que es un fenómeno multifactorial. La displasia troclear (dejour B-C-D), la patela alta (>15mm), la lateralización de la tuberosidad tibial, el aumento de la distancia TT-TG, el genu valgo y la presencia de alteraciones torsionales femorales o tibiales son factores anatómicos que pueden acompañar a la patela alta Almeida et al., 2023). La importancia relativa de esos factores anatómicos es diversa entre pacientes, de manera que la evaluación morfológica es fundamental en el proceso de toma de decisiones quirúrgico y permite la distinción entre los casos que pueden resolver con técnicas de tejidos blandos de aquellos que precisan técnicas óseas adicionales (Tan et al., 2021; Wyatt et al., 2022).

Dentro de estas alteraciones, la patela alta tiene importancia porque efectúa un retardo en el contacto entre la patela y la tróclea que se manifiesta durante la fase inicial de la flexión y reduce momentáneamente la contención proporcionada por el surco troclear. Utilizando índices radiográficos como el Insall-Salvati y Caton-Deschamps, la altura patelar puede determinarse, aunque los puntos de corte y los valores de referencia tomados no son del todo homogéneos entre trabajos (Tan et al., 2021). En pacientes con inestabilidad y patela alta seleccionados para corrección quirúrgica, los procedimientos quirúrgicos con distalización de la tuberosidad consiguen disminuir la altura de la misma y mejorar algunos parámetros de inestabilidad, pero su inclusión exige el cambio de la osteotomía con una justificación conforme a la anatomía de cada uno (Leite et al., 2021; Stokes et al., 2024).

Las alteraciones torsionales constituyen otro componente que debe disociarse de la lateralización a solas de la tuberosidad tibial. Un exceso de torsión tibial externa puede alterar el vector del mecanismo extensor y provocar dolor o incluso inestabilidad, pero su normalización no necesariamente se consigue a través de una TTO convencional. De forma análoga, una anteversión femoral incrementada puede modificar la biomecánica general de la extremidad (Wyatt et al., 2022). La evidencia biomecánica sugiere que la anteromedialización de la tuberosidad no normaliza las presiones femoro-tibiales o patelares femorales en personas con una anteversión femoral incrementada, lo cual hace énfasis en la necesidad de identificar las deformidades rotacionales antes de aplicar el procedimiento decidido (Stokes et al., 2024; Morales-Avalos et al., 2026).

Osteotomía de la tuberosidad tibial

La osteotomía de la tuberosidad tibial es un tratamiento de realineamiento del mecanismo extensor mediante el cual se lleva a cabo la corrección quirúrgica de la posición de la inserción distal del tendón patelar (Rosso et al., 2022). Dependiendo del desplazamiento realizado, la osteotomía genera medialización, anteriorización, distalización o cualquier combinación de esas modificaciones. A partir de lo que la TTO se utilice en diferentes contextos de la patología patelofemoral, como sintomático maltracking, inestabilidad asociada con mala lineación, patela alta o ciertas lesiones condrogénicas persistentes asociadas a tratamiento conservador (Patel et al., 2021; Stokes et al., 2024).

La indicación de una TTO debe responder a la alteración biomecánica que se quiere corregir y no únicamente al diagnóstico general de inestabilidad patelar. En pacientes en los que el principal problema corresponde a insuficiencia del complejo ligamentario medial, la reconstrucción del ligamento patelofemoral medial puede ser el tratamiento predominante; cuando también existe una alteración importante en la alineación del

mecanismo extensor, la osteotomía sirve para poder resolver el componente óseo (Meng et al., 2024). Estudios muestran resultados funcionales favorables con la reconstrucción aislada o el manejo combinado, pero también muestran heterogeneidad en cuanto a los criterios empleados para decidir si hay que añadir una TTO más (Almeida et al., 2023; Su et al., 2024).

Anteromedialización de Fulkerson

La anteromedialización de Fulkerson es la osteotomía que asocia el desplazamiento anterior y medial de la tuberosidad tibial, el componente medial del procedimiento modifica el vector de tracción lateral que ejerce el mecanismo extensor, mientras que el desplazamiento anterior altera las fuerzas de contacto patelofemorales (Rosso et al., 2022). Su fundamento no es simplemente desplazarla anatómicamente, sino que intenta modificar el entorno mecánico de forma controlada (Costello et al., 2024). De este modo, la magnitud y dirección de la desviación deben planificarse en base a la tracción lateral, la alineación existente y el lugar de la lesión condral (Patel et al., 2021)

El componente de descarga presenta relevancia en el contexto de las lesiones del cartílago patelofemoral. La anteriorización de la tirantez puede contribuir a la reducción de las cargas que tienen efecto sobre determinadas zonas articulares y, por tanto, se les ha dado uso a las variantes de TTO como procedimientos aislados o complementarios a las técnicas de restauración del cartílago articular (Stokes et al., 2024). La evidencia disponible sobre enfermedad del cartílago articular sin inestabilidad muestra resultados clínicos favorables en general luego de TTO en pacientes seleccionados, aunque sí existe heterogeneidad respecto de las indicaciones, características de las lesiones y los procedimientos concomitantes (Patel et al., 2021), lo que impide tener la osteotomía como

una solución similar a cualquier defecto de cartílago articular patelo-femoral (Rosso et al., 2022).

Evaluación y planificación preoperatoria

La planificación preoperatoria debe tener como marco de referencia la anamnesis, la exploración física y la evaluación mediante imágenes. Asimismo, el examen no solo establece la frecuencia y características de los episodios de inestabilidad, sino que también determina el tracking patelar, el signo J, la aprehensión, la alineación coronal y las posibles alteraciones rotacionales (Wyatt et al., 2022). Las radiografías estándar, la tomografía computarizada y la resonancia magnética aportan información adicional sobre la altura patelar, la morfología troclear, la posición de la tuberosidad o la inclinación patelar o el estado osteocondral. La interpretación conjunta de estos aspectos permite determinar cuál es el componente anatómico que debe ser corregido y disminuye el riesgo de realizar una osteotomía sobre una deformidad que tiene su origen en otro nivel de la extremidad (Gruskay et al., 2020; Costello et al., 2024).

La medida TT-TG es uno de los parámetros más frecuentemente utilizados para cuantificar la relación transversal entre la tuberosidad tibial y el surco troclear, pero no se debe considerar como indicador solo la decisión de intervenir quirúrgicamente. Su valor puede ser diferente dependiendo de la modalidad de imagen, la posición de rodilla y las características anatómicas individuales. Además, los pacientes con medidas similares, en ocasiones pueden presentar patrones biomecánicos diferentes, dependiendo de la influencia de la displasia troclear, la altura patelar y las deformidades torsionales (Almeida et al., 2023; Meng et al., 2024). Por consiguiente, en la actualidad la tendencia está en interpretar la TT-TG dentro de un contexto más general, sobre todo al momento de decidir

entre realizar una reconstrucción aislada del MPFL y realizar la misma actuación con osteotomía (Stokes et al., 2024).

La altura patelar modifica la planificación. Cuando existe una patela alta clínicamente significativa, la distalización de la tuberosidad puede llegar a formar parte del procedimiento con el objetivo de realizar un contacto más temprano entre patela y tróclea (DeNovio et al., 2025). Los procedimientos distales permiten corregir de forma más directa la altura patelar y determinadas medidas de alineación, aunque también incrementan la dificultad y la posibilidad de una segunda intervención. Por lo tanto, la distalización no debe ser vista como un elemento permanente en toda osteotomía de Fulkerson y debe ser reservada para los pacientes cuya anatomía haga recomendable esa corrección adicional (Tan et al., 2021; Leite et al., 2021)

Técnica quirúrgica y fijación

Técnicamente, la TTO implica realizar un fragmento óseo que incluya también la tuberosidad con su traslado posterior, evitando comprometer la inserción del tendón patelar. La dirección del corte determina la dirección del desplazamiento, el grosor y longitud del fragmento deben asegurarse de proporcionar un campo de fijación y consolidación suficiente (Leite et al., 2021). Con respecto a la bisagra cortical distal, en los casos en los que el tipo de osteotomía lo permita, esta bisagra puede favorecer mantener continuidad ósea y ser capaz de generar mayor estabilidad del fragmento (Stokes et al., 2024). Sin embargo, la separación de la tuberosidad puede ser imprescindible en determinados procedimientos, como algunas distalizaciones, pero esto se traduce en modificar el campo mecánico y biológico para la consolidación (Patel et al., 2021)

La fijación se realizará normalmente mediante tornillos dispuestos de manera que se genere compresión del fragmento osteotomizado sobre la tibia proximal. La estabilidad

primaria es un punto crítico para dotar de continuidad a la corrección obtenida, favoreciendo la unión ósea mientras se continúa el proceso rehabilitador. La prominencia del tornillo, en conjunto con el número, diámetro y posición de los tornillos, deberá tenerse en cuenta debido a que la sintomatología de irritación del material es reconocida como una causa de reintervención después de la TTO (Berk et al., 2023; Costello et al., 2024). La elección del sistema de fijación deberá considerar por tanto la estabilidad mecánica, compresión del foco y tipo de sintomatología del implante (DeNovio et al., 2025).

Resultados y complicaciones

Los resultados clínicos de la TTO dependen en un porcentaje muy alto de la selección correcta de los pacientes y de la correspondencia que pueda existir entre la deformidad que ha sido identificada y el vector de corrección que se ha podido aplicar (Leite et al., 2021). Respecto a la patología condral, los pacientes tras los procedimientos de transferencia de la tuberosidad, a la vez que en caso de inestabilidad asociada a la patela alta se ha llegado a reportar mejoras en parámetros radiográficamente asociados y escalas funcionales (Rosso et al., 2022). No obstante, la heterogeneidad de técnicas, procedimientos asociados y características iniciales de los pacientes dificultan la comparación de los resultados entre series y determinan que la eficacia necesita ser determinada en base a la indicación concreta de osteotomía (Almeida et al., 2023).

Las complicaciones van desde eventos menores hasta problemas que necesitan de un nuevo procedimiento quirúrgico. Existen eventos como rigidez, alteraciones de herida, infección, hemartrosis, fractura tibial, retraso de consolidación, pseudoartrosis y molestias provocadas por el material de fijación (Berk et al., 2023). El riesgo es condición de la configuración de la osteotomía, de la magnitud de la transferencia, procedimientos asociados y técnica de fijación (Costello et al., 2024). En particular, las osteotomías que

preservan continuidad cortical distal parecen mostrar ventajas respecto a las que requieren separación completa del fragmento, aunque la decisión depende necesariamente de la finalidad de la corrección (DeNovio et al., 2025).

La evidencia sustenta el concepto de tratamiento personalizado para los trastornos patelofemorales. La osteotomía de Fulkerson debe ser interpretada como una herramienta que intente modificar simultáneamente alineación y distribución de cargas, en lugar de ser un procedimiento aplicable de forma automática ante cualquier evento de inestabilidad o anterior dolor de rodilla. La coexistencia de displasia troclear, patela alta, alteraciones torsionales, alteraciones condrales o insuficiencia ligamentaria puede requerir modificaciones de la osteotomía o alteraciones de esta. Esta concepción basada en la anatomía individual es la base que sirve para entender posteriormente sus indicaciones concretas, eficacia y complicaciones (Wyatt et al., 2022; Meng et al., 2024; Morales-Avalos et al., 2026).

Métodos y materiales

Enfoque

Se llevó a cabo una revisión narrativa de la literatura científica sobre la osteotomía de anteromedialización de Fulkerson en los trastornos patelofemorales, que tuvo la finalidad de agrupar la evidencia actual sobre su indicación, planificación quirúrgica, técnicas de fijación, resultados clínicos y complicaciones. Se llevó a cabo un proceso metódico de búsqueda y selección bibliográfica tomando como referencia los principios de la declaración Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA) 2020, para dar transparencia y trazabilidad al proceso de identificación, cribado y selección de las publicaciones (Page et al., 2021).

Para la descripción de la estrategia de búsqueda se consideraron las recomendaciones de PRISMA-S, que representa una extensión orientada específicamente a mejorar la reproducibilidad de las búsquedas bibliográficas mediante la indicación de las fuentes consultadas, los términos utilizados, las estrategias de búsqueda y las restricciones aplicadas (Rethlefsen et al., 2021). La justificación de la revisión se basa en la definición del objetivo, la descripción de la estrategia de búsqueda, información referenciada e información sobre la presentación de la evidencia (Baethge et al., 2019).

Fuentes de información y estrategia de búsqueda

La búsqueda bibliográfica se llevó a cabo en PubMed, Scopus y Google Scholar. Estas fuentes fueron seleccionadas por su cobertura que abarca la literatura biomédica, ortopédica y multidisciplinaria. Se fijó la fecha de publicación desde enero de 2020 a septiembre de 2026 para centrarse en la información contemporánea sobre las modificaciones de las indicaciones, la planificación, la realización y los resultados de la osteotomía de la tuberosidad tibial. La estrategia de búsqueda fue elaborada a partir de términos relacionados con tres elementos: la intervención quirúrgica, el trastorno patelofemoral y las dimensiones clínico-quirúrgicas a estudiar.

Con esta finalidad se utilizaron palabras clave como "Fulkerson osteotomy", "Fulkerson procedure", "anteromedialisation", "tibial tubercle osteotomy", "tibial tuberosity osteotomy", "patellofemoral disorders", "patellofemoral instability", "patellar instability", "patellofemoral pain", "patellar maltracking", "cartilage", "chondral lesion", "surgical planning", "fixation", "screws", "outcomes", "complications" y "reoperation", por lo que estos términos se combinaron mediante los operadores booleanos AND y OR y el sintaxis fue adaptado a las características de cada fuente consultada, siguiendo el principio de reproducibilidad recomendado por PRISMA-S (Rethlefsen et al., 2021).

La ecuación general utilizada fue:

("tibial tubercle osteotomy" OR "tibial tuberosity osteotomy" OR "Fulkerson osteotomy" OR "Fulkerson procedure" OR "anteromedialization" OR "anteromedialisation") AND ("patellofemoral instability" OR "patellar instability" OR "patellofemoral disorder*" OR "patellofemoral pain" OR "patellar maltracking" OR "cartilage" OR "chondral") AND ("indication*" OR "planning" OR "technique*" OR "fixation" OR "screw*" OR "outcome*" OR "complication*" OR "reoperation").

Criterios de elegibilidad

Las publicaciones incluidas fueron las que cumplían los siguientes criterios: a) artículos publicados entre 2020 y septiembre de 2026; b) publicaciones en español o inglés c) investigaciones que tengan relación con la osteotomía de la tuberosidad tibial y específicamente con la anteromedialización; d) estudios realizados en el contexto de la inestabilidad patelofemoral, maltracking, malalineación, dolor patelofemoral o lesiones condrales; e) trabajos que proporcionan información sobre indicaciones, selección del paciente, planificación prequirúrgica, técnica quirúrgica, métodos de fijación, resultados clínicos o funcionales, complicaciones o reintervenciones; y f) estudios clínicos prospectivos o retrospectivos, cohortes, investigaciones comparativas, estudios biomecánicos directamente vinculados con la técnica, revisiones sistemáticas y metaanálisis.

Las publicaciones no incluidas fueron las que correspondían a: publicaciones anteriores a 2020; artículos sin ninguna relación con la osteotomía de la tuberosidad tibial; estudios centrados exclusivamente en otros tipos de osteotomía de rodilla; investigaciones sin correspondencia con los trastornos patelofemorales; publicaciones duplicadas; documentos cuyo texto completo no ofrecía información suficiente para dar respuesta al objetivo de la revisión del artículo; cartas al editor; comentarios; opiniones de expertos sin

metodología definida; y trabajos con resultados que no permitía extraer información relacionada con las dimensiones que se especifican.

Identificación y selección de los estudios

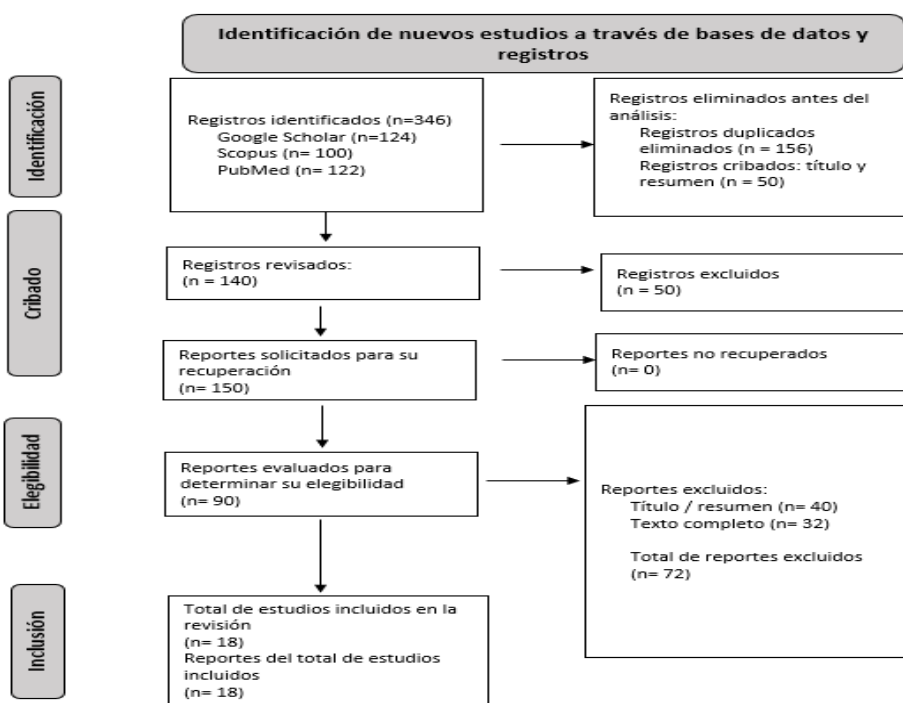
La identificación y selección se estructuró atendiendo a las fases formuladas en PRISMA 2020: identificación, cribado, elegibilidad e inclusión de los estudios. La búsqueda inicial permitió recuperar 406 registros, de los cuales 120 procedían de Scopus, 144 de Google Scholar y 142 de PubMed/MEDLINE. Los registros recuperados fueron ingresados en una misma base bibliográfica, la cual fue sometida a un proceso inicial de depuración.

Durante la primera fase se identificaron y eliminaron 156 registros duplicados, quedando un total de 250 registros únicos. Se eliminaron 50 registros antes del cribado, por no ajustarse a las condiciones preliminares establecidas para la revisión, por tipo documental, periodo de publicación o por insuficiencia de información bibliográfica, quedando un total de 200 registros para pasar a la evaluación mediante título y resumen. Se examinaron los títulos y los resúmenes de 200 registros restantes durante el cribado. De estos, fueron excluidos 50 registros por estar claramente fuera del objetivo de la revisión, ya sea por temática, población, procedimiento o desenlace. De forma que 150 publicaciones fueron recuperadas y evaluadas a texto completo para determinar su elegibilidad.

Tras su lectura a texto completo se excluyeron 132 publicaciones, por incumplir al menos uno de los criterios de elegibilidad. Las principales causas eran la falta de información específica sobre la osteotomía de la tuberosidad tibial o la anteromedialización, un procedimiento quirúrgico no pertinente, población o patología distinta a los trastornos patelofemorales considerados, falta de información sobre dimensiones objeto de revisión, y diseños o tipos documentales no elegibles. En consecuencia, 18 estudios fueron finalmente elegibles y pasaron a formar parte de la síntesis narrativa.

El proceso de selección fue expuesto en un diagrama de flujo que se basó en PRISMA 2020. Esta forma de trabajo permite mostrar de forma clara que existe un recorrido desde el grupo de registros que se identifican al principio hasta los estudios que finalmente se incluyen, y por otro lado documentar las exclusiones que se van produciendo durante las diferentes etapas (Page et al., 2021).

Figura 1. *Flujo de selección de publicaciones*



Extracción y organización de la información

De los 18 estudios seleccionados los siguientes datos de forma estructurada, según su disponibilidad: autor y año de publicación; diseño metodológico; características de la población; tamaño muestral; diagnóstico patelofemoral; indicación quirúrgica; parámetros radiológicoss utilizados para la planificación; características de la osteotomía; dirección y magnitud de la transferencia de la tuberosidad; intervención concomitante; método de la

fijación; tiempo de seguimiento; resultados clínicos y funcionales; consolidación; recurrencia de la inestabilidad; complicaciones; e reintervención.

Luego, la información quedó dividida en cinco categorías relacionadas con el objetivo del artículo: 1) indicación y selección del paciente; 2) planificación de la intervención quirúrgica; 3) técnica de anteromedialización y sistemas de fijación; 4) resultados clínicos y funcionales; 5) complicaciones y reintervenciones. Esta organización permitió la comparación crítica de los hallazgos de las investigaciones que han utilizado diferentes diseños y poblaciones, sin asumir que haya equivalencia entre las metodologías utilizadas.

Síntesis y análisis de la evidencia

La información fue integrada mediante una síntesis narrativa y comparativa. Se analizaron las coincidencias, diferencias y tendencias existentes entre los estudios con énfasis en la relación entre indicación quirúrgica, características anatómicas, modalidad de osteotomía, fijación utilizada y los desenlaces obtenidos. Las revisiones se utilizaron como una base para contextualizar tendencias generales y estudios clínicos para referirse a resultados concretos con información para interpretar los fundamentos mecánicos que respaldan la anteromedialización.

Análisis de resultados

Se detectaron revisiones sistemáticas y metaanálisis, estudios retrospectivos o comparativos clínicos, revisiones clínicas, artículos de tipo técnico y estudios biomecánicos cadavéricos. Debido a la diversidad metodológica y a la posible intersección de poblaciones de algunas revisiones secundarias sobre estudios primarios, los resultados se organizaron en cinco partes: indicaciones y selección del paciente, planificación quirúrgica, técnica y fijación, resultados clínicos y funcionales y complicaciones.

Indicaciones y selección del paciente

La evidencia analizada permitió establecer que las indicaciones para la osteotomía de la tuberosidad tibial (TTO) estuvieron determinados fundamentalmente por el tipo de desviación anatómica o biomecánica predominante. La inestabilidad recurrente patelofemoral fue la indicación que se mostró como la más estudiada, sobre todo cuando coexistían lateralización de la tuberosidad, patela alta, maltracking, o factores estructurales. Por este motivo, Gruskay et al. (2020) mencionan la importancia de conocer cuáles son los componentes óseos o de tejidos blandos que se vinculan, y Stokes et al. (2024) defienden la idea de la TTO como un procedimiento modificable, en función de la dirección que se quiera para la anatómica interesada en resolverse.

La patela alta constituyó una indicación específica para modificar el componente distal de la osteotomía. Leite et al. (2021), en 31 rodillas, encontraron que había un decremento del índice Caton-Deschamps tras distalizar, que se asociaba a una mejora funcional y a una baja de recurrencia. De manera consistente, Tan et al. (2021) encontraron en su revisión sistemática y metanálisis que los procedimientos que incluían la transferencia distal podían modificar de forma directa la altura patelar. Temperato y Nuelle (2022) describieron también la modificación anterior a la distal cuando se encontraban la patela alta, inestabilidad y modificación de las cargas patelofemorales.

Como grupo de indicaciones, se identificó las lesiones condrales y la sobrecarga patelofemoral. Patel et al. (2021) definieron la anteromedialización de la tuberosidad como un método que tiene el propósito principal de descomprimir la articulación patelofemoral en pacientes seleccionados con enfermedad condral, Rosso et al. (2022) revisando 18 trabajos en los que se incluyeron 851 pacientes y 892 rodillas, mencionan que la

anteromedialización fue aproximadamente del 60.4% de las TTO que fueron utilizadas para los pacientes que presentaban malalineación y enfermedad condral.

Tabla 1. *Relación entre alteración predominante y modalidad de corrección identificada en los estudios*

Alteración clínica/anatómica	Objetivo de la corrección	Modalidad de TTO descrita	Estudios representativos
Inestabilidad lateralización/maltracking	+ Modificar el vector lateral del mecanismo extensor	Medialización o anteromedialización	Gruskay et al. (2020); Markus et al. (2022); Almeida et al. (2023); Stokes et al. (2024)
Patela alta inestabilidad	+ Disminuir altura patelar y favorecer engagement troclear	Distalización ± otros vectores	Leite et al. (2021); Tan et al. (2021); Temperato & Nuelle (2022)
Enfermedad condral/sobrecarga PF	Redistribuir o disminuir cargas articulares	Anteriorización/ anteromedialización	Patel et al. (2021); Rosso et al. (2022)
Inestabilidad insuficiencia del MPFL + alteración ósea	+ Corregir componentes ligamentarios y óseos	MPFLR + TTO	Markus et al. (2022); Almeida et al. (2023); Meng et al. (2024); Su et al. (2024)
Deformidad torsional	Corregir el origen rotacional del vector patológico	Osteotomía desrotadora; evaluación antes de AMZ	Wyatt et al. (2022); Morales-Avalos et al. (2026)

Planificación quirúrgica

La planificación realizada de forma previa a la cirugía se asoció con la altura patelar, posición de la tuberosidad, estado condral, tracking patelar, deformidades rotacionales. Los estudios que fueron incluidos presentaron que la elección del vector para la transferencia no fue uniforme, sino que dependió del patrón anatómico descrito. En la evidencia de

reconstrucción del ligamento patelofemoral medial (MPFLR) en concreto, la inestabilidad no fue suficiente para incorporar TTO por sí sola. Almeida et al. (2023) revisaron 9 estudios que incluían 806 rodillas y compararon MPFLR aislada con MPFLR más acompañada de TTO. Los pacientes que se sometían a la intervención combinada mostraban valores TT-TG superiores, pero los resultados funcionales posoperatorios eran similares entre las dos estrategias.

Markus et al. (2022) no encontraron ningún beneficio claro en alguno de los resultados informados por los pacientes después de añadir anteromedialización a la reconstrucción del MPFL. Por su parte, Meng et al. (2024) y Su et al. (2024) mostraron en sus revisiones que las indicaciones para aplicar TTO eran heterogéneas para los estudios revisados. La evaluación rotacional emergió como el componente adicional de planificación. La torsión tibial externa fue identificada por Wyatt et al. (2022) como una alteración potencialmente susceptible de una osteotomía desrotadora específica. Morales-Avalos et al. (2026) demostraron en un modelo biomecánico de 16 rodillas cadavéricas con anteversión femoral aumentada que la anteromedialización no permitió restablecer las demasía presiones femorotibiales y patelofemorales en condiciones nativas cuando existía alteración rotacional proximal presente.

Técnica de anteromedialización y fijación

Los estudios técnicos y biomecánicos permitieron mostrar que la anteromedialización es la combinación de dos componentes de transferencia. El desplazamiento medial modifica el vector lateral del mecanismo extensor, mientras que el desplazamiento anterior modifica las fuerzas de contacto patelofemorales. La magnitud relativa de ambos componentes variaba en función de la indicación clínica y del patrón anatómico.

Utilizando siete rodillas cadavéricas con displasia patelofemoral simulada, Lamplot et al. (2023) compararon la anteromedialización con medialización y mostraron modificaciones favorables de la mecánica de contacto patelofemoral junto con el componente anterior. Patel et al. (2021) mostraron, por otra parte, una variante de anteriorización definida para abordar lesiones condrales y Temperato y Nuelle (2022) incorporaron el desplazamiento distal para abordar de forma concomitante la patela alta y en su inestabilidad.

En relación con la fijación, los artículos técnicos y revisiones describieron predominantemente la fijación mediante el uso de tornillos como mecanismo para proporcionar compresión y estabilidad al fragmento osteotomizado. Patel et al. (2021) documentaron la fijación mediante tornillos de 4,5 mm en la técnica de anteriorización. Stokes et al. (2024) informaron sobre la geometría del fragmento, estabilidad de la fijación, pero también sobre la preservación de la bisagra cortical distal cuando la técnica lo permitía, como factores relevantes para facilitar la consolidación y disminuir algunas complicaciones.

Tabla 2. Principales componentes técnicos identificados

Componente	Finalidad predominante	Evidencia identificada
Medialización	Reducir el componente lateral del vector del mecanismo extensor	Markus et al. (2022); Stokes et al. (2024)
Anteriorización	Modificar/disminuir las cargas de contacto PF	Patel et al. (2021); Lamplot et al. (2023)
Anteromedialización	Combinar realineación con modificación de cargas	Rosso et al. (2022); Lamplot et al. (2023); Stokes et al. (2024)
Distalización	Corregir patela alta	Leite et al. (2021); Tan et al. (2021); Temperato & Nuelle (2022)
Fijación con tornillos	Estabilizar y comprimir el fragmento osteotomizado	Patel et al. (2021); Stokes et al. (2024)
Preservación de bisagra distal	Mantener continuidad ósea y estabilidad cuando es técnicamente posible	Stokes et al. (2024)

Resultados a nivel clínico y funcional

Los resultados a nivel clínico fueron generalmente positivos y en ellos también entran en juego la técnica utilizada y el procedimiento asociado. En las enfermedades condral y mala alineación, Rosso et al. (2022) comunicaron resultados buenos o excelentes en aproximadamente el 78,7% de los casos incluidos en su revisión. En pacientes con patela alta e inestabilidad, Leite et al. (2021) indicaron un aumento de la puntuación Kujala de unos 52 puntos en el preoperatorio hasta 77 en el posoperatorio al mismo tiempo que había una corrección de la altura y una baja recurrencia.

En los estudios que compararon la reconstrucción aislada del MPFL con procedimientos combinados, las diferencias funcionales fueron mucho menores. Almeida y et al. (2023) encontraron puntuaciones de la Kujala posoperatoria de aproximadamente 83,53 para MPFLR aislada y 83,72 para MPFLR + TTO, sin encontrar diferencias clínicamente relevantes entre ambas. Markus et al. (2022) obtuvo resultados concordantes al no encontrar evidencias de mejora posoperatoria en la calidad de vida comunicada por los propios pacientes en comparación a los que se sometían a MPFLR sin MM.

Los resultados funcionales que también registraron Meng et al. (2024) muestran ser favorables para ambas alternativas de tratamiento. Su síntesis fue de puntuaciones Kujala equivalentes a 85,1 para reconstrucción aislada y 85,4 para la cirugía combinada, y tasas de fallo requeridas de 5,1% y 3,2%, respectivamente. Por el contrario, la cirugía secundaria fue más frecuente en el grupo de cirugía combinada, parte de ello por intervenciones realizadas como consecuencia del material de fijación.

Tabla 3. Resultados clínicos seleccionados de estudios con información cuantitativa transferible de forma comparable

Estudio	Intervención/contexto	Resultado principal
Leite et al. (2021)	TTO con distalización en patela alta	Kujala =52 - 77; CDI =1,37 - 1,02; recurrencia baja
Rosso et al. (2022)	TTO en malalineación/enfermedad condral	78,7% de resultados buenos/excelentes; fracaso 6,2%
Almeida et al. (2023)	MPFLR vs. MPFLR + TTO	Kujala =83,53 vs. 83,72; sin diferencia clara
Meng et al. (2024)	MPFLR vs. MPFLR + TTO	Kujala =85,1 vs. 85,4; fracaso =5,1 % vs. 3,2 %
Yalcin et al. (2024)	TTO, seguimiento ≥5 años	Baja frecuencia de complicaciones mayores y recurrencia
DeNovio et al. (2025)	TTO por inestabilidad PF	Recurrencia agrupada aproximadamente 3% en seguimiento ≤2 años y 8% en >2 años

En conjunto, los estudios comparativos definieron que la inclusión de TTO a la reconstrucción del MPFL no produjo puntuaciones funcionales sistemáticamente superiores; en cambio, la inserción de TTO mostró resultados favorables cuando la población objeto de intervención había sido seleccionada por una alteración susceptible a ser arreglada (patela alta, mala alineación o enfermedad condral).

Complicaciones y reintervenciones

Las tasas de complicaciones mostraron variabilidad notable entre estudios, lo que se relacionó sobre todo con las definiciones utilizadas y el periodo de seguimiento de cada estudio. Berk et al. (2023), en una cohorte de 344 rodillas, documentaron una frecuencia de eventos posoperatorios tempranos de aproximadamente 34,3% al usar una definición amplia que incluía también eventos menores. Entre las complicaciones presentadas se identifican rigidez, problemas superficiales de la herida y hemartrosis o derrame que requirió intervención.

Yalcin et al. (2024), por el contrario, a partir de un seguimiento mínimo de cinco años, documentaron el 6,9% de complicaciones mayores para un total de 72 pacientes, encontrando que el 88,9% de la cohorte había recibido anteromedialización y sin evidenciar diferencias significativas entre complicaciones en AMZ y medialización. Además, se relacionó el tabaquismo con una mayor frecuencia de eventos mayores.

La síntesis cuantitativa más amplia de todos los estudios revisados fue la de DeNovio et al. (2025), quienes analizaron 38 estudios con una muestra de 1.546 pacientes y 1.733 rodillas. Las tasas agrupadas fueron de alrededor de un 9% para complicaciones menores y del 3% para complicaciones importantes. La re inestabilidad fue cercana al 3% en los trabajos que tenían un seguimiento de hasta 2 años y casi del 8% cuando el seguimiento era superior a 2 años. Las reintervenciones por cualquier causa alcanzaron unos 16%, siendo la extracción del material de fijación una de las causas más frecuentes para llevar a cabo una nueva intervención.

Tabla 4. *Síntesis de complicaciones y reintervenciones*

Estudio	Seguimiento/contexto	Complicaciones/resultados de seguridad
Rosso et al. (2022)	Malalineación/ enfermedad condral	Complicaciones =9,9%; fracaso =6,2%
Berk et al. (2023)	≤90 días; 344 rodillas	Eventos posoperatorios =34,3% con definición amplia
Meng et al. (2024)	MPFLR vs. MPFLR + TTO	Mayor cirugía secundaria en el grupo combinado, incluida retirada de material
Yalcin et al. (2024)	≥5 años; 72 pacientes	Complicaciones mayores =6,9%; baja recurrencia
DeNovio et al. (2025)	Metaanálisis; 1.733 rodillas	Menores =9%; mayores ≈3%; reoperación =16%

Las complicaciones identificadas en la agrupación de los estudios fueron la rigidez, alteraciones de la herida, hemartrosis o derrame, infección, fractura de la tibia, retraso de

la consolidación o pseudoartrosis y sintomatología asociada a los implantes. Aunque menos frecuentes, la retirada del material de fijación fue una de las causas más relevantes para la reoperación.

Síntesis de los hallazgos

La evidencia revisada mostró que la osteotomía de anteromedialización de Fulkerson tiene en condiciones normales un rol de realineación y redistribución de cargas en el tratamiento de los trastornos patelofemorales. La indicación está condicionada por la presencia y combinación de la lateralización de la tuberosidad, el maltracking, la patela alta, las enfermedades condral y la alteración de la estabilidad medial.

Los estudios comparados no mostraron un beneficio funcional general del añadido de la TTO en pacientes que eran sometidos a reconstrucción del MPFL. La sustitución del MPFL tuvo un beneficio funcional con un añadido osteotomía solamente si la osteotomía estaba enfocada a una alteración anatómica o biomecánica concreta. Así mismo, los estudios biomecánicos mostraron que la anteromedialización simplemente modificaba las fuerzas de contacto patelofemorales, pero no podía corregir el problema cuando había deformidades rotacionales localizadas en otros segmentos de la extremidad.

Finalmente, la tasa de complicaciones fue dependiente de la definición y del período de seguimiento. Los eventos mayores fueron relativamente infrecuentes en las síntesis disponibles, pero los procedimientos secundarios, que particularmente se relacionan con el material de fijación, representaron una proporción importante de las reintervenciones. De manera que, los resultados identificados correspondieron a la estabilidad y función patelofemoral, consolidación, morbilidad en fijación y necesidad de procedimientos posteriores.

Discusión

La evidencia analizada concuerda en que la osteotomía de anteromedialización de Fulkerson debe de considerarse un procedimiento de corrección biomecánica individualizada. No puede afirmarse que esta intervención deba ser indicada uniformemente ante la inestabilidad patelofemoral, como afirman Gruskay et al. (2020) e Stokes et al. (2024) cuando argumentan que hay que comprender los componentes anatómicos disfuncionales antes de elegir el vector de la corrección. De forma similar, Leite et al. (2021) y Tan et al. (2021) apoyan una corrección específica cuando existe una patela alta, y Patel et al. (2021) y Rosso et al. (2022) sitúan la redistribución de los gestos como un principio importante cuando la enfermedad condral es la predominante.

La evidencia analizada constituye un paso hacia la transición de los criterios basados en parámetros radiológicos a criterios fundamentados en la combinación de la anatomía, la biomecánica, la sintomatología y las características del daño articular. Esta concordancia es relevante desde el punto de vista clínico ya que permite no confundir a la TTO como una respuesta general y universal ante un tipo de patologías, incluso entre aquellas que exhiben mecanismos diferentes de patología patelofemoral.

Un aspecto que necesita un tratamiento muy específico es la TTO asociada a la reconstrucción del ligamento patelofemoral medial. Almeida et al. (2023), Markus et al. (2022), Meng et al. (2024) y Su et al. (2024) parecen coincidir en dudar que una corrección ósea sistemática pueda proveer una ventaja funcional en todos los pacientes tratados mediante reconstructivas de MPFL. Esta aparente ausencia de una superioridad no contradice la utilidad de la osteotomía, sino que determina mejor el ámbito de la osteotomía respecto a que el beneficio esperado depende de que el paciente tenga algún tipo de error óseo o biomecánico que pueda corregirse.

Por lo tanto, la elección de la técnica quirúrgica debería basarse en el entrelazamiento del mecanismo responsable de la inestabilidad y del objetivo de cada técnica; no limitarse a la presencia de esta inestabilidad o a un determinado valor de TT-TG, como punto de partida para la decisión clínica. Esta interpretación muestra una heterogeneidad entre estudios y apoya la necesidad de protocolos de planificación que integren los distintos atributos anatómicos del paciente. Sin embargo, el perfil de seguridad que muestra la literatura también revela que no se puede limitar la valoración de la osteotomía de Fulkerson exclusivamente a la estabilidad patelar o a la mejoría funcional.

Los estudios de Berk et al. (2023), Yalcin et al. (2024) y DeNovio et al. (2025) han puesto de manifiesto diferencias importantes en las frecuencias comunicadas de complicaciones, explicables en parte por las diferencias en los períodos de seguimiento y en los criterios utilizados para clasificar los eventos adversos. De manera que hay consenso en que las complicaciones mayores son menos frecuentes que los eventos leves tras la cirugía, siendo el material de fijación, igualmente, una causa de cirugía de reintervención. Por este motivo, el éxito quirúrgico debe ser considerado a partir de una visión multidimensional en la que son tenidos en cuenta la estabilidad, función, dolor, consolidación, recurrencia y la necesidad de reintervención. La heterogeneidad metodológica constatada dificulta la comparación directa y pone de manifiesto la necesidad de futuras intervenciones con criterios homogéneos de selección, técnica quirúrgica, medición de los resultados y seguimiento a medio de largo plazo.

Conclusiones

La evidencia revisada permite indicar la existencia de un rol destacado de la osteotomía de anteromedialización de Fulkerson en el tratamiento quirúrgico de trastornos patelofemorales en presencia de una alteración anatómica o biomecánica sensible a corrección. Su relevancia reside en que simultáneamente se puede modificar tanto la alineación del mecanismo extensor del aparato extensor como la distribución de las cargas patelofemorales que hace el aparato extensor, por lo que su indicación debe realizarse en base a una valoración del paciente general y no teniendo en cuenta de forma aislada sólo los parámetros radiológicos.

La planificación individualizada es el principal fundamento para escoger el tipo y magnitud de la transferencia de la tuberosidad tibial. La coexistencia de patela alta, maltracking, lateralización de la tuberosidad, enfermedad condral, insuficiencia ligamentaria o deformidades rotacionales justifica que se tenga que diferenciar qué componente se quiere corregir mediante la TTO y en qué momento se debe modificar la técnica o asociar otros procedimientos. En particular, la evidencia disponible no apoya la incorporación de forma sistemática de la TTO a toda reconstrucción del MPFL.

Los resultados clínicos y funcionales avalan la utilidad de la TTO en pacientes debidamente seleccionados; sin embargo, su evaluación debe incluir los riesgos inherentes tanto a la osteotomía como a la propia fijación. La presencia de complicaciones y reintervenciones relacionadas, entre otros factores, por el material de osteosíntesis deben demostrar que la optimización técnica es importante, además la heterogeneidad de los trabajos revisados limita la realización de criterios universales, y por tanto, son necesarios estudios comparativos y seguimientos largos que ayuden a definir mejor las indicaciones y estrategias quirúrgicas.

Referencias bibliográficas

- Almeida, J., Senra, A. R., Leite, M. J., Oliveira, P., Sousa, A., & Torres, J. (2023). Is combined MPFL reconstruction and tubercle tibial osteotomy superior to isolated reconstruction? A systematic review and meta-analysis. *Journal of Clinical Orthopaedics and Trauma*, 45. <https://doi.org/10.1016/j.jcot.2023.102277>
- Baethge, C., Goldbeck-Wood, S. & Mertens, S. (2019). SANRA a scale for the quality assessment of narrative review articles. *Res Integr Peer Rev* 4(5) <https://doi.org/10.1186/s41073-019-0064-8>
- Berk, A. N., et al. (2023). Early postoperative complications and associated variables after tibial tubercle osteotomy: A 15-year experience from a single academic institution. *Orthopaedic Journal of Sports Medicine*, 11(10). <https://doi.org/10.1177/23259671231194367>
- Costello, J. P., II, Patel, N. N., Chen, J. A., Tandron, M. C., et al. (2024). Tibial tubercle osteotomy (TTO): A review of impactful papers in the literature. *Journal of Orthopaedics*, 60, 89-95. <https://doi.org/10.1016/j.jor.2024.08.011>
- DeNovio AC, Holle A, Pan X, Saris DBF, Krych AJ, Hevesi M, Okoroha K, Taglierio AJ. (2025). Incidence of Complications, Recurrent Instability, and All-Cause Reoperations After Tibial Tubercle Osteotomy for Patellofemoral Instability: A Systematic Review and Meta-analysis of the Literature. *Orthop J Sports Med*.13(9). <https://doi.org/10.1177/23259671251374307>.
- Gruskay, J., Gomoll, A., Arendt, E., Dejour, D., & Strickland, S. (2020). Patellar instability and dislocation: Optimizing surgical treatment and how to avoid complications. *Instructional Course Lectures*, 69, 671–692.
- Lamplot, J. D., Jahandar, A., Meyers, K. N., Gomoll, A. H., Maher, S. A., & Strickland, S. M. (2023). Anteromedialization tibial tubercle osteotomy improves patellar contact forces: A cadaveric model of patellofemoral dysplasia. *American Journal of Sports Medicine*, 51(2). <https://doi.org/10.1177/03635465221138287>.
- Leite, C., Santos, T., Giglio, P., Pécora, J., Camanho, G., & Gobbi, R. (2021). Tibial tubercle osteotomy with distalization is a safe and effective procedure for patients with patella alta and patellar instability. *Orthopaedic Journal of Sports Medicine*, 9(1), 2325967120975101. <https://doi.org/10.1177/2325967120975101>.
- Li, Z. I., Garra, S., Eskenazi, J., Montgomery, S. R., Triana, J., Hughes, A. J., et al. (2024). Patients who undergo tibial tubercle anteromedialization with medial patellofemoral ligament reconstruction demonstrate similar rates of return to sport compared to isolated MPFL reconstruction. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 32, 371–380. <https://doi.org/10.1002/ksa.12051>.
- Markus, D. H., Hurley, E. T., Gipsman, A., Campbell, K. A., Jazrawi, L. M., Alaia, M. J., & Strauss, E. J. (2022). Adding a tibial tubercle osteotomy with anteromedialisation to medial patellofemoral ligament reconstruction does not impact patient-reported outcomes in the treatment of patellar instability. *Journal of ISAKOS*, 7(1), 3-6. <https://doi.org/10.1016/j.jisako.2021.10.004>.
-

- Meng, X., Ji, Z., Wu, P., Fang, H., Zhao, P., Ding, Y., et al. (2024). Combining tibial tubercle osteotomy with medial patellofemoral ligament reconstruction often yields better outcomes in treating patellofemoral instability: A systematic review and meta-analysis of case-control studies. *Journal of Orthopaedic Surgery and Research*, 19, 695. <https://doi.org/10.1186/s13018-024-05113-z>
- Morales-Avalos, R., Cenicerros-Cantú, C., Gutiérrez-de la O, J., Elizondo-Omaña, R., Guzmán-López, S., Theriot-Giron, M., Chiappe, C., Sanchis-Alfonso, V., & Monllau, J. (2026). Anteromedializing tibial tubercle osteotomy does not restore femorotibial and patellofemoral pressures to native values in a human biomechanical model with increased femoral anteversion. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*. <https://doi.org/10.1002/ksa.70530>.
- Page, M., McKenzie, J., Bossuyt, P., Boutron, I., Hoffmann, T., Mulrow, C., Shamseer, L., Tetzlaff, J., Akl, E., Brennan, S., Chou, R., Glanville, J., Grimshaw, J., Hróbjartsson, A., Lalu, M., Li, T. (2020). The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews.10(1). <https://doi.org/10.1186/s13643-021-01626-4>.
- Patel, R. M., et al. (2021). Anteriorizing tibial tubercle osteotomy for patellofemoral cartilage lesions. *Arthroscopy Techniques*. <https://doi.org/10.1016/j.eats.2021.05.021>
- Rosso F, Rossi R, Cottino U, Bonasia DE. (2022). Tibial tubercle osteotomy for patellofemoral malalignment and chondral disease provided good outcomes: A systematic review. *Journal of ISAKOS*. <https://doi.org/10.1016/j.jisako.2021.10.002>.
- Stokes, D., Elrick, B., Carpenter, M. (2024). Tibial Tubercle Osteotomy: Indications, Outcomes, and Complications. *Curr Rev Musculoskelet Med* 17, 484-495. <https://doi.org/10.1007/s12178-024-09915-w>
- Su, P., Yao, D., Zhang, L. (2024). Results of medial patellofemoral ligament reconstruction with and without tibial tubercle osteotomy in patellar instability: a systematic review and single-arm meta-analysis. *BMC Musculoskelet Disord* 25, 642. <https://doi.org/10.1186/s12891-024-07722-5>
- Rethlefsen, M., Kirtley, S., Waffenschmidt, S., Ayala, A., Moher, D., Page, M., Koffel, J., (2021). PRISMA-S Group. PRISMA-S: an extension to the PRISMA Statement for Reporting Literature Searches in Systematic Reviews. 10(1). <https://doi.org/10.1186/s13643-020-01542-z>.
- Tan, S., Ngiam, E., Lim, J., Lim, A., & Hui, J. (2021). Surgical management of patella alta in patellofemoral instability: A systematic review and meta-analysis. *Orthopaedic Journal of Sports Medicine*, 9(4). <https://doi.org/10.1177/2325967121999642>.
- Tan, S. H. S., Aw, A. A. L., Goh, X. C. A., Tan, L. Y. H., Lim, A. K. S., & Hui, J. H. (2023). Both medialization and anteromedialization tibial tubercle osteotomies are effective surgical management for skeletally mature patients with patellofemoral instability when combined with medial patellofemoral ligament reconstruction. *The Journal of Knee Surgery*, 36(12), 1297-1301. <https://doi.org/10.1055/s-0042->
-

1755356.

Temperato, J., & Nuelle, C. W. (2022). Tibial tubercle osteotomy with anteriorization and distalization for treatment of patellar instability with patella alta. *Arthroscopy Techniques*, 11(6). <https://doi.org/10.1016/j.eats.2022.02.009>

Wyatt, P., Satalich, J., Gorica, Z., & O'Neill, C. (2022). Tibial derotational osteotomy for patellofemoral instability: A systematic review. *Advances in Orthopedics*. <https://doi.org/10.1155/2022/8672113>.

Yalcin, S., Seals, K., Joo, P., Fulkerson, J. P., & Farrow, L. D. (2024). Complications and radiographic outcomes of tibial tubercle osteotomy at minimum 5-year follow-up. *Orthopaedic Journal of Sports Medicine*. DOI: 10.1177/23259671241278722