

Artrodesis abierta de tobillo: recuperación de pacientes y posibles complicaciones poscirugía.

Open ankle arthrodesis: patient recovery and possible post-surgery complications.

Jafeth Rojas Mejía¹

¹ MSc. en Fisioterapia Deportiva, Escuela de Terapia Física, Universidad Santa Paula, San José, Costa Rica.

✉ Contacto de correspondencia: Jafeth Rojas Mejía jrojasm73@gmail.com

RESUMEN

La artrodesis abierta de tobillo es el abordaje quirúrgico más adecuado para pacientes que padecen osteoartritis sintomática de tobillo o han sufrido trauma tibiotalar que cursa con dolor, impactando negativamente la calidad de vida y que no logran una adecuada recuperación mediante tratamientos conservadores.

La bibliografía sobre esta técnica es escasa, por lo que sería de gran importancia disponer de información actualizada sobre posibles complicaciones poscirugía que podrían experimentar pacientes intervenidos mediante artrodesis abierta de tobillo, así como su potencial recuperación. En este contexto, el objetivo del presente estudio es explorar aspectos relevantes en torno a la realización de este abordaje, la recuperación de los pacientes y las posibles complicaciones poscirugía.

Se revisaron artículos publicados en los últimos 10 años tanto en español como en inglés, utilizando las palabras claves artrodesis abierta tobillo, recuperación de pacientes, complicaciones poscirugía y las equivalentes en inglés open ankle arthrodesis, patient recovery, post surgery complications, empleando las bases de datos SciELO, EBSCO, BINASS y los buscadores Google académico y PubMed.

La búsqueda se enfocó en artrodesis abierta de tobillo, su recuperación poscirugía y las posibles complicaciones, excluyendo artículos con más de 10 años de publicación, artículos relacionados a artrodesis del medio pie o antepié, así como aquellos estudios sobre artrodesis de bordaje artroscópico.

La información recopilada proporcionará una base sólida para ofrecer un tratamiento informado y actualizado, contribuyendo a mejorar la calidad de la atención y a brindar un respaldo firme para la toma de decisiones clínicas relacionadas con este procedimiento.

Cómo citar:

Rojas Mejía, J. Artrodesis abierta de tobillo: recuperación de pacientes y posibles complicaciones poscirugía. Revista Ciencia Y Salud Integrando Conocimientos, 8(2). <https://doi.org/10.34192/cienciaysalud.v8i2.775>

Recibido: 06/Mar/2024

Aceptado: 27/May/2024

Publicado: 14/Jun/2024

Palabras clave: Artrodesis abierta tobillo, recuperación de pacientes, complicaciones poscirugía.

ABSTRACT



Open ankle arthrodesis is the most appropriate surgical approach for patients who suffer from symptomatic ankle osteoarthritis or have suffered tibiotalar trauma that

causes pain, negatively impacting quality of life, and who do not achieve adequate recovery through conservative treatment.

The literature on this technique is scarce, so it would be of great importance to have updated information on possible postoperative complications that patients who underwent open ankle arthrodesis may experience, as well as their potential recovery. In this context, the aim of the present study is to explore relevant aspects regarding the performance of this approach, patient recovery and possible postoperative complications.

Articles published in the last 10 years in both Spanish and English were reviewed, using the keywords open ankle arthrodesis, patient recovery, post-surgery complications and the Spanish equivalents artrodesis abierta tobillo, recuperación de pacientes, complicaciones poscirugía, using the databases SciELO, EBSCO, BINASS and the search engines Google academic and PubMed.

The search focused on open ankle arthrodesis, postoperative recovery and possible complications, excluding articles published more than 10 years ago, articles related to midfoot or forefoot arthrodesis, as well as studies on arthroscopic ankle arthrodesis.

The information gathered will provide a solid basis for providing informed and up-to-date treatment, helping to improve the quality of care and provide strong support for clinical decision making related to this procedure.

Keywords: Open ankle arthrodesis, patient recovery, post-surgery complications.

INTRODUCCIÓN

La artrodesis abierta de tobillo es un abordaje quirúrgico “a cielo abierto”, en donde el médico hace una incisión en la piel a nivel talocrural y remueve el tejido cartilaginoso dañado, luego, fusiona los huesos de forma permanente con la ayuda de fijadores externos, placas y tornillos entre otros¹. Dicha intervención constituye un buen tratamiento cuando la osteoartritis sintomática de tobillo no logra una adecuada recuperación mediante tratamientos conservadores²⁻⁴. El principal objetivo de la técnica es lograr la recuperación de los pacientes, alcanzar una posición funcional, alinear ejes alterados, conseguir un tobillo estable y controlar el dolor, reduciendo así futuras complicaciones poscirugía, en aras de una mejor calidad de vida¹.

La artrodesis abierta de tobillo, desde hace mucho tiempo, es la opción quirúrgica clásica para el tratamiento de la osteoartritis terminal tibiotalar⁵. Esta enfermedad es una de las diez más incapacitantes en países desarrollados, en el 2019 cerca de 528 millones de personas alrededor del mundo tenían osteoartritis; alrededor de 73% de quienes padecen osteoartritis superan los 55 años de edad y 60% son mujeres⁶. Es un problema de salud creciente que afecta aproximadamente a 27 millones de personas en los Estados Unidos y genera una carga de costos anual de \$185 billones, en ella la discapacidad funcional es el síntoma principal, la cual puede alterar drásticamente la autonomía e independencia del paciente⁷. A nivel del tobillo la osteoartritis es una afección asociada a morbilidad y disfunción, con menor prevalencia que en rodilla o cadera⁸, pero con equivalente discapacidad⁵, rara vez su causa es primaria o idiopática^{9,10}. Se ha clasificado topográficamente como atípica¹¹ y su presencia se debe principalmente a causas secundarias como enfermedades o secuelas postraumáticas^{5,8,12}, como fracturas óseas o lesiones ligamentosas en un margen de 65% al 80%. de los casos^{8,10,13,14}. Con menor frecuencia, se debe a enfermedades reumáticas, etiologías neurológicas, artropatías inflamatorias y osteonecrosis del pilón tibial o del talo⁵. Se estima que 1% al 9% de la población adulta mundial padece de osteoartritis de tobillo avanzada sintomática^{8,13}, con una prevalencia de 30 casos por cada 100.000 habitantes¹⁵. La osteoartritis avanzada de tobillo causa discapacidad física y mental, comparable como mínimo

a la experimentada por quienes sufren osteoartrosis avanzada de cadera y se espera un aumento progresivo de esta afección debido al incremento de la expectativa de vida y desarrollo demográfico, junto a nuevas actividades recreativas de alto riesgo y personas cada vez más dispuestas a realizarlas¹⁴.

La artrodesis abierta de tobillo además es utilizada en casos de inestabilidad crónica y deformidades degenerativas de la articulación talocrural⁵. El alivio del dolor y la mejora funcional del pie con degeneración del tobillo son razones por las que la artrodesis abierta de tobillo es recomendable como tratamiento⁷. Para obtener una adecuada recuperación de los pacientes y evitar complicaciones poscirugía, es fundamental lograr una correcta posición articular durante la artrodesis abierta de tobillo, lo cual se consigue con 5° de valgo, 10° de abducción y en ángulo de 90° de dorsiflexión¹⁶⁻¹⁸.

La investigación actual sugiere que, siempre que se sigan las instrucciones postoperatorias, 90% de los pacientes sometidos a una cirugía de artrodesis de tobillo experimentarán una mejora significativa en la calidad de vida, con reducción del dolor y mejor movilidad¹⁸. La artrodesis abierta de tobillo es el abordaje más elegido, por los buenos resultados en la recuperación de los pacientes y los logros predecibles en el largo plazo⁵. Sin embargo, la bibliografía sobre la artrodesis abierta de tobillo es escasa y dispersa, por lo que sería de gran importancia para la comunidad fisioterapéutica disponer de información actualizada, resumida y basada en evidencia científica acerca de las posibles complicaciones poscirugía que podrían experimentar pacientes que fueron intervenidos mediante artrodesis abierta de tobillo, así como su potencial recuperación. En este contexto, el objetivo del presente estudio de revisión es explorar y determinar aspectos relevantes en torno a la realización de la artrodesis abierta de tobillo, las posibles complicaciones poscirugía y la recuperación de los pacientes.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se revisaron artículos publicados en revistas científicas en los últimos 10 años tanto en español como en inglés, utilizando las palabras claves artrodesis abierta tobillo, recuperación de pacientes, complicaciones poscirugía y las equivalentes en inglés open ankle arthrodesis, patient recovery, post-surgery complications. Los criterios de inclusión utilizados para los artículos fueron los que presentaban enfoque en el género masculino o femenino, estudios con poblaciones a cualquier edad y con abordaje quirúrgico a nivel de tobillo. La búsqueda se enfocó en estudios acerca de artrodesis abierta de tobillo, su recuperación poscirugía y las posibles complicaciones. Se excluyeron artículos relacionados con artrodesis del medio pie o antepié, así como aquellos estudios sobre artrodesis de abordaje únicamente artroscópico.

Las bases de datos utilizadas en el presente trabajo fueron SciELO, EBSCO, BINASS, y los buscadores Google académico y PubMed.

Complejo articular del tobillo

La articulación del tobillo, también denominada articulación talocrural, es una articulación de carga¹⁹ capaz de soportar hasta 500 Newtons⁸ de fuerza, clasificada como sinovial de tipo bisagra extremadamente congruente formada por los maléolos de la tibia y el peroné, el extremo inferior de la tibia y el cuerpo del astrágalo²⁰. Distalmente la tibia y el peroné forman una pinza ósea oblonga transversal, esta mortaja tiene casi en su totalidad el extremo caudal tibial que se ajusta a la polea astragalina, dicha pinza bimaleolar presenta al maléolo medial amoldándose a la carilla lateral interna del talo; el maléolo lateral se ubica en un plano más bajo y posterior que el medial²¹.

Las epífisis distales de los huesos de la tibia y el peroné se unen firmemente por los ligamentos tibio-fibular anterior, tibio-fibular posterior y membrana interósea en su porción más distal²². El astrágalo (talo) es un hueso irregular y el cartílago cubre más del 60% de su superficie, no posee inserción muscular; cranealmente, la cúpula del astrágalo es convexa en su eje anteroposterior y ligeramente cóncava en el eje medio-lateral, caudalmente, el astrágalo se articula con el calcáneo para formar la articulación subastragalina²³. La cápsula

articular cubre las superficies de los huesos en la articulación del tobillo y se muestra fina y adelgazada en la parte anterior y posterior, pero esta reforzada en sus porciones medio- laterales^{19,24}.

Es una articulación con extremada congruencia a pesar de su fina capa cartilaginosa, con un grosor medio de tan solo 1,6 mm, en comparación con 7 mm de la rodilla. Además, el tobillo soporta unas 5-7 veces la masa corporal en la fase de choque de talón del ciclo de la marcha, comparado con 3-4 veces de la rodilla y 2-3 veces de la cadera⁸. La superficie articular del tobillo se asemeja a la de la rodilla y la cadera, pero durante la carga solo un tercio de esa superficie sirve de contacto, lo que supone unos 350 mm² en comparación con los 1120 mm² de la rodilla²⁵ y 1100 mm² de la cadera⁸. Lo anterior convierte al tobillo en la articulación cuya matriz cartilaginosa soporta la mayor cantidad de estrés biomecánico por unidad de área¹⁴.

En las fases de la marcha, el tobillo desempeña funciones de mitigación del impacto, estabilización del retropié y propiciación del mecanismo de balancín o “rocking”, siendo responsable de la mayoría del movimiento de flexo-extensión del pie desde el plano sagital¹². De esta forma el pie y sus articulaciones facilitan la transmisión progresiva de las cargas hacia el antepié con el mínimo gasto energético. Es durante el segundo “rocker” del ciclo de la marcha que el tobillo permite esa transferencia eficaz de cargas; si existiera limitación de movilidad por osteoartritis o artrodesis se anulará por completo el segundo “rocker”, alterando el sistema biomecánico. Sin embargo, si la posición del tobillo es de 90° en el plano sagital, entonces el retropié y el antepié pueden compensar la pérdida del segundo “rocker”²⁵. Los rangos de movimiento del tobillo son variables y se encuentran discrepancias reportadas en estas mediciones debido a variedad métodos utilizados como son las medidas clínicas goniométricas o las mediciones radiológicas; se han informado rangos de movimiento normal de 13° a 33° en la flexión dorsal y de 23° a 56° en la flexión plantar^{19,23}.

Las características morfológicas de estas superficies articulares determinan la movilidad del tobillo y su riesgo de inestabilidad, lo que condiciona la articulación a sufrir cualquier estrés biomecánico como resultado de una dispareja distribución del peso y un aumento excesivo de la movilidad articular, que puede resultar en variaciones artrogénicas en la articulación²².

Artrodesis abierta de tobillo

Generalidades

Es un método empleado desde finales del siglo XIX^{3,4}; el primer cirujano en realizar una artrodesis abierta de tobillo fue Eduard Albert^{4,16,26}, quien acuñó el término para una cirugía que tenía como meta anquilosar la articulación del tobillo despojándola de su cartílago, una técnica descrita a detalle con resultados en el año 1882.

La artrodesis de tobillo permanece hoy en día como la técnica de primera elección en la osteoartritis sintomática talocrural, brindando resultados funcionales predecibles a largo plazo, que mejoran las condiciones previas a la cirugía^{5,27} fundamentalmente en pacientes que presentan gran demanda funcional, siendo un procedimiento que clásicamente se ha realizado mediante técnicas de cirugía abierta¹². Es considerado el tratamiento estandarizado para artropatías degenerativas del tobillo y, es elegida por la mayoría de los cirujanos⁴, quienes la mencionan como el procedimiento “gold” standard para fases avanzadas que no mejoran con técnicas de preservación articular^{2,10,13,28-30}.

La artrodesis abierta de tobillo consiste en un enfoque con menos dificultad para corregir importantes desalineaciones y facilita la colocación de placas, tornillos e injertos óseos¹⁸.

El bloqueo definitivo de la articulación del tobillo es un recurso necesario cuando el dolor, la deformidad y la discapacidad física se hacen intratables por métodos conservadores, sin embargo, es un abordaje con alcance limitado y que puede resultar poco satisfactorio para el cirujano y el paciente. Lo anterior debido a

que crea una asimetría esquelética que impacta negativamente en la marcha y sobrecarga las articulaciones adyacentes^{3,31}.

La artrodesis abierta de tobillo tiene como objetivo, a partir de la abolición de la movilidad en el plano sagital tibioperoneoastragalino, disminuir el dolor, corregir deformidades y lograr estabilidad articular, obteniendo un pie plantígrado^{4,12,26,28} y una posición que preserva la autonomía funcional del paciente². Para ello se recomienda que la posición del tobillo sea correcta, a 5° de valgo del retropié, rotación externa de unos 5° a 10° y en ángulo recto^{16,28,29}.

Otros autores recomiendan la rotación externa similar al lado contralateral y ubicando al astrágalo en una posición posterior dentro de la mortaja tibioperonea³¹. Además, es necesario extremar la cautela para no invadir la articulación subastragalina y conseguir así que la falta de movilidad sea compensada parcialmente por articulaciones vecinas^{4,12}. Al conseguirse la posición correcta, la eficiencia de la marcha disminuye en un 10% y el consumo energético se eleva un 3%⁸.

La técnica en la artrodesis abierta de tobillo precisa de rigurosidad, reavivamiento de las superficies articulares que condicionará el éxito de la fusión y una congruencia exacta que garantice la adecuada consolidación. El cirujano debe procurar estabilidad y conservación de los ejes en los planos coronal y sagital; de esta forma, se garantizan mejores resultados en cuanto a dolor y satisfacción del paciente³².

Vías de abordaje quirúrgico

Existe una serie de pasos quirúrgicos básicos al realizar artrodesis abierta de tobillo (Figura 1) y conseguir la adecuada fijación articular:

- Resección de osteofitos presentes, respetando las partes blandas y nervios cutáneos.
- Extracción del cartílago hialino buscando llegar a una superficie esponjosa correspondiente al hueso subcondral.
- Corregir las deformidades, logrando obtener superficies amplias y bien vascularizadas de hueso esponjoso.
- Coaptar y estabilizar las áreas articulares preparadas permitiendo reparar aquellas desviaciones en valgo, varo o torsionales^{4,12}.

Figura 1. Artrodesis abierta de tobillo mostrando incisión con separación de tejido blando anexo, vasos y nervios; se eliminaron bordes óseos y preparó la superficie del sitio de fusión.



Fuente: Imagen extraída de archivos Centro Terapia Física Dr. Rojas (2023).

En la artrodesis abierta de tobillo hay múltiples variantes de acceso (Tabla 1). Existen más de cuarenta técnicas documentadas, que corresponden a combinaciones de las vías de ingreso y el uso de diversos instrumentos de fijación^{4,30,33}.

Tabla 1. Principales vías de abordaje en artrodesis abierta de tobillo.

Vía de abordaje	Características
Vía medial transmaleolar	Permite una exposición articular que facilita el acceso a la parte posterior tibial, proporcionando menor sufrimiento a los tejidos blandos y con presencia de menor índice de complicaciones.
Vía anterior	Es considerada una vía clásica para presentar la articulación tibioastragalina, sin embargo, deja al descubierto elementos vasculonerviosos importantes. Confiere gran estabilidad debido a que mantiene ambos maléolos.
Vía transperoneal	Accesa directamente sobre el peroné, el cual se osteotomiza y se invierte hacia afuera permitiendo ampliamente la entrada a la articulación talocrural, pero presenta la particularidad de no poder futuramente reconvertir la artrodesis abierta de tobillo a una prótesis total y proveer menos estabilidad.
Vía doble o combinada	Permite acceder a la articulación del tobillo desde medial y lateral, con el riesgo de necrosis del puente cutáneo entre dos incisiones muy cercanas entre sí; permite abordar deformidades importantes o defectos óseos, así como el rescate de prótesis fallidas.
Vía posterior o transaquilea	Muy útil en casos de compromiso de otras vías de abordaje como, por ejemplo, la presencia de problemas cutáneos.

Fuente. Elaboración propia a partir de diversos autores^{12,17,18,28,32}.

El empleo de una u otra vía de abordaje dependerá en alguna medida de la pericia y preferencia del cirujano, de las características presentes en los tejidos y de la técnica de osteosíntesis elegida^{2,32}. Además, el tipo de abordaje será condicionado por el tipo de lesión, presencia previa de material de fijación o bien incisiones anteriores²⁸. A continuación se mencionan los distintos sistemas de fijación más utilizados en la actualidad.

Sistemas de fijación ósea

El sistema de estabilización puede ser interno o externo, ciertas fijaciones se adaptan a la vía de acceso o a la técnica artrodésica empleada³². La fijación interna facilita un montaje más estable, presenta morbilidad baja y alto índice de fusión. La fijación externa, por su parte, es indicada en tobillos infectados y, en casos de grandes deformaciones o pérdidas óseas, aunque puede acarrear riesgos sépticos en los clavos del fijador e impactar negativamente en el ámbito de la imagen social³².

Tanto los sistemas de fijación externos como los internos han demostrado éxitos en el logro de conseguir la artrodesis de tobillo, la unión ósea adecuada y la minimización de procesos infecciosos³³.

Fijación externa

La estabilización externa fue el primer método de osteosíntesis y está indicado cuando existe daño importante de tejidos blandos, mucha pérdida de reserva ósea, osteoartritis séptica, fallo en otra técnica y para casos con grandes deformidades³². También se suele emplear en casos de subluxación anterior del astrágalo, osteopenia severa, artropatía de Charcot, en rescates de otras artrodesis²⁸ y lesiones cutáneas graves¹⁷. Se recomienda en casos de discrepancia de medida de las extremidades inferiores y en infecciones activas o previas¹⁸, consolidándose así, como la técnica en donde la fijación interna no es posible³⁰ (Figura 2).

Esta técnica de fijación es poco utilizada hoy en día ya que es una técnica compleja y con más complicaciones, por lo que se reserva para casos graves muy seleccionados; la literatura respalda su uso además en casos complejos que involucran gran torsión tibial¹².

Mediante la fijación externa se consigue una combinación de compresión axial dinámica y gran capacidad de resistir fuerzas distorsivas y cizallamiento, lo que permite realizar apoyo de peso temprano con excelente estabilidad mecánica, además, este sistema posibilita corregir errores de posición postoperatorios³³.

Figura 2. Artrodesis abierta de tobillo mediante fijación externa. A) Tipo Ilizarov. B) Tipo Monoplanar.



Fuente: Elaboración propia (2023).

Fijación interna mediante tornillos

El sistema de atornillado (Figura 3) es el más utilizado¹⁷ y mencionado en la literatura para pacientes que requieren osteosíntesis tibioastragalina¹². Presenta muchas variantes en cuanto a número de tornillos, dirección y orden en que son colocados; existe el atornillado doble, triple y cuádruple, ubicados paralelamente o de forma cruzada³². Los tornillos son preferidos por los cirujanos debido a su disponibilidad inmediata, fácil colocación, baja tasa de complicaciones y por ser más baratos que otros sistemas de osteosíntesis^{18,33}. Esta variante de osteosíntesis es ideal en el escenario de mínimas incisiones o ausencia de grandes deformidades²⁸.

Figura 3. Vista anteroposterior talocrural, mostrando osteotomía de peroné y colocación del injerto óseo en el sitio de la fusión de tobillo, mediante el uso de tornillos.



Fuente: Imagen extraída de archivos Centro Terapia Física Dr. Rojas (2023).

Fijación interna mediante placa

Otra opción estabilizadora usada consiste en placas preconformadas con tornillos (Figura 4), cuando se requiere efectuar correcciones significativas o aporte masivo de injerto²⁸. Diversos autores recomiendan su uso en casos de pérdida ósea metafisaria, presencia de comorbilidades como diabetes u osteoporosis, pobre reserva y calidad trabecular o en fracturas de pilón tibial irreconstruibles¹². También está indicado su uso en casos de cirugía de rescate o deformidades graves¹⁷.

Figura 4. Radiografía lateral, mostrando utilización de placas y tornillos como sistema de fijación talocrural aislada mediante artrodesis abierta de tobillo.



Fuente: Imagen extraída de Vier y Irwin (2022) 34, con autorización de autor.

Fijación interna con clavo intramedular

Puede ser colocado por vía anterógrada en casos de osteoartritis primaria o secundaria, con independencia de la calidad ósea o de la destrucción, así mismo, puede colocarse por vía retrógrada sacrificando la articulación subastragalina¹⁸ (Figura 5). De manera ventajosa, permite alineación y estabilidad con menor dependencia de la inmovilización externa y disipa la fuerza a lo largo del eje tibial, evitando así su concentración en un solo punto³³.

El uso de clavo intramedular corresponde en casos de fracaso en la técnica clásica, deterioro óseo postraumático, necrosis de astrágalo, pérdida de sustancia ósea, osteopenia intensa. Debe evitarse como primera elección en un tobillo con características “clásicas”³², también se menciona su uso en casos de rescate de artroplastias fracasadas, neuroartropatía de Charcot, pie zambo y defectos posteriores a resección tumoral^{12,17}.

Figura 5. Radiografía postoperatoria, artrodesis abierta de tobillo mediante pin bloqueado intramedular BIOMED, debido a fractura del pilón tibial derecho.



Fuente: Imagen extraída de archivos Centro Terapia Física Dr. Rojas (2023).

Indicaciones y contraindicaciones

La artropatía degenerativa de tobillo puede evolucionar de forma variable, presentando casos graves bien tolerados por el paciente y otros en escala moderada que resultan en importantes disfunciones. Muchos pacientes pueden desempeñarse con independencia sin tratamientos o quizás solo con medidas conservadoras como el uso de calzado u ortesis correctivas, viscosuplementación articular con ácido hialurónico o el uso de plasma rico en plaquetas²⁹. Otros estudios mencionan, la pérdida de peso, el uso de analgésicos y la rehabilitación física (laser, ultrasonido, termoterapia) como terapia adyuvante^{8,13}. Ejercicios de fortalecimiento, de movilidad articular y programas de reeducación de la marcha también se incluyen como alternativas para posponer la cirugía⁸. Sin embargo, cuando las intervenciones médicas y funcionales fallan y el dolor limita la calidad de vida autónoma es cuando se plantea la opción de la artrodesis abierta de tobillo como solución^{4,10}. Algunos autores aconsejan no plantear la artrodesis abierta de tobillo antes de que aparezca un dolor importante a la movilización pasiva en descarga y exista una merma considerable en la capacidad funcional del paciente^{17,29}. Así mismo, otros investigadores han indicado realizar la artrodesis en casos de al menos tres meses de abordaje conservador sin resultados favorables¹⁸.

La realización de una artrodesis abierta de tobillo requiere una amplia evaluación preoperatoria; deben considerarse aspectos relacionados con la historia clínica, como el tabaquismo, la diabetes, cicatrices de tratamientos previos, injertos, fístulas y estado de la piel, así mismo, debe valorarse el sistema vascular y realizar una exploración neurológica. De manera concomitante es menester estimar los ejes mecánicos con imágenes radiológicas y abarcar en el estudio las articulaciones vecinas^{4,12}. De esta forma la artrodesis abierta de tobillo deberá individualizarse según las características anatómicas y personales de cada paciente²⁹.

Las principales indicaciones y contraindicaciones para la artrodesis abierta de tobillo son similares a las de la mayoría de los abordajes quirúrgicos (Tabla 2). Aquellos pacientes con múltiples comorbilidades inestables deben evitar operarse hasta que alcancen una condición que permita realizar el procedimiento.

Tabla 2. Indicaciones y contraindicaciones de la artrodesis abierta de tobillo

Indicaciones	Contraindicaciones (absolutas/relativas)
Osteoartritis primaria o esencial avanzada e incapacitante	Fisis abierta /presencia de cartilago articular de crecimiento
Osteoartrosis postraumática debido a: <ul style="list-style-type: none"> • Fracturas-luxaciones bimalleolares de tobillo. • Fracturas conminutas de alta energía en el pilón tibial con fragmentos óseos de escasa vitalidad, isquémicos o necróticos. • Fracturas-luxaciones del astrágalo 	Compromiso dérmico por: <ul style="list-style-type: none"> • Infección cutánea no controlada en la zona de abordaje quirúrgico • Cicatrices extensas con compromiso de los tejidos
Necrosis avascular/isquémica talar o casos que requieran injerto óseo	Tabaquismo
Artritis degenerativas debido a: <ul style="list-style-type: none"> • Artritis reumatoide • Artritis por depósitos de cristales 	Mala circulación o enfermedad vascular periférica
Osteoartritis infecciosas	Diabetes mellitus

Malformaciones congénitas o adquiridas que produzcan desviación en varo o valgo mayor a 15° de la articulación del tobillo, pie equino irreducible	Osteomielitis
Desalineación angular tibiotalar importante debido a: <ul style="list-style-type: none"> • Parálisis cerebral • Poliomielitis 	Artrodesis contralateral de tobillo
Artropatías neuropáticas: <ul style="list-style-type: none"> • Artropatía de Charcot 	Linfedema crónico
Cirugía de rescate protésica/artrodesis fallida anteriores del tobillo	Alcoholismo
Secuelas de resección tumoral	Ciertas condiciones psicológicas
Desaxaciones graves del miembro inferior	Deficiencia inmune
Inestabilidad crónica de tobillo con historia de esguinces a repetición y disfunción del tendón tibial posterior	Desnutrición severa
Grave dolor articular que limita la marcha e impacta negativamente la calidad de vida	Insuficiencia renal/hepática

Fuente. Elaboración propia a partir de diversos autores ^{3-5,12,13,16,17,26,28,29,31,33}.

Posibles complicaciones poscirugía

La artrodesis abierta de tobillo representa un abordaje con importante agresión al tejido blando, tiempos de recuperación más prolongados y tasas de complicaciones mayores, con necesidad de mayor tiempo para lograr las consolidaciones si se compara con otras formas de abordaje artrodesico como la artroscópica²⁹. Galeote R.³ menciona que las complicaciones más frecuentes son el dolor residual, las infecciones y la no unión, sumando juntas del 30% al 40% de los casos. Además, menciona las fracturas por estrés en pacientes post artrodesis de tobillo, con mayor frecuencia en quienes padecen artritis reumatoide, atrofia de Sudeck, en pacientes con antecedentes de fumado y síndrome del túnel tarsiano debido a fibrosis postoperatoria que atrapa al nervio.

Si se indica de forma incorrecta la realización de artrodesis abierta de tobillo, producirá dolor y ampliará las sensaciones álgicas a otras articulaciones³. Por otra parte, Yasui et al.¹⁸ señala en su investigación literaria que la artrodesis abierta de tobillo prescrita de forma correcta es superior a la artroplastia de tobillo, la cual presenta mayor tasa de complicaciones y cirugías de revisión.

Debe evitarse presiones anómalas en la articulación subastragalina o sobre el antepié; el varo repercute en la articulación subastragalina y el antepié produciendo dolor crónico y metatarsalgia debido al hiperapoyo en el quinto radio. Si la fijación articular del tobillo se da en varo, se producirá bloqueo de la subastragalina, además, habrá formación de callosidades en el antepié lateral, por lo cual esta posición es inaceptable^{17,18}.

Por otro lado, un valgo acentuado producirá el mismo efecto en el primer radio y lesionaría la articulación subastragalina y el tendón del músculo tibial posterior^{17,32}. Si en el plano frontal queda un defecto muy marcado poscirugía traerá como consecuencia asimetría de la longitud de las extremidades inferiores

por acortamiento, lo que acentuaría la claudicación de la marcha, en caso de un acortamiento que supere los 2.5 cm podría requerir una reintervención para conseguir alargamiento¹⁸.

Desde el plano sagital, la artrodesis debe fijarse en posición neutra (90°), para conseguir un pie que se adapte mejor a la marcha con pies descalzos y calzado con “drop” cero. La fijación en dorsiflexión produce ulceración y algias, además, aparecerá de forma compensatoria un genu flexo en el patrón de la marcha; por otra parte, la plantiflexión excesiva provocará hiperapoyo en metatarsos con dolor, hiperextensión de rodilla y un patrón de marcha a saltos³¹; sobre 10° de fijación en equino habrá sobrecarga de las articulaciones subyacentes y conseguir caminar descalzo será dificultoso por aparición de genu recurvatum^{17,18,32}.

Palau Sanz et al.³¹ clasificaron las complicaciones poscirugía de artrodesis de tobillo en tres grupos (Tabla 3), según el tiempo transcurrido desde el momento del abordaje hasta la presentación de los síntomas.

Tabla 3. Complicaciones poscirugía artrodésica de tobillo según periodo de evolución

Corto plazo	Mediano plazo	Largo plazo
Desde el postoperatorio inmediato hasta primeros seis meses	Desde los seis meses al año del postoperatorio	Desde el año de operado en adelante
Infección <ul style="list-style-type: none"> • Superficial (cierre primario de la herida) • Profunda (osteomielitis, septicemia) 	Consolidación viciosa <ul style="list-style-type: none"> • En flexión dorsal • En flexión plantar • En varo • >5° de valgo 	Sobrecarga mecánica en las articulaciones adyacentes <ul style="list-style-type: none"> • Subastragalina • Astragaloescafoidea • Tarsometatarsiana • Calcaneocuboidea
Retraso en la cicatrización	Pseudoartrosis (no unión)	
Lesión de estructuras neurovasculares	Edema crónico	
Síndrome de dolor regional complejo	Fracturas por estrés a nivel proximal	
Fenómenos tromboembólicos	Dismetrías residuales que superan los 2.5 cm	
Atrofia muscular por desuso	Dolor provocado por el propio material de osteosíntesis	

Fuente. Elaboración propia con datos obtenidos de Palau Sanz et al. (2014)³¹.

La consolidación del cayo óseo en ocasiones es difícil de conseguir y la presencia de inflamación, dolor en el sitio de la artrodesis y complicaciones para hacer descarga de peso debe conducir a exámenes que confirmen la formación de puentes en el lugar de la artrodesis; de lo contrario, será necesario evaluar por pseudoartrosis³⁵.

La incidencia actual de pseudoartrosis post artrodesis de tobillo es variada, ocurriendo hasta el 12% de las artrodesis abiertas de tobillo^{26,30,36}, aunque otros autores brindan un margen amplio de 1% al 17%²⁷ que dependerá de aspectos como el diagnóstico, la técnica empleada y la elección de los pacientes. Se debe considerar si el trauma que produjo la necesidad de la artrodesis abierta de tobillo, involucró una fractura abierta, ya que se ha demostrado que las fracturas expuestas tienen predilección por la no unión²⁶. También, se menciona en la literatura incidencia alta de no unión, al emplear fijación con tornillos en hueso osteoporótico¹⁸.

Tal como aducen Thevendran et al.³⁶ a partir de su revisión de literatura basada en evidencia científica, existe una serie de factores de riesgo para desarrollar pseudoartrosis luego de la artrodesis de tobillo; entre ellos algunos muy conocidos; otros factores tomados en cuenta se mencionan con un grado de evidencia menor (Tabla 3). Sin embargo, los autores señalan que la evidencia clínica no es suficiente para confirmar que el desarrollo de la pseudoartrosis esté con seguridad implicada con la mayoría de estos factores.

Mendicino et al.²⁶ argumentan que ciertas enfermedades sistémicas afectan la curación ósea, pacientes diabéticos con hemoglobina glicosilada mayores a 7% tienen mayores posibilidades de contraer infecciones en los huesos, con un riesgo hasta 3 veces mayor. En el mismo estudio se asocia al índice de masa corporal superior a 30, así como al uso de inmunosupresores como factores reconocidos que afectan de manera negativa la curación de tejido blando y hueso. En su investigación literaria presentaron la progresión de la osteoartritis en la articulación subtalar (35%) y en la articulación talonavicular (18%), atribuible a incrementos de presión y movimientos en el plano sagital en el antepié y movimientos en el plano trasverso en el retropié.

Se conoce que la vitamina D influye directamente en la formación de puentes óseos y que niveles por debajo de 30 ng/ml perjudican la fusión de los huesos en el proceso de curación o poscirugía²⁶.

Tabla 3. Clasificación de factores de riesgo asociados a la pseudoartrosis en artrodesis de tobillo según el grado de evidencia. Grado A) Indica buena evidencia clínica a partir de estudios de buena calidad. Grado B) Indica prueba clínica regular. Grado C) Indica prueba clínica contradictoria. Grado I) Indica respaldo clínico insuficiente.

Factor de riesgo	Respaldo científico
Tabaquismo	B
Alcoholismo	I
Diabetes	B
Osteoporosis	I
Anti inflamatorios no esteroideos	C
Edad	I
Obesidad	I
Incumplimiento en restricción del apoyo de peso	C
Infección local	I
Vascularización/osteonecrosis	I
Cirugía de revisión/lesión de partes blandas	B
Estabilidad de la fijación	I
Espaciados óseos	I
Cirujano más experto vs menos experto	I

Fuente. Elaboración propia con datos obtenidos de Thevendran et al. (2017)³⁶.

Rabinovich³³ clasificó dos grupos de factores de riesgo para las artrodesis abiertas de tobillo complejas, organizándolos en factores sistémicos (edad avanzada, obesidad, aterosclerosis, inmunosupresión, malos hábitos, enfermedades metabólicas y de tejido conectivo, cáncer, insuficiencia orgánica) y factores locales (perdida ósea, compromiso de tejido blando in situ, presencia de osteomielitis, deformidad que involucra al retropié, neuroartropatías). Resalta en su artículo que no solo existen las demandas técnicas quirúrgicas, sino también perfiles concomitantes de cada paciente que coexisten con la patología talocrural.

Otra complicación posterior a la artrodesis abierta de tobillo mencionada en la literatura es la osteoartrosis de las articulaciones adyacentes (retropié, mediopíe) ipsilaterales^{3,10}. La artrodesis abierta de tobillo puede mejorar la alineación articular corrigiendo el eje biomecánico y produciendo atenuación del dolor presente¹⁷, pero no siempre será suficiente para abordar cambios insidiosos en las articulaciones contiguas¹⁴.

La degeneración progresiva acompañada de dolor ocurre más en la articulación subastragalina (10% al 37%)²⁷, requiriendo prescripción de ortesis o fijación, aunque no en todos los casos ocurre lo mismo. Con frecuencia las articulaciones vecinas no presentan síntomas y, por ende, no requieren otros tratamientos³⁵.

Ling et al., mediante una revisión sistemática, demostraron que no hay suficiente evidencia que apoye la idea de que la artrodesis de tobillo conduce a osteoartritis degenerativa en las articulaciones adyacentes y que podría deberse también a la existencia previa de daño cartilagosos en dichas articulaciones³⁷.

Slullitel et al.¹⁰ condujeron una investigación con 42 pacientes sometidos a artrodesis de tobillo aislada con un lapso de seguimiento de 68 meses y observaron que el 20% de los sujetos evolucionaron a osteoartrosis subastragalina, mientras que el 5% desarrolló osteoartrosis del mediopíe. En este mismo estudio se reportaron, además, 4 pseudoartrosis asépticas y 1 pseudoartrosis séptica como complicaciones posquirúrgica.

Por su parte, Kerkhoff et al.²⁷ en un estudio de seguimiento de 8 años con 185 tobillos artrodesados, hallaron la presencia de dolor subastragalino (7%); neuropatía periférica (4.3%), retraso en la sanación de la herida (2.7%), infección superficial (2.7%), retraso en la unión (2.1%), distrofia simpática refleja (0.5%) y no unión (0.5%). Otros estudios han reportado hallazgos de complicaciones por mala alineación sintomática, alteraciones de la sensibilidad y fractura por fatiga¹³.

Patologías como las infecciones, el atrapamiento de nervios, la trombosis venosa profunda o embolia pulmonar pueden ocurrir después de la artrodesis abierta de tobillo, debido a la importante cantidad de tejido que es diseccionado durante la cirugía¹⁸. Su aparición puede estar ligada a factores individuales, que incluyen hábitos sociales y lesiones previas en el sitio de la artrodesis. Además, si ocurre acortamiento de la extremidad, debe ser menor a 1 cm, ya que de lo contrario se influye negativamente en la cadena cinemática de la rodilla, cadera y espalda baja. Se debe mencionar también que, en ocasiones, el “hardware” puede desencadenar dolor, obligando a su extracción²⁶.

Recuperación de pacientes

Primero que todo, ha de saberse que la mayoría de los pacientes sometidos a artrodesis abierta de tobillo obtienen resultados clínicos exitosos^{8,18}, aunque algunos investigadores sostienen que la intervención tiene un alcance limitado y que termina con poca satisfacción tanto para el paciente como para el ortopedista³.

El protocolo postoperatorio varía dependiendo de la calidad de hueso, la cantidad de injerto óseo, el abordaje regional elegido y las preferencias del cirujano intervencionista³⁸.

Inmediatamente después de la artrodesis abierta de tobillo, el paciente no debe cargar peso y se le coloca una férula de yeso posterior por un periodo de 3 a 6 semanas^{17,18,30}, la cual será reemplazada luego de retirar los tubos de drenaje por una bota neumática por un periodo de tres meses, donde tendrá un tiempo de descarga total de 6 a 8 semanas³², aunque se permite iniciar con ejercicios de movilidad de las articulaciones que lo permitan³⁰.

Los controles radiológicos deben realizarse a las 4 a 6 semanas, 3 meses, 6 meses y 12 meses para confirmar buena posición de la artrodesis de tobillo y adecuada unión ósea¹⁸. Cuando la bota sea retirada, es permitido usar calzado e iniciar la terapia física para las articulaciones móviles del pie^{30,32}. Debe seguirse una progresión de las cargas de apoyo hasta que finalmente se consiga la carga total de peso en la extremidad¹³, recomendándose un aumento gradual del 10% cada bisemana en el apoyo de peso, sin embargo, tan pronto se evidencie la unión completa es permitido el apoyo total¹⁸.

En casos complejos, Carsí et al.¹⁷ han pautado que la utilización del yeso puede prolongarse por 8 a 12 semanas, hasta que se evidencie radiológicamente la consolidación sin apoyo de peso y, posteriormente, emplear ortesis durante 16 semanas para la carga. El tiempo promedio para completar la fusión del tobillo puede llevar unas 26 semanas; seguido por un proceso de adaptación a problemas residuales (edema, transición a calzado, progresión de actividades) que pueden durar hasta un año²⁶.

Investigaciones científicas a mediano y largo plazo en donde se emplearon técnicas modernas y se trataron afecciones concurrentes, muestran éxito en el procedimiento con tasas de consolidación entre 83% y 99% en artrodesis abiertas de tobillo (rango 64%-100%)^{18,27,31,35}. Carcuro et al.⁸ publicaron en su investigación tasas de fusión entre 75% al 100% en tan solo 12 semanas del posoperatorio, con alivio de los síntomas y gran satisfacción en el 90% de los pacientes.

Mediante la “Escala de Puntuación del Tobillo”, que informa de resultados autoinformados, validados y específicos sobre los dominios del dolor y la disfunción³⁹, Abuhantash et al.⁵ en su estudio de cohorte longitudinal que incluyó 128 pacientes sometidos a artrodesis abierta de tobillo, determinaron una mejora significativa en las puntuaciones preoperatorias comparadas con las puntuaciones postoperatorias en los años de seguimiento (Tabla 4).

Tabla 4. Valores de la escala de puntuación del tobillo en distintos momentos postcirugía. Los valores se presentan como media y desviación estándar. Puntuaciones más bajas significan mejores resultados.

Tiempo	Puntuación	Población
Preoperatoria	63,7 ± 16,3	n = 128
6 meses	38,2 ± 23,5	n = 78
1 año	37,6 ± 22,8	n = 65
2 años	33,3 ± 21,0	n = 62
3 años	37,3 ± 27,5	n = 34
4 años	34,7 ± 21,3	n = 35
5 años	30,1 ± 21,1	n = 33

Fuente. Modificado con datos obtenidos de Abuhantash et al. (2022)⁵.

Es conveniente acotar que existe la recomendación del uso del calzado basculante o suela en balancín (Figura 6), para paliar la restricción de movimiento y mejorar la fluidez de la marcha que se presenta de manera claudicante, haciendo dificultoso el desplazamiento en terrenos con irregularidades⁴.

La suela basculante desde el talón hasta la punta del zapato, facilita la progresión de la marcha en quienes se han sometido a artrodesis de tobillo; aunque para algunos sujetos puede resultar inestable lateralmente⁴⁰.

Payo et al.¹³ se refieren en su estudio de valoración de 3 pacientes intervenidos de artrodesis bilateral de tobillo y revisión literaria, al uso del zapato de balancín para resolver la sobrecarga del segundo radio a nivel metatarsal y el alivio postoperatorio alcanzado a nivel de la articulación subastragalina.

Así mismo, Jones et al.⁴¹ recalcan que debido a la artrodesis de tobillo aproximadamente se pierden 10° de dorsiflexión y 6° de plantiflexión y que además el gasto energético durante la marcha se incrementa en hasta un 10%. Sin embargo, en su estudio de casos y controles encontraron que el uso de calzado modificado a suela "Roker" o suela mecedora, produce una mejora clínicamente significativa en el movimiento total durante la fase de apoyo de hasta 4.8° (rango 3.4° a 7.9°), comparado con caminar descalzo, aunque no mostró efecto destacable sobre la velocidad de la marcha o la cadencia.

Figura 6. Calzado en balancín, vista lateral donde se muestra la suela mecedora.



Fuente: tomado de Clínica del pie Rivera (2023), véase en <https://www.clinicadelpierivera.com/2013/03/16/es-bueno-el-calzado-con-balanc%C3%ADn-tipo-mtb/>

CONCLUSIÓN

El estudio actual ofrece una revisión exhaustiva acerca de la artrodesis abierta de tobillo, abordando tanto las indicaciones como las contraindicaciones para llevar a cabo este procedimiento. Además, se detallan las posibles complicaciones postoperatorias que podrían surgir en los pacientes intervenidos. Los resultados de seguimiento presentados, basados en casos de artrodesis abierta de tobillo, sirven como ejemplos ilustrativos que permiten comprender la evolución durante el proceso de recuperación.

En consecuencia, la realización de esta revisión bibliográfica fomenta la actualización en la comunidad de fisioterapeutas y profesionales de la salud involucrados en la atención de pacientes sometidos a esta intervención. La información recopilada proporcionará una base sólida para ofrecer un tratamiento informado y actualizado. De esta manera, se contribuye a mejorar la calidad de la atención y a brindar un respaldo firme para la toma de decisiones clínicas relacionadas con este procedimiento.

Declaración de conflicto de intereses

Se declara que el autor no presenta algún conflicto de interés por el artículo.

Declaración de financiamiento

La publicación no presentó ningún medio de financiamiento.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Canale ST, Beaty JH. Campbell Cirugía Ortopédica. Vías de Abordaje Artroplastía Artrodesis-Amputaciones. 1.a ed. Vol. 1. España: MARBAN; 2015. 608 p.
2. Verdú Román C, Martínez Giménez E, Agulló Bonus A, Salinas Gilabert JE. Artrodesis tibiotarso: indicaciones y técnica quirúrgica. Mon Act Soc Esp Med Cir Pie Tobillo [Internet]. 2022;14(1):29-34. doi: 10.24129/j.mact.1401.fs2205005
3. Galeote Rodríguez JE. Dolor posquirúrgico tras artrodesis del retropié. Mon Act Soc Esp Med Cir Pie Tobillo [Internet]. 2012 [citado 20 de noviembre de 2023];(4):9-15. Disponible en: <https://fondoscience.com/sites/default/files/articles/pdf/mact.0401.fs120602-dolor-posquirurgico-tras-artrodesis-del-retropie.pdf> SIN DOI
4. Espín SS, Boronat ER, Pericé RV, Ponce SJ. Indicaciones y contraindicaciones de la artrodesis de tobillo. Mon Act Soc Esp Med Cir Pie Tobillo [Internet]. 2014 [citado 20 de noviembre de 2023];(6):7-11. Disponible en: <https://fondoscience.com/sites/default/files/articles/pdf/mact.0601.fs140602-indicaciones-y-contraindicaciones-de-la-artrodesis-de-tobillo.pdf> SIN DOI
5. Abuhantash M, Veljkovic A, Wing K, Gagne O, Qian H, Wong H, et al. Arthroscopic Versus Open Ankle Arthrodesis: A 5-Year Follow Up. J Bone Joint Surg Am [Internet]. 2022;104(13):1197-203. doi: 10.2106/JBJS.21.01088
6. Organización Mundial de la Salud. Artrosis [Internet]. OMS. 2023 [citado 26 de noviembre de 2023]. Disponible en: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/osteoarthritis>
7. Mok TN, He Q, Panneerselavam S, Wang H, Hou H, Zheng X, et al. Open versus arthroscopic ankle arthrodesis: a systematic review and meta-analysis. J Orthop Surg [Internet]. 2020;15(1):187. doi: 10.1186/s13018-020-01708-4
8. Carcuro G, Eckholt S, Millán R. Opciones no protésicas en el tratamiento de la artrosis de tobillo. rev med clin condes [Internet]. 2014;25(5):786-92. doi: 10.1016/S0716-8640(14)70109-9
9. Gómez Carlín LA, Hermida Galindo LF, Guerrero S. Desartrodesis de tobillo, experiencia en México. Reporte de dos casos. An Med (Mex) [Internet]. 2021;66(1):48-53. doi: 10.35366/99489
10. Slullitel P, Camino Willhuber G, Piuze N, Stagnaro J, Diaz Dilernia F, Revah M, et al. Comparación de resultados clínico-radiológicos entre prótesis total y artrodesis de tobillo para el tratamiento de la artrosis postraumática. rev latinoam cir ortop [Internet]. 2016;1(3):95-101. doi: 10.1016/j.rslaot.2017.02.005
11. Garriga XM. Definición, etiopatogenia, clasificación y formas de presentación. Aten Primaria [Internet]. 2014;46(1):3-10. doi: 10.1016/S0212-6567(14)70037-X

12. Arias A, Dalmau A. Artrodesis de tobillo abierta. *Mon Act Soc Esp Med Cir Pie Tobillo* [Internet]. 2014 [citado 30 de noviembre de 2023];(6):13-24. <https://fondoscience.com/sites/default/files/articles/pdf/mact.0601.fs140603- artrodesis-de-tobillo-abierta.pdf> SIN DOI
13. Payo J, Montiel V, Alfonso M, Villas C. Resultado funcional esperable tras una artrodesis bilateral de tobillo. Valoración de 3 casos y revisión de la literatura. *Rev Pie Tobillo* [Internet]. 2018;32(1):35-42. doi: 10.24129/j.rpt.3201.fs1707026
14. Hintermann B, Ruiz R. Artrosis de tobillo y su tratamiento con artroplastia total de tobillo. *rev.med. clin.condes* [Internet]. 2014;25(5):825-37. doi: 10.1016/S0716-8640(14)70113-0
15. Herrera M, González D, Vallejo M, Godoy AL, Valderrabano V, Tejero S. Ankle Osteoarthritis Aetiology. *J Clin Med* [Internet]. 2021;10(19):2-7. doi: 10.3390/jcm10194489
16. Viladot Pericé R. Repaso histórico de la artrodesis y la artroplastia de tobillo. *Mon Act Soc Esp Med Cir Pie Tobillo* [Internet]. 2014 [citado 30 de noviembre de 2023];(6):1- 6. Disponible en: <https://fondoscience.com/sites/default/files/articles/pdf/mact.0601.fs140601-repaso- historico-de-la-artrodesis-y-la-artroplastia-de-tobillo.pdf> SIN DOI
17. Vicent V, Sánchez M, Navarrete F. Artrodesis de tobillo en el paciente joven. *Mon Act Soc Esp Med Cir Pie Tobillo* [Internet]. 2015 [citado 30 de noviembre de 2023];(7):71-9. Disponible en: <https://fondoscience.com/sites/default/files/articles/pdf/mact.0701.fs151208- artrodesis-de-tobillo-en-el-paciente-joven.pdf> SIN DOI
18. Yasui Y, Hannon CP, Seow D, Kennedy JG. Ankle arthrodesis: A systematic approach and review of the literature. *World J Orthop.* [Internet]. 2016;7(11):700-8. doi: 10.5312/wjo.v7.i11.700
19. Golanó P, Dalmau Pastor M, Vega J, Batista JP. Anatomy of the Ankle. En: *The Ankle in Football* [Internet]. Francia: Springer Paris; 2014 [citado 01 diciembre de 2023]. p. 1-24. (Sports and Traumatology). Disponible en: https://link.springer.com/10.1007/978-2-8178-0523-8_1
20. Ellis H, Mahadevan V. *Clinical Anatomy*. 14.a ed. Oxford: Wiley; 2018. 496 p.
21. Bonnel F, Mabit C, Tourné Y. Anatomía y biomecánica de la articulación talocrural. *EMC – Podología* [Internet]. 2016;18(2):1-15. doi: 10.1016/S1762- 827X(16)77502-X
22. Vásquez T, Marañillo E, Pascual A, Valderrama FJ, Sañudo JR. Anatomía del tobillo y variaciones con potencial artrogénico en el paciente joven. *Mon Act Soc Esp Med Cir Pie Tobillo* [Internet]. 2015 [citado 01 diciembre de 2023];(6):33-45. Disponible en: <https://fondoscience.com/sites/default/files/articles/pdf/mact.0701.fs151201- anatomia-del-tobillo-y-variaciones-con-potencial-artrogenico-en-el-paciente- joven.pdf> SIN DOI
23. Navarrete E, Sánchez M, Martín X, Vicent V. Anatomía del tobillo y de la articulación subastragalina. *Mon Act Soc Esp Med Cir Pie Tobillo* [Internet]. 2022;14(1):3-8. doi: 10.24129/j.mact.1401.fs2205001
24. Dalmau M, Malagelada F, Guelfi M, Vega J. Anatomía del tobillo. *REACA* [Internet]. 2020;27(1):5-11. doi: 10.24129/j.reaca.27167.fs1910045
25. Sous Sánchez J, Navarro Navarro R, Navarro García R, Brito Ojeda E, Ruiz Caballero JA. Bases biomecánicas del tobillo. *Canarias Médica y Quirúrgica* [Internet]. 2011 [citado 01 diciembre de 2023];8(24):13-20. Disponible en: https://accedacris.ulpgc.es/bitstream/10553/5754/6/0514198_00024_0002.pdf SIN DOI

26. Mendicino SS, Kreplick AL, Walters JL. Open Ankle Arthrodesis. *Clin Podiatr Med Surg* [Internet]. 2017;34(4):489-502. doi: 10.1016/j.cpm.2017.05.006
27. Kerkhoff YRA, Keijsers NLW, Louwerens JWK. Sports Participation, Functional Outcome, and Complications After Ankle Arthrodesis: Midterm Follow-up. *Foot Ankle Int* [Internet]. 2017;38(10):1085-91. doi: 10.1177/1071100717717221
28. Chaqués Asensi FJ, Podetti Meardi M, Jiménez Martín A. Arthrodesis tibiotalar abierta. Indicaciones y técnica quirúrgica. *Mon Act Soc Esp Med Cir Pie Tobillo* [Internet]. 2022;14(1):22-8. doi: 10.24129/j.mact.1401.fs2205004
29. Vicent-C V. Artrosis de tobillo: tendencias terapéuticas actuales. *Rev Española de Cirugía Osteoarticular* [Internet]. 2015 [citado 05 diciembre de 2023];50(261):71-4. Disponible en: http://www.cirugia-ostearticular.org/adaptingsystem/intercambio/revistas/articulos/2383_71.pdf SIN DOI
30. DeVries JG, Scharer BM. The Ankle Joint. *Clin Podiatr Med Surg* [Internet]. 2023;40(4):681-701. doi: 10.1016/j.cpm.2023.05.010
31. Palau E, Fernández P, Pons N. Complicaciones de la artrodesis de tobillo. *Mon Act Soc Esp Med Cir Pie Tobillo* [Internet]. 2014 [citado 05 diciembre de 2023];(6):47-51. Disponible en: <https://fondoscience.com/sites/default/files/articles/pdf/mact.0601.fs140606-complicaciones-de-la-artrodesis-de-tobillo.pdf> SIN DOI
32. Ehlinger M, Adam P, Bonnomet F. Arthrodesis tibioastragalina a cielo abierto (excluida la artroscopia). *EMC - Técnicas Quirúrgicas - Ortopedia y Traumatología* [Internet]. 2011;3(4):1-12. doi: 10.1016/S2211-033X(11)71191-4
33. Rabinovich RV. Complex ankle arthrodesis: Review of the literature. *WJO* [Internet]. 2015;6(8):602. doi: 10.5312/wjo.v6.i8.602
34. Vier D, Irwin TA. Open Ankle Arthrodesis for Deformity Correction. *Foot Ankle Clin N Am* [Internet]. 2022;27(1):199-216. doi: 10.1016/j.fcl.2021.11.009
35. Azar FM, Beaty JH. Campbell. *Cirugía Ortopédica*. 14.a ed. España: Elsevier; 2022. 5016 p.
36. Thevendran G, Shah K, Pinney SJ, Younger AS. Perceived risk factors for nonunion following foot and ankle arthrodesis. *J Orthop Surg* [Internet]. 2017;25(1):1-6. doi: 10.1177/2309499017692703
37. Ling JS, Smyth NA, Fraser EJ, Hogan MV, Seaworth CM, Ross KA, et al. Investigating the Relationship Between Ankle Arthrodesis and Adjacent-Joint Arthritis in the Hindfoot: A Systematic Review. *J Bone Joint Surg Am* [Internet]. 2015;97(6):513-9. doi: 10.2106/JBJS.N.00426
38. Manke E, Yeo Eng Meng N, Rammelt S. Ankle Arthrodesis - a Review of Current Techniques and Results. *ACHOT* [Internet]. 2020;87(4):225-36. doi: 10.55095/achot2020/035
39. Roncero L, Gil E. Evaluación de las patient-reported outcomes measures (PROM) en cirugía de pie y tobillo. *Rev Pie Tobillo* [Internet]. 2021;35(1):7-16. doi: 10.24129/j.rpt.3501.fs2104009
40. Arazpour M, Hutchins SW, Ghomshe FT, Shaky F, Karami MV, Aksenov AY. Effects of the heel-to-toe rocker sole on walking in able-bodied persons. *Prosthetics and Orthotics International* [Internet]. 2013;37(6):429-35. doi: 10.1177/0309364612474920

41. Jones DA, Moed BR, Karges DE. Does Modified Footwear Improve Gait After Ankle Arthrodesis? The Journal of Foot & Ankle Surgery [Internet]. 2016;55(1):5-8. doi: 10.1053/j.jfas.2015.01.010