

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
SISTEMA DE ESTUDIOS DE POSGRADO

ARTRODIASTASIS DE TOBILLO COMO OPCION DE
TRATAMIENTO EN ARTROSIS POSTRAUMÁTICA:
INDICACIONES, TÉCNICA QUIRÚRGICA Y
RESULTADOS

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

Trabajo final de graduación sometido a la consideración del comité de la Especialidad
en Ortopedia y traumatología para optar por el grado y título de Especialista en
Ortopedia y Traumatología

DONNA HIDALGO CAMPOS

2020

AGRADECIMIENTOS

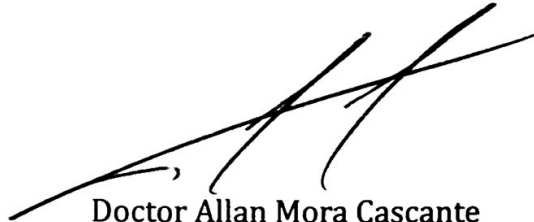
En este trabajo agradezco a Dios por ser mi guía y acompañarme en el transcurso de mi vida, brindándome paciencia y sabiduría para culminar con éxito mis metas propuestas.

A mis padres por ser mi pilar fundamental y haberme apoyado incondicionalmente, estar siempre presentes en los momentos más difíciles acompañándome en el camino y siendo muy comprensivos durante toda mi vida.

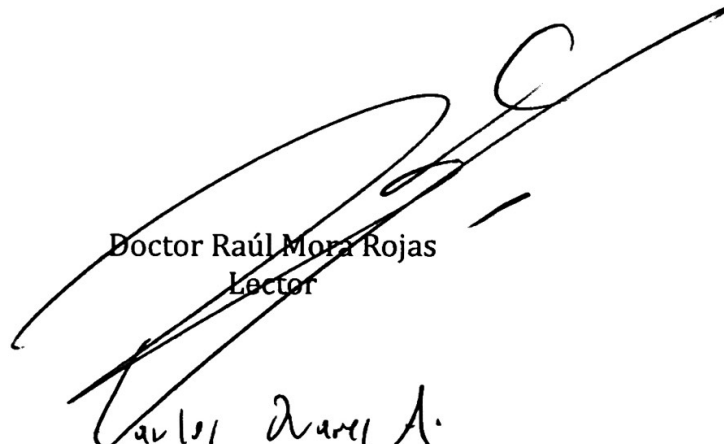
Agradezco a mi tutor de tesis Dr. Allan Mora Cascante y lectores quienes con su experiencia, conocimiento y motivación me orientaron en la investigación.

Agradezco a todos los profesores que con su sabiduría, conocimiento y apoyo, motivaron a desarrollarme como persona y profesional durante estos años de residencia.

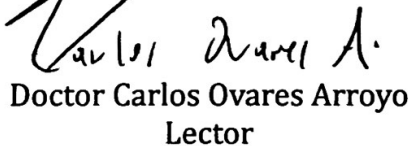
“Este trabajo final de graduación fue aceptado por el comité de la Especialidad en Ortopedia y Traumatología del Programa de Posgrado en Especialidades Médicas de la Universidad de Costa Rica, como requisito parcial para optar al grado y título de Especialista en Ortopedia y Traumatología”.



Doctor Allan Mora Cascante
Profesor o Profesora Guía



Doctor Raúl Mora Rojas
Lector



Doctor Carlos Ovarés Arroyo
Lector



Doctor Luis Diego Rodríguez Carrillo
Coordinador/Representante de la Especialidad



Donna Hidalgo Campos
Sustentante

TABLA DE CONTENIDOS

<i>Portada</i>	<i>i</i>
<i>Agradecimientos</i>	<i>ii</i>
<i>Resumen</i>	<i>vi</i>
<i>Lista de tablas</i>	<i>: vii</i>
<i>Lista de figuras</i>	<i>vii</i>
<i>Introducción</i>	<i>1</i>
<i>Objetivos</i>	<i>4</i>
<i>Marco teórico</i>	<i>5</i>
<i>Generalidades de la articulación del tobillo y características del cartílago articular</i>	<i>5</i>
<i>Patogénesis de la osteoartrosis de tobillo</i>	<i>10</i>
<i>¿Por qué usar la distracción articular?</i>	<i>16</i>
<i>Planeamiento preoperatorio</i>	<i>19</i>
<i>Indicaciones y contraindicaciones</i>	<i>21</i>
<i>Técnica de distracción de tobillo no articulado</i>	<i>23</i>
<i>Técnica desarrollada por Paley (Articulado)</i>	<i>25</i>
<i>¿Distracción articular móvil versus fija?</i>	<i>30</i>
<i>Procedimientos de acompañamiento</i>	<i>31</i>
<i>Manejo postoperatorio</i>	<i>35</i>
<i>Elementos clave del procedimiento y del cuidado postoperatorio</i>	<i>36</i>
<i>Complicaciones</i>	<i>37</i>
<i>Resultados existentes</i>	<i>38</i>

<i>Conclusiones</i>	47
<i>Anexos</i>	49
<i>Referencias</i>	50

RESUMEN

La osteoartrosis traumática de tobillo es una condición de destrucción articular que afecta gran cantidad de pacientes, principalmente personas jóvenes, ya que comúnmente se asocia a traumatismos de alta energía o inestabilidad recurrente de tobillo.

Muchos tratamientos han sido descritos en la literatura y se dividen en:

1. Procedimientos que conservan la articulación (artroscopía de tobillo, artrodiastasis, resurfacing osteocondral, osteotomías correctoras)
2. Procedimientos que no conservan la articulación (reemplazo de tobillo, artrodesis).

La artrodesis de tobillo y el reemplazo articular son los tratamientos tradicionales en pacientes con osteoartrosis avanzada y se realizan con el objetivo de aliviar el dolor, sin embargo, a largo plazo pueden acarrear complicaciones en pacientes jóvenes.

Para pacientes jóvenes y seleccionados con osteoartrosis postraumática, la artrodiastasis de tobillo puede ser una opción de tratamiento, con buenos resultados a corto y mediano plazo. Para esto, se utiliza la fijación externa para realizar tracción a través de la articulación del tobillo, con el objetivo teórico de mejorar las condiciones de regeneración del cartílago articular.

Para el estudio se realizó una búsqueda en base de datos que incluyeran las palabras clave: osteoartrosis de tobillo, artrodiastasis de tobillo, distracción articular y líquido articular de tobillo. Se recolectó la literatura descrita hasta diciembre de 2019.

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación radiológica de artrosis de tobillo _____	21
---	----

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Estructura del tobillo y radiografía estándar AP del tobillo _____	6
Figura 2. Eje de Inman _____	7
Figura 3. Eje de Inman en múltiples planos _____	7
Figura 4. Gráfico de Fuerza de estrés a la fractura y rigidez tensil _____	9
Figura 5. Técnica de toma de proyección de Salzman _____	20
Figura 6. Fijación articular no móvil _____	24
Figura 7. Pin colocado en el eje de Inman _____	26
Figura 8. Colocación de agujas a través del pie _____	27
Figura 9. Visualización de las bisagras _____	27
Figura 10. Colocación de barra de distracción posterior _____	28
Figura 11. Medición del espacio articular _____	29
Figura 12. Análisis de supervivencia de las articulaciones nativas _____	46



Autorización para digitalización y comunicación pública de Trabajos Finales de Graduación del Sistema de Estudios de Posgrado en el Repositorio Institucional de la Universidad de Costa Rica.

Yo, Donna Virginia Hidalgo Campos, con cédula de identidad 4-0204-0455, en mi condición de autor del TFG titulado Artrodiastasis de tobillo como opción de tratamiento en la artrosis postraumática: indicaciones, técnica quirúrgica y resultados

Autorizo a la Universidad de Costa Rica para digitalizar y hacer divulgación pública de forma gratuita de dicho TFG a través del Repositorio Institucional u otro medio electrónico, para ser puesto a disposición del público según lo que establezca el Sistema de Estudios de Posgrado. SI NO *

*En caso de la negativa favor indicar el tiempo de restricción: _____ año (s).

Este Trabajo Final de Graduación será publicado en formato PDF, o en el formato que en el momento se establezca, de tal forma que el acceso al mismo sea libre, con el fin de permitir la consulta e impresión, pero no su modificación.

Manifiesto que mi Trabajo Final de Graduación fue debidamente subido al sistema digital Kerwá y su contenido corresponde al documento original que sirvió para la obtención de mi título, y que su información no infringe ni violenta ningún derecho a terceros. El TFG además cuenta con el visto bueno de mi Director (a) de Tesis o Tutor (a) y cumplió con lo establecido en la revisión del Formato por parte del Sistema de Estudios de Posgrado.

INFORMACIÓN DEL ESTUDIANTE:

Nombre Completo: Donna Virginia Hidalgo Campos

Número de Carné: A73252 Número de cédula: 4-0204-0455

Correo Electrónico: dhidalgo89@hotmail.com

Fecha: julio 31, 2020 Número de teléfono: 84322523

Nombre del Director (a) de Tesis o Tutor (a): Allan Mora Cascante

FIRMA ESTUDIANTE

Nota: El presente documento constituye una declaración jurada, cuyos alcances aseguran a la Universidad, que su contenido sea tomado como cierto. Su importancia radica en que permite abreviar procedimientos administrativos, y al mismo tiempo genera una responsabilidad legal para que quien declare contrario a la verdad de lo que manifiesta, puede como consecuencia, enfrentar un proceso penal por delito de perjurio, tipificado en el artículo 318 de nuestro Código Penal. Lo anterior implica que el estudiante se vea forzado a realizar su mayor esfuerzo para que no sólo incluya información veraz en la Licencia de Publicación, sino que también realice diligentemente la gestión de subir el documento correcto en la plataforma digital Kerwá.

INTRODUCCION

La osteoartrosis de tobillo es una condición caracterizada por la degeneración del cartílago articular, progresiva y comúnmente secundaria a traumatismos de alta energía como fracturas de pilón tibial o fracturas bimalleolares, así como inestabilidad recurrente de tobillo (Bernstein et al., 2017). Es una patología discapacitante que afecta a personas jóvenes y activas (Badahdah y Zgonis, 2017). A pesar de un adecuado manejo de las fracturas intraarticulares de tobillo, se ha visto que hasta un 20% pueden desarrollar artrosis y hasta un 70 a 80% de los casos de artrosis de tobillo tienen como antecedente un traumatismo previo. (Adams et al., 2017).

Adams et al., 2015, 2017 indican que a diferencia de otras formas de artrosis, con la osteoartrosis de tobillo postraumática se conoce el momento de inicio, lo que permite la realización de intervenciones tempranas y prevención de la progresión.

Algunos estudios han sugerido que más que el desplazamiento de la fractura o la incongruencia articular, la energía absorbida inicialmente por la superficie articular es un mejor predictor del desarrollo de artrosis postraumática. Esto relacionado a mayor inflamación de la sinovial y hueso, así como muerte de condrocitos. Sin embargo, el proceso patológico que ocurre dentro de la sinovial y el cartílago lesionado, así como el mecanismo que lleva a progresión de la enfermedad ha sido pobremente estudiado (Adams et al., 2015).

Dentro de las alternativas quirúrgicas para el manejo de la osteoartrosis postraumática, se encuentran tradicionalmente la artrodesis de tobillo o la artroplastía total de tobillo. (Badahdah y Zgonis, 2017)

La artrodesis provee alivio del dolor, sin embargo se pierde la movilidad del tobillo, lo que lleva a un incremento del estrés en las articulaciones adyacentes y aumenta la energía necesaria para la deambulación. Del mismo modo, se debe recalcar que existe un porcentaje alto de pseudoartrosis que varía de un 5 a un 35%. (Kluesner y Wukich, 2009)

Por otro lado, el remplazo total de tobillo no afecta la movilidad, pero no está indicado en pacientes jóvenes activos dado los porcentajes de fallo y subsecuentes revisiones (Bernstein et al., 2017). Las indicaciones para el remplazo total de tobillo consisten en personas adultas mayores sin comorbilidades médicas significativas, adecuado índice de masa corporal, actividad física leve y con mínima o ausente deformidad en miembros inferiores (Badahdah y Zgonis, 2017).

Ante este panorama es cuando se desarrolla la artrodiastasis articular como alternativa a pacientes jóvenes y activos que no desean sacrificar la articulación del tobillo (Wynes y Kaikis, 2018). Según estos autores el término artrodiastasis fue implementado por Aldegheri y colegas en Verona, Italia; se deriva de las palabras en griego: arthro (articulación), dia (a través) y tasis (estirarse). El grupo de trabajo de Aldegheri realizó los primeros estudios con distracción articulada de cadera en pacientes con diversas condiciones, entre ellas la osteoartrosis.

La artrodiastasis de tobillo fue reportada por primera vez en 1978 por Judet R y Judet T. pero fue hasta 1995 que Van Valburg et al. desarrolló la técnica (Paley et al., 2005; Zhao et al., 2017). Esta técnica ganó popularidad en Europa por los trabajos de Marijnissen, quien implementó este método como opción de manejo de osteoartrosis de tobillo en estadio final. (Marijnissen et al., 2001; Wynes y Kaikis, 2018)

El objetivo de la artrodiastasis de tobillo es optimizar la capacidad de regeneración del cartílago articular, con el fin de aliviar el dolor y mejorar la función de la articulación enferma, para esto se utiliza un fijador externo, el cual retira la carga en el tobillo, preserva arcos de movilidad y retrasa el proceso de artrosis. (Bernstein et al., 2017)

En la actualidad en Costa Rica se utilizan como opciones de manejo en artrosis postraumáticas los tratamientos tradicionales anteriormente mencionados, teniendo en cuenta los criterios de inclusión estrictos para realizar dichos procedimientos y sus limitaciones. Con este trabajo se pretende concienciar sobre la utilización de la artrodiastasis de tobillo como opción de manejo en aquellos pacientes jóvenes y activos con artrosis postraumática de tobillo, con el objetivo de conservar la articulación y así aliviar el dolor y mejorar la funcionalidad. También se pretende describir las técnicas y perlas quirúrgicas, así como los resultados obtenidos según la revisión de la bibliografía.

OBJETIVOS

- Promover la distracción articular de tobillo como manejo de pacientes jóvenes y activos con artrosis postraumática de tobillo, con el fin de brindar opciones de tratamiento y ampliar la implementación de este método en pacientes con criterios de selección.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Revisar las generalidades anatómicas, fisiológicas y biomecánicas de la articulación del tobillo cartílagos articulares del tobillo, así como el proceso de artrosis postraumática del mismo
- Identificar las indicaciones y contraindicaciones para la realización de artrodiastasis de tobillo.
- Describir la técnica quirúrgica y los detalles técnicos de importancia.
- Plantear, mediante revisión bibliográfica, los resultados postoperatorios de artrodiastasis de tobillo a corto y mediano plazo.
- Analizar los procedimientos que se pueden realizar asociados a la artrodiastasis de tobillo para mejorar los resultados.
- Describir las complicaciones posibles al realizar artrodiastasis de tobillo.

MARCO TEÓRICO

Generalidades de la articulación del tobillo y características del cartílago articular

Comparado con otras articulaciones de la extremidad inferior, la articulación del tobillo posee características epidemiológicas, anatómicas, biomecánicas y biológicas únicas.

La anatomía ósea del tobillo determina los planos y rangos de movimiento de la articulación y le confiere un alto grado de estabilidad y congruencia cuando la articulación se encuentra en apoyo.

Los tres huesos que forman la articulación (tibia, peroné y astrágalo) confieren tres caras articulares opuestas. El maleolo medial y la faceta medial del talo forman la superficie articular medial; el maleolo lateral y la superficie lateral del talo forman la superficie articular lateral y la tibial distal y el domo del astrágalo forman la superficie articular central (Blankenhorn y Saltzman, 2014).

La superficie articular distal de la tibia tiene una convexidad longitudinal que empata con la concavidad de la superficie del talo, el centro de esta unión divide la articulación tibiotalar en los compartimentos lateral y medial, lo cual es útil para la evaluación de la carga del tobillo y de los cambios degenerativos. (Figura 1) (Blankenhorn y Saltzman, 2014).

La tibia distal, el maleolo lateral y el peroné forman la mortaja del tobillo, la cual contiene el astrágalo. Los ligamentos anteriores y posteriores mantienen la tibia distal y el peroné juntos, para formar la sindesmosis tibiofibular. Por otro lado, los complejos ligamentarios mediales y laterales y la cápsula articular estabilizan la relación entre el talo y la mortaja. (Blankenhorn y Saltzman, 2014).

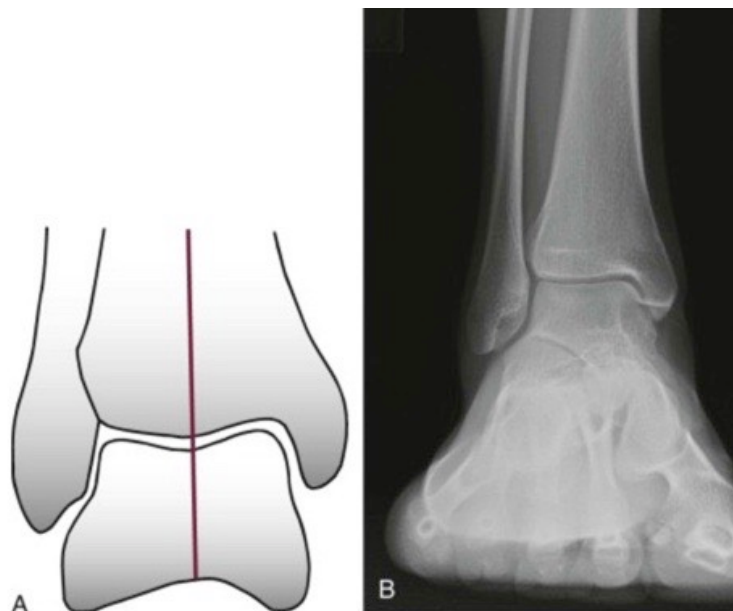


Figura 1.

- A. Documenta la estructura del tobillo, las relaciones articulares entre el peroné, la tibia distal y el astrágalo, formando las superficies articulares lateral, central y medial. Nótese como la convexidad de la tibia distal empata con la concavidad del domo del astrágalo.
- B. Radiografía estandar AP del tobillo
- Tomado de Blankenhorn, B. Y Saltzman, C.(2014)

La anatomía ósea, los ligamentos y la cápsula articular guían y restringen el movimiento entre el talo y la mortaja. Estas estructuras se ensanchan levemente de posterior a anterior, entonces cuando el talo está plantarflexionado, la porción más delgada se encuentra en la mortaja, lo cual permite que haya un componente rotacional. Cuando el talo está en completa dorsiflexión, los ligamentos de la sindesmosis tibiofibular se tensan y la parte más ancha de la articulación talar se bloquea en la mortaja (Blankenhorn y Saltzman, 2014). Todas estas características hacen que la articulación del tobillo sea capaz de soportar 5,5 veces el peso corporal durante la marcha.

La orientación de la articulación del tobillo es descrita por una línea perpendicular a la diafisis de la tibia, la cual se encuentra en un leve valgo. El ángulo de la tibia distal lateral tiene una medida promedio 89 grados (86-92 grados) (Bernstein et al., 2017; Paley, 2002)

Una teoría tradicionalmente aceptada es que el astrágalo rota con un grado de libertad dentro del eje del tobillo (El cual es creado por una constante geométrica entre el domo del astrágalo, el plafón tibial y los maleolos lateral y medial, que corresponde al eje de Inman) (Bernstein et al., 2017)



Figura 2.
Eje de Inman, Correspondiente al eje de rotación del tobillo. Tomado de Bernstein, M. et all (2017)

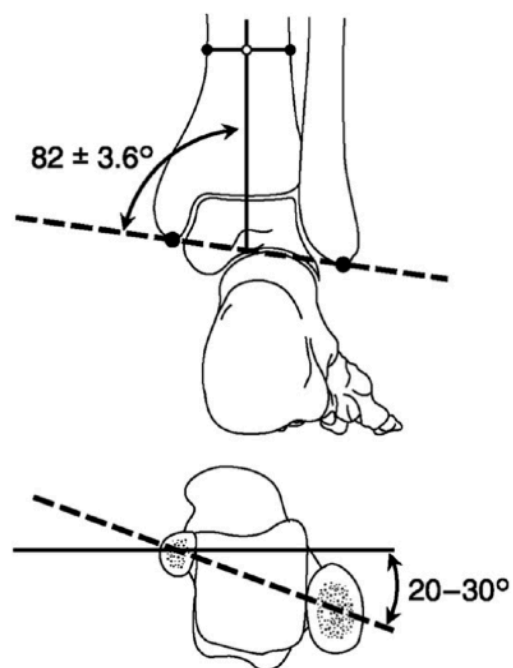


Figura 3.
Ilustración del eje de Inman en múltiples planos
Tomado de Paley, D. et all (2008)

El Eje de Inman discurre entre el tip del maleolo tibial y peroneal. Este eje es la base de todos los diseños de prótesis de tobillo y de la colocación de construcciones tipo bisagra cuando se realizan procedimientos como la distracción articular (Bernstein et al., 2017). (ver figuras 2 y 3)

El cartílago articular carece de suplemento vascular, inervación, o drenaje linfático; este recibe nutrición y degradación de desechos mediante difusión e imbibición (Bernstein et al., 2017). El condrocito es la célula funcional del cartílago articular y es la responsable de la formación y mantenimiento de matriz orgánica extracelular. Los condrocitos en edad adulta permanecen en un estado quiescente y su potencial de proliferación disminuye con la edad. Las descargas repetitivas fisiológicas en la articulación son vitales para mantener la salud del cartílago (Kluesner y Wukich, 2009)

El tobillo tiene ciertas características únicas que hacen que sea menos propenso a ostroartritis en comparación con la cadera y la rodilla, entre ellas se encuentran:

- Grosor del cartílago articular y sus propiedades tensiles
- Metabolismo del cartílago articular

Propiedades ténsiles y grosor del cartílago articular

El cartílago articular del tobillo tiene un grosor promedio que va desde menos de 1mm hasta 2 mm. Cuando se comparan las fuerzas tensiles de la cadera y el tobillo, se ha demostrado que el cartílago del tobillo preserva su fuerza tensil en estrés mejor que el cartílago de la cadera y estas diferencias incrementaban con la edad. Al igual que la rigidez, la cual es mejor tolerado por el cartílago del tobillo que de la cadera.

La fuerza tensil en estrés a las fracturas en la articulación de la cadera es inicialmente mayor que el de la superficie articular del astrágalo. Sin embargo con la edad esto declina exponencialmente en la cadera pero linealmente en el tobillo como se muestra en la figura 4 A. Como resultado de estas diferencias, con la edad el cartílago articular del tobillo puede soportar una mayor descarga tensional que la cadera en etapas avanzadas de la vida. En cuanto a la rigidez tensil se ha visto que siguen un patrón similar a lo largo de la vida (Figura 4B). (Blankenhorn y Saltzman, 2014).

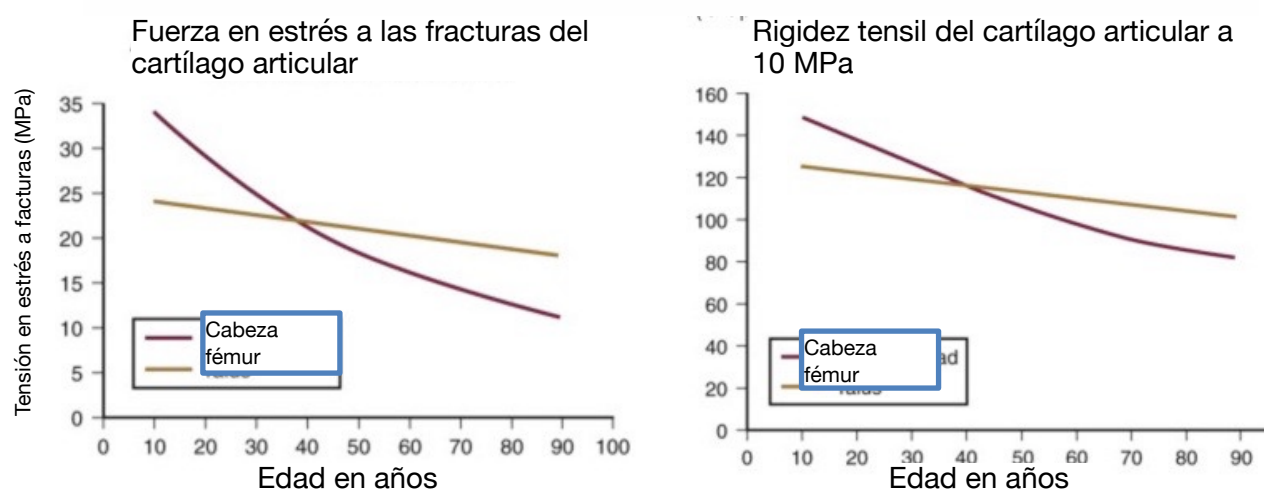


Figura 4

- A. Fuerza tensil en estrés a fractura de la superficie articular del tobillo y de la cadera, en comparación con la edad
- B. Rigidez tensil de la superficie articular del tobillo y de la cadera, en comparación con la edad.

Fuente: Blankenhorn, B. Y Saltzman, C. (2014)

Se presume que esta disminución de las propiedades tensiles del cartílago articular resulta de la progresiva debilidad de las fibras de colágeno articular. La causa de la debilidad de la matriz cartilaginosa no esta bien explicada aún (Blankenhorn y Saltzman, 2014).

Metabolismo del cartílago articular

El cartílago articular del tobillo puede diferir de las otras articulaciones en la expresión de una enzima que lo degrada en respuesta a la Interleucina 1 (IL-1). Por ejemplo, se ha detectado un mensajero de ácido ribonucleico a la colagenasa de neutrofilos (metaloproteinasa de matriz 8) en los condrocitos del cartílago articular de la rodilla, pero no en los del tobillo. La IL-1 inhibe la síntesis del proteoglicanos por los condrocitos del cartílago articular de la rodilla con mayor eficacia que en el tobillo. La diferencia de respuesta a la Interleucina -1 entre los condrocitos de la rodilla y el tobillo aparece debido al número de receptores de IL1 en los condrocitos del cartílago de la rodilla. Estas observaciones requieren más estudios, pero sugieren que las diferencias en el metabolismo existen entre ambos cartílagos articulares que podría explicar la relativa rareza de la osteoartritis de tobillo. (Blankenhorn y Saltzman, 2014).

El papel de estos marcadores proinflamatorios en el tobillo se explicará en detalle en la siguiente sección.

Patogénesis de la osteoartritis de tobillo

En un estudio realizado en un periodo de 13 años, se analizaron 639 pacientes con artrosis de tobillo, de los cuales se documentó que el 70% correspondían a artrosis postraumática mientras que solamente 7,2% se trataban de artrosis primarias. De las artrosis postraumáticas, las causas más comunes correspondían a las fracturas con componente

rotacional (37%) e inestabilidad recurrente de tobillo (15%). Del porcentaje de los pacientes que presentaron una artrosis primaria el 59% tenían clínicamente mal alineaciones en el retropié (Blankenhorn y Saltzman, 2014).

El tobillo, cuando se encuentra bajo carga, tiene un área de contacto pequeña, entre las dos caras articulares opuestas, en comparación con la cadera y la rodilla. Se ha documentado que a los 500 N de carga el área de contacto en el tobillo es de 350 milímetros cuadrados en promedio, siendo de 1120 milímetros cuadrados en la rodilla y 1100 milímetros cuadrados en la cadera. Por tanto, al tener un área de contacto más pequeña, se puede inferir que el estrés de contacto máximo es mayor en los tobillos que en estas otras articulaciones (Blankenhorn y Saltzman, 2014). Se ha demostrado que hasta 1 mm de desplazamiento del talo en la mortaja genera un 42% de disminución del área de contacto articular. Consecuentemente el cartílago remanente es expuesto a fuerzas de compresión sobre un área de contacto menor, llevando a una potencial degeneración y artrosis (Bernstein et al., 2017)

El cartílago articular provee la elasticidad y la resistencia a las fuerzas de compresión, protegiendo el hueso subyacente; el hecho de que el cartílago articular del tobillo sea más delgado y con un área de contacto menor hace que la articulación sea más susceptible a osteoartrosis postraumática, ya que es menos hábil para adaptarse a una superficie incongruente, pues incrementa el estrés de contacto en la articulación, lo que excede la capacidad de la articulación de repararse o adaptarse. Se ha visto que la incongruencia articular residual y las disyunciones severas del cartílago articular llevan a degeneración

articular, comúnmente en los primeros dos años tras la lesión. (Blankenhorn y Saltzman, 2014; Kluesner y Wukich, 2009)

De acuerdo con esta hipótesis el desarrollo de ostroartritis postraumática del tobillo progresa a través de la sobreexposición de tres estados: lesión del cartílago articular, respuesta de los condrocitos al tejido dañado y disminución de la respuesta de los condrocitos a la reparación (Kluesner y Wukich, 2009)

Asociado a esto se ha documentado que la descarga mecánica constante durante la fase inflamatoria genera una serie de respuestas biológicas en los niveles macro (tejido) y micro (celular), activando una cascada de señalización intracelular por un proceso llamado mecanotransducción (Schenker et al., 2014).

Mediante estudios cadavéricos y en animales, se ha documentado que posterior a una fractura intraarticular hay disminución de los condrocitos viables a nivel del sitio de la fractura. Esta disminución progresa durante las primeras 48 horas, por mecanismos de muerte celular tanto de apoptosis como necrosis. (Schenker et al., 2014).

Se ha hipotetizado que la respuesta inflamatoria temprana, con liberación de mediadores proinflamatorios y radicales libres, podría llevar a un daño irreversible en los condrocitos y la degradación de la matriz extracelular, dado que el líquido articular actúa como un depósito del metabolismo del cartílago y la sinovial, este tiene el potencial de contener marcadores cuantificables de la salud articular. (Schenker et al., 2014)

Adams y colaboradores compararon el líquidos articulares del tobillo con luxofracturas o con osteocondritis disecante al momento de la fractura y posterior a lavados de la articulación, encontraron evidencia de un influjo de células inflamatorias, así como

activación del complemento intraarticular posterior a la fractura. Este estudio demuestra el rol activo del líquido sinovial posterior a la fractura. A su vez, se determinó que el líquido articular en pacientes en último estadio de artrosis postraumática de tobillo contienen una elevada cantidad de citoquinas proinflamatorias, cuando se compara con tobillos sanos (Adams et al., 2015).

Se ha cuantificado un aumento de 12 citoquinas y metaloproteinasas en la fase aguda de la fractura los cuales incluían IL-1 β , TNF- α , IL-6, IL-8 y las MMPs.

IL-1 β y TNF- α aumentan agudamente en el suero y fluido sinovial y están asociados al aumento de la expresión de IL-6, IL-8, MMP-1 y MMP-3. Estas citoquinas actúan para suprimir la síntesis de sustancias como el proteoglicano y colágeno tipo II (Adams et al., 2015; Schenker, et al., 2014).

Las metaloproteinasas son enzimas que descomponen el colágeno, ya sea actuando directamente sobre las formas fibrilares (MMP-1 y MMP-3), o actuando sobre las formas gelatinosas (parcialmente hidrolizadas) en el caso de MMP-2 y MMP-9. Todas las MMP medidas, incluida la MMP-10 (que contribuye al catabolismo del proteoglicano y la fibronectina) fueron significativamente más altas en el líquido articular de los tobillos fracturados. Se cree que el desarrollo de la osteoartrosis postraumática de tobillo se encuentra más en relación con el aumento de MMP-2 y MMP-9. No se encontraron diferencias significativas entre los tobillos sanos y fracturados para los marcadores de catabolismo de colágeno o proteoglicano (Adams et al., 2015).

También se observaron concentraciones significativamente más altas de IL-6 e IL-8 en el líquido articular de tobillos fracturados. La IL-6 tiene efectos proinflamatorios y

antiinflamatorios y se ha demostrado que es un potente biomarcador sérico de trauma, estrés y dolor que se correlaciona positivamente con la gravedad de la lesión (Adams et al., 2015).

La IL-6 desempeña un papel importante en la osteoartrosis y afecta la articulación de la misma manera que otras citocinas, es decir, disminuye la producción de matriz extracelular y regula su catabolismo. La IL-8 es inducida tanto por IL-1 β como por TNF- α y es una quimiocina potente para neutrófilos, así como el catabolismo de cartílago mediado por neutrófilos. Recientemente se demostró que IL-8, pero no IL-6, disminuye en el líquido articular con el tiempo desde la lesión (Adams et al., 2015).

La IL-10 una potente citocina antiinflamatoria, también se elevó en el líquido articular de tobillos fracturados. La IL-10 estimula la producción de colágeno tipo II, inhibe las MMP y la apoptosis de los condrocitos, y regula negativamente IL-1 β y TNF- α , estimulando la producción de IL-1Ra y el inhibidor tisular de la metaloproteinasa de matriz. La presencia de IL-10 en el líquido articular de un tobillo fracturado sugiere la estimulación de un potente mecanismo condroprotector junto con el medio proinflamatorio que sigue a la fractura aguda de tobillo. Sin embargo, aparentemente es superado por el proceso proinflamatorio. Conforme evoluciona la fractura los niveles de IL-10 disminuían, lo que sugiere que esta citoquina tiene importancia durante la fase aguda temprana (Adams et al., 2015).

Los datos más recientes indican que las IL-6, IL-8 y MMP-1, MMP-2 y MMP-3 continúan siendo significativamente elevados en tobillos previamente fracturados a pesar de fracturas completamente curadas (Adams et al., 2017a; 2017b).

La comparación de las concentraciones a los 6 meses con los niveles agudos muestra que las IL-6, IL-8 y MMP-2 están presentes en niveles más altos a los 6 meses, y mientras que MMP- 1, MMP-3, MMP-9 y MMP-10 se midieron a una concentración más baja a los 6 meses, sin embargo, todavía se encuentran por encima de niveles medidos en una articulación no lesionada (Adams et al., 2017a; 2017b).

En la fase subaguda, el cartílago articular cambia su composición incrementando las concentraciones de agua y disminuyendo la concentración de proteoglicanos, además el colágeno tipo II es debilitado por la combinación de poca producción e incremento de las citoquinas proinflamatorias antes mencionadas (Bernstein et al., 2017).

Aunque los niveles elevados de estas citocinas pueden no persistir en la articulación lesionada a largo plazo, es razonable que los efectos nocivos de la activación aguda de las vías de señalización inflamatoria puedan tener consecuencias patológicas a largo plazo (Adams et al., 2017a).

Debido a todos estos cambios inflamatorios, la viscoelasticidad del cartílago articular se ve afectado, lo que lleva al aumento en la formación de hueso subcondral; cambios que se pueden presentar hasta 8 semanas posterior al evento traumático (Schenker et al., 2014).

Por otro lado, se ha visto que la presión hidrostática intraarticular cíclica se ve disminuida en los pacientes con osteoartrosis al afectar la nutrición del cartílago, ni permitir un adecuado aclaramiento de los factores proinflamatorios, perpetuando la lesión y disminución del cartílago articular. (Kluesner y Wukich, 2009)

La reparación del cartílago articular es posible por la liberación de factores de crecimiento por parte de los espacios de hueso subcondral expuestos. La respuesta inflamatoria local

estimula las células madre pluripotenciales mesenquimales, que, dependiendo del ambiente local, puede ser manipulado a formar fibrocartilago. Sin embargo, la relación entre el hueso subcondral y el desarrollo de osteoartrosis continua en investigación (Bernstein et al., 2017; Kluesner y Wukich, 2009).

Comprender el equilibrio entre las citocinas destructoras y protectoras y cómo y cuándo este equilibrio se inclina hacia la enfermedad progresiva será clave para diagnosticar y tratar la osteoartrosis postraumática en el tobillo (Adams et al., 2015).

El manejo temprano de las fracturas intraarticulares es recomendado, con el objetivo de lograr una reducción anatómica de la superficie articular, evitando así inestabilidad y malalineamientos (Schenker et al., 2014).

En cuanto al manejo inicial de esta patología, queda claro que consiste en medidas conservadoras, que incluyen, entre otras, medicamentos antiinflamatorios no esteroideos, fisioterapia, infiltraciones intraarticulares, modificación de calzado y estilo de vida. (Sagray et al., 2012).

Cuando estas medidas no son suficientes para causar alivio al paciente, se establece las opciones quirúrgicas como manejo.

¿Por qué usar la distracción articular?

En 1975, Volkov y Oganessian reportaron la aplicación del primer dispositivo de fijación externa articulado para movilizar contracturas articulares, reducir luxaciones antiguas y comprimir focos de no uniones en el codo y la rodilla. Van Roermund y sus colegas han sido reconocidos por su trabajo pionero de distracción de la articulación del tobillo para el

tratamiento de la artrosis. Su hipótesis para el tratamiento de distracción de la articulación del tobillo es que el cartílago osteoartrótico deteriorado tiene actividad reparadora cuando se libera el estrés mecánico de la articulación durante un período de tiempo apropiado. (Nishino, Chang, Ishii, et al., 2010; Van Roermund, Marijnissen, Lafeber, 2002)

Van Valburg et al., en 1993 midieron la presión hidrostática intraarticular durante la distracción mediante la inserción de un catéter sensible a la presión. Se demostró que la presión intraarticular es fluctuante. Los autores sugirieron que estas fluctuaciones combinadas con la ausencia de estrés mecánico ayudan al incremento del líquido articular y a la reparación articular (Bernstein et al., 2017; Paley et al., 2005).

La razón por la cual la distracción del tobillo conduce a un alivio duradero del dolor de la osteoartrosis de la articulación del tobillo aún no es clara. En teoría, la distracción proporciona un entorno protegido de baja presión que permite la reparación del cartílago. La distracción articular mejora el estado metabólico del cartílago al optimizar el ambiente local y mantener la presión intermitente del líquido intraarticular (Castagnini et al., 2016; Tellisi et al., 2009). El flujo articular intermitente se favorece al permitir que el paciente apoye con el fijador de forma temprana, causando fluctuaciones en la presión hidrostática intraarticular entre la fase de balanceo y golpe de talón. Este movimiento del líquido articular mejora el ambiente local para la curación del cartílago articular. (Badahdah y Zgonis 2017; Tellisi et al., 2009).

Salter y sus colegas mostraron que la reparación del cartílago se produce dentro de un defecto del cartílago en un rango de movimiento mantenido apropiado, en donde se desarrolla fibrocartílago, que posteriormente restaura la superficie articular normal. Se

teoriza que el tejido fibroso estable formado en la articulación del tobillo es el causante del alivio del dolor, ya que funcionaría como una artroplastía de interposición (Castagnini et al., 2016; Salter et al., 1980; Zhao et al., 2017; Zgonis y Stapleton, 2007).

Otra teoría se centra en el dolor de la osteoartrosis. Los síntomas clínicos pueden estar relacionados con el efecto de la presión hidrostática sobre los defectos de los canales hidrostáticos en el hueso subcondral. La artroplastía de distracción del tobillo puede permitir una reparación cartilaginosa y ósea suficiente para sellar estos canales hidrostáticos. (4, 21,30) (Badahdah y Zgonis, 2017; Paley et al., 2005; Van Roermund, Marijnissen y Lafeber, 2002)

La serie clínica actual de Van Roermund y colegas (2002) mostró que la distracción sola, sin ejercicios de rango de movimiento, produce un efecto clínico positivo en el 70% de los casos.

Los autores teorizan que la adición de varios principios, tales como el rango de movimiento de la articulación, la corrección de la mala alineación de tejidos óseos, contracturas de tejidos blandos y la eliminación de causas del pinzamiento articular, debería mejorar aún más estos resultados clínicos. El uso concomitante de procedimientos óseos y en tejidos blandos está ampliamente recomendado para realizarse en el mismo momento o antes de la distracción articular (Van Roermund et al., 2002)

Se cree que al liberar el tobillo de cargas en compresión, pero favoreciendo la persistencia de la presión intermitente, se mejoran las características del líquido articular favoreciendo la persistencia de factores de crecimiento y antiinflamatorios, lo que incitaría la balanza a la regeneración de los condrocitos y que este efecto beneficioso se vería a las 12 a 22

semanas de liberación de la carga mecánica. Las mejoras clínicas en cuanto al dolor persisten posterior a este periodo (Tellisi et al., 2009).

También se ha documentado que la distracción articular disminuye la esclerosis subcondral a nivel del tobillo, presumiblemente debido a que la descarga axial es transferida a través del fijador (Tellisi et al., 2009).

Planeamiento preoperatorio

El planeamiento preoperatorio es un paso crítico a realizar en los pacientes que podrían beneficiarse del procedimiento. En la historia clínica debe recopilarse información como: edad, nivel de actividad, fumado, ingesta de alcohol, soporte social, comorbilidades médicas, antecedentes traumáticos a nivel de miembros inferiores y neuropatías.

Se debe indagar sobre las características del dolor, así como su localización, agravantes y métodos de alivio, si hay presencia de sensación de inestabilidad, tratamientos no quirúrgicos y/o quirúrgicos previos (Bernstein et al., 2017).

En el examen físico se deben buscar datos de estado neurovascular, rangos de movilidad del tobillo, contracturas en equino, inestabilidad y deformidades óseas (Zhao Hong-Mou et al., 2017). Se buscan a su vez datos de inestabilidad dinámica y la medición del ángulo de progresión del pie mediante análisis de la marcha (Bernstein et al., 2017).

Se valora la contractura en equino del tobillo mediante el test de Silverskiold que determina si existe una contractura gastrocnemio dependiente. Lo que ayuda a determinar el tipo de procedimiento asociado óptimo: un deslizamiento del gastrocnemios o una resección tipo

Vulpius a través de un abordaje Gastronemio medial o posterior directo (Bernstein et al., 2017)

Dentro de los estudios de imagen y gabinete, se debe centrar con radiografías de pie y tobillo con apoyo (AP, Lateral y de mortaja), radiografías de la tibia y de la alineación del retropie con el paciente de pie como la proyección de Saltzman. (Figura 5)

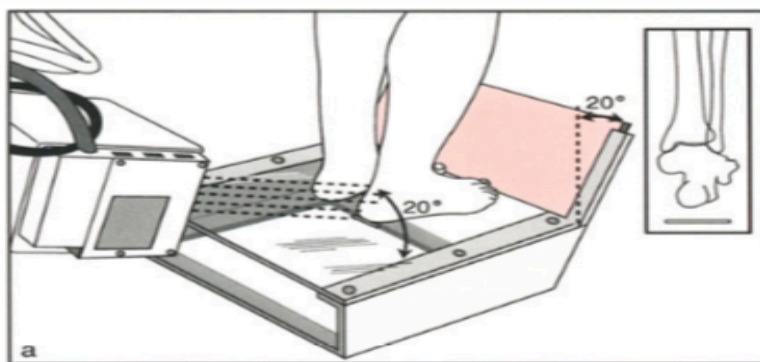


Figura 5.

a. Técnica de toma de proyección de Saltzman para valorar el eje axial del retropie.

La ventaja de esta proyección es que muestra el canchaneo la articulación del tobillo y la tibia con mayor claridad.

Tomado de Paley D. Principles of Deformity Correction.

Se realiza la medición del espacio articular, que se refiere a la cantidad de espacio medido entre el hueso subcondral del plafón tibial y el hueso subcondral del talo (Fragomen et al., 2014). Esta medición ayudará a determinar la cantidad de distracción articular requerida. Se determina la orientación del tobillo con el fin de descartar deformidades óseas asociadas que requieran su corrección. Se descarta la presencia de osteofitos anteriores (Tellisi et al., 2009).

La artrosis de tobillo se clasifica radiológicamente según Van Dijk. Tabla 1.

Tabla 1.	Clasificación radiológica Van Dijk de la artrosis de tobillo
Grado 0	Ninguna, normal
Grado 1	Leve, Osteofitos sin pinzamiento articular
Grado 2	Moderada, Pinzamiento articular con o sin osteofitos
Grado 3	Severa, Desaparición subtotal, total o deformación de la interlinea articular

Tabla 1. Clasificación radiológica de artrosis de tobillo. Tomado de Herrera, M. et al., (2013)

Los estudios como TAC, RMN y análisis de la marcha, no son estudios solicitados de rutina, sin embargo el TAC ayuda a delimitar la extensión de la artrosis, la integridad de articulación subtalar y a identificar lesiones como la osteocondritis disecante. La RMN se utiliza en casos de sospecha de osteonecrosis o infección y en la evaluación de tejidos blandos y el cartílago articular (Bernstein et al., 2017; Tellisi et al., 2009; Zhao Hong-Mou et al., 2017).

Indicaciones y contraindicaciones para artrodiastasis de tobillo

Las indicaciones citadas por van Roermund y colegas son: (Bernstein et al., 2017; Marijnissen et al., 2001; Wynes y Kaikis 2018).

- Pacientes de 20 a 70 años (de preferencia menor a 50 años)
- Artrosis de tobillo postraumática moderadas, severas unilaterales (grado 2 o menores de la clasificación de Van Dijk) dolorosas, con o sin contractura en equino

- Articulaciones de tobillo semimóviles y congruentes, con al menos 20 grados de movilidad (Bernstein et al., 2017).

Es importante que el paciente se encuentre motivado y desee una alternativa a la fusión del tobillo o el remplazo total de tobillo.

Las contraindicaciones mayores para una distracción articular son: (Bernstein et al., 2017; Kluesner y Wukich 2009; Zhao Hong-Mou et al., 2017).

- Insuficiencia arterial.
- Infección activa.
- Neuropatía de Charcot o neuropatías periféricas marcadas.
- Pacientes que no se van a apegar al tratamiento.
- Osteoporosis severa.
- Rango de movilidad de tobillo menor a 20 grados.

Las contraindicaciones relativas incluyen: (Barg, 2013; Bernstein et al., 2017; Wynes y Kaikis 2018; Zhao Hong-Mou et al., 2017).

- Síndrome de dolor regional complejo.
- Infección previa.
- Fumado o ingesta de alcohol.
- Diabetes descompensada.
- Insuficiencia venosa o linfática asociada con dermatitis venosa crónica.
- Antecedente de síndrome compartimental previo o recurrente.
- Cambios severos de artrosis o presencia de artrosis inflamatorias.
- Pacientes en edad avanzada con poca demanda funcional.

- Obesidad mórbida.

La presencia de deformidades extraarticulares no son contraindicación para el procedimiento, sin embargo deben corregirse durante este (Bernstein et al., 2017).

Técnica de distracción de tobillo no articulado

Es importante destacar que el procedimiento se debe realizar con un dispositivo tipo circular, ya que si bien es una técnica más compleja (en comparación con un fijador monolateral), permiten una mejor aplicación de la distracción articular simétrica y una mejor alineación con el eje del tobillo (Kluesner y Wukich, 2009).

El procedimiento se realiza bajo anestesia general, con el paciente colocado en decúbito supino, la utilización de un torniquete es altamente recomendada, sin embargo, este es desinflado antes de la colocación del dispositivo de fijación externa (Badahdah y Zgonis, 2017).

La distracción articular se puede realizar en conjunto con otros procedimientos, con el objetivo de manejar problemas puntuales documentados en el planeamiento preoperatorio. Si se requiere alguna técnica concomitante esta se realiza al inicio de la cirugía, ingresando a la articulación mediante una artroscopia de tobillo o un abordaje anteromedial justo medial al tendón del músculo tibial anterior, evitando las estructuras neurovasculares mediales. Se realiza un lavado articular con sinovectomía, se retiran los osteofitos y cuerpos libres; se valora la movilidad del tobillo y si es necesario se corrige cualquier contractura en equino. Las heridas se cierran y se desinfla el torniquete (Badahdah y Zgonis, 2017; Barg, 2013).

En el protocolo holandés, establecido por Van Roermund y colaboradores, el dispositivo Ilizarov se fija a la tibia con dos alambres de Kirschner de 1.5 mm por anillo, estos dos anillos se unen al anillo en forma de u por medio de cuatro barras roscadas. Se utilizan uno o dos cables talaes para evitar la distracción de la articulación subtalar, dos cables con oliva cruzados en calcáneo y un cable con oliva medial a través de los metatarsianos, los cuales se fijan al anillo del pie. La distracción se realiza a una velocidad de 0,5 mm dos veces al día durante 5 días para lograr una distracción total de 5 mm (Van Valburg AA, van Roermund PM, Lammens J, et al., 1995; Van Roermund, Marijnissen, Lafeber, 2002).

Esta distracción se mantiene durante 3 meses, durante los cuales se soporta todo el peso permitido. (Figura 6)

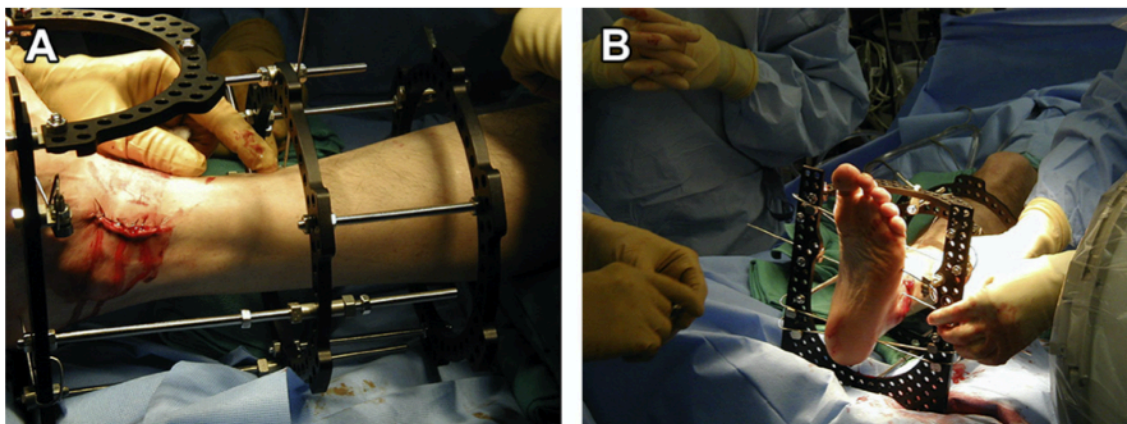


Figura 6.
A y B: Fijación articular no móvil.
Tomado de Barg. A. et all (2013)

Técnica desarrollada por Paley (Articulado)

Diferente al enfoque de Van Roermund y colegas (Tellisi et al. 2009; Zhang et al., 2017), el protocolo de distracción de tobillo de Dror Paley y su grupo utiliza un fijador externo con bisagras que permite ejercicios de rango de movimiento del tobillo. Se pueden realizar procedimientos asociados que incluyen la eliminación de osteofitos que causen pinzamiento, la liberación de la contractura articular y la corrección de la alineación ósea de la articulación del tobillo. Después de que la anatomía del tobillo y el rango de movimiento se restablecen lo mejor posible, se aplica un fijador externo Ilizarov en la tibia y el pie. La fijación se mantiene durante 4 meses mientras se permite soportar peso según lo tolerado.(8, 21)

Pasos de la técnica (Fragomen et al., 2014; Paley et al., 2005).

- *Paso 1.* Fijar en la tibia dos aros, cada uno ya sea con un schanz y un cable o dos cables, además se unen entre ellos con barras roscadas. Los aros deben permitir el paso de 2 dedos de forma circunferencia entre la piel y los aros. El primer aro es colocado aproximadamente 6 cm proximal al maleolo medial directamente anterior. Debe ser perpendicular al eje de la tibia. (Figura 7)

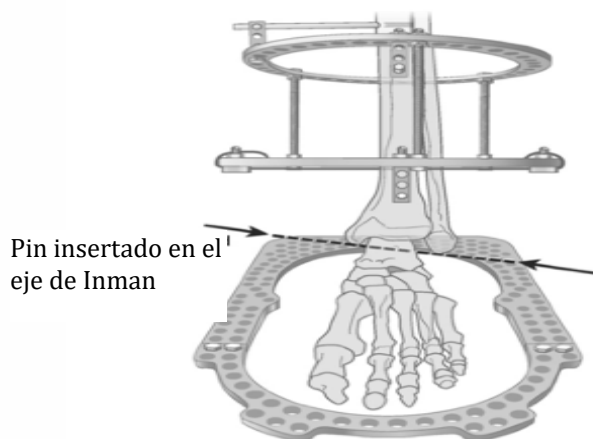


Figura 7.
 El pin colocado en el eje de Inman es utilizado como referencia para la bisagra a través del tobillo.
 Tomado de Paley, . et all (2008)

- Paso 2. Colocar un alambre o un kirshner temporal a través de centro de rotación siguiendo el eje de Inman (punta del maléolo medial a la punta del maléolo lateral). Es importante realizar radiografías laterales para asegurarse de que la referencia este en el centro del cuerpo talar (Kluesner y Wukich, 2009) (Figuras 2 y 3)

Posteriormente colocar un anillo en U en pie unido con dos alambres que crucen la articulación del tobillo, después insertar dos alambres a nivel del talo (uno de medial a lateral a través del cuello del astrágalo y otro de anteromedial en el cuello del astrágalo a posterolateral al tendón de Aquiles. A estas se les aplica una tensión de 90 kg.

A los dos alambres colocados a nivel de calcáneo en la zona segura de lateral a medial y de posteromedial a anterolateral, se les aplica una tensión de 130 kg. Mediante fluoroscopia se debe asegurar que no se haya penetrado la articulación subtalar o la tibio astragalina.

(Figura 8.)

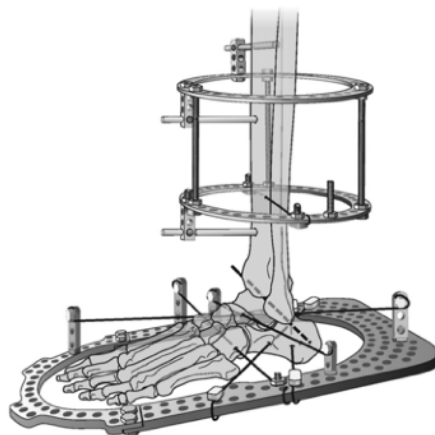


Figura 8.
Colocación de agujas a travez del pie.
Dos agujas a travez del calcáneo, dos agujas a travez del talo y dos agujas a travez del medio pie.
Tomado de Paley, D. et all (2008)

- *Paso 3.* Conecte las varillas roscadas medial y lateral desde el anillo tibial distal para intersecar el alambre del eje del tobillo. Agregue bisagras universales a estas barras. La bisagra medial será más proximal y anterior que la bisagra lateral, ya que cada una sigue la línea del eje de Inman. (Figura 9.)

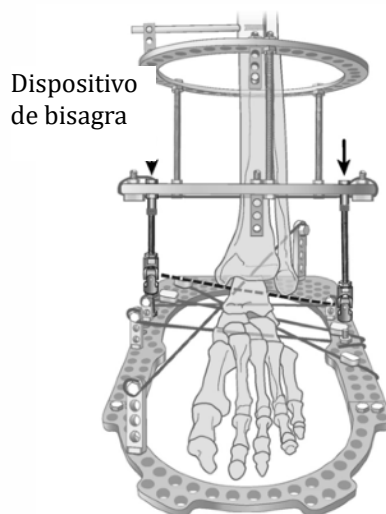


Figura 9.
Visualización de bisagras articuladas siguen el eje de Inman.
Tomado de Paley, D. et all (2008)

- *Paso 4.* Coloque en la parte posterior una barra roscada para dar distracción, que se pueda quitar luego para los ejercicios de rango de movimiento.

Esta barra es desbloqueada cuatro veces al día para realizar ejercicios de arcos de movilidad, aproximadamente 15 veces por sesión. (Figura 10)

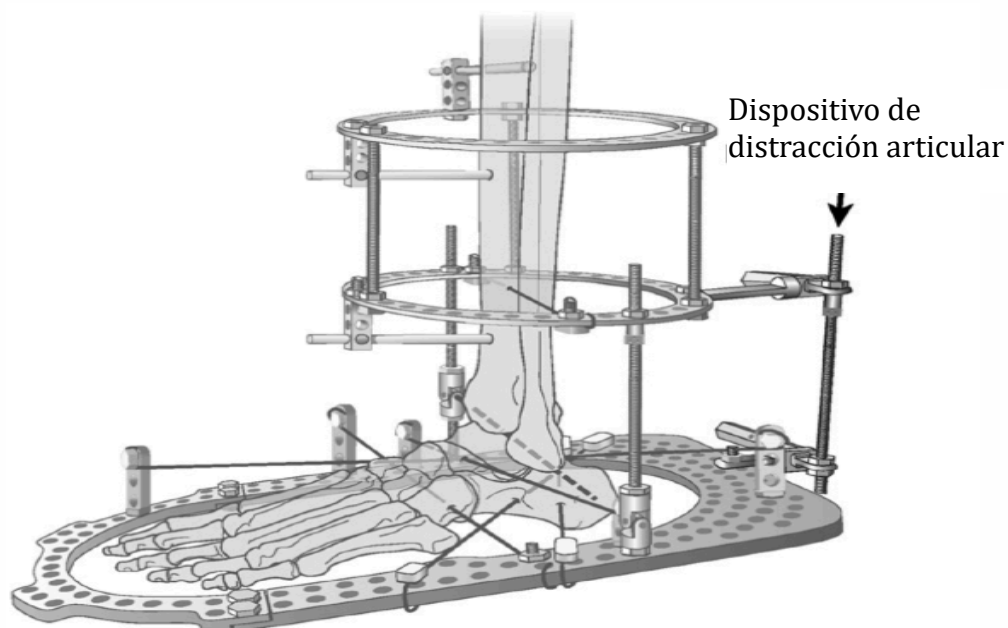


Figura 10.
Colocación de barra de distracción posterior
Esta barra se retira para realizar ejercicios de arcos de movilidad.
Tomado de Paley, D. et all (2008)

Una vez establecida la construcción, el tobillo se distrae de forma aguda 2-3 mm y se verifica con fluoroscopia para garantizar una distracción simétrica y precisa del tobillo. Una distracción aguda más allá de esto podría producir una lesión neurológica por tracción (Bernstein et al., 2017).

El paciente comienza la distracción a razón de 1 mm por día en el día postoperatorio 1 por un total de 5 días (Paley et al., 2005). Algunos autores prefieren realizar ellos mismos las

distracciones articulares subsecuentes: en el postoperatorio un día 2 mm más y 1 mm faltante al segundo día postoperatorio. A las dos semanas postoperatorias realizan la distracción de uno a dos milímetros faltantes. El objetivo es alcanzar 8 a 10 mm de distracción total (Bernstein et al., 2017; Paley et al., 2005).

En definición el espacio de distracción es el espacio que es creado iatrogénicamente en la articulación por distracción de las superficies articulares. El espacio articular medido por rayos X menos el espacio ocupado por el cartílago articular corresponde al gap de distracción. (Figura 11) (Fragomen et al., 2014).



Figura 11

A) Muestra la medición del espacio articular en radiografías con apoyo previo a la distracción articular.

B) Muestra la medición del espacio articular en las radiografías con apoyo posterior a la distracción articular. El gap de distracción puede ser calculado restando el gap articular inicial al espacio articular posterior a la distracción: en este caso el gap articular es de 4,1 mm.

Tomado de Fragomen et al., (2014)

¿Distracción articular móvil versus fija?

En los estudios en donde se realizó una distracción articular no móvil, los investigadores informan que el 70% de sus pacientes mostraron una mejoría clínica significativa, que incluyó una disminución del dolor y una mayor función (resultados para 50 pacientes con un seguimiento de 2 a 8 años). La movilidad articular se logró con el tratamiento de distracción, pero logrando solamente un 50% del rango normal (Bradley, 2009).

Lo más notable fue el momento de la mejoría clínica; solo la mitad de la mejoría clínica y radiográfica ocurrió dentro del primer año después del procedimiento. Durante un período de 5 años, se observó un ligero aumento en la movilidad articular. Además, durante este mismo período de tiempo, se observó en las radiografías un engrosamiento significativo del espacio articular y una esclerosis subcondral disminuida (Paley et al., 2005; Van Valburg et al., 1995; Van Roermund, Marijnissen, Lafeber, 2002).

Marijnissen, et al en el 2002 comparan la artrodiastasis de tobillo fija con el desbridamiento artroscópico. En dicho estudio compararon los resultados de 17 pacientes con osteoartrosis severa y se documentó que los pacientes podían lograr un resultado estadísticamente significativo mejor en comparación con los pacientes que se sometieron sólo a un desbridamiento artroscópico de la articulación del tobillo (Marijnissen, Van Roermund, Van Melkebeek et al., 2002; Van Valburg et al., 1995; Van Roermund, Marijnissen, Lafeber, 2002).

Según Saltzman y colaboradores en su ensayo prospectivo aleatorizado y controlado, en donde se compararon los resultados para los 36 pacientes con osteoartrosis avanzada de tobillo que fueron manejados con distracción fija de tobillo o distracción de tobillo móvil y

seguidos durante veinticuatro meses después de la extracción del fijador. Documentaron que ambas formas de tratamiento de distracción se asociaron con mejoría en los resultados informados, en comparación con el estado previo al tratamiento. El tratamiento con un distractor articulado resultó en una mejoría temprana y consistentemente mejor en comparación con la distracción fija (Saltzman et al., 2012).

Agregar movimiento a la distracción duplicó la respuesta al tratamiento con los instrumentos de medición de resultados utilizados. Sobre la base de estos resultados, se recomienda que se incluya movimiento cuando se usa la distracción para tratar la osteoartrosis de tobillo (Saltzman et al., 2012).

Procedimientos de acompañamiento (Kajiwara et al., 2005).

Se utiliza en pacientes en los que se documentan síntomas mecánicos, los cuales se realizan previo a la distracción articular.

La resección de osteofitos de bloqueo anterior, la liberación de contractura equina y los procedimientos de realineación de la articulación del tobillo se deben realizar junto con la distracción de la articulación del tobillo en un enfoque "a la carta".

Resección de osteofitos que producen pinzamiento anterior

Si la dorsiflexión está limitada por osteofitos tibiales distales anteriores o de cuello talar, se deben resear los osteofitos, esto se puede realizar mediante artroscopia de tobillo o mediante una técnica abierta. El cuello del astrágalo debe profundizarse. Para evitar la recurrencia de esta exostosis, se debe colocar alguna estructura de interposición ya sea cera de hueso o se puede agregar un injerto graso. (Paley et al., 2005; Zgonis y Roukis, 2006).

Los medicamentos antiinflamatorios no esteroideos (indometacina o naproxeno) se pueden usar después de la operación para inhibir la formación de hueso durante 6 semanas, pero no se deben usar si se realiza una osteotomía (Paley et al., 2005).

Artroscopia de tobillo

La preponderancia de la evidencia clínica sugiere que la artroscopia por sí sola no tiene ningún efecto beneficioso a largo plazo en la artrosis terminal. Sin embargo, la sinovectomía artroscopia y el lavado articular podrían ayudar conjuntamente con la distracción articular a crear un ambiente propicio para la formación del cartílago articular. (Saltzman et al., 2012).

Liberación de contractura en equino

La contractura del equino se puede liberar al realizar una resección gastrocnemio-soleus (procedimiento de Vulpius modificado) o un alargamiento del tendón de Aquiles. Si estos procedimientos no proporcionan una liberación suficiente, una liberación capsular posterior más formal se puede realizar para liberar el movimiento de la articulación del tobillo. La corrección aguda de la deformidad del equino debe combinarse con la descompresión del túnel tarsal. La descompresión del túnel tarsal y la liberación capsular posterior se pueden realizar mediante una incisión longitudinal posteromedial. Cuando la liberación aguda no es suficiente para reducir la deformidad del equino, se puede realizar una distracción gradual con la fijación externa (Paley et al., 2005).

Realineamiento de la articulación del tobillo (Castagnini et al., 2016; Paley, 2002; Zgonis y Roukis, 2006).

La mala alineación de la articulación del tobillo puede ser la causa de la degeneración de la articulación del tobillo. El objetivo de la osteotomía es restaurar la congruencia articular de la articulación y las áreas de contacto normal. Un mal alineamiento de 10-15 grados en cualquier plano cardinal es indicación de osteotomía. Se ha demostrado que la mala alineación del plano frontal de la tibia se tolera más fácilmente que la mala alineación del plano sagital debido al movimiento inherente del plano frontal presente dentro de las articulaciones subtalar y mediatarsal.

Las deformidades en valgo y recurvatum son las más notorias para la degeneración articular, sin embargo las deformidades en varo son menos toleradas debido a las limitadas habilidades para la eversión de la articulación subtalar.

Las contraindicaciones para cirugía de realineamiento son: estadio final de osteoartrosis, infección y desordenes neurovasculares.

Las fracturas con deformidades rotacionales de tobillo y las fracturas tibiales distales son a menudo perjudiciales para la integridad estructural de la articulación tibiotalar. El tratamiento no quirúrgico de estas fracturas, así como la fijación interna con reducción inadecuada, pueden conducir a una mala posición de la articulación. Para aumentar la longevidad de la reorientación del tobillo, se debe realizar una osteotomía supramaleolar para realinear el plafón de la articulación del tobillo. La deformidad compensatoria de la articulación subtalar fija, si está presente, debe abordarse al mismo tiempo (Wynes y Kaikis, 2018).

El objetivo de este procedimiento es restablecer la alineación triplanar de la articulación del tobillo, así como restaurar el área de tobillo que soporta peso a una relación anatómica

normal. La alineación normal del plano frontal del tobillo (ángulo tibial distal lateral) es 89 (86–92) y la alineación normal del plano sagital del tobillo (ángulo tibial distal anterior) es 80 (78–82) (Paley, 2002).

Existen múltiples técnicas quirúrgicas: la ostetotomía de cierre o apertura medial, o lateral, cirugía de fibula en Z, osteotomía de alargamiento del calcáneo, osteotomía en cúpula.

Inyección de autoinjerto de médula ósea (Bernstein et al., 2017).

Se ha descrito que una cantidad aproximada de 60 ml de injerto de cresta tiene 7 ml de concentrado de médula ósea, el cual contiene células madre pluripotenciales, que al ser inyectadas a nivel de la articulación del tobillo podrían derivar su crecimiento a condrocitos.

La inyección se realiza de forma percutánea directamente en la articulación. De esta técnica hace falta evidencia clínica en humanos que la soporte. Sin embargo, existen estudios en animales que documentan que el uso del concentrado de médula ósea aumenta la regeneración del cartílago articular.

Microperforaciones

Zhang, K. y colaboradores, en el 2017 realizaron un estudio de cohorte con 96 pacientes que se sometieron a una artroplastía de distracción sola o combinada con microfractura artroscópica entre mayo de 2005 y abril de 2012. Se documentó que la realización de microperforaciones, de forma artroscópica en conjunto con la artrodiastasis de tobillo, brindaba mejores resultados en cuanto al alivio del dolor, resultados funcionales y radiológicos, en comparación con la artrodiastasis aislada (Zhang et al., 2017).

En conclusión, dado que la patología de la osteoartrosis de tobillo es heterogénea, muchas veces requiere procedimientos combinados que involucran a su vez manejo de tejidos blandos. La evaluación y corrección de las deformidades compensatorias son importantes para identificar y considerar antes de la intervención quirúrgica. (Castagnini et al., 2016; Paley et al., 2005).

Manejo postoperatorio (Bernstein et al., 2017)

Se debe realizar limpieza de los pines dos veces al día y mantenerlos secos (Barg, 2013). Al paciente se le permite un apoyo completo con muletas, a tolerancia a los 10 a 14 días después del procedimiento inicial, esto si no hubo procedimientos óseos concomitantes. Si hubo algún procedimiento óseo entonces el apoyo debe ser retrasado y el tiempo de permanencia del fijador externo a su vez se prolonga (Badahdah y Zgonis, 2017).

En caso de que se realice una distracción articular con bisagra, el terapeuta físico le enseña al paciente cómo desbloquear la bisagra para permitir que el paciente realice los ejercicios de arcos de movilidad.

Una vez que el paciente se encuentre cómodo con el manejo del sistema se le incita a que realice marcha con el sistema desbloqueado. El soporte de peso con el fijador externo permite una presión continua intermitente del líquido intraarticular y un aumento del líquido sinovial, lo que ayuda aún más en la restauración del cartílago. Mantener el fijador durante 3 meses (de 8 a 12 semanas) permite reducir la densidad ósea subcondral, lo que aumenta la resistencia de la articulación (Bradley M, 2009).

No se han observado beneficios manteniendo el fijador por un periodo más prolongado, cuando se trata de distracción articular sin procedimientos óseos concomitantes. (Bradley M, 2009; Castagnini et al., 2016; Paley et al., 2005).

Posterior al retiro del fijador externo el paciente puede progresar a la marcha con “Walking Boot” o un zapato con soporte con terapia física y rehabilitación si es necesario. Se retorna a la actividad normal aproximadamente a los 3-4 meses postoperatorio. Si se realiza algún procedimiento de realineamiento no se permite el reingreso a actividades deportivas antes de 4 meses del procedimiento (Badahdah y Zgonis, 2017; Castagnini et al., 2016)

Elementos clave del procedimiento y del cuidado postoperatorio que mejora la función: (Tellisi et al., 2009)

- La bisagra debe ser colocada a través del eje de Inman para prevenir una distracción articular desigual en el rango de movimiento, y no sobredistender la cápsula articular.
- Evitar colocar tornillos en el antepie, dado que no es cómodo ni permite un apoyo adecuado.
- No sobrepasar los 5- 6 mm de distracción articular intraoperatorio: el resto de distracción si es necesario puede ser aplicado gradualmente durante el postoperatorio.
- Iniciar terapia física de arcos de movilidad de forma temprana.
- Un fijador circular es superior a uno monolateral dado que este último produce una distracción desigual de la articulación y una bisagra simple de un fijador monolateral es difícil de colocar a través del eje del tobillo.

Complicaciones

Dentro de las complicaciones esperables, se han documentado la recurrencia del dolor en un 24 a 27% al año de retiro del fijador externo, lo cual llevó a la artrodesis de tobillo en la mayoría de ocasiones (Bernstein et al., 2017). El sexo femenino se encontraba más propenso a fracaso, mientras que la movilidad del tobillo previa era un factor protector en cuanto a la reaparición del dolor. Los autores reportan que la edad avanzada, osteoartrosis del tobillo severa y la ausencia de arcos de movilidad son predictores de fallo a los dos años. La selección de pacientes con artrosis moderada podría llevar a mejorar los resultados a largo plazo. Más investigaciones al respecto son necesarias (Bernstein et al., 2017).

Por otro lado Zhao et al documentan que dentro de los factores relativos que predisponen al fallo se encuentran la obesidad y un aumento del ángulo tibio talar más de 5 grados (Zhao et al., 2017).

La enfermedad del pin, típicamente se resuelve solamente con antibióticos. Sin embargo, en ocasiones requirió el retiro y su recolocación. Se ha documentado una incidencia de un 14 al 100% (Bernstein et al., 2017; Nishino et al., 2010). La presencia de osteomielitis requiere la hospitalización y tratamiento con antibiótico intravenoso, esto tiene una incidencia de 1,2 a 5,5%.

La fatiga de los pines ocurre más frecuentemente en el medio pie, normalmente en la unión del pin con el aro, esto debido al movimiento cíclico, producido por la marcha. La incidencia de esto es de un 14 a 24% (Bernstein et al., 2017).

Se debe tener un conocimiento de la anatomía del tobillo para la evitar lesión de estructuras neurovasculares y tendinosas, especialmente cuando se colocan los aros a nivel de tibia en

donde se debe evitar el tendón tibial anterior y el paquete neurovascular anterior (Castagnini et al., 2016).

A nivel del pie se deben evitar las estructuras neurovasculares mediales, además, si se produce una sobredistracción durante el procedimiento quirúrgico se puede producir una neuropraxia del nervio tibial posterior. Otra complicación descrita, pero poco frecuente es el desarrollo de síndrome de dolor regional complejo. (Castagnini et al., 2016).

Las complicaciones son evitadas con la selección estricta y consistente de los pacientes, una meticulosa técnica quirúrgica y un seguimiento cercano. Es importante que el paciente tenga un nivel de educación apropiado, ya que deberá ser capaz de manejar el fijador externo en su hogar.

RESULTADOS EXISTENTES

Los objetivos de la artrodiastasis del tobillo son: disminuir el dolor, aumentar la función y retrasar la artrodesis o la artroplastía del tobillo.

A continuación se establecerán los resultados encontrados en la literatura.

Experimentos en animales

En 1978 Judet y Judet describieron la técnica de fijación externa articulada para la separación mecánica de 4-8mm en la articulación tibio tarsal de perros, manteniéndola por un periodo de 30 días. Al año, documentaron cambios de metaplasia en las superficies articulares, tanto de forma macroscópica como microscópica. (Bernstein et al., 2017; Kluesner y Wukich, 2009).

Estudios experimentales en rodillas de caninos, a los cuales inicialmente se les realizó una sección del ligamento cruzado anterior (Marijnissen et al., 2003); se documentó que la distracción con dispositivos tipo Ilizarov producía una ausencia de tensiones mecánicas constantes y dañinas entre las superficies del cartílago articular, lo que produjo a su vez una presión de líquido intraarticular intermitente. El movimiento articular generó cambios en la presión del fluido intraarticular que oscilaron entre 2.9 kPa y 11.8 kPa. Estos micromovimientos llevaron a un cambio significativo en el metabolismo de los proteoglicanos (PG) hacia los valores de la rodilla contralateral normal. La importancia de la presión de líquido intraarticular intermitente se demostró por la inhibición casi completa del metabolismo de PG y el agotamiento de PG en el cartílago del grupo que se sometió a una compresión estática (sin fluctuaciones en la presión). De estos estudios indicamos que la distracción articular, mediante el establecimiento de la presión de flujo intermitente, mejora el metabolismo del cartílago, conduciendo a la reparación del cartílago a largo plazo (Marijnissen et al., 2003).

Estudios en conejos analizan los efectos de la distracción articular y el trasplante de derivados de células mesenquimales de médula ósea. En el estudio de Yanai y colaboradores, se utilizaron 33 conejos que se dividieron en 3 grupos: 1) con y sin distracción articular, 2) distracción articular y gel de colágeno 3) con distracción articular derivados de células mesenquimales de medula ósea y gel de colágeno. Se obtuvieron resultados significativamente mayores en los animales tratados con distracción articular, trasplante de células madre y gel de colágeno, y se recalcó la importancia del fijador externo articulado para mejorar el flujo intermitente articular y así crear un ambiente

mecánico óptimo para la proliferación de condrocitos y la lubricación por permeabilización de factores de crecimiento. Posteriormente Nishino y colaboradores en el 2010 obtuvieron resultados similares (5,20,33) (Barg, 2013; Nishino et al., 2010; Yanai et al., 2005).

A su vez, en el 2004, Kajiwara et al, demostraron mediante estudios de distracción articular seguido de perforaciones subcondrales en rodillas de conejos, la regeneración del cartílago articular mediante la formación de cantidades significativas de cartílago hialino y fibrocartílago que rellenaban el defecto alrededor de las semanas 8 a 12 posterior a la distracción (Kajiwara et al., 2005).

Series clínicas

Uno de los primeros estudios preliminares analizó retrospectivamente a 11 pacientes que se sometieron a una distracción articular de Ilizarov (Van Valburg et al. 1995). En esta serie de 4 mujeres y 7 hombres con una edad promedio de 35 años (rango, 20 a 70 años), todos los pacientes habían desarrollado OA del tobillo después de la fractura y eran candidatos para una artrodesis de tobillo. Utilizando un protocolo de distracción que consistía en un fijador externo Ilizarov estático, 5 de los 11 pacientes requirieron corrección quirúrgica de la deformidad equina concomitante. El fijador se mantuvo por un periodo de 6 a 12 semanas. Con un seguimiento promedio de 20 +/- 6 meses, todos los pacientes habían mejorado en cuanto a dolor (5 se aliviaron completamente). El rango de movimiento del tobillo mejoró en el 55% de los pacientes, y se observó un ensanchamiento del espacio articular radiográfico en el 50% (3 de 6 pacientes). El investigador concluyó que la distracción a corto plazo retrasa la necesidad de artrodesis de tobillo (Van Valburg et al., 1995).

El estudio preliminar original fue seguido por una segunda serie: un estudio prospectivo con un seguimiento de 2 años. Diecisiete pacientes, 10 hombres y 7 mujeres (edad promedio 39.6 años), fueron evaluados prospectivamente con examen clínico, capacidad funcional, cuestionarios, escala de dolor, movilidad articular y una evaluación radiográfica (por dos observadores independientes totalmente ciegos). La mayoría de los pacientes tenía artrosis severa. Más de dos tercios de los pacientes mejoraron significativamente, según los parámetros indicados anteriormente. La mejoría clínica fue progresiva con mejoras continuas observadas en el segundo año de seguimiento (Van Roermund, Marijnissen, Lafeber, 2002). A pesar de que radiológicamente no se vio persistencia del espacio articular posterior al retiro del fijador externo, la mejoría clínica persistió. El investigador concluyó que la distracción de la articulación con un dispositivo tipo Ilizarov era una técnica prometedora.

Una tercera serie clínica más grande, un estudio prospectivo abierto en 40 pacientes y un ensayo aleatorio de 17 pacientes adicionales realizado en 2002 (Marijnissen et al., 2002) comparó la distracción y el desbridamiento de las articulaciones con el desbridamiento solo. Treinta y ocho de los 40 pacientes en el estudio abierto habían sido seguidos durante un mínimo de 1 año, con un máximo de hasta 5 años (media 2.8 años). Tres cuartos de los 57 pacientes demostraron una mejoría clínica significativa que continuó aumentando por hasta 3 años. En una cuarta parte de los pacientes, la distracción articular no dio lugar a ninguna mejoría clínica. Específicamente 1 año después de la cirugía, el puntaje promedio para el dolor disminuyó en un 38%, el puntaje promedio para la función aumentó en un 69%, el puntaje promedio para la condición clínica aumentó en un 120%, y el puntaje

promedio para la movilidad articular aumentó en un 8% (no significativo). Con el tiempo estos parámetros parecieron sólo mejorar (Marijnissen et al., 2002).

En el 2008, Paley publicó los resultados de realizar una distracción articular móvil. Dentro del estudio se encontraban un total de 23 pacientes (9 hombres y 14 mujeres), manteniendo el fijador por un periodo de 17 semanas. El promedio de seguimiento fue de 64 meses (de 24 a 157 meses); 77% de los pacientes lograron marcha sin dolor, 33% lograron correr. Los estudios radiográficos documentaron que la distracción articular no persiste después del retiro del fijador externo, sin embargo, esto no afectaba los resultados clínicos. (Paley et al., 2005).

Tellesi, y colaboradores, en el 2009, analizaron 23 pacientes en su estudio retrospectivo, a quienes se les realizó una artroplastía de distracción articular móvil entre los años 1999 al 2006, el promedio de edad de los pacientes fue de 43 años (rango de 16 a 73 años), 16 hombres y 7 mujeres. Todos los pacientes presentaban artrosis postraumática dolorosa y tenían movilidad articular conservada (más de 20 grados); quienes fallaron a medidas conservadoras y que se les recomendó una artrodesis de tobillo para aliviar el dolor (Tellesi et al., 2009).

En algunos de los casos se requirieron técnicas complementarias, tanto óseas como de tejidos blandos. Se mantuvo la fijación externa por 12 semanas. El 91% de los pacientes reportó mejoría del dolor, dos de los pacientes empeoraron al final del seguimiento pero ambos mantuvieron la movilidad del tobillo (Tellesi et al., 2009).

Tellesi et al. (2009) documentaron que el efecto positivo de la distracción articular no se observa inmediatamente y tendían a visualizarse tras un periodo que comprendía entre 6

meses a 2 años (en promedio a los 12 meses los participantes ya no presentaban dolor). Estos autores especulan que el tiempo juega un papel importante en la formación de un tejido de interposición estable; sin parecer importante el demostrar la persistencia de la distracción articular posterior a retiro del fijador externo (Tellisi et al., 2009).

En cuanto a la cantidad de distracción articular requerida, Van Valburg y sus colegas, en su investigación de 1995, observaron que una distracción de 5.0 mm gradualmente (0.5 mm dos veces al día durante 5 días) a partir del día postoperatorio 1 arrojó resultados positivos en sus pacientes. Esta fue la primera recomendación de medición documentada para la distracción (Van Valburg et al., 1995).

Fragomen et al., (2014) estudiaron la cantidad de distracción mediante el uso de muestras cadavéricas. Después de aplicar marcos circulares a 9 muestras de cadáver, aplicaron varias cargas de fuerza y luego midieron el espacio radiográfico de la articulación y la presión de contacto articular. Sus resultados establecieron la "brecha mínima de distracción" que proporcionaría la descarga de la articulación tibiotalar a 700 N. Postularon que una brecha de distracción de 5.8 mm no permitiría el contacto durante la carga de peso total a través del fijador externo (Fragomen et al., 2014).

En un estudio prospectivo Herrera y colaboradores, (2013) demostraron que la artrodiastasis es un procedimiento superior a solamente la sinovectomía para el tratamiento de artrosis postraumática, a pesar de que en este estudio se utilizó fijación unilateral (Herrera-Pérez M et al. 2013).

Finalmente, Marijnissen y colaboradores, en un ensayo de control aleatorio de 17 pacientes cuyo tratamiento consistió en desbridamiento y fijador Ilizarov versus sólo desbridamiento

fueron examinados artroscópicamente. Se observaron mejoras similares en la puntuación del dolor, la función y la situación clínica en el primer grupo y los resultados fueron comparables a las series abiertas. En contraste, 3 de 8 pacientes en el "grupo de desbridamiento" no alcanzaron el seguimiento de 1 año y experimentaron dolor y fracaso significativos. Estos 3 pacientes se sometieron a una fusión de tobillo con alivio posterior. El resto no tuvo cambios significativos en su resultado. (Marijnissen et al., 2002).

En resumen, el grupo que se sometió a una distracción articular mostró un mejor resultado clínico que el grupo que se sometió solamente a desbridamiento. Los malos resultados del segundo grupo fueron consistentes con el hallazgo de que el desbridamiento en la etapa tardía de la OA tiene poco beneficio (Marijnissen et al., 2002).

Según Saltzman y colaboradores en su ensayo prospectivo aleatorizado y controlado, se compararon los resultados para los 36 pacientes con osteoartrosis avanzada de tobillo que fueron manejados con distracción fija de tobillo o distracción de tobillo que permitía el movimiento articular. En su estudio demostraron la superioridad en cuanto al manejo del dolor y en rango de movimiento de un fijador articulado que uno estático (Salter et al., 1980).

Es importante destacar que la mayoría de estudios tienen un seguimiento mínimo aproximado de 2 años, en pocas ocasiones se logró localizar a los pacientes hasta un periodo de 7 años, sin embargo, se destaca que este paciente que se pudo contactar a los 7 años en el estudio de Paley aun reportaba buenos resultados posterior a la cirugía en cuanto al manejo del dolor, indicando la necesidad de toma de antiinflamatorios de forma

ocasional; al igual que el estudio de Teselli que se desarrollo por 6 años, con resultados similares (Paley et al., 2005; Saltzman et al., 2012).

Existe un estudio realizado por Nguyen y colaboradores de 2015, en donde analizan los resultados a mínimo 5 años (entre $8.3 \pm 2,2$ años) de la artrodiastasis de tobillo. En él se analizaron 36 pacientes sometidos a artrodiastasis de tobillo entre el 2002 y el 2006, sin embargo, solamente lograron contactar al 81% de la muestra (ya que un paciente se negó a participar y seis pacientes no respondieron a la carta de reclutamiento o llamadas telefónicas). Dieciséis (55%) de los veintinueve pacientes todavía tenían la articulación nativa del tobillo, y trece pacientes (45%) habían tenido artrodesis de tobillo (ocho pacientes, edad promedio de conversión, 42 ± 7.5 años) o artroplastia total de tobillo (cinco pacientes, edad media de conversión, $58 \pm 6,5$ años). De estos 13 pacientes, dos conversiones se realizaron dentro de un año después de la distracción del tobillo; tres, en el segundo año; uno, en el tercer año; uno, en el quinto año; tres, en el sexto año; dos, en el séptimo año; y uno, en el octavo año (Schenker et al., 2014). (Figura12)

El factor más predictivo para la supervivencia del tobillo a mediano plazo fue la mejoría en la escala de osteoartrosis de tobillo. (Anexo 1) Si los pacientes no obtuvieron una mejora en dos años, era poco probable que eventualmente se beneficiarían de la distracción del tobillo. (Nguyen et al, 2015).

El hallazgo de que la edad avanzada fue un predictor positivo de resultados a medio plazo (contrario a lo expuesto anteriormente, en donde se reclutan pacientes jóvenes para someterse a este tipo de procedimiento) esto puede estar relacionado con que los pacientes más jóvenes tengan mayores expectativas y demandas físicas. El alivio del dolor solo con

actividades de baja demanda puede ser suficiente para pacientes mayores. Este hallazgo aparentemente paradójico de pacientes mayores que perciben mejores resultados sugiere que, como con la mayoría de los procedimientos quirúrgicos reconstructivos, puede haber una ventana de edad óptima para la distracción del tobillo que debe determinarse con más investigación (Nguyen et al, 2015).

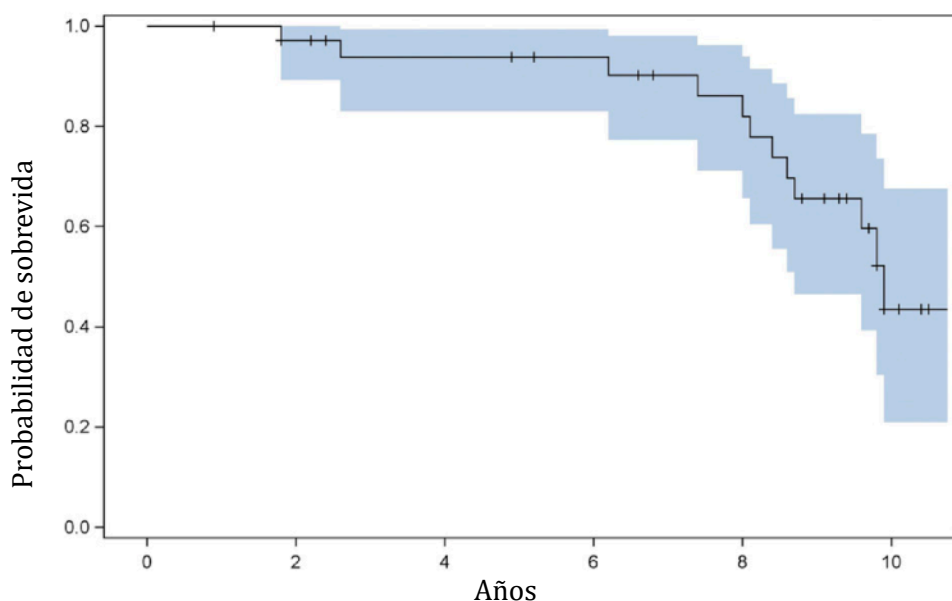


Figura 12.

Análisis del comportamiento de supervivencia de las articulaciones nativas sometidas a artrodiastasis de tobillo en un periodo de 10 años.

Tomado de Nguyen MP, et al. (2015)

En comparación, Marijnissen et al. informó que la falla tiende a ocurrir temprano en algunos pacientes: el 17% de las fallas ocurrieron dentro de los dos años y el 37% en cinco años. En su análisis de regresión, el único factor que fue predictivo del resultado fue el sexo femenino (Marijnissen et al., 2014).

Incluso cuando la distracción del tobillo no pudo proporcionar un alivio del dolor a largo plazo, ofreció una alternativa para preservar las articulaciones que no impidió un tratamiento más definitivo cuando finalmente fue necesario. (Nguyen et al, 2015)

CONCLUSIONES

El procedimiento descrito es una técnica prometedora para pacientes jóvenes que no desean sacrificar la articulación el tobillo con resultados exitosos a corto y mediano plazo con distracciones articulares –en algunas ocasiones, con adecuada evolución, hasta 7 años posterior al procedimiento–.

La distracción de tobillo no es un procedimiento para pacientes o cirujanos que desean una "solución rápida", dado que se observa una memoria funcional a partir de los 5-6 meses de iniciada la distracción articular, por lo que se recomienda a los pacientes esperar al menos un año antes de optar por tratamientos que sacrifiquen la articulación del tobillo (Herrera-Pérez et al., 2013).

La biología detrás del éxito de la distracción articular aun no está del todo comprendida, sin embargo, los estudios en modelos animales soportan la teoría de que bajo ciertas condiciones (mejorar el flujo intermitente articular, corrección de deformidades asociadas) mejora la habilidad de la reparación inherente del cartílago articular.

Es un procedimiento de bajo riesgo que ofrece una solución prometedora a un problema muy complejo, cuyo objetivo es aliviar al paciente del dolor y conservar la movilidad del tobillo y generar la formación de un tejido similar a cartílago hialino.

La corrección simultánea de la deformidad es una opción viable y debe considerarse en el contexto de la artrosis postraumática del tobillo.

A pesar de que la artrodiastasis de tobillo pretende retrasar o evitar un procedimiento como la artrodesis o el remplazo articular, a la fecha no existen estudios donde se comparen los resultados de la artrodiastasis de tobillo versus la artrodesis o el remplazo articular.

De las mayores limitaciones de los estudios analizados se encuentra el tiempo de evolución, dado que el máximo periodo estudiado corresponde a pacientes seguidos hasta 10 años, con una población pequeña, en su mayoría de trata de estudios retrospectivos o series de casos, con solamente un estudio reciente realizado de forma prospectiva que analiza los resultados a un periodo intermedio.

Sin embargo, considero que la artrodiastasis de tobillo es un procedimiento prometedor con resultados alentadores en la mayoría de los estudios, con estudios en animales y desarrollados en el laboratorio que justifican y evidencian los resultados, así como una buena descripción de la técnica quirúrgica, lo que podría hacer que sea un procedimiento reproducible en estudios a futuro.

Se puede implementar como opción de tratamiento a pacientes seleccionados antes de llegar a procedimientos más invasivos o de destrucción de la articulación.

ANEXOS

Ankle Osteoarthritis Scale (AOS) Questionnaire

INSTRUCTIONS: The line next to each item represents the amount of pain you typically had in each situation. On the far left is "No Pain" and on the far right is "The worst pain imaginable." Place a mark on the line to indicate how bad your ankle pain was in each of the following situations during the past week. If you were not involved in one or more of these situations, mark that item NA.

Questions: How severe was your ankle pain:

	No Pain	Worst Pain Imaginable	N/A
1. At its worst?	_____	_____	<input type="checkbox"/>
2. Before you get up in the morning?	_____	_____	<input type="checkbox"/>
3. When you walked barefoot?	_____	_____	<input type="checkbox"/>
4. When you stood barefoot?	_____	_____	<input type="checkbox"/>
5. When you walked wearing shoes?	_____	_____	<input type="checkbox"/>
6. When you stood wearing shoes?	_____	_____	<input type="checkbox"/>
7. When you walked wearing shoe inserts or braces?	_____	_____	<input type="checkbox"/>
8. When you stood wearing shoe inserts or braces?	_____	_____	<input type="checkbox"/>
9. At the end of the day?	_____	_____	<input type="checkbox"/>

INSTRUCTIONS: The line next to each item represents the amount of difficulty you had performing an activity. On the far left is "No Difficulty" and on the far right is "So difficult unable". Place a mark on the line to indicate how much difficulty you had performing each activity because of your ankle during the past week. If you did not perform an activity during the past week, mark that item NA.

Questions: How much difficulty did you have:

	No Difficulty	So Difficult Unable	N/A
1. Walking around the house?	_____	_____	<input type="checkbox"/>
2. Walking outside on uneven ground?	_____	_____	<input type="checkbox"/>
3. Walking four blocks or more?	_____	_____	<input type="checkbox"/>
4. Climbing stairs?	_____	_____	<input type="checkbox"/>
5. Descending stairs?	_____	_____	<input type="checkbox"/>
6. Standing on tip toes?	_____	_____	<input type="checkbox"/>
7. Getting out of a chair?	_____	_____	<input type="checkbox"/>
8. Climbing up or down curbs?	_____	_____	<input type="checkbox"/>
9. Walking fast or running?	_____	_____	<input type="checkbox"/>

Copyright © 2000 AAOS/AHKS/AOSSM/HS/KS/ORA/OTA/AANA/AOFAS/MTS

Fig. E-1

The Ankle Osteoarthritis Scale (AOS) Questionnaire⁴. Scores increase as pain or impairment increase. (Copyright © 2000. AAOS/AHKS/AOSSM/HS/KS/ORA/OTA/AANA/AOFAS/MTS. Reproduced with permission of the American Academy of Orthopaedic Surgeons.)

REFERENCIAS

- Adams, S. Et al. (2015). Inflammatory Cytokines and Matrix Metalloproteinases un the Synovial Fluid After Intra-articular Ankle Fracture. *Foot and Ankle International*. 1-8
- Adams, S. Et al. (2017a). Inflammatory Microenvironment Persists After Bone Healing in Intra-articular Ankle Fractures. *Foot and Ankle International*. 1-6
- Adams, S. Et al. (2017b). Time- Dependent Effects on Synovial Fluid Composition During The Acute Phase of Human Intra-articular Ankle Fracture. *Foot and Ankle International*. 1-9
- Badahdah, H. Zgonis, T. (2017) Ankle Arthrodiastasis with Circular External Fixation for the Treatment of Posttraumatic Ankle Arthritis, *Clin Podiatr Med Surg*.
- Barg. A. (2013) Ankle Joint Distraction Arthroplasty: Why and How?. *Foot Ankle Clin N Am* 18 459–470
- Bernstein, M. et al. (2017) Ankle Distraction Arthroplasty: Indications, Technique, and Outcomes. *J Am Acad Orthop Surg* ;25: 89-99
- Blankenhorn, B. Y Saltzman, C. (2014) Mann’s Surgery of the Foot and Ankle, Chapter 21: Ankle Arthritis, 1037-1077
- Bradley M Lamm. (2009) MRI Evaluation of Ankle Distraction: A Preliminary Report. *Clin Podiatr Med Surg* 26 185–191.
- Castagnini, F. Et al(2016) Joint sparing treatments in early ankle osteoarthritis: current procedures and future perspectives.*Journal of Experimental Orthopaedics* 1-7.

- D'Angelantonio, A. Schick, F. (2013) Ankle Distraction Arthroplasty Combined with Joint Resurfacing for Management of an Osteochondral Defect of the Talus and Concomitant Osteoarthritis: A Case Report. *The Journal of Foot & Ankle Surgery* 52 76–79.
- Fragomen, A. et al. (2014) Minimum Distraction Gap: How Much Ankle Joint Space Is Enough in Ankle Distraction Arthroplasty?. *HSSJ* 10:6–12.
- Kajiwara, R; Ishida, O; Kawasaki, K; et al. (2005) Effective repair of a fresh osteochondral defect in the rabbit knee joint by articulated joint distraction following subchondral drilling. *J Orthop Res.* **23**(4):909 – 15.
- Kluesner, A. Wukich, D. (2009) Ankle Arthrodiastasis. *Clin Podiatr Med Surg* 26 227–244.
- Herrera-Pérez M et al. (2013) Resultados de la artrodiastasis en la artropatía postraumática de tobillo en población joven: estudio prospectivo comparativo. *Rev Esp Cir Ortop Traumatol.*;57(6):409-416
- Marijnissen ACA, Hoekstra MCL, Pré BC, van Roermund PM, van Melkebeek J, Amendola A, Maathuis P, Lafeber FP, Welsing PM. (2014) Patient characteristics as predictors of clinical outcome of distraction in treatment of severe ankle osteoarthritis. *J Orthop*;32(1):96-101
- Marijnissen AC, van Roermund PM, van Melkebeek J, et al. (2003) Clinical benefit of joint distraction in the treatment of ankle osteoarthritis. *Foot Ankle Clin* ;8:335–46.
- Marijnissen AC, van Roermund PM, Verzijl N, et al. (2001) Does joint distraction result in actual repair of cartilage in experimentally induced osteoarthritis? *Arthritis Rheum*;44S:306.

Marijnissen AC, Van Roermund PM, Van Melkebeek J, et al. (2002) Clinical benefit of joint distraction in the treatment of severe osteoarthritis of the ankle: proof of concept in an open prospective study and in a randomized controlled study. *Arthritis Rheum*;46:2893–902.

Nguyen MP, Pedersen DR, Gao Y, Saltzman CL, Amendola A. (2015) Intermediate-term follow-up after ankle distraction for treatment of end-stage osteoarthritis. *J Bone Joint Surg Am.*;97(7):590-596.

Nishino T, Chang F, Ishii T, et al. (2010) Joint distraction and movement for repair of articular cartilage in a rabbit model with subsequent weight-bearing. *J Bone Joint Surg Br* 92(7):1033–40.

Paley, D. et al. (2005) Ankle Joint Distraction. *Foot Ankle Clin N Am* 10 685–698

Paley, D. et al. (2008) Distraction Arthroplasty of the Ankle How Far Can You Stretch the Indinations?. *Foot Ankle Clin N Am* 13 471–484

Paley D. (2002) *Principles of Deformity Correction*. Berlin, New York: Springer.

Sagray, B. et al. (2012) Ankle Arthrodiastasis and Interpositional Ankle Exostectomy. *Clin Podiatr Med Surg* 29 501–507

Salter RB, Simmonds DF, Malcolm BW, et al. (1980) The biological effect of continuous passive motion on the healing of full-thickness defects in articular cartilage. An experimental investigation in the rabbit. *J Bone Joint Surg Am*;62:1232–51

Saltzman, Ch. et al. (2012) Motion Versus Fixed Distraction of the Joint in the Treatment of Ankle Osteoarthritis. *J Bone Joint Surg Am.*;94:961-70

Schenker, et al. (2014) Pathogenesis and prevention of posttraumatic Osteoarthritis after intra-articular Fracture. *JAAOS*. January, vol 22, No 1

Shuhei Ugaji et al. (2014) Simultaneous arthrodiastasis and deformity correction for a patient with ankle osteoarthritis and lower limb deformity: A case report. *Foot and Ankle Surgery* 20 74–78

Smith, N. et al. (2012) Evidence-Based Indications for Distraction Ankle Arthroplasty. *Foot & Ankle International*/Vol. 33, No. 8: 632-636

Tellisi, N. et al. (2009) Joint Preservation of the Osteoarthritic Ankle Using Distraction Arthroplasty. *Foot & Ankle International*/Vol. 30, No. 4/April. 318-325

Van Valburg AA, van Roermund PM, Lammens J, et al. (1995) Can Ilizarov joint distraction delay the need for an arthrodesis of the ankle? A preliminary report. *J Bone Joint Surg Br*;77: 720–5

Van Roermund PM, Marijnissen AC, Lafeber FP. (2002) Joint distraction as an alternative for the treatment of osteoarthritis. *Foot Ankle Clin*;7:515–27.

Wynes, J. Kaikis, A. (2018) Current Advancements in Ankle Arthrodiastasis. *Clin Podiatr Med Surg* 35 467–479.

Yanai T, Ishii T, Chang F, et al. (2005) Repair of large full-thickness articular cartilage defects in the rabbit: the effects of joint distraction and autologous bone- marrow-derived mesenchymal cell transplantation. *J Bone Joint Surg Br*; 87(5):721–9.

Zhang et al. (2017) Comparison of distraction arthroplasty alone versus combined with arthroscopic microfracture in treatment of post- traumatic ankle arthritis. *Journal of Orthopaedic Surgery and Research* 12:45

Zhao et al. (2017) Functional analysis of distraction arthroplasty in the treatment of ankle osteoarthritis. *Journal of Orthopaedic Surgery and Research* 12:18

Zhao Hong-Mou et al. (2017) Supramalleolar Osteotomy With Distraction Arthroplasty in Treatment of Varus Ankle Osteoarthritis With Large Talar Tilt Angle: A Case Report and Literature Review. *The Journal of Foot & Ankle Surgery* xxx 1–4.

Zgonis, T. Stapleton, J. (2007) Use of the Taylor Spatial Frame for Arthrodiastasis of the Ankle Joint. *Techniques in Foot and Ankle Surgery* 6(3):201–207

Zgonis, T. Roukis, T. (2006) Alternatives to Ankle Implant Arthroplasty for Posttraumatic Ankle Arthrosis. *Clin Podiatr Med Surg* 23 745–758