



# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

---

---

FACULTAD DE MEDICINA  
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO  
SECRETARIA DE SALUD  
INSTITUTO NACIONAL DE REHABILITACIÓN  
LUIS GUILLERMO IBARRA IBARRA  
ESPECIALIDAD EN:  
ORTOPEDIA

EVALUACIÓN CLÍNICO-FUNCIONAL EN PACIENTES CON  
PIE PLANO FLEXIBLE POSTOPERADOS DE ARTRORRISIS  
SUBASTRAGALINA TIPO GRICE VS ENDOPRÓTESIS.

T E S I S

PARA OBTENER EL GRADO DE  
MÉDICO ESPECIALISTA EN:

**ORTOPEDIA**

P R E S E N T A:

*MARIANA GARCÍA CASILLAS*

PROFESOR TITULAR  
DR. JUAN ANTONIO MADINAVEITIA VILLANUEVA

DIRECTOR DE TESIS  
DR. RAMIRO CUEVAS OLIVO

CIUDAD DE MÉXICO, JUNIO 2023





Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

---

DR. JUAN ANTONIO MADINAVEINTIA VILLANUEVA  
**PROFESOR TITULAR**

---

DR. RAMIRO CUEVAS OLIVO  
**DIRECTOR DE TESIS**

---

DR. RAMIRO CUEVAS OLIVO  
**ASESOR DE TESIS**

---

**DRA. MATILDE L. ENRÍQUEZ SANDOVAL**  
**DIRECTORA DE EDUCACIÓN EN SALUD**

---

**DR. HUMBERTO VARGAS FLORES**  
**SUBDIRECCIÓN DE EDUCACIÓN MÉDICA**

---

**DR. ROGELIO SANDOVAL VEGA GIL**  
**JEFE DEL SERVICIO DE EDUCACIÓN MÉDICA DE POSGRADO**

## Tabla de contenido

RESUMEN .....	5
INTRODUCCIÓN.....	7
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	7
JUSTIFICACIÓN .....	8
HIPÓTESIS.....	11
OBJETIVOS.....	12
Objetivo general.....	12
Objetivos específicos .....	12
MARCO TEÓRICO .....	13
DISEÑO Y METODOLOGÍA.....	31
Análisis estadístico.....	33
MATERIAL Y MÉTODOS .....	34
Evaluación funcional .....	35
Podoscopia.....	37
Podobarografía .....	38
Variables independientes (tipos de intervención).....	39
Variables dependientes: .....	39
RESULTADOS .....	40
DISCUSIÓN .....	51
CONCLUSIONES.....	54
BIBLIOGRAFÍA.....	57
ANEXOS .....	62

## RESUMEN

El pie plano flexible idiopático es una de las patologías más frecuentes en la infancia, sin embargo sólo el 3% de la población presenta síntomas que no ceden con el tratamiento conservador, por lo cual requieren tratamiento quirúrgico.

Actualmente las endoprótesis son los implantes más usados como tratamiento quirúrgico, sin embargo conllevan efectos adversos como dolor recidivante, luxación del implante y requieren un segundo tiempo quirúrgico para retirar el implante. Por otro lado las artrorrisis tipo Grice utilizan injerto autólogo, pero también complicaciones como riesgo de sobrecorrección o recidiva de la patología.

El objetivo de este estudio fue valorar el beneficio postquirúrgico clínico y funcional de pacientes postoperados de pie plano sintomático con artrorrisis tipo Grice vs endoprótesis, y con ello identificar cual brinda resultados similares a la normalidad.

A los pacientes en el estudio se les realizaron 4 pruebas: escalas clínicas, podoscopía, podobarografía tanto estática como dinámica.

En los resultados se encontró que a pesar de que el pie plano disminuyó notablemente con endoprótesis, la mayoría presenta

dolor a nivel de tendón de Aquiles y retropié, aunado a esto prácticamente todos los pies presentaron sobrecorrección del pie. Por el otro lado, los pies postoperados con Grice no presentaron mejoría tan notable del arco plantar, sin embargo los pacientes no presentan dolor residual importante.

**Palabras clave:** endoprótesis, artrorraxis tipo Grice, pie plano flexible.

# **INTRODUCCIÓN**

## **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

La artrorrisis tipo Grice fue una técnica quirúrgica desarrollada en 1950 como método para corregir los pies planos sintomáticos en niños, sin embargo a partir de 1974 se fueron adoptando nuevas técnicas quirúrgicas, desarrollando las endoprótesis; y fue hasta la década de los 90 que éstos se estandarizaron y popularizaron.

Actualmente no existen estudios que comparen el resultado clínico y funcional postquirúrgico de los pacientes operados con endoprótesis vs técnica tipo Grice, ya que aunque se ha estudiado por separado cada técnica y se conocen los beneficios y efectos adversos de cada uno por separado, en nuestro país así como varios países en vías de desarrollo no es asequible para los sistemas de salud adquirir con tanta facilidad las endoprótesis, por lo que se recurren a otras opciones como la artrorrisis tipo Grice, en la cual no se requiere ningún componente exceptuando el injerto óseo. A pesar de ello existe un riesgo elevado de realizar una sobrecorrección del arco plantar durante la cirugía debido a que el injerto óseo no tiene un tamaño predeterminado



y también existe el riesgo de que se genere una recurrencia del padecimiento debido a una reabsorción temprana del injerto.

Por el contrario las endoprótesis al poseer un tamaño predeterminado se logra realizar una artrorrisis controlada, sin embargo se ha reportado en la literatura que los efectos adversos son mayores en dichos pacientes por el riesgo de luxación del implante y el riesgo de dolor residual, por lo cual con dicho estudio se pretende comparar los resultados clínicos y funcionales de la artrorrisis tipo Grice y las endoprótesis con el fin de demostrar cual presenta mejores resultados postquirúrgicos a largo plazo.

### JUSTIFICACIÓN

En la población preescolar mexicana aproximadamente el 57% de los niños padecen pie plano, sin embargo éste número disminuye conforme los niños crecen, por lo que al encontrarse en la etapa escolar éste porcentaje disminuye notablemente a un 15%, debido a la maduración ósea y ligamentaria.

Más del 50% de éste 15% de la población escolar mejoran con el tratamiento conservador y tan sólo el 3% de ésta población

escolar requerirá algún tipo de tratamiento quirúrgico debido a la persistencia de la sintomatología.

Actualmente existen diversas técnicas quirúrgicas para el tratamiento de pie plano flexible sintomático, ya que existen diversos tipos de implantes que se colocan en el seno del tarso con la intención de bloquear la eversión de la articulación subastragalina y con ello cambiar la dinámica en la que el pie pediátrico se desarrolla y osifica.

Los implantes utilizados abarcan dos grandes rubros: los absorbibles y los no absorbibles.

Dentro de la rama de los implantes absorbibles encontramos como prototipo el injerto óseo, ya que fue el primero en utilizarse. También existen implantes prefabricados absorbibles compuestos por ácido poliláctico, sin embargo éstos no se encuentran disponibles en todos los mercados.

Por otro lado, en el grupo de los implantes no absorbibles encontramos a las endoprótesis, las cuales varían dependiendo de su forma y método de sujeción, pero todas ejercen la misma función a nivel de la articulación subastragalina.

Ambos implantes, tanto absorbibles como no absorbibles tienen diferentes ventajas y desventajas.

En la técnica tipo Grice el tamaño del injerto óseo es variable, es decir, el cirujano realiza el corte del injerto óseo que utilizará, por lo cual puede que el tamaño varíe en cuestión de milímetros, pudiendo realizar una sobrecorrección o una infracorrección del mismo. Aunado a esto el tiempo de absorción del injerto no es controlado por el cirujano, pudiendo llegar a ser antes de que remodela el pie del paciente ocasionando una recurrencia del padecimiento.

Por otro lado los beneficios otorgados por éste tipo de cirugía conllevan menores efectos adversos en el sentido de que no presentan un riesgo muy aumentado de luxación del injerto, ya que éste se reabsorbe y no requiere de una segunda intervención quirúrgica para su retiro.

En la técnica con colocación de endoprótesis no absorbibles éstos presentan un diámetro y tamaño estandarizado, por lo que el cirujano se asegura de no realizar una sobrecorrección y el cirujano se asegura de que la remodelación del pie ha sido completada previo a su retiro.

Por otra parte, las desventajas de éste tipo de implantes es que no todos los sistemas de salud de los países en vías de desarrollo tienen acceso a éstos; también presentan diversos efectos adversos gracias a que éstos representan un cuerpo extraño, entre los cuales destacan dolor recidivante, luxación del implante y generalmente se requiere un segundo turno quirúrgico para retirar el implante entre los 6 a 24 meses del postoperatorio.

### HIPÓTESIS

Actualmente la cirugía con endoprótesis para pie plano flexible sintomático ha desplazado otras técnicas quirúrgicas por sus múltiples beneficios, sin embargo en países en vías de desarrollo se siguen utilizando técnicas más asequibles para los diversos sistemas de salud, siendo la más utilizada la técnica tipo Grice; sin embargo no se han comparado ambas técnicas funcionalmente en los pacientes a mediano plazo, por lo que se propone mediante este estudio valorar cuál de las dos técnicas quirúrgicas presentan resultados clínicos y funcionales similares a un paciente que no tiene pie plano.

## OBJETIVOS

### Objetivo general

Valorar el beneficio postquirúrgico clínico y funcional de los pacientes postoperados de pie plano flexible sintomático mediante 2 técnicas quirúrgicas distintas: artrorraxis subastragalina tipo Grice vs endoprótesis, a través de un análisis podográfico, podobarográfico estático y dinámico, así como evaluaciones funcionales para evaluar sintomatología residual postquirúrgica.

### Objetivos específicos

- Valorar posición del pie en apoyo en pacientes con diagnóstico de pie plano flexible postoperados de artrorraxis subastragalina con Grice vs endoprótesis mediante un análisis podográfico.
- Valorar el tipo de cirugía que brinda mejores resultados funcionales en los pacientes postoperados de pie plano sintomático mediante el Cuestionario pie Manchester Oxford Foot (MOXFQ) y la funcionalidad del pie mediante el cuestionario de la American Orthopaedic Foot & Ankle Society (AOFAS).
- Valorar el tipo de cirugía que brinda mejores resultados clínicos en pacientes postoperados de artrorraxis subastragalina tipo

Grice vs endoprótesis mediante un análisis baropodográfico estático y dinámico.

## MARCO TEÓRICO BIOMECÁNICA Y FISIOPATOLOGÍA DEL PIE PLANO

- El pie del humano tiene aproximadamente 26 huesos, 10 tendones extrínsecos principales, diversos músculos y tendones intrínsecos y alrededor de 30 articulaciones, lo cual provee una base adaptable, móvil y sensitiva durante la bipedestación y la deambulación.
- El pie plano se caracteriza por presentar alguna anomalía que ocasiona que el arco longitudinal medial colapse, y usualmente éste suele ser más frecuente en la infancia, aunque existe la posibilidad de que no mejore en la infancia y continúe dicha patología hasta la edad adulta.
- Las causas de pie plano en los niños son principalmente debido a problemas del desarrollo, tales como:
  - Desarrollo anormal de huesos o articulaciones como la coalición tarsal, el astrágalo vertical, escafoides accesorio entre otros.

- Otra causa de pies plano en niños se debe a anomalías en los tejidos blandos, como:

  - Hiperlaxitud ligamentaria primaria o asociada a algún síndrome como en Marfan o Ehlers Danlos.

- En los pacientes recién nacidos la superficie plantar es plana de manera natural debido al colchón graso que presentan durante los primeros años de vida.

- Los pies planos en niños pueden ser divididos en dos grandes grupos, los cuales son: flexibles o rígidos, esto se traduce en que el arco longitudinal medial de los pacientes con pie plano flexible se colapsa al sostener el peso del cuerpo durante la fase de apoyo de la marcha, y al momento de retirar el peso es posible localizar dicho arco; mientras que en los paciente que presentan pie plano rígido no existen la presencia del arco medial longitudinal con o sin el peso.

- Generalmente la principal causa del pie plano flexible en niños se debe a la hipermovilidad de la articulación subastragalina, lo cual lleva a tratamientos enfocados a dicha articulación.

- Los pacientes con pie plano pueden o no presentar síntomas, y esto desemboca en la necesidad de que se aplique algún método de tratamiento, ya sea conservador mediante órtesis o plantillas, o en caso de que el paciente continúe con síntomas a pesar del tratamiento conservador existen métodos quirúrgicos para esto.

### **Biomecánica normal del pie:**

- El ciclo normal de la marcha se divide en una fase de apoyo y una fase de balanceo.
- La fase de apoyo es aquella en la que el pie soporta el peso corporal. Éste inicia con el apoyo del talón en el suelo y termina con el apoyo de los dedos y elevación del talón.
- La fase de apoyo se ve afectada en pacientes que presentan pie plano, por lo cual vamos a ahondar en ella y a describir cada fase de esta.
- La fase de apoyo se subdivide en 3:
  1. Golpe de talón
  2. Fase de apoyo medio o de pie plano
  3. Apoyo de los dedos y elevación del talón



- Durante la primera fase de apoyo la tibia y el astrágalo rotan internamente y el retropié junto con el complejo articular que comprende la subastragalina, astragaloescafoidea y calcaneocuboidea se evierten o se van en valgo para desbloquear el pie y la articulación tibioastragalina realiza flexión plantar. Con ello el músculo tibial posterior actúa como un amortiguador al evitar el colapso y la eversión del pie.
- Cuando el calcáneo se mueve en valgo el cuboides realiza un abducción del antepié y con ello se aplanan el arco medial longitudinal.
- La fuerza de reacción del suelo asociada con el golpe del talón cambia la contracción de los músculos del compartimento anterior de la pierna de una forma concéntrica a una excéntrica, lo cual provee de control y amortiguación a medida que el pie se acerca a la fase de apoyo medio o del mediopié, evitando que el pie se caiga al momento de realizar la elevación del talón.
- Este control excéntrico del tobillo y retropié del compartimento muscular anterior al posterior de la pierna reduce el impacto del soporte del peso durante la fase de transición del golpe del talón con la fase del mediopié.

- Durante la fase de apoyo medio el peso se centra en la parte media del pie a nivel del segundo metatarso, ya que el centro de gravedad del cuerpo se mueve hacia adelante del pie propiciando pasar a la fase de despegue del talón, en donde la tibia rota de manera externa y el tobillo realiza dorsiflexión.
- Durante la última fase de apoyo la tibia y el astrágalo rotan externamente, por lo que la articulación subastragalina y el retropié se invierten y se mueve ligeramente en varo debido al tibial posterior, y la articulación tibioastragalina realiza dorsiflexión, resultando en que el pie se bloquee. Este bloqueo del retropié al tomar una posición en varo crea una palanca rígida fuera de la columna medial reconstruyendo el arco medial longitudinal.
- Este mecanismo de palanca rígida se conoce como el mecanismo de windlass, en el cual la fascia plantar permite la elevación y compactación del arco medial del pie, así como la extensión de los dedos preparando al pie para la fase de despegue de la marcha o fase de propulsión.
- Estos movimientos y funciones predisponen al pie a tener una cierta forma, entre los cuales resaltan:

1. El arco medial es parcialmente colapsable para absorber el impacto del soporte del peso.
  2. Un arco que puede ser reconstituido para proveer una palanca rígida para una propulsión eficiente durante la fase de balanceo de la deambulación.
- Es importante recordar que la forma del pie sigue o se adapta a la función, lo cual nos proporciona la habilidad para caminar, correr, saltar y movernos sobre distintos terrenos.
  - Existen múltiples factores que pueden llevar a la disfunción biomecánica del pie y su marcha.
  - El arco longitudinal medial se compone de la columna medial de los huesos del pie, los ligamentos plantares, especialmente el ligamento calcaneonavicular o complejo ligamentario de Spring, el cual soporta la cabeza del astrágalo, el escafoides, la cuña media, medial y lateral y el primer metatarso.
  - Los ligamentos plantares y la fascia plantar permiten un estiramiento mínimo del arco y se tensan cuando el arco plantar carga peso.

- La fascia plantar contribuye en mayor porcentaje a la estabilidad del arco plantar, seguido de los ligamentos plantares y el complejo ligamentario de Spring.
- El tibial posterior, flexor de hallucis longus, el flexor común largo de los dedos, el peroneo largo y el corto también ayudan a soportar el arco medial, sin embargo en un porcentaje mucho menor.
- El músculo del tibial posterior es el principal tendón que se inserta en la parte media del pie y es el estabilizador dinámico más importante del arco medial del pie.
- El arco longitudinal medial del pie inicia desde el tubérculo calcáneo hacia el sustentaculum tali, a través de la articulación subastragalina, el astrágalo y hacia el escafoides, las cuñas y el primer rayo.
- A pesar de que el arco funciona como un amortiguador contra el impacto del peso que soporta durante la deambulación, las estructuras que actúan a nivel del arco plantar como los ligamentos plantares, el tibial posterior, el peroneo largo y la fascia plantar ayudan a prevenir que el arco medial colapse al sostener la mayor carga de peso.

- El aumento en la tensión del tríceps sural y el aumento de peso en la articulación tibioastragalina llevan a un aplanamiento del arco longitudinal medial.

### **Biomecánica del pie plano:**

#### Tensión del tríceps sural

- Cuando existe un aumento en la fuerza de contracción del Aquiles esto genera un aumento en la fuerza que jala la articulación tibioastragalina, la cual se localiza posterior al centro del arco longitudinal, pero yace entre las principales partes que soportan el peso en el pie, las cuales son debajo de las cabezas de los metatarsos y la porción de la tuberosidad del calcáneo que soporta el peso.
- El aumento en la tracción del tríceps y el aumento proporcional de la fuerza ejercida a través de la articulación tibioastragalina desplaza el peso hacia la parte delantera del pie, es decir hacia el mediopié a través del arco longitudinal medial. Esto se debe a que la inserción del tendón de Aquiles yace en la parte posterior del eje de rotación de la articulación del tobillo, por lo que un aumento en la fuerza del tríceps da como resultado una fuerza

dirigida en la dirección opuesta al fulcro, es decir a la articulación tibioastragalina.

- A medida que avanza este proceso el talón comienza a soportar menos peso y eventualmente se elevará del suelo durante la marcha.

- Es necesario que el arco longitudinal medial sea rígido o muy poco flexible para una marcha normal, ya que ayuda a producir una propulsión adecuada hacia adelante, para llevar el peso corporal del talón a la cabeza de los metatarsos y dedos; en caso de presentar debilidad de dicho arco plantar la carga se va a transferir con menor efectividad.

- Durante la fase de apoyo del mediopié el centro de gravedad del cuerpo se inclina hacia adelante y con ello la rodilla se extiende, haciendo que el tríceps aumente su fuerza de contracción para realizar flexión plantar en conjunto con el tibial posterior. Cuando existe una disfunción del tibial posterior y debilidad del arco longitudinal medial existe una disminución de la inversión durante la fase medio o fase de apoyo del mediopié, lo cual evita que el arco longitudinal medial actúe como una palanca rígida para impulsar el pie, lo cual evita que el tríceps

actúe de manera normal sobre las cabezas de los metatarsos y en su lugar va a actuar sobre el mediopié, generando un aumento en el estrés sobre el mediopié ocasionando que el arco se colapse y se presente abducción del mismo.

- Con el colapso del arco longitudinal medial el pie rueda hacia adelante y pierde la fuerza necesaria para tener una marcha eficiente.

#### Laxitud del mediopié

- Cuando el tejido blando del pie que ayuda a soportar las estructuras óseas del arco longitudinal medial es débil o laxo ocasionan que el tríceps se vuelva más tenso o se acorte para acomodar la posición en flexión plantar del astrágalo y calcáneo. Esto genera que las estructuras que soportan el arco se debiliten por la fuerza ejercida por el tríceps y el arco longitudinal medial pierda su fuerza y se vuelva laxo y colapse, alterando la posición de las articulaciones calcáneo-escafoidea, escafocuneiforme y tarso-metatarso.
- Por lo tanto, como conclusión si el tríceps sural está demasiado tenso, acortado o contraído el arco longitudinal medial se debilita y colapsa generando la abducción del antepié

modificando la fase de apoyo del mediopié y la de apoyo del antepié, es decir las últimas dos fases del apoyo del pie.

- Sin embargo en el pie plano flexible el pie no realiza esta inversión fisiológica, ocasionando que el pie se encuentre relativamente inestable, lo cual podría llevar a la fatiga del pie y la porción distal de la pierna.

#### Desplazamiento del antepié

- A medida que el arco longitudinal media se colapsa, éste se vuelve más recto y funcionalmente alarga la fase de apoyo del mediopié, generando que el astrágalo realice flexión plantar, el calcáneo se subluje hacia posterior y el proceso anterior del calcáneo no soporte la cabeza del astrágalo.

- Para lograr compensar estos cambios en la postura del pie el mediopié y el antepié se subluxan hacia dorsal y lateral alrededor del astrágalo. Esto sucede debido a que la columna lateral no puede aplanarse para lograr un alargamiento proporcional del pie.

#### Tendón del tibial posterior

- El desplazamiento dorsolateral del escafoides y el mediopié ejercen una zona de estrés en el tendón del tibial posterior, ya



que éste se encarga de contrarrestar el colapso del arco medial y la abducción del mediopié y el antepié.

- Cuando el tendón del tibial posterior se somete a estrés crónico a consecuencia de un pie plano flexible o Aquiles que se encuentra tenso puede llevar a la larga a una lesión crónica por sobreuso y degeneración el tibial posterior.

- Esta tensión ejercida sobre el tibial posterior por el efecto del colapso del arco medial longitudinal secundario al tríceps lleva a una tendinosis degenerativa y a futuro puede llevar a una ruptura del tendón del tibial posterior.

- La pérdida progresiva de fuerza del tibial posterior puede llevar a una subluxación dorso-lateral periastragalina y favorecer el colapso del arco longitudinal medial.

### Calcáneo

- Las barras mediales y laterales evitan que el astrágalo opte por una posición compensatoria en varo o valgo, sin embargo a medida que la deformidad del pie plano progresa la columna medial colapsa y el astrágalo realiza flexión plantar en relación a la tibia y al ángulo que se forma entre el astrágalo y el primer metatarsiano, ocasionando que aumente su vértice.

- A medida que el astrágalo se flexiona con respecto al calcáneo, el ligamento de Spring o calcaneoescafoideo se elonga pudiendo llegar a una ruptura del mismo, ocasionando que el astrágalo se caiga hacia la región plantar y el calcáneo se mueve hacia lateral y posterior.
- El cuboides sigue al calcáneo y el antepié se abduce. A medida que la deformidad en abducción aumenta el ángulo que se forma entre el astrágalo y el primer metatarsiano progresa medializando el vértice del mismo.
- A medida que el arco medial colapsa, éste se alarga y aplanana. Este aumento en la longitud está fijada a la longitud de la columna lateral y la fascia plantar, por lo tanto, el antepié se abduce hacia la columna lateral.
- La abducción del antepié y el aplanamiento del arco longitudinal medial lo hacen a través de las articulaciones astragaloescafoidea, escafo-cuneiforme y tarsometatarsiana.
- Cuando la faceta posterior del astrágalo se impacta sobre el seno del tarso el arco medial se colapsa y pierde su forma por completo.

## PLANTOGRAFÍA

- La posición o postura que adoptan los pies al sostener peso varía dependiendo del tipo de pie que tengan y esto puede asociarse a un incremento en el riesgo a presentar algún tipo de lesión en miembros pélvicos, es decir presentar un pie plano o pie cavo, puede elevar el riesgo a desarrollar síndrome patelofemoral o síndrome de estrés tibial medial. Esto se debe principalmente a la interacción que se presenta entre la postura del pie con factores intrínsecos del paciente como el índice de masa corporal (IMC) y factores extrínsecos como el tipo de calzado utilizado.
- El análisis de la biomecánica que existe entre la pisada y las extremidades inferiores depende de la dirección y de la medición de la magnitud de fuerza aplicada en la superficie plantar del pie.
- De acuerdo a un reciente estudio planteado por Buldt et al. [1] ellos demuestran que existen un patrón plantar muy diferente entre las personas que tienen pies normales, a aquellas que tienen pies planos o pies cavos. Se demostró que los pacientes con pie plano presentan una mayor fuerza de presión, así como una mayor área de contacto en la región del arco longitudinal

medial, mediopé y el hallux, mientras que éstas variables son menores en la barra lateral y el antepié.

- En contraste, al comparar estas mismas variables en pacientes que tienen pie normal o pie cavo, se observa que dichos pacientes presentan una mayor área de presión en el talón y la barra lateral, así como una disminución en la presión de apoyo en el mediopé y el hallux.

#### TRATAMIENTO

- El pie plano flexible es una de las deformidades pediátricas más frecuentes, sin embargo el tratamiento es un tema controversial, ya que existen corrientes que mencionan que esta patología no requiere tratamiento con calzado modificado, soporte de arcos moldeados a la medida u órtesis, mientras que existen otros que mencionan todo lo contrario y favorecen el uso de órtesis en los pacientes pediátricos.

- De acuerdo a un artículo publicado por Vanderwilde y Staheli [2] reportaron que los pacientes de 6 meses a 10 años presentan una mejora espontánea del arco medial longitudinal sin tratamiento, ya que observaron que la cobertura astragaloescafoidea disminuye alrededor de 1.7° por año y el

ángulo anteroposterior del astrágalo con el primer metatarsiano disminuye  $2.1^{\circ}$  y de manera lateral disminuye  $0.7^{\circ}$ , lo cual demuestra la mejora que presentan los pacientes pediátricos del arco medial longitudinal sin tratamiento.

- El aplanamiento del arco medial generalmente mejora en la primera década de la vida en la mayor parte de la población sin ningún tipo de tratamiento, debido a estos tres procesos:

1. Con el desarrollo neuromuscular el balance mejora, fortaleciendo el control motriz fino de la musculatura distal de la extremidad pélvica.
2. La laxitud articular fisiológica alcanza su punto máximo a los 2-3 años de vida y posterior a ello disminuye.
3. Las estructuras del pie se van osificando aportando cada vez más una mayor rigidez ósea.

- El desarrollo del arco longitudinal medial es más acelerado durante los primeros 2-3 años de vida, por ende es importante el uso de calzado que tenga soporte en el área del arco medial.

- Diversas investigaciones proponen que el tipo de calzado utilizado es un factor importante para el desarrollo de pie plano,

ya que suele desarrollarse de manera más temprana el arco longitudinal medial en niños que suelen caminar descalzos o con sandalias o pantuflas en lugar de zapatos cerrados.

- Existen varios estudios que apoyan una u otra corriente, es decir el uso o no de órtesis, sin embargo no existe un tratamiento consensuado o estandarizado para el pie plano flexible en niños; a pesar de esto siempre que los pacientes presenten síntomas limitantes en sus actividades diarias secundario al pie plano y se decida aplicar algún método de tratamiento es importante valorar la edad del paciente, el IMC, la laxitud ligamentaria, la alineación de las extremidades pélvicas, presencia de trastornos neurológicos y contracturas del tríceps sural.

- Dentro del tratamiento conservador para pacientes pediátricos con pie plano flexible sintomático de manera inicial se debe empezar por terapia física para mejorar el fortalecimiento muscular así como la ingesta de analgésicos no esteroideos si el dolor es poco tolerable.

- Por otra parte se pueden utilizar aparatos ortopédicos, así como plantillas, férulas nocturnas y zapatos modificados, aunque no exista como tal un algoritmo que lo indique, se ha

demostrado que en muchas ocasiones el tratamiento de los niños va ligado a los padres, y en ocasiones el hecho de indicarle órtesis a los pacientes repercute en la manera en que los papás se sienten satisfechos.

- En un estudio publicado por Bok et al. [3] demostraron que en pacientes con diagnóstico de pie plano mayores de 6 años a quienes se les indicó el uso de una órtesis rígida por 2 años, se encontró una mejoría clínica y radiológica en el desarrollo del arco longitudinal medial de los pacientes, ya que al ángulo anteroposterior y lateral astrágalo-calcáneo y astrágalo-metatarsiano mejoraron notablemente en los pacientes, aproximadamente un 5% de mejoría de dichos ángulos por año.

- Por otra parte, en el estudio sistemático de Evans [4] evidenció que el uso de órtesis o plantillas no representa una diferencia significativamente estadística que demuestre que a los pacientes que utilizan las órtesis les va mejor que a los pacientes que los dejan evolucionar de manera normal, se demostró que el 1-2% de los pacientes con pie plano son sintomáticos y de estos no hay una evidencia que demuestre que esto va a llevar a la presencia de una deformidad dolorosa durante la edad adulta.

## DISEÑO Y METODOLOGÍA

Se trata de un estudio piloto longitudinal, analítico, comparativo, con intervención deliberada de una cohorte histórica.

La población estudiada fueron pacientes con diagnóstico de pie plano flexible sintomático cuyos síntomas no mejoraron con tratamiento conservador que requirieron tratamiento quirúrgico en el Instituto Nacional de Rehabilitación entre los años 2014-2021 con artrorrrisis subastragalina tipo Grice y con endoprótesis subastragalina en el seno del tarso que tuviesen mínimo 3 años postoperados.

Los criterios de inclusión utilizados fueron:

- Pacientes con diagnóstico de pie plano flexible sintomático, cuyos síntomas no mejoraron con tratamiento conservador.
- Pacientes de sexo indistinto, ya fuesen masculinos o femeninos, ya que el pie plano flexible afecta en proporciones similares a ambos sexos.
- Pacientes operados por del servicio de ortopedia pediátrica del Instituto Nacional de Rehabilitación LGII entre los años 2014-2021 de artrorrrisis tipo Grice o endoprótesis subastragalina.
- Pacientes que con tres o más años de postoperados, ya que se ha demostrado en la literatura que el tiempo mínimo para



valorar el resultado postquirúrgico de dichas cirugías es de 18 a 24 meses, ya que es el tiempo promedio que tardan en remodelar los huesos del pie posterior a dichas cirugías.

- Pacientes mayores a 6 años de edad que se encuentren en etapa escolar, adolescencia o adultez temprana no mayores a 23 años de edad, dado que es el tiempo máximo en que los varones pueden terminar de remodelar y fusionar los huesos del pie.
- Pacientes operados unilateral o bilateral, siempre y cuando cumplan los requisitos previos.

Los criterios de eliminación usados fueron:

- Pacientes que no deseen participar en el proyecto.

Los criterios de exclusión fueron:

- Pacientes que presenten alguna alteración neurovascular que ocasione incapacidad para lograr una marcha normal.
- Pacientes con neuropatía periférica.
- Pacientes con enfermedades neuromusculares.
- Pacientes con alteraciones biomecánicas que modifiquen la marcha.
- Pies planos rígidos

La población estudiada fue de 10 pacientes postoperados de artrorrrisis tipo Grice, 10 pacientes postoperados con endoprótesis en el seno del tarso.

Dentro de la casuística del Instituto contamos con 20 pacientes postoperados con endoprótesis subastragalina, obteniendo 30 pies postoperados; mientras que contamos con 57 postoperados de artrorrrisis tipo Grice entre los años 2014-2023, sin embargo no todos cuentan con los criterios de inclusión.

En pacientes que cuentan con cirugía bilateral, ya sea Grice o endoprótesis se evaluaron ambos pies y en los casos en que un pie fue operado mediante una de dichas técnicas quirúrgicas y el otro pie haya recibido otro tipo de cirugía, ese pie fue descartado de los estudios.

### Análisis estadístico

- Descripción de la muestra: Se aplicó estadística descriptiva para caracterizar la muestra a través de conteo de frecuencias y porcentajes de las variables cualitativas y medidas de resumen de tendencia central y de dispersión para las variables cuantitativas.
- Análisis bivariado. Las comparaciones entre los dos grupos se efectuó a través de análisis de varianza de un factor para

comparar las medias de las variables cuantitativas previa comprobación de normalidad con el estadístico de Shapiro-Wilk; la comparación de proporciones se hará con chi cuadrada.

▪ Análisis multivariado. Las comparaciones de las medias de las variables dependientes entre los dos grupos se efectuó con el modelo general lineal del análisis de varianza de dos factores (Grupo de intervención y género); las medias de podoscopía y podobarografía pie se ajustaron con las covariables edad e IMC. La fuente de información se obtuvo de manera directa de los pacientes e indirectamente de los expedientes clínicos electrónicos. Los métodos y las técnicas de recolección incluyen la aplicación de cuestionarios, el análisis de la cinemática del pie y la exploración física. Los datos serán registrados en una base de Excel y posteriormente analizada con SPSS.

## MATERIAL Y MÉTODOS

Los pacientes que cumplían con los criterios de inclusión fueron divididos en 2 grupos:

- 1er grupo: pacientes postoperados con endoprótesis.
- 2do grupo: pacientes postoperados con técnica Grice.

A los tres grupos se les realizaron 4 pruebas, las cuales son:

## Evaluación funcional

A los tres grupos se les aplicaron 2 escalas funcionales, las cuales evalúan el grado de dolor o discapacidad, así como su capacidad para desarrollarse dentro de sus actividades diarias.

### 1. Cuestionario de pie Manchester Oxford (MOXFQ). [2]

Escala que únicamente sirve para evaluar resultados clínicos postquirúrgicos de pacientes sometidos a cirugía de pie o tobillo en el cual evalúan 3 rubros: dolor residual, capacidad para caminar e interacción social.

Consta de 16 preguntas dentro de las cuales las primeras 7 preguntas están enfocadas a preguntarle al paciente acerca de problemas para caminar o mantenerse de pie que presente el paciente. Las siguientes 5 preguntas se enfocan a evaluar el dolor residual postquirúrgico y las 4 preguntas restantes se enfocan a preguntar acerca de problemas relacionados con la interacción social.

Cada pregunta consta con 5 opciones de respuesta, en donde cada ítem se puntúa del 0 al 4, donde el 4 indica ser el más grave.

Al final del cuestionario las puntuaciones se suman siendo 0 sin limitaciones y 100 indica limitación y dolor severo.

Éste cuestionario debe ser aplicado mínimo 4 semanas posterior a la cirugía para que no se vea influenciado por los cambios postquirúrgicos inmediatos.

Este cuestionario fue creado y avalado para la sociedad europea, sin embargo posteriormente fue evaluada por los norteamericanos quienes avalaron dicha escala

## 2. Cuestionario de la American Orthopaedic Foot & Ankle Society (AOFAS). [3]

Cuestionario creado por la sociedad americana de pie y tobillo que evalúa factores tanto subjetivos como objetivos, ya que evalúa el estado clínico del pie y sus articulaciones en tobillo y pie, entre ellas la articulación subastragalina, talonavicular y calcaneocuboidea.

Evalúa 5 grandes rubros, dentro de los cuales se abarca: dolor, limitación en actividades, capacidad de caminar en diferentes terrenos, estabilidad y alineación.

Consta de 7 preguntas en donde el valor máximo que se puede otorgar es 100 y el mínimo 0. En esta escala el 100 habla de una adecuada función del pie y tobillo, mientras que el 0 habla de una mala funcionalidad de éste.

Esta escala puede ser aplicada tanto de manera preoperatoria tanto como postoperatoria y no se indica un mínimo de tiempo posterior a la cirugía en el que se debería aplicar dicha escala.

### Podoscopía

En la podoscopía se evaluaron 4 parámetros:

- Índice del arco (AI): Su análisis se determina tomando el eje axial del pie desde el talón hacia lo más alto del segundo dedo dividiendo al pie en tres secciones. El IA representa la proporción del área del tercio medio de la superficie de la huella relativa al área total, excluyendo los dedos. Según los valores obtenidos, los pies se clasifican como plano ( $\leq 0.21$ ), cavo ( $\geq 0.26$ ) y normal ( $0.21 - 0.26$ ). Hablando en porcentajes: 0-34% se habla de un pie plano, del 35-39% se habla de un pie normal con tendencia a ser plano, de 40-54% un pie normal, 55-59% pie normal con tendencia a ser cavo, 75-84% pie cavo, 75-84% pie cavo fuerte y 85-100% se habla de un pie cavo extremo.

- Índice postura pie (FPI): herramienta clínica para cuantificar el grado de posición neutra, pronada o supinada del pie según 5 criterios clínicos.

Las referencias de valor son de 0 a +5 habla de un pie normal sin alteraciones, el rango de +6 a +9 representa un pie pronado y

>+10 de un pie altamente pronado; por otro lado una puntuación de -1 a -4 establece un pie supinado y de -5 a -12 establece un pie sumamente supinado.

- **Altura del escafoides (NNHt):** la diferencia entre la distancia que existe entre la tuberosidad del escafoides hasta la superficie de apoyo, con el paciente en bipedestación.

Línea de Helbing: Línea vertical que pasa por el centro del hueso poplíteo y pasa por el eje medio de la pierna y llega al talón. Determina el ángulo con el suelo que establece la posición del retropié.

### Podobarografía

Estudio tanto estático como dinámico que analiza la presión en apoyo de los pies.

Se evaluaron los siguientes parámetros en los pies:

- Pico máximo de presión (kPa): Presión máxima que se va a aplicar en diferentes regiones del pie cuando éste se encuentra en apoyo.

- Carga ejercida sobre antepié (%): porcentaje de presión máxima ejercida sobre el antepié.

- Carga ejercida sobre retropié (%): porcentaje de presión máxima ejercida sobre el retropié.

-Área de contacto (cm<sup>2</sup>): Área que ejerce contacto con el suelo al momento de encontrarse en apoyo completo el pie.

#### Variables independientes (tipos de intervención)

- Pacientes operados mediante técnica tipo Grice: Técnica quirúrgica en la cual se coloca hueso autólogo en el seno del tarso con el fin de corregir la relación astrágalo calcáneo y elevar el arco plantar interno.
- Pacientes operados con endoprótesis subastragalina: Sistema roscado que se inserta en la articulación subastragalina y actúa como bloque en el desplazamiento del astrágalo, bloqueando la pronación excesiva.

#### Variables dependientes:

- Podografía: índice del arco (IA), Índice de postura del pie (FPI), Altura del escafoides (NNHt), Línea de Helbing.
- Podobarografía: pico máximo de presión (kPa), presión máxima de antepié (%), presión máxima de retropié (%), área de contacto (cm<sup>2</sup>).

#### Co-variables

Edad, sexo, peso, talla e IMC.



## RESULTADOS

El total de pacientes evaluados fueron 10, dando en total 20 pies postoperados, ya fuesen con técnica tipo Grice y con endoprótesis.

De estos 20 pies postoperados, el 50%, es decir 10 pies fueron operados mediante el uso de endoprótesis marca Osconic, mientras que el 50% restante, es decir 10 pies fueron operados mediante la colocación de autoinjerto óseo con técnica Grice, lo cual se puede ver representado en la gráfica I.

El 90% de la población estudiada fueron hombres, mientras que el 10% fueron mujeres, lo cual nos habla de que la población mayormente operada en nuestro instituto de pie plano valgo sintomático es masculina. Ver gráfica II.

En la literatura se habla de que el IMC puede llegar a ser un factor importante para el desarrollo de pie plano, ya que plantean que a mayor IMC, mayores posibilidades de desarrollar pie plano. Mediante nuestro estudio se demostró que el 70% de la población tenía un IMC dentro de rangos normales, mientras que el 20% tenían sobrepeso y el 10% tenía obesidad grado I. El 90% de la población estudiada al momento de ser operada

presentaba un IMC normal y tan sólo 10% presentaba obesidad.

Ver gráfica III.

La edad promedio de los pacientes fue de 18.2 +/- 2.9 (rango 14-23) años; la edad media de la cirugía fue a los 11.7 +/- 2,4 (rango 8-15) siendo la diferencia media entre una y otra de 7.2 +/- 2.0 (rango 4-11) años.

Los resultados obtenidos de la aplicación de las escalas funcionales iniciando por la escala AOFAS, la cual se encarga de evaluar la funcionalidad o grado de limitación del pie, se encontró que el 30% del total de los pies evaluados se refieren con una funcionalidad moderada a nivel del tobillo y pie, esto básicamente se debe a la alineación y la funcionalidad, ya que los arcos de movilidad para realizar supinación, inversión y dorsiflexión se encuentran disminuidos. Sin embargo el 65% del total de la población se refiere con una funcionalidad buena. Ver gráfica IV.

Tan sólo un paciente, el cual fue operado mediante endoprótesis refiere funcionalidad mala del pie secundario a la mala alineación que presenta su pie, así como dolor a la inversión y eversión del pie.

Por otro lado, tenemos la escala Manchester Oxford, la cual se encarga de valorar a los pacientes postoperados de pie. De manera general la respuesta en los pacientes fue que presentan un desempeño bueno para realizar sus actividades, sin embargo el test se divide en 3 rubros principalmente, en el cual se evalúa el dolor residual, su capacidad para realizar actividad física y si estos factores tienen implicancia a nivel de su interacción social.

En la gráfica V se observa que los pacientes postoperados mediante endoprótesis presentan un dolor residual mucho mayor al de los pacientes postoperados mediante Grice, sin embargo a pesar del dolor residual no presentan una gran limitante para realizar actividad física.

Por el otro lado, podemos observar en la gráfica VI que los pacientes postoperados mediante técnica tipo Grice presentaron menor dolor residual, y no presentan limitación importante en sus actividades.

En cuanto a la medición del índice del arco el cuál valora de manera estática el tipo de pie que presentan los pacientes se demostró que del 100% de los pacientes el 36% presentaron un pie cavo, mientras que el 26% presentaron un pie plano-normal

y tan sólo el 13% presentó un arco normal, sin desviación de la pisada.

Como se observa en la gráfica VII se observa que en su mayoría los pies postoperados mediante endoprótesis tienen una tendencia a encontrarse en varo, y por el contrario los pies postoperados mediante técnica Grice tienen una tendencia a encontrarse planos o planos con tendencia a la normalidad, lo cual nos habla de que las endoprótesis están hipercorrigiendo los pies planos, mientras que en los Grice se están hipocorrigiendo, o bien el injerto ósea se reabsorbe y pierden soporte a nivel del arco plantar.

El 70% de los pies postoperados mediante endoprótesis presentan pies cavos o pies cavos con tendencia a la normalidad, sin embargo no se obtuvo paciente en quien se encontrara algún pie que quedara alineado normal. Como previamente se comentó esto podría estar hablando de que se está realizando una hipercorrección en los pacientes operados mediante esta técnica.

En cuanto al índice de postura del pie (FPI), se puede observar que los pies operados con endoprótesis tienen mayor tendencia

a estar normales o supinados, mientras que en los pies operados mediante técnica Grice tienen tendencia a ser normales o pronados, lo cual nos habla de que en conjunto con lo observado en el índice del arco los pies operados mediante técnica de autoinjerto tienden más a ser planos, es decir la corrección del pie plano es mínima, mientras que los pies operados mediante endoprótesis tienden a presentar una hipercorrección generando pies con tendencia a ser cavos.

En el análisis bivariado se observan diferencias en la distribución de los pacientes según el sexo ya que en los tratados con Grice el 100% fueron varones versus 80% en los tratados con endoprótesis ( $p = 0.03$ ); por ello, véase tabla 1, el peso y el IMC de los tratados con endoprótesis fue mayor que en los de Grice ( $p = 0.06$  y  $p = 0.02$  respectivamente). El FPI resultó negativo con una media de  $-0.78$  en los casos de endoprótesis versus una media de  $2.2$  con Grice ( $p = 0.11$ ); por último, la línea de Helbing fue negativa con  $-2.5 \pm 6.6$  en endoprótesis versus  $9.5 \pm 6.5$  con Grice ( $p = 0.0001$ ) mientras que el IA fue de  $657.3$  en el primero contra  $34.6$  en el segundo ( $p = 0.0001$ ).

Tabla 1. Comparación de características basales y de los desenlaces entre los pies tratados con endoprótesis versus Grice.

Características	Tratamiento		P
	Endoprótesis (n = 10)	Grice (n = 10)	
Sexo masculino	8 (80%)	10 (100%)	0.03
Edad	18.3 +/- 3.4	17.9 +/- 2.0	0.67
Edad cirugía	11.2 +/- 2.6	11.0 +/- 2.2	0.78
Diferencia edad-Qx	7.2 +/- 2.1	7.2 +/- 1.9	0.97
Peso	70.7 +/- 16.6	61.6 +/- 5.1	0.06
Talla	1.69 +/- 0.08	1.66 +/- 0.03	0.41
IMC	24.8 +/- 4.2	22.1 +/- 1.7	0.02
AOFAS	73.4 +/- 9.6	74 +/- 6.3	0.86
MOXFQ	12.6 +/- 12.7	15.5 +/- 6.3	0.05
FPI	-0.78 +/- 4.6	2.2 +/- 5.5	0.11
NNHT	3.9 +/- 0.7	3.7 +/- 0.7	0.48
Línea Helbing	-2.5 +/- 6.6	9.5 +/- 6.5	0.0001
IA	57.3 +/- 16	34.6 +/- 11.5	0.0001

Los datos que en el análisis bivariado establecieron diferencias importantes o significativas entre los grupos de tratamiento se introdujeron al modelo multivariado de análisis discriminante con las medias observadas en la siguiente tabla:

### Estadísticos de grupo

TX		Media	Desv. típ.	N válido (según lista)
				No ponderados
ENDOPRÓTESIS	Peso	70.783	15.6829	10
	IMC	24.894	4.2672	10
	Índice de postura del pie	-.778	4.6216	10
	Línea de Helbing	-2.500	6.6972	10
	Índice del arco (IA)	57.333	16.0074	10
GRICE	Peso	61.642	5.1352	10
	IMC	22.167	1.7614	10
	Índice de postura del pie (FPI)	2.250	5.5124	10
	Línea de Helbing	9.583	6.5569	10
	Índice del arco (IA)	34.667	11.5155	10

El método de inclusión por pasos seleccionó como las mejores variables predictoras a el IMC más la línea de Helbing y el índice del arco ya que entre las tres pronostican correctamente al 96.7% de los casos (es decir, diferencian a los tratados con endoprótesis de los tratados con Grice) con una sensibilidad de 100% y especificidad de 91.7% según la siguiente tabla de resumen:

### Resultados de la clasificación

			Grupo de pertenencia pronosticado		Total
			TX	GRICE	
Original	Recuento	ENDOPRÓTESIS	10	0	10
		GRICE	0	10	10
	%	ENDOPRÓTESIS	100.0	.0	100.0
		GRICE	0	100	100.0

a. Clasificados correctamente el 96.7% de los casos agrupados originales.

El coeficiente de correlación canónica del análisis discriminante de Fisher fue de 0.832 ( $p = 0.0001$ ; véase (tabla X) las ecuaciones predictoras de la pertenencia a grupo de los casos son las siguientes, cualquier caso nuevo será pronostica en el grupo que mayor puntuación alcance en alguna de las dos ecuaciones.

### Coeficientes de la función de clasificación

	TX	
	ENDOPRÓTESIS	GRICE
IMC	2.838	2.262
Línea de Helbing	-.384	-.052
Índice del arco (IA)	.474	.235
(Constante)	-49.909	-31.552

Funciones discriminantes lineales de Fisher



Variable dependiente: Superficie de contacto (cm<sup>2</sup>)

GRUPO	Media	Error t $\acute$ ip.	Intervalo de confianza 95%	
			L $\acute$ mite inferior	L $\acute$ mite superior
ENDOPROTESIS	140.594 <sup>a</sup>	7.680	124.224	156.965
GRICE	111.611 <sup>a</sup>	8.724	93.017	130.205

a. Las covariables que aparecen en el modelo se evalúan en los siguiente valores: IMC = 24.221.

### Comparaciones por pares

Variable dependiente: Superficie de contacto (cm<sup>2</sup>)

(I)GRUPO	(J)GRUPO	Diferencia de medias (I-J)	Error t $\acute$ ip.	Sig. <sup>a</sup>	Intervalo de confianza al 95 % para la diferencia <sup>a</sup>	
					L $\acute$ mite inferior	L $\acute$ mite superior
ENDOPROTESIS	GRICE	28.983 <sup>*</sup>	12.411	0.05	2.531	55.436
GRICE	ENDOPROTESIS	-28.983 <sup>*</sup>	12.411	0.05	-55.436	-2.531

Basadas en las medias marginales estimadas.

\*. La diferencia de medias es significativa al nivel .05.

a. Ajuste para comparaciones múltiples: Bonferroni.

Las medias de la presión máxima son mayores en Grice pero la

p = 0.001

### Estimaciones

Variable dependiente: PRESIÓN MAX

GRUPO	Media	Error típ.	Intervalo de confianza 95%	
			Límite inferior	Límite superior
ENDOPROTESIS	1551.077 <sup>a</sup>	242.840	1033.474	2068.679
GRICE	2237.842 <sup>a</sup>	275.827	1649.931	2825.753

a. Las covariables que aparecen en el modelo se evalúan en los siguiente valores: IMC = 24.221.

### Comparaciones por pares

Variable dependiente: PRESIÓN MAX

(I)GRUPO	(J)GRUPO	Diferencia de medias (I-J)	Error típ.	Sig. <sup>a</sup>	Intervalo de confianza al 95 % para la diferencia <sup>a</sup>	
					Límite inferior	Límite superior
ENDOPROTESIS	GRICE	-686.765	392.403	.001	-1523.153	149.623
GRICE	ENDOPROTESIS	686.765	392.403	.001	-149.623	1523.153

Basadas en las medias marginales estimadas.

a. Ajuste para comparaciones múltiples: Bonferroni.

**Comparaciones  
por pares**

Variable dependiente: CARGA ANTEPIÉ %

(I)GRUPO	(J)GRUPO	Diferencia de medias (I-J)	Error típ.	Sig. <sup>a</sup>	Intervalo de confianza al 95 % para la diferencia <sup>a</sup>	
					Límite inferior	Límite superior
ENDOPROTESIS	GRICE	-6.455*	1.674	.002	-10.024	-2.887
GRICE	ENDOPROTESIS	6.455*	1.674	.002	2.887	10.024

Basadas en las medias marginales estimadas.

\*. La diferencia de medias es significativa al nivel .05.

a. Ajuste para comparaciones múltiples: Bonferroni.

Grice presenta una carga media de 21.9% y endoprótesis baja a 15.4% ( $p = 0.002$ ).

La carga del retropié es mayor en endoprótesis pero sin ser significativa respecto a Grice ( $p = 0.23$ )

**Estimaciones**

Variable dependiente: CARGA RETROPIÉ %

GRUPO	Media	Error típ.	Intervalo de confianza 95%	
			Límite inferior	Límite superior
ENDOPROTESIS	32.343 <sup>a</sup>	1.766	28.579	36.106
GRICE	28.809 <sup>a</sup>	2.005	24.535	33.084

a. Las covariables que aparecen en el modelo se evalúan en los siguiente valores: IMC = 24.221.

**Comparaciones  
por pares**

Variable dependiente: CARGA RETROPIÉ %

(I)GRUPO	(J)GRUPO	Diferencia de medias (I-J)	Error típ.	Sig. <sup>a</sup>	Intervalo de confianza al 95 % para la diferencia <sup>a</sup>	
					Límite inferior	Límite superior
ENDOPROTESIS	GRICE	3.533	2.853	.235	-2.548	9.615
GRICE	ENDOPROTESIS	-3.533	2.853	.235	-9.615	2.548

Basadas en las medias marginales estimadas.

a. Ajuste para comparaciones múltiples: Bonferroni.

## DISCUSIÓN

En la literatura en general se observa que los pacientes con pie plano flexible sintomático que son sometidos a tratamiento quirúrgico en su gran mayoría son sometidos a endoprótesis subastragalina, por el contrario existe muy poca evidencia del tratamiento quirúrgico con uso de injerto, esto debido a estudiado en ese grupo en específico desenlaces poco prometedores como una artrosis temprana, sin embargo esta variable no se ha estudiado en pacientes operados con endoprótesis, ya que en su gran mayoría se recomienda retirar

estos dispositivos entre 18 a 24 meses de operados, lo cual genera una brecha entre las posibles complicaciones a largo plazo.

Se observó mediante éste estudio que si bien la alineación en los pies postoperados con técnica Grice no presentó una mejoría importante, es decir, sus pies tienen tendencia a seguir siendo planos, sin embargo el dolor en su vida diaria es mucho menor a aquel presentado por el grupo de endoprótesis.

En la literatura hay poca evidencia del estudio del dolor residual que se puede asociar al uso de las endoprótesis, sin embargo en un estudio hecho por Wang et al [8] se habla de que los pacientes postoperados con endoprótesis pueden presentar desde un 10 hasta un 40% de dolor residual, sin embargo no se ha logrado dilucidar la causa exacta por la cual está presente el dolor, sin embargo ellos mencionan que un factor que notaron en sus pacientes fue que existe un 38.8% de probabilidades de desarrollar dolor cuando la distancia entre la cola del implante y la barra lateral del calcáneo es mayor.

También en un estudio desarrollado por Saxena et al [9], demostraron que un factor importante para el desarrollo del

dolor residual es el tamaño del implante, y se asoció un tamaño de 11mm como el desencadenante de esto.

Por otro lado, tanto los pacientes postoperados con endoprótesis y con autoinjerto presentaban dolor a nivel de tendón de Aquiles, ya que presentaban una contractura importante de éste. Existen varias publicaciones que han establecido el rol del tendón de Aquiles en los pies planos y la importancia de realizar un alargamiento de éste para mejorar la sintomatología. [5, 6], por lo que sería importante valorar siempre realizar éste procedimiento aunado a la corrección de la articulación subastragalina.

Se ha descrito que una mala alineación en valgo puede generar una sobrecarga a nivel del calcaneoperoneo [7], por ello sería importante estudiar a fondo el resultado funcional de éste en los pacientes con Grice, ya que en su mayoría la corrección del pie plano valgo fue poca y a futuro esto podría conllevar secuelas en éstos pacientes. Por el contrario, la deformidad en varo genera una sobrecarga en la región lateral del pie [7], lo cual se corrobora con el estudio podográfico y podobarográfico, ya que los pacientes con endoprótesis tenían poco apoyo a nivel de la

base del hallux secundario a una probable hipercorrección del pie plano, lo que ocasiona que el peso se recargue a nivel de retropié generando dolor por la mala posición del pie tanto de manera dinámica como estática.

## CONCLUSIONES

▪El tratamiento del pie plano flexible pediátrico sigue siendo un reto actualmente, ya que éste es variado y no existen guías que definan el tratamiento específico a usar con los pacientes debido a la variedad y poca concordancia que existe entre la literatura. Si bien la artrorrisis subastragalina con uso de endoprótesis representa una cirugía mínimamente invasiva, ésta puede llegar a modificar la pisada del paciente completamente, ocasionando que incluso la morfología del pie de un giro de 180 grados convirtiendo el pie de plano a cavo con las respectivas complicaciones que esto ocasiona en la dinámica del paciente.

Por otro lado, las complicaciones ocasionadas de manera secundaria al implante pueden ser tratadas con menores daños al pie y a la articulación subastragalina, cómo lo podrían ser la ruptura de éste o la luxación a comparación de los Grice, pues en el caso de éstos se requiere una cirugía de revisión donde

probablemente se requiera un artrodesis por la artrosis temprana que genera éste procedimiento quirúrgico.

La pérdida progresiva de la movilidad y dinámica de la articulación subastragalina pueden generar una deformidad diferente a la que el paciente inicialmente padecía obteniendo resultados subóptimos de los tratamientos quirúrgicos, por ello es importante realizar estudios más a profundidad con estudios dinámicos de la pisada y del pie y no únicamente estáticos con el fin de entender a profundidad el comportamiento a largo plazo de los tratamientos quirúrgicos y con ello mejorar las técnicas o procedimientos a realizar.

En el caso de los pacientes postoperados de endoprótesis se visualizó que en su gran mayoría la deformidad del pie plano mejoró, sin embargo aparentemente fueron pacientes a quienes se les realizó una hipercorrección del arco plantar ocasionando que el pie optara por una posición en varo, lo que significaba un cambio importante en su marcha, pues la base del hallux prácticamente no presenta presión al momento del despegue de la marcha y con ello generan el mayor apoyo a nivel de retropié y base de tercer metatarsiano. Por otro lado los pacientes con



Grice por el contrario, no presentaron una mejoría importante en el patrón del pie plano, sin embargo el dolor era mucho menor al presentado por el grupo postoperado con endoprótesis. En éstos pacientes se observó que la mayor parte de apoyo durante la marcha se genera a nivel de la barra medial y antepié y presentaban muy poco apoyo a nivel de retropié.

Si bien éste es un estudio piloto, se pretende aumentar la N de pacientes a evaluar y también tener en consideración agregar un grupo adicional de pacientes a quienes se les retiraron las endoprótesis, con el fin de determinar el tratamiento más adecuado para los pacientes con pie plano flexible sintomático.

## BIBLIOGRAFÍA

- [1] Buldt, A. K., Forghany, S., Landorf, K. B., Levinger, P., Murley, G. S., & Menz, H. B. (2018). Foot posture is associated with plantar pressure during gait: A comparison of normal, planus and cavus feet. *Gait & Posture*, *62*, 235–240. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2018.03.005>
- [2] Vanderwilde, R., Staheli, L. T., Chew, D. E., & Malagon, V. (1988). Measurements on radiographs of the foot in normal infants and children. *The Journal of Bone and Joint Surgery. American Volume*, *70(3)*, 407–415. <https://doi.org/10.2106/00004623-198870030-00013>
- [3] Bok, S.-K., Kim, B.-O., Lim, J.-H., & Ahn, S.-Y. (2014). Effects of custom-made rigid foot orthosis on pes planus in children over 6 years old. *Annals of Rehabilitation Medicine*, *38(3)*, 369–375. <https://doi.org/10.5535/arm.2014.38.3.369>
- [4] Evans, A. M., & Rome, K. (2011). A Cochrane review of the evidence for non-surgical interventions for flexible pediatric flat feet. *European Journal of Physical and Rehabilitation Medicine*, *47(1)*, 69–89.
- [5] Metcalfe SA, Bowling FL, Reeves ND: Subtalar joint arthroereisis in the management of pediatric flexible flatfoot: a critical review of the literature. *Foot Ankle Int.* 2011, *32*:1139.10.3113/FAI.2011.1127
- [6] Zaret DI, Myerson MS: Arthroereisis of the subtalar joint. *Foot Ankle Clin.* 2003, *8*:605-617. 10.1016/S1083-7515(03)00041-X

- [7] Gallina, J., & Sands, A. K. (2003). Lateral-sided bony procedures. *Foot and Ankle Clinics*, 8(3), 563–567. [https://doi.org/10.1016/s1083-7515\(03\)00064-0](https://doi.org/10.1016/s1083-7515(03)00064-0).
- [8] Wang, S., Chen, L., Yu, J., Zhang, C., Huang, J.-Z., Wang, X., & Ma, X. (2021). Mid-term results of subtalar arthroereisis with Talar-Fit implant in pediatric flexible flatfoot and identifying the effects of adjunctive procedures and risk factors for sinus tarsi pain. *Orthopaedic Surgery*, 13(1), 175–184. <https://doi.org/10.1111/os.12864>
- [9] Saxena, A., Via, A. G., Maffulli, N., & Chiu, H. (2016). Subtalar arthroereisis implant removal in adults: A prospective study of 100 patients. *The Journal of Foot and Ankle Surgery: Official Publication of the American College of Foot and Ankle Surgeons*, 55(3), 500–503. <https://doi.org/10.1053/j.jfas.2015.12.005>
- Nelson SC, Haycock DM, Little ER: Flexible flatfoot treatment with arthroereisis: radiographic improvement and child health survey analysis. *J Foot Ankle Surg.* 2004, 43:144-55. [10.1053/j.jfas.2004.03.012](https://doi.org/10.1053/j.jfas.2004.03.012)
- Braitto, M., Radlwimmer, M., Dammerer, D., Hofer-Picout, P., Wansch, J., & Biedermann, R. (2020). Tarsometatarsal bone remodelling after subtalar arthroereisis. *Journal of Children's Orthopaedics*, 14(3), 221–229. <https://doi.org/10.1302/1863-2548.14.190190>
- Caravaggi, P., Sforza, C., Leardini, A., Portinaro, N., & Panou, A. (2018). Effect of plano-valgus foot posture on midfoot

kinematics during barefoot walking in an adolescent population. *Journal of Foot and Ankle Research*, 11(1), 55. <https://doi.org/10.1186/s13047-018-0297-7>

▪ Indino, C., Villafañe, J. H., D'Ambrosi, R., Manzi, L., Maccario, C., Berjano, P., & Usuelli, F. G. (2020). Effectiveness of subtalar arthroereisis with endorthesis for pediatric flexible flat foot: a retrospective cross-sectional study with final follow up at skeletal maturity. *Foot and Ankle Surgery: Official Journal of the European Society of Foot and Ankle Surgeons*, 26(1), 98–104. <https://doi.org/10.1016/j.fas.2018.12.002>

▪ Okamura, K., Fukuda, K., Oki, S., Ono, T., Tanaka, S., & Kanai, S. (2020). Effects of plantar intrinsic foot muscle strengthening exercise on static and dynamic foot kinematics: A pilot randomized controlled single-blind trial in individuals with pes planus. *Gait & Posture*, 75, 40–45. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2019.09.030>

▪ Hameed, N., Baseer, N., Huma, Z., Javed, S., Raza, T., & Sadaf, A. (2020). Anthropometric assessment of paediatric flat foot: A diagnostic accuracy study. *Journal of Ayub Medical College, Abbottabad: JAMC*, 32(3), 359–367.

▪ Papamerkouriou, Y.-M., Rajan, R., Chaudhry, S., Kodumuri, P., Evans, H., & Kerr, M. (2019). Prospective early clinical, radiological, and kinematic pedobarographic analysis following subtalar Arthroereises for paediatric Pes planovalgus. *Cureus*, 11(12), e6309. <https://doi.org/10.7759/cureus.6309>.

- Ueki, Y., Sakuma, E., & Wada, I. (2019). Pathology and management of flexible flat foot in children. *Journal of Orthopaedic Science: Official Journal of the Japanese Orthopaedic Association*, 24(1), 9–13. <https://doi.org/10.1016/j.jos.2018.09.018>
- Okamura, K., Kanai, S., Fukuda, K., Tanaka, S., Ono, T., & Oki, S. (2019). The effect of additional activation of the plantar intrinsic foot muscles on foot kinematics in flat-footed subjects. *Foot (Edinburgh, Scotland)*, 38, 19–23. <https://doi.org/10.1016/j.foot.2018.11.002>
- Okamura, K., Kanai, S., Hasegawa, M., Otsuka, A., & Oki, S. (2018). The effect of additional activation of the plantar intrinsic foot muscles on foot dynamics during gait. *Foot (Edinburgh, Scotland)*, 34, 1–5. <https://doi.org/10.1016/j.foot.2017.08.002>.
- Kanatlı, U., Aktas, E., & Yetkin, H. (2016). Do corrective shoes improve the development of the medial longitudinal arch in children with flexible flat feet? *Journal of Orthopaedic Science: Official Journal of the Japanese Orthopaedic Association*, 21(5), 662–666. <https://doi.org/10.1016/j.jos.2016.04.014>
- Buldt, A. K., Murley, G. S., Butterworth, P., Levinger, P., Menz, H. B., & Landorf, K. B. (2013). The relationship between foot posture and lower limb kinematics during walking: A systematic review. *Gait & Posture*, 38(3), 363–372. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2013.01.010>
- Metcalfe, S. A., Bowling, F. L., & Reeves, N. D. (2011). Subtalar joint arthroereisis in the management of pediatric flexible flatfoot: a critical review of the literature. *Foot & Ankle*

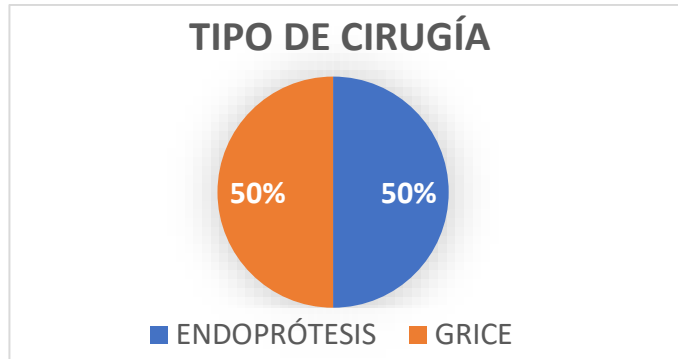
*International*, 32(12), 1127–1139.

<https://doi.org/10.3113/FAI.2011.1127>

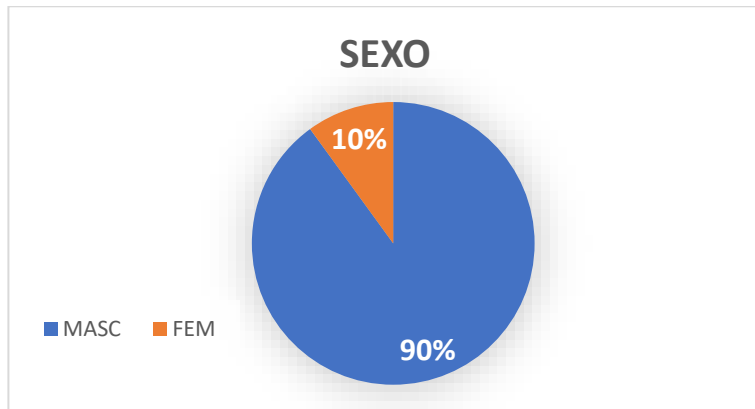
- Van Boerum, D. H., & Sangeorzan, B. J. (2003). Biomechanics and pathophysiology of flat foot. *Foot and Ankle Clinics*, 8(3), 419–430. [https://doi.org/10.1016/s1083-7515\(03\)00084-6](https://doi.org/10.1016/s1083-7515(03)00084-6)
- Welton, E. A. (1992). The Harris and Beath footprint: interpretation and clinical value. *Foot & Ankle*, 13(8), 462–468. <https://doi.org/10.1177/107110079201300806>
- Cavanagh, P. R., & Rodgers, M. M. (1987). The arch index: a useful measure from footprints. *Journal of Biomechanics*, 20(5), 547–551. [https://doi.org/10.1016/0021-9290\(87\)90255-7](https://doi.org/10.1016/0021-9290(87)90255-7).

## ANEXOS

GRÁFICA I

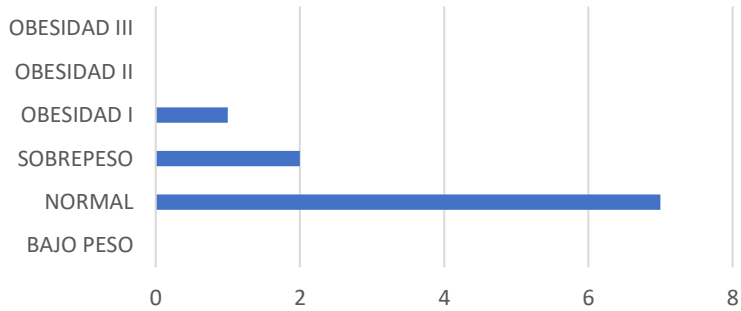


GRÁFICA II



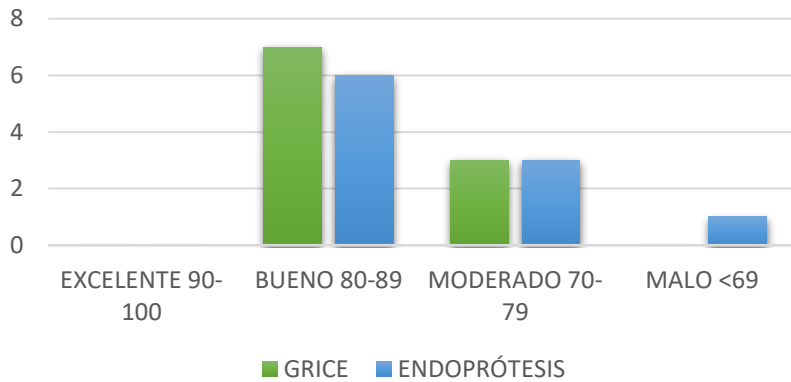
GRÁFICA III

IMC



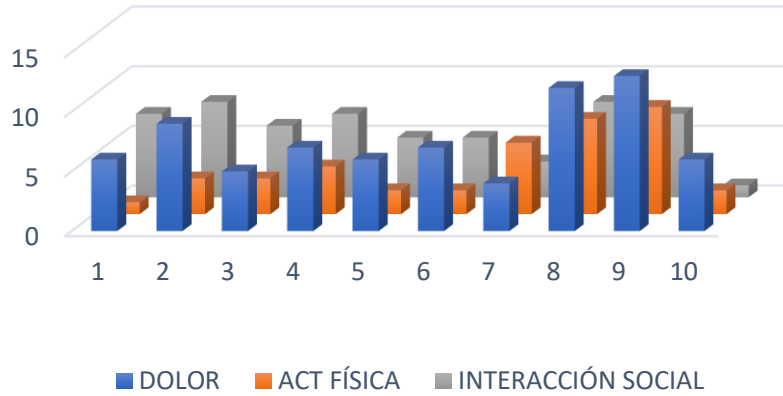
GRÁFICA IV

AOFAS

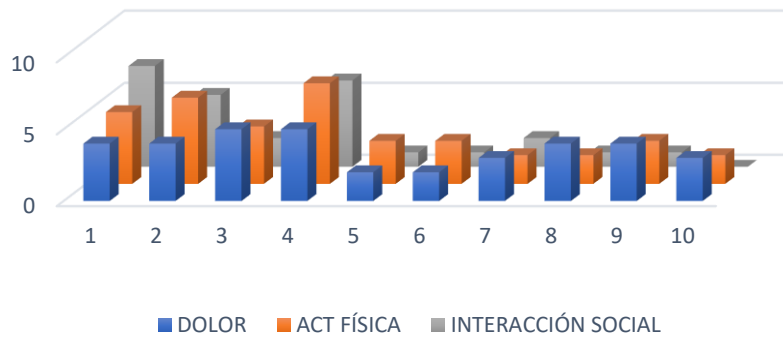




GRÁFICA V  
**MOXFQ ENDOPRÓTESIS**



GRÁFICA VI  
**MOXFQ GRICE**



GRÁFICA VII

Índice del Arco

