



FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD

ESCUELA DE FISIOTERAPIA

PROGRAMA DE TERAPIA MANUAL ORTOPEDICA Y EJERCICIO
TERAPEUTICO PARA ADOLESCENTES CON PIE PLANO: SERIE DE
CASOS.

PILATAXI FERNANDEZ ERIK DAVID

ROMERO SUAREZ JOHANA VALENTINA

2023



FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD

ESCUELA DE FISIOTERAPIA

PROGRAMA DE TERAPIA MANUAL ORTOPEDICA Y EJERCICIO
TERAPEUTICO PARA ADOLESCENTES CON PIE PLANO: SERIE DE
CASOS.

TRABAJO DE TITULACIÓN PRESENTADO EN CONFORMIDAD CON LOS
REQUISITOS ESTABLECIDOS PARA OPTAR POR EL TITULO DE
MAGISTER EN TERAPIA MANUAL ORTOPEDICA INTEGRAL

AUTORES:

PILATAXI FERNÁNDEZ ERIK DAVID

ROMERO SUAREZ JOHANA VALENTINA

2023

DECLARACIÓN DEL DOCENTE METODOLÓGICO

Declaro haber revisado este trabajo: programa de terapia manual ortopédica y ejercicio terapéutico para adolescentes con pie plano: serie de casos. de los estudiantes Pilataxi Fernández Erik David y Romero Suarez Johana Valentina, en el semestre 2023-00, dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los trabajos de titulación



HÉCTOR JOAQUÍN GUTIÉRREZ ESPINOZA

F-49799250

DECLARACIÓN DE AUTORÍA DEL ESTUDIANTE

Declaramos que este trabajo es original, de nuestra autoría, que se han citado las fuentes correspondientes y que en su ejecución se respetaron las disposiciones legales que protegen los derechos de autor vigente.



ROMERO SUAREZ JOHANA VALENTINA

C.I. 176056365-8

DECLARACIÓN DE AUTORÍA DEL ESTUDIANTE

Declaramos que este trabajo es original, de nuestra autoría, que se han citado las fuentes correspondientes y que en su ejecución se respetaron las disposiciones legales que protegen los derechos de autor vigente.

A handwritten signature in blue ink, consisting of several overlapping loops and lines, positioned above the printed name.

PILATAXI FERNÁNDEZ ERIK DAVID

C.I. 172492000-2

AGRADECIMIENTOS

A Dios padre, por su misericordia derramada sobre nosotros para llevar adelante este proyecto de investigación.

A nuestros padres Iván Romero, José y Agustina Pilataxi, pilares fundamentales en nuestra vida personal y profesional aunado a su apoyo absoluto.

A nuestros hermanos, Isvani Romero y Kevin Pilataxi por su apoyo infinito e incondicional.

De manera especial a mis ángeles, mi mami Yelitze Suarez, a mis abuelos Jova Vera, Donaldo Suarez, Jesús y María Romero.

Al Maestro Héctor Gutiérrez, más que facilitador y tutor metodológico de la materia de proyecto de investigación, encontramos en él un amigo y una figura de ejemplo de perseverancia, dedicación, excelencia y trabajo duro.

Todos los docentes, titulares y auxiliares, por todas las herramientas brindadas desde el lado ético profesional y humano, son fuentes de inspiración para mejorar.

En especial agradecimiento al Magister Héctor Padilla y Magister Sebastián Tapia, docentes que de la forma más grata cambiaron nuestra visión de la fisioterapia, invitándonos a ser mejores fisioterapeutas por y para nuestros pacientes.

A la Universidad de las Américas, por ser nuestra casa de estudios, abriéndonos sus puertas y brindándonos todas sus herramientas para nuestra formación estudiantil y profesional.

Erik Pilataxi y Johana Romero.

ÍNDICE DEL CONTENIDO

1. Portada	1
2. Carátula	2
3. Declaración docente metodológico	3
4. Declaración de autoría del estudiante	4
5. Agradecimientos	6
6. Índice del contenido	7
7. Desarrollo del trabajo	8
8. Resumen (español)	8
9. Abstract (inglés)	9
10. Introducción	10
11. Material y métodos	13
12. Resultados	24
13. Discusión	27
14. Conclusiones	33
15. Referencias	34
16. Anexos	40

RESUMEN

Objetivo: La evidencia actual sobre la efectividad clínica de la aplicación en conjunto de técnicas de terapia manual ortopédica integral más ejercicio terapéutico en pacientes adolescentes con pie plano sigue siendo muy reducida. Este estudio tiene como objetivo exponer los efectos a corto plazo (4 semanas) de un programa de ejercicio terapéutico más terapia manual sobre la función, estructura y dolor de adolescentes con pie plano.

Método: 20 adolescentes fueron asignados a 4 semanas para realizar ejercicios terapéuticos específicos más la aplicación de técnicas de terapia manual. El resultado primario fue el cambio en la función del tobillo, que se evaluó mediante la escala AOFAS (American Orthopaedic Foot and Ankle Society). Los criterios de valoración secundarios incluyeron cambios en rangos activos articulares con Goniometría de Dorsiflexión y Plantiflexión, descenso del navicular (Navicular Drop Test) y en la medida de la huella plantar (índice de Chippaux-Smirak (CSI).

Resultados: los 20 participantes completaron la etapa de intervención, la diferencia de las variables a las 4 semanas de tratamiento fue: AOFAS incremento de 8,80 puntos, desviación estándar de (4,91) IC 95% (6,49-11,10), $p=0,001$. Dorsiflexión derecha un incremento de $7,5^\circ$; desviación estándar de (4,05) IC 95% (5,60-9,40) $p=0,000$. Navicular Drop Test Con Carga Izquierdo aumento de 1,7cm, desviación estándar de (0,59) IC 95% (0,10-0,44) valor $P=0,214$.

Conclusión: la aplicación de terapia manual y ejercicio terapéutico tiene efectos clínicos beneficiosos en las variables de función, y de huella plantar, mas no denota un gran cambio en los rangos articulares de inversión y eversión.

Palabras Clave: Pie Plano, Aofas, Goniometría, Chippaux, Navicular.

ABSTRACT

Objective: Current evidence on the clinical effectiveness of the combined application of comprehensive orthopedic manual therapy techniques plus therapeutic exercise in adolescent flatfoot patients remains very limited. This study aims to expose the short-term (4 weeks) effects of a therapeutic exercise plus manual therapy program on function, structure and pain in adolescents with flatfoot.

Methods: 20 adolescents were assigned to 4 weeks to perform specific therapeutic exercises plus the application of manual therapy techniques. The primary outcome was change in ankle function, which was assessed using the AOFAS (American Orthopaedic Foot and Ankle Society). Secondary endpoints included changes in active joint ranges with Dorsiflexion and Plantiflexion Goniometry, navicular drop (Navicular Drop Test) and plantar footprint measurement (Chippaux-Smirak Index (CSI)).

Results: the 20 participants completed the intervention stage, the difference in the variables after 4 weeks of treatment was: AOFAS increase of 8.80 points, standard deviation of (4.91) 95% CI (6.49-11, 10), $p=0.001$. Right dorsiflexion an increase of 7.5° a standard deviation of (4.05) 95% CI (5.60-9.40) $p=0.000$. Left Loaded Navicular Drop Test increased by 1.7cm with standard deviation of (0.59) 95% CI (0.10-0.44) P value=0.214.

Conclusion: the application of manual therapy and therapeutic exercise has beneficial clinical effects on the variables of function and plantar footprint, but does not show a great change in the joint ranges of inversion and eversion.

Keywords: Flatfoot, Aofas, Goniometry, Chippaux, Navicular.

Introducción

El Pie plano es una deformidad fisiológica común del pie y del tobillo, en donde el arco longitudinal medial está deprimido o aplanado debido a la falta de fuerza en los músculos, ligamentos y tendones asociados a la estabilidad de la articulación.¹ No existe un acuerdo específico sobre los criterios clínicos o radiológicos para definir un pie plano, por la falta de un consenso universal aceptando lo que se considera “normal o fisiológico”, en contraste con una “altura media,” del arco longitudinal.² Tradicionalmente, un pie plano se ha definido subjetivamente como un pie de soporte de peso, con un arco longitudinal anormal bajo o ausente². La cual se basa solo en la comparación anatómica estática de la altura del arco dentro de una población, sin tomar en cuenta la etiología del pie plano, las relaciones funcionales, anatómicas y la sintomatología de los diferentes pacientes.² La pérdida de la función de los estabilizadores estáticos (complejo del ligamento elástico) y dinámicos (tendón del tibial posterior) provoca la deformidad característica de un pie plano con pérdida del arco medial, valgo del retropié y abducción del antepié; en la etapa tardía, se produce artrosis secundaria grave en las articulaciones de los tobillos superior e inferior, lo que impide la capacidad para caminar.³

En un término de incidencia, el promedio de personas que se encuentra con esta patología es que uno de cada seis adultos se ve afectado por un pie plano adquirido, esta deformidad del pie se caracteriza por su progresión de etapas y en el 10% de los casos provoca molestias que requieren tratamiento.³ La prevalencia de pie plano varía en un amplio rango, desde aproximadamente 0,6 a 77,9% en la población infantil, la misma que puede estar relacionada con numerosos factores, tales como diferentes grupos etarios, tipos de evaluación,

factores epidemiológicos, anatómicos, se ha reportado la prevalencia de pie plano en diferentes grupos de edad, entre 2 – 6 años (37- 59.7%) y 8 - 13 años en Israel (4-19.1%), de los cuales puede persistir desde un 3% a un 20 % de la población adulta.^{4,5}

El tratamiento del pie plano ha sido durante mucho tiempo un tema controversial, con falta de claridad en la literatura con respecto a qué niños requieren tratamiento y la eficacia de la intervención, sin embargo, cada vez hay más pruebas de que las intervenciones no quirúrgicas, como las ortesis y la fisioterapia, pueden ser beneficiosas para ciertos grupos de niños.⁶ El alargamiento lateral del calcáneo y la artrodesis subastragalina son dos tipos de operaciones utilizadas para corregir el pie plano flexible sintomático⁶. La técnica artrodesis subastragalina es menos invasiva, alivia rápidamente los síntomas y tiene una capacidad de carga temprana.⁷

Por otro lado, el uso a largo plazo de ortesis de pie con soporte de arco demostró ser factible y eficaz en niños con pie plano flexible para mejorar la alineación de las extremidades inferiores durante la marcha.⁸ Sin embargo, una revisión sistemática reciente indica que una minoría de pies planos puede doler y limitar la marcha, por lo tanto, no existe una estrategia óptima, ni consenso, para el uso de ortesis de pie para tratar el pie plano pediátrico.⁹

El ejercicio solo como el ejercicio combinado con técnicas de liberación miofascial, y especialmente las técnicas de liberación miofascial solas, reducen significativamente el dolor en un pie plano.¹⁰ No obstante, este estudio muestra una influencia limitada tanto de los ejercicios como de las técnicas de liberación miofascial en indicadores estáticos y dinámicos seleccionados de un pie plano.¹⁰

El barefoot o entrenamiento descalzo es otro tema que está tomando importancia

y relevancia en el tratamiento de afecciones en el pie, se ha podido demostrar que correr descalzo fortalece el arco plantar y reduce el impacto en las articulaciones, sobre todo en las rodillas y caderas.¹¹

A raíz del 2018 fue encontrada evidencia sobre la efectividad de la liberación miofascial aplicada en pacientes con esta patología, por otro lado, se puede conseguir un importante número de artículos sobre la efectividad de los ejercicios terapéuticos aplicados para mejorar la funcionalidad en adolescentes con pie plano, sin embargo, no es encontrada evidencia actual que exponga los resultados de aplicar en conjunto un programa de terapia manual combinada con ejercicio en pacientes adolescentes con pie plano, por lo que es necesario investigar al respecto para conocer su impacto en la funcionalidad en este segmento corporal.

Metodología:

Diseño: La investigación posee un diseño observacional, de tipo descriptivo, serie de casos, donde se describen las condiciones clínicas presentes en cada uno de los adolescentes participes con pie plano y su tratamiento. Investigación que fue llevada en la Unidad Educativa San Vicente de Paúl, ciudad de Quito, parroquia de Conocoto durante los meses de septiembre-noviembre del año 2023.

Población y muestra: La población de estudio estuvo conformado por 20 adolescentes, dichos pacientes fueron evaluados mediante una doctora fisiatra Lugo N, en su consultorio privado (Bone System, Traumatólogos y asociados Sector La Carolina, Quito, Ecuador) y mediante examinación física de los miembros inferiores más estudio baropodometrico fueron diagnosticados con pie plano, anexando a la evaluación médica, el grupo de adolescentes fueron seleccionados pues los mismos cumplían con las edades comprendidas entre 15 y 18 años, en cuanto a actividad deportiva (práctica no ejercida o ejercida), tenían un índice de masa corporal entre 18,5 y 29,9 más antecedentes de esguince de tobillo grado 1; por otro lado, se excluyeron a aquellos pacientes que: posean patologías neurológicas (Parálisis Cerebral Infantil, Duchenne, pie equino varo), adolescentes que hayan requerido el uso de ortesis en edad infantil, displasia de cadera o antecedentes quirúrgicos neuromusculoesqueleticos.

Intervención: Los pacientes seleccionados recibieron un protocolo de tratamiento durante cuatro semanas (frecuencia de 3 veces por semana) por parte de los investigadores, quienes comenzaron su protocolo de tratamiento aplicando las técnicas de inducción miofascial, primeramente con la técnica de liberación de la fascia plantar con deslizamiento longitudinal desde la zona del talón hasta la

cabeza de los metatarsianos, técnica de amasamiento muscular en tríceps sural, Isquiotibiales y Cuádriceps, técnica de deslizamiento longitudinal con refuerzo de stroke de la lámina anterior para músculos paravertebrales desde la zona cervical hasta lumbosacro. Estas técnicas fueron efectuadas en un tiempo de 3 minutos de manera bilateral con la finalidad de que exista respuesta en el tejido.³¹ Dentro del tratamiento miofascial se incluyó la liberación de puntos gatillo a través de la técnica de presión isquémica sobre la musculatura con mayor tensión principalmente gemelos internos, aductores, isquiotibiales y tibioperoneos en un tiempo de 2 minutos.³¹

Dentro del proceso de tratamiento se empleó el uso de técnicas artrocinemáticas dentro de ellas la distracción y deslizamiento posterior del astrágalo, deslizamiento superior y rotación externa del peroné, deslizamiento anterolateral y posteromedial del peroné, manipulación sobre la cabeza de metatarsianos, balanceo de la rótula, distracción de la tibia, distracción longitudinal de la cadera) graduadas en grado 2 y 3 de Maitland combinado con distracciones en grado 3 de Kaltenborn. Cada una estas técnicas se la realizarán con la finalidad disminuir el dolor y por otro lado mejorar la funcionalidad del pie.³²

Este tipo de técnicas también se reforzaron con técnicas de alta velocidad una vez disminuido algias presentes en el miembro inferior relacionadas con regiones musculares, tendinosas o ligamentarias.³² Parte de las técnicas aplicadas en los adolescentes correspondieron a: latigazo del escafoides y cuboides, distracción del talus en mortaja tibioperonea, deslizamiento posterior del talus, deslizamiento de la tibia/fíbula, trust fibular en ascenso, deslizamiento posterior y deslizamiento posterolateral de la cabeza fibular; cada una de ellas

se aplicaron dentro del grado 5 de Maitland una sola vez en su tratamiento tomando en consideración rasgos de hiperlaxitud (mayor predominancia en adolescentes mujeres).³²

Un pilar fundamental dentro de nuestro estudio es el área correspondiente al ejercicio terapéutico utilizando la filosofía Moviéndote a través del cuerpo y la mente según Joanne Elpshinston, en donde se llegaron a ejecutar ejercicios como: Liberación vertical de la cadera (VHR) utilizado para soltar tensión y crear más libertad para moverse a través de la distribución uniforme del peso sobre las plantas de los pies, le pedimos al paciente que sienta que una cuerda está suspendiéndola ligeramente sobre la cabeza (globo con helio), indicarle al paciente que coloque su mano sobre el esternón y la otra sobre la región del sacro imaginando que el coxis está apuntando hacia el piso; una vez brindado los puntos de apoyo pedirle al paciente que caiga el cuerpo sin ninguna resistencia. Este ejercicio se realiza de manera lenta y manteniendo la verticalidad del cuerpo (7 repeticiones por 2 series). El ejercicio de VHR es una de las bases para que se realicen pulsos elásticos donde el paciente mantiene la misma posición bípeda y ligera flexión de rodillas y se le pide al paciente que suba y baje su cuerpo manteniendo una verticalización de este de manera repetida (15 veces por 3 series).³³

Ejercicio del cielo y la tierra (Sky and Earth) permite mejorar el equilibrio, el sentido de la conexión y de la estabilidad rápidamente. Le pedimos al paciente que se enfoque en la estabilidad dentro de un solo pie concentrándose en distribuir la carga de peso en toda la planta del pie, le pedimos que presione la palma de la mano ipsilateral al miembro elevado con dirección al piso mientras que, el otro miembro superior la palma de la mano va a ir en dirección al techo

(cielo); una vez tomado en cuenta estos comandos le pedimos al paciente que presione ambas manos y logre el equilibrio en una sola pierna.³³

Tomando en cuenta la disminución de la actividad del pie plano debemos nosotros iniciar el reconocimiento de como iniciar a aceptar un paso (accept a step) donde le pedimos a nuestro paciente que tome posición de inicio con un VHR, luego colocar una mano en el pecho y la otra en la parte inferior del abdomen, pedirle que observe hacia adelante y que coloque su talón de un pie ligeramente adelante para transferir el peso al pie delantero llevando el tronco en equilibrio vertical. El ejercicio permitirá notar tensión excesiva y así liberarlo para sentir que la planta se extiende sobre el suelo y así pedirle que vuelva a su posición inicial, una vez dominado el ejercicio se realizará un enfoque a nivel de la articulación de la cadera.³³

Para favorecer inclusive la conexión de todo el miembro inferior en los adolescentes fue necesario ejecutar una buena extensión de la cadera la cual se la realizó mediante el ejercicio de extensión de cadera saludable (healthy hip extension). Le pedimos a nuestros pacientes que se ubiquen en una posición de caballero, el paciente debe estar relajado y colocar las manos en la parte delantera y trasera del cuerpo; no es necesario "neutralizar la pelvis" con los abdominales y los glúteos por tanto debe mover todo el cuerpo a través de las caderas como una sola unidad, le pedimos que adjunte la respiración y sienta cómo sus caderas le permiten abrirse, pero la cadera trasera no se fuerza hacia adelante en la articulación.³³

Otro ejercicio con buena adaptabilidad por parte de los adolescentes es el ejercicio de Hot Toffee, este ejercicio es fundamental permitiendo promover un movimiento elástico en todo el cuerpo. Le pedimos al paciente que inicie en una

posición de apoyo sacro y que deslice la mano lejos del pie que presione hacia afuera en el mismo lado del cuerpo. La planta del pie se desliza por el suelo hasta que, naturalmente, haga una transición hacia el talón al final del movimiento. El sentido del movimiento es permitir que el tronco se derrita a lo largo del suelo y se deje estirar suavemente hasta que se sienta largo y estrecho en el medio, como un trozo de caramelo calentado que ha sido tirado entre los dedos. Si se mantiene esa posición del tronco y el sacro, se desencadena un patrón de estabilización lumbopélvico eficaz y la cadera y el hombro pueden moverse limpia y fácilmente.³³

El pescador (The Fisherman) es un ejercicio que permite ayudar al cerebro a comprender cómo disociar la pelvis del fémur. Este parte desde una posición supina con apoyo sacro equilibrado y sin bloqueos, las rodillas dobladas y pies en el suelo. Le pedimos que tome un momento para relajar su respiración, dejando que disminuya cualquier tensión en el pecho o abdomen. Colocar su mano izquierda en la parte frontal del abdomen, justo dentro del ilion y empiece a deslizar las yemas de los dedos derechos hacia abajo por el interior de su muslo en la dirección de la rodilla, hasta el punto en el que el codo está casi recto. Debe el paciente visualizar una línea de conexión entre sus dos manos. La persona debe imaginar a un pequeño pescador con una caña de pescar parado sobre una roca conectando el hilo de pesca a la mano. Finalmente dejar que la línea se extienda suavemente para que la rodilla derecha pueda alejarse de él, abriendo su cadera.³³

El pie que escucha (listening foot) es la base de todo ejercicio en el pie ya que ayuda al cerebro a redescubrir el movimiento crítico de la rotación tibiofemoral y establecer una conexión sensorial entre el pie, tobillo y rodilla. Es un ejercicio

sedente para que el paciente sienta cómo su pie se posa en el suelo, este debe tomar un momento para jugar con el cambio de esta presión, para ser más consciente de la planta de su pie. El uso de sus manos es para retroalimentar, no para crear movimiento.³³

Tomando en cuenta el punto del pie que escucha le dimos una carga mayor a través de una sentadilla a nuestros pacientes mediante la distribución del peso mediante una cuclilla con apoyo para que se sienta la distribución de la carga por toda la planta del pie; este ejercicio es conocido como plantilla en cuclillas (squat jigs).³³

Finalmente, el punto el tratamiento consistió ejercicios multiplanares que permitieron a cada uno de los adolescentes realizar sus actividades con mayor confianza y desempeño. Este tipo de ejercicios fueron realizados como zancadas, cargas de peso unipodales y bipodales pero en los diferentes planos y direcciones que permitan integrar el dinamismo global de las articulaciones.³³

Los ejercicios fueron muy beneficiosos después de aplicarlos ya que son fáciles de entenderlos y permitieron un buen trabajo en casa, Cada uno de ellos se ejecutaron 2 veces por día 10 repeticiones y con un intervalo de descanso entre cada uno de ellos de 20 segundos.

El tratamiento dentro de sus 2 últimas semanas correspondió a ejercicios de fortalecimiento. La parte de fortalecimiento fue aplicado 3 días en la semana a los adolescentes pasando 1 día para la recuperación muscular. En esta etapa había ejercicios isométricos para conseguir activación muscular de cada músculo, intrínseco y extrínseco de pie, tobillo, rodilla y cadera; ejercicios concéntricos permitiendo el reclutamiento de fibras musculares de forma más activa; ejercicios excéntricos inversos a los concéntricos, donde permiten la

actividad del músculo mientras surge el alargamiento de las fibras musculares. Cada uno de los ejercicios se enfocaron hacia musculatura de cuádriceps, glúteo mayor, aductores, TFL (tensor de fascia lata), isquiotibiales, tríceps sural, tibial anterior, tibial posterior y abductor del pulgar de los pies.^{35,36} El punto de fortalecimiento a estos niveles ha tenido relevancia a nivel de los resultados a nivel de la caída del navicular (Navicular Drop Test), el equilibrio dinámico y la actividad muscular en el pie plano.^{35,36} La dosificación de los ejercicios de fortalecimiento se determinó en 2 series de 7 repeticiones para cada músculo iniciando de distal a proximal y de manera individual a global.

En cuanto a la aplicación del *barefoot + entrenamiento Sensoriomotor*: Este entrenamiento estuvo diseñado con la finalidad de tomar en cuenta las capacidades del movimiento natural del cuerpo.²⁶ Otro beneficio es el soporte y la protección que necesitan los pies tanto al estar descalzo como al estar con el uso de estos.²⁶ El entrenamiento sensoriomotor fueron aplicado 2 veces por semana con una duración de 5-8 minutos seguidos sin descanso, en donde se le pedía al paciente que realice ejercicios específicos de manera descalza tales como realizar estiramientos activos de tríceps sural o sentadillas profundas+ fortalecimiento de psoas, sobre textura de césped, texturas rugosas, texturas suaves, texturas blandas y duras, luego con zapatos, posterior a eso se le pedía al paciente que camine en puntas, sobre los talones, sobre el borde medial y sobre el borde lateral de sus pies por encima de diferentes texturas para trabajar todos los niveles sensoriomotrices de la planta del pie, con el fin de incorporar todos los componentes sensoriales (aferentes), motores (eferentes) y de integración y procesamiento centrales, ya que este sistema sirve para mantener

la estabilidad funcional de las articulaciones durante los movimientos corporales.³

Medida de resultado primaria: fue evaluada mediante la escala de alineación, dolor y funcionalidad AOFAS, escala que cuenta con una *Validez: 0,92* y de *Confiabilidad: 0.97*²¹, que según los Rangos del Alfa de Cronbach se considera excelente.⁴² La escala fue aplicada en modo de dialogo para poder llenar cada uno de sus ítems y poder establecer el rango en el que se encuentra el adolescente; hay que tomar en consideración que este método de evaluación basa su puntaje en una escala numérica que permitieron obtener la descripción de puntos como la función, alineación y dolor.²¹ La puntuación en esta escala se encuentra dentro de un rango de 0 a 100 puntos, donde puntuaciones cercanas a 0 nos demostraron que el adolescente poseía una funcionalidad y alineación del pie y retropié ineficiente aunado a sensaciones dolorosas, por el contrario, puntajes que estén cercanos al 100 muestran una mejor funcionalidad y alineación del pie y retropié más optima y menos sensación de dolor en el adolescente. La toma de cada uno de los puntos ofrecidos en el cuestionario fue inducida por los investigadores hacia al adolescente y en excepciones también al padre de familia. Los datos se recolectaron en la *Figura 1*.

Medidas de resultados secundarias: Por otro lado, los investigadores realizaron la medición goniométrica activa de rangos articulares de tobillo en los movimientos de dorsiflexión, Plantiflexión, inversión y eversión de manera bilateral, evaluación que cuenta con una *Validez de 0,976* y de *Confiabilidad: 0,990*.²⁰ Según los Rangos del Alfa de Cronbach se considera excelente.⁴² La goniometría es una técnica encargada de medir ángulos, cuyo objetivo es evaluar el arco de movimiento de una articulación en cada uno de los tres planos

del espacio (sagital, coronal y transversal).³⁰ Mediante el goniómetro se evaluó los segmentos articulares del miembro inferior de manera bilateral y los datos se recolectaron en la *Figura 2*.

Agregando a lo anterior, el Navicular Drop Test, es un test que cuenta con una *Validez: 0,91; Confiabilidad: 0,94*).¹⁰ que según los Rangos del Alfa de Cronbach se considera excelente.⁴² Esta prueba en los últimos estudios ha demostrado ser una prueba reproducible, válida y simple para evaluar la altura del arco longitudinal medial enfatizado en el descenso del hueso navicular.¹²⁻¹³ Dicha evaluación tomó a los investigadores un tiempo de 5 minutos para aplicarla. En primer lugar, con el paciente en flexión de cadera (sedestación) se hacía una marca en la tuberosidad del escafoides con un rotulador y el examinador toma la medida y la distancia desde el suelo hasta la marca de la tuberosidad. A continuación, se procedió a realizar la misma evaluación, pero con el paciente en bipedestación. Si la diferencia entre ambas marcas es superior a 1 cm la prueba es considerada positiva mostrando la caída del escafoides y, por lo tanto, un pie pronado. Cada uno de los datos fueron transcritos a un cuadro que determina la distancia del navicular sin carga, con carga y su interpretación. Los datos recogidos se anexaron en la *Figura 3*.

Anexado a esto, los investigadores también aplicaron a los participantes del estudio el índice de Chippaux-Smirak, índice que cuenta con una *Validez de 0,98; Confiabilidad de 0,99*.²⁷ que según los Rangos del Alfa de Cronbach se considera excelente.⁴² Este ítem es una medida de la huella plantar, que mediante el empleo de oleo en la planta del mismo de manera bilateral, busca la relación del ancho del medio pie y el ancho del metatarso.²⁷ Las medidas se calculan midiendo ambos extremos del medio pie y ambos extremos del metatarso para

proceder mediante una ecuación ((ancho del metatarso/ancho del medio pie)*100) para posteriormente con los resultados asignarle la clasificación a la huella plantar.^{28,29} Los datos fueron recolectados en una tabla donde se demostraba la puntuación obtenida para poderlos clasificar: *Figura 4*.

Análisis Estadístico:

Los datos fueron recolectados e ingresados a un programa Excel para su tabulación. Para el análisis estadístico se utilizó el programa spss. Los resultados de las variables cualitativas se presentarán como número y porcentaje, y los resultados de las variables cuantitativas con el promedio y desviación estándar. Para analizar la normalidad de los datos se ocupará el test shapiro-wilk, en base a estos resultados para comparar los datos iniciales versus los finales, se ocupará el test paramétrico de t de student o el no paramétrico de Wilcoxon, ambos con un nivel de significancia de 0,05.

RESULTADOS

Las características basales del grupo estudiado se presentan en la [Tabla 1](#), durante el estudio hubo el abandono de 12 adolescentes, ya que al principio eran 32 participantes, quienes al comenzar la primera semana de tratamiento por motivos personales y estudiantiles tuvieron que abandonar el protocolo de intervención de manera voluntaria, reduciendo el grupo a 20 participantes. Al finalizar el programa de fisioterapia ningún paciente notificó de complicaciones asociadas con el tratamiento fisioterapéutico recibido por parte de los 2 investigadores.

La [Tabla 2](#) muestra los valores de los resultados evaluados al inicio y al finalizar la semana 4 de tratamiento fisioterapéutico.

Comparado con el inicio a la cuarta semana de la intervención el cuestionario de la escala de dolor, función y alineación del pie (AOFAS) mostró un incremento de 8,80 puntos con una desviación estándar de (4,91), IC: 95% (6,49-11,10), P = 0,001.

Por otro lado, en cuanto a los rangos articulares, la dorsiflexión del pie izquierdo tuvo un aumento significativo de 6,5° desviación estándar de (4,65), con un intervalo de confianza al 95% (4,32-6,67) y un valor P de 0,000; aunado a la dorsiflexión del pie derecho con una acentuación de 7,5° desviación estándar de (4,05) IC 95%: (5,60-9,40) más un valor P de 0,000, demostrando que este rango específico de movilidad aumenta a medida que la función mejora y el dolor disminuye. En cuanto a la plantiflexión izquierda hubo una agregación de 3,65° desviación estándar de (5,49) con un IC: 95% (1,07- 6,22) y un valor P de 0,008, por otro lado, en la plantiflexión derecha hubo más incremento de rango de 5,35° desviación estándar de (5,92), un IC 95% (5,57-8,12) más un valor P de 0,001.

En la eversión izquierda nos encontramos un ligero aumento de 3,05° desviación estándar de (4,47), un IC 95% (0,95-5,14) y un valor P de 0,007. La eversión derecha arrojó un mínimo crecimiento de 2,20° desviación estándar: (3,65) un IC 95% (0,49-0,81) un valor P de 0,014. Evidenciando que la mejora en este rango de movilidad no fue tan amplia a comparación de los demás rangos de movimiento. En última instancia el rango de inversión del lado derecho arrojó un aumento pequeño de 1,85° desviación estándar= (5,7) con un IC al 95% (0,82-4,52) y un valor P de 0,163 y por último la inversión izquierda arrojo un resultante de 2,15° aumentativo con un IC de 95% (0,90-5,20) y un valor P de 0,157. Quedando evidenciado que los mejores resultados en cuanto al rango de movilidad fueron los de dorsiflexión con una predominancia del lado derecho.

Ahora bien, en cuanto a mejoría a nivel estructural nos encontramos con que el Navicular Drop Test sin carga del lado izquierdo obtuvo un valor de 0,05cm con un IC 95% (0,02-0,12) y un valor P de 0,153. En cuanto al Navicular Drop Test sin carga del lado derecho fue mínimo el aumento obteniendo un cambio de 0,02cm desviación estándar= (0,11) un IC 95% (0,02-0,07) más un valor P de 0,330. Los resultados de este mismo test, pero aplicando carga (paciente bípedo) fueron los siguientes: Navicular Drop Test con carga izquierdo aumento significativo de 1,7cm desviación estandar: (0,59) un IC 95% (0,10-0,44) más un valor P de 0,214 y por último el Navicular Drop Test con carga derecha aumento 0,12cm desviación estándar= (0,64) un IC 95% (0,18-0,42) más un valor P DE 0,414; demostrando que el Navicular Drop Test con carga izquierda fue el que mejor aumento en cm obtuvo ya que este test mientras los cm estén más altos, más posición normal conserva el navicular.

Por último, en cuanto a la huella plantar, el Índice de Chippaux-Smirak del lado izquierdo arrojó una disminución de 3,94% desviación estándar=(5,12) con un IC

95% (1,55-6,34) más un valor P de 0,003, por otro lado, el Índice de Chippaux-Smirak derecho evidenció una disminución de 5,20% desviación estándar: (5,11) un IC 95% (2,81-7,59) un valor P de 0,000; concluyéndose una mejora significativa en cuanto a la impresión de la huella plantar debido a que mientras más se acerquen los números al 40% más normal es considerada la pisada.

DISCUSIÓN

Los resultados de este estudio demostraron que un programa, entre técnicas de terapia manual ortopédica y ejercicio terapéutico, mejoraron la funcionalidad de los adolescentes, disminuyeron la diferencia de altura entre naviculares y la mejora de amplitud de movimiento en dorsiflexión. El análisis con respecto a Escala AOFAS demuestra un incremento de 8,80 puntos (4,91) IC=95% (6,49-11,10) más un valor P de 0,001. En cuanto a la Goniometría en Dorsiflexión Derecha arroja un aumento de 7,5° (4,05) un IC=95% (5,60-9,40) junto a un valor P de 0,000 y en conjunto con el índice de Chippaux Derecho mostraron resultados muy favorables con una elevación de 5,20% (5,11) un IC= 95% (2,81-7,59) y un valor P=0,000; donde estos llegaron a ser los puntos más importantes relacionados con la mejoría tanto en función como en estructura en los adolescentes con pie plano. Un punto importante para expresar es que rechazamos las hipótesis nulas resultantes de la prueba de Wilcoxon que arrojaron las variables de: Índice de Chippaux-Smirak del lado derecho, cuya variable no distribuía normal, de igual forma, la variable de Dorsiflexión derecha más la Eversión del lado izquierdo.

Un estudio de análisis retrospectivo de los tratamientos del pie destacó la falta de estudios con tratamientos conservadores de manera general, pero que, si existe una amplia bibliografía que detalla la aplicación de técnicas quirúrgicas aplicadas al pie plano enfocado a una característica de flexibilidad.³⁷ De igual forma otro estudio en donde se ejecutó tratamientos conservadores en pacientes adultos activos con pie plano, detalla que los ejercicios de fortalecimiento a nivel de musculatura intrínseca y extrínseca del pie tienen buenos resultados a corto plazo. Este tipo de estudio nace debido a que una alteración del pie ha sido tan

determinante en este tipo de pacientes llegando a relacionarse con abandonos de la práctica deportiva, aquí se detalla la no existencia de evidencia que comprenda a jóvenes o adultos de mediana edad con diferente sintomatología y nivel de condición física para que con ello se puedan establecer los efectos a corto y largo plazo.³⁸ Igualmente tomando en cuenta un factor de la niñez una revisión de la efectividad de los soportes plantares personalizados en el pie plano valgo infantil nos detalla que existe una gran controversia en la efectividad sobre el uso de soportes plantares en el pie plano valgo infantil. Este tema trae consigo resultados a corto plazo detallando que la efectividad va a depender de la edad del niño, adolescente o adulto, el tipo y la duración del tratamiento, por lo que se enfoca en el hecho de la poca o casi nula evidencia existente en este tipo de casos.³⁹

El ejercicio terapéutico es una de las bases primordiales para la visualización de los efectos en el pie plano, sin embargo, estudios lo han catalogado como un proceso individual. La entrada del ejercicio ha tenido sus efectos como modulación del dolor, ganar fuerza muscular, generar cambios a nivel neuromusculoesquelético esto siempre y cuando sean llevados a través de una buena dosificación.^{37,38} Existen estudios que ponen en consideración la investigación desde este punto de vista, utilizando como complemento otro tipo de técnicas que permitan no solo mantener cambios a corto plazo sino en lo primordial a largo plazo en diferentes grupos poblaciones y con diferentes variantes que pueden llegar a tener las personas en este caso niños, adolescentes y adultos.³⁷⁻³⁹

La actual evidencia ha demostrado que el sistema nervioso central puede sufrir una reorganización plástica en presencia de trastornos musculoesqueléticos,

contribuyendo a alteraciones en control motor y modulando así el dolor crónico.⁴⁰ Cada movimiento y comando guiado por los investigadores permitieron estimular el desarrollo de nuevas áreas y tareas de manera selectiva, este punto despertó en el paciente conciencia o reconocimiento de zonas que el adolescente por desinformación no sabía que actuaban. Cada uno de los resultados en la investigación detallaron que existe una relación principalmente entre el grado de movimiento (dorsiflexión derecha) y la escala de funcionalidad (AOFAS). Ambos puntos en el estudio dieron una significancia en que el aumento de la dorsiflexión llega a influir en la funcionalidad, por ello se puede determinar que, un grado de movimiento “normal” puede llegar a mejorar cada uno de los movimientos y desencadenar un mayor rendimiento al paciente.⁴¹

El presente estudio mostró resultados mayores en AOFAS, Navicular Drop Test derecho y Dorsiflexión de lado derecho, cada una de estas variantes tienen su relación tomando en cuenta un nivel estructural haciendo énfasis al astrágalo, este hueso no presenta inserción muscular por lo que existen desplazamientos involuntarios del mismo con las actividades, por ello la única manera de mejorar su posición es mediante técnicas de terapia manual para obtener mayor movimiento. Por otro lado, a nivel funcional es decir a nivel muscular, se hace referencia a que este punto de la dorsiflexión influye el tamaño de cada uno de los músculos tomando en cuenta que el tibial anterior y tibial posterior son músculos largos y con una mayor proporción a diferencia de la musculatura peronea. Por otro lado, algo muy importante a considerar es la tensión muscular evidente en la musculatura de tríceps sural que generaban mayor plantiflexión y una restricción hacia el movimiento de dorsiflexión; ante ello la liberación de esta

tensión desencadenó o permitió mayor libertad de movimiento hacia el contrario (dorsiflexión).

Hay que tomar en consideración que los movimientos de inversión y eversión poseen grados pequeños que son acoplados en dorsiflexión y plantiflexión en manera conjunta por la anatomía correspondiente a la articulación tibio-astragalina. El punto de no obtener mayores resultados en los movimientos de inversión y eversión se debe a que biomecánicamente se les considera movimientos mixtos compuestos, estos son el resultado, en el caso de inversión=supinación + aducción del retropié y medio pie + Plantiflexión y en el caso de la eversión todo lo contrario, por lo que conseguir aumentos de rangos significativos en dicho movimiento tomaría más tiempo de ejecución de las 4 semanas que contemplaba el protocolo de tratamiento y activación aún más analítica del grupo muscular correspondiente al movimiento.

En cuanto a los cambios no tan significativos por la parte estructural en el Navicular Drop test sin carga, se adjunta el mismo comentario para el ítem anterior, un cambio funcional se puede conseguir de manera más veloz a comparación de un cambio de posición con o sin carga. Un mayor tiempo de aplicabilidad en el proceso de rehabilitación permite conseguir efectos no solo a corto plazo, sino que permite que esos cambios permanezcan en el tiempo, lo que resulta en mayor beneficio para el paciente como método de prevención de lesiones a plazos futuros.

Este estudio tiene varias limitaciones como lo es: un tamaño muestral muy bajo, con una muestra no probabilística, además que una de las limitaciones corresponde a la retirada de 12 participantes debido a la carga escolar y al déficit de tiempo que ellos presentaban una vez iniciado ya el tratamiento, reduciendo

así a 20 participantes de la población de estudio. Anexando a las limitaciones tenemos que 38 padres de familia decidieron no aceptar que sus representados formaran parte de la investigación, limitando así el número de muestra para el trabajo. Se incluye otro punto de limitación en el que el periodo de intervención fue corto (4 semanas), por lo que limitó evidenciar mayores resultados en un tiempo más prolongado. Parte de nuestras limitaciones fue la falta de recursos tecnológicos dándonos a emplear mayor tiempo en evaluaciones analíticas empíricas- físicas y resultados. La inexperiencia en el manejo del sistema de estadística de SPSS, ya que, al momento de realizar las correlaciones, buscar la diferencia de medias o desviaciones estándar con la experiencia adecuada, se hubiera desarrollado de manera más sintética, comprensible y sencilla sin la necesidad de realizar explícitamente uno por uno de los ítems evaluativos. Otra limitante significativa es la falta de evidencia tanto en tratamiento como en evaluación en este tipo específico de pacientes (adolescentes) convirtiendo así las evaluaciones menos específicas y objetivas además de tomar un camino más largo al momento de evaluar para buscar más especificidad mediante otro tipo de pruebas complementarias un poco más difíciles de aplicar.

Fortalezas corresponden al desarrollo empleado en la institución educativa donde se pudo dialogar con cada adolescente e intervenir en la resolución de las interrogantes surgidas tanto por ellos y por los padres de familia. Dentro de las fortalezas nuestra principal fue el tratamiento donde los investigadores aplicaron una serie de técnicas de terapia manual ortopédica y ejercicio de acuerdo con cada una de las limitantes presentadas por el estudiante.

En investigaciones futuras se deberían obtener métodos de clasificación válidos que faciliten el estudio y aporten medidas de resultados adecuadamente

valoradas para la intervención que se realice. La investigación debería dirigirse a realizar ensayos clínicos que incluyan un mayor número de pacientes, que comparen diferentes combinaciones y algoritmos de tratamientos fusionados entre conservadores y actuales para analizar su efectividad a medio y largo plazo. Es importante continuar con mayor investigación en adolescentes con pie plano en Ecuador, ya que es carente la información en este tipo específico de pacientes y si se lograra recolectar mayores datos de adolescentes en dicho país, se podrá generar mayores protocolos de tratamiento preventivo en edades tempranas y tratamientos correctivos en edades avanzadas de manera eficaz, científica, accesible y segura.

CONCLUSIONES

Pese a los buenos aumentos en rangos articulares medidos por goniometría, incrementos en el puntaje de la funcionalidad de la escala AOFAS, disminución del porcentaje del índice de Chippaux-Smirak acercándose a una pisada normal de 40%, y mayor porcentaje en el descenso del Navicular, los datos no son lo estadísticamente significativos, por lo que se requiere una mayor población además de un mayor tiempo de aplicación para demostrar que los resultados que se obtuvieron en este estudio son beneficiosos en el sentido de aplicar de manera conjunta un protocolo de tratamiento de terapia manual ortopédica y ejercicio terapéutico en pacientes adolescentes con pie plano.

REFERENCIAS

1. Alahmri, F., Alsaadi, S., Ahsan, M. y Almousa, S. El efecto de la fuerza isocinética de los músculos de la cadera en los pies normales del arco longitudinal medial y el pie plano. *Revista de medicina y vida*, (2022), 15(9), 1164–1169.
2. Mosca S Vicente. Pie plano flexible en niños y adolescentes. *J Niño* 60 Orthop. 2010;4(2):1–15.
3. Gutteck, N., Schilde, S., Delank, K. S. y Arbab, D. Ätiologie, Pathogenese, Klinik, Diagnostik und konservative Therapie des adulten erworbenen Plattfues [Etiología, patogénesis, características clínicas, diagnóstico y tratamiento conservador del pie plano en adultos]. *Der Orthopade*, (2020), 49(11), 942–953.
4. Halabchi F, Mazaheri R, Mirshahi M, Abbasian L. Pie plano flexible pediátrico; Aspectos clínicos y abordaje algorítmico. *Irán J Pediatr*. 2013;23(3):247–60
5. Tenenbaum S, Hershkovich O, Gordon B, Bruck N, Thein R, Derazne E, et al. Pie plano flexible en adolescentes: índice de masa corporal, altura corporal y género: un estudio epidemiológico. *Pie tobillo Int*. 2013;34(6):811–7.
6. Turner, C., Gardiner, M. D., Midgley, A. y Stefanis, A. Una guía para el manejo del pie plano pediátrico. *Revista australiana de práctica general*, (2020). 49(5), 245–249.
7. Tahririan, M. A., Ramtin, S. y Taheri, P. Comparación funcional y radiográfica de la artroereisis subastragalina y el alargamiento del calcáneo lateral en el tratamiento quirúrgico del pie plano flexible en niños. *Ortopedia internacional*, (2021). 45(9), 2291–2298.

8. Jafarnejhadgero, A., Madadi-Shad, M., Alavi-Mehr, S. M. y Granacher, U. El uso a largo plazo de ortesis de pie afecta la cinemática y la cinética de la marcha de los niños con pies planos flexibles: un ensayo controlado aleatorizado, (2018). 13(10).
9. Evans, A. M., Rome, K., Carroll, M. y Hawke, F. Ortesis de pie para el tratamiento del pie plano pediátrico. La base de datos Cochrane de revisiones sistemáticas, (2022). 1(1), CD006311.
10. Bac, A., Kaczor, S., Pasiut, S., Ścisłowska-Czarnecka, A., Jankowicz-Szymańska, A. y Filar-Mierzwa, K. La influencia de la liberación miofascial en el dolor y los indicadores seleccionados de flat pie en adultos: un ensayo aleatorio controlado. Informes científicos (2022) 12(1).
11. Daoud AI, Geissler GJ, Wang F et al. Tasas de golpes de pie y lesiones en corredores de resistencia: un estudio retrospectivo. Ejercicio deportivo Med Sci. 2012; 44(7): 1325-1334
12. Zuñil-Escobar, J. C., Martínez-Cepa, C. B., Martín-Urrialde, J. A., & Gómez-Conesa, A. Arco longitudinal medial: precisión, confiabilidad y correlación entre la prueba de caída navicular y los parámetros de huella. Revista de terapias manipulativas y fisiológicas, (2018). 41(8), 672–679.
13. Zuñil-Escobar, J. C., Martínez-Cepa, C. B., Martín-Urrialde, J. A., & Gómez-Conesa, A. Evaluación del arco longitudinal medial del pie: correlaciones, confiabilidad y precisión en personas con arco bajo. Fisioterapia, (2019). 99(3), 364–372.

14. Benedetti, M. G., Ceccarelli, F., Berti, L., Luciani, D., Catani, F., Boschi, M. y Giannini, S. Diagnóstico de pie plano flexible en niños: un enfoque clínico sistemático. *Ortopedía*. (2011), 4(2), 94.
15. Tian F., Wang J., Liu C., Li Y., Liang X., & Wang X. Refuerzo de la columna medial para la corrección de la deformidad del pie plano con hueso escafoides accesorio. (2022). 14(9), 6368–6374.
16. Kim, H. J., Cho, J., & Lee, S Movilización de la articulación talonavicular y fortalecimiento del núcleo del pie en el síndrome de dolor patelofemoral: un ensayo controlado aleatorio simple ciego de tres brazos. (2022). 23(1), 150. <https://doi.org/10.1186/s12891-022-05099-x>.
17. Sánchez-Ramírez, C., & Alegre, L. M. Adaptaciones del soporte plantar en sujetos sanos después de ocho semanas de entrenamiento de carrera descalzo. (2020). 8, e8862. <https://doi.org/10.7717/peerj.8862>
18. Lee, J. H., Shin, K. H., Jung, T. S., & Jang, W. Y. Rendimiento muscular de las extremidades inferiores y presión del pie en pacientes con fascitis plantar con y sin postura del pie plano, (2022), 20(1), 87. <https://doi.org/10.3390/ijerph20010087>
19. Spörndly-Nees S, Dåsberg B, Nielsen RO, Boesen MI, Langberg H. La prueba de posición del escafoides: una medida fiable de la posición del hueso escafoides durante el reposo y la carga. *Int J Sports Phys Ther*. 2011;6(3):199–205.
20. Melián-Ortiz A, Varillas-Delgado D, Laguarda-Val S, Rodríguez-Aparicio I, Senent-Sansegundo N, Fernández-García M, et al. Fiabilidad y validez

concurrente de la app Goniometer Pro vs Universal Goniometer en la determinación de la flexión pasiva de rodilla. *Acta Ortop Mex.* 2019;33(1):18–23.

21. Vosoughi AR, Kordi Yoosefinejad A, Safaei Dehbarez Y, Kargarshouraki Z, Mahdaviazad H. Evaluación de la validez y confiabilidad de la versión persa de la escala del mediopié de American Orthopaedic Foot and Ankle Society. *Especificaciones del tobillo del pie.* 2022; <http://dx.doi.org/10.1177/19386400211068242>

22. Camarena CÁ, Villegas WP, Álvarez C, Paseo C, San R, Reforma E, et al. Desarrollo y biomecánica del arco plantar. *Medigraphic.com.* (2010).

23. Peña Ayala LE, Gómez Bull KG, Vargas Salgado MM, Ibarra Mejía G, Máynez Guaderrama AI. Determinación de rangos de movimiento del miembro superior en una muestra de estudiantes universitarios mexicanos. *Rev Cienc Salud* 2018;16/ 64–74.

24. Martínez-Velilla N, Ibarrola Guillén C, Fernández Navascués A, Lafita Tejedor J. El concepto de funcionalidad como ejemplo del cambio del modelo nosológico tradicional. *Aten Primaria* (2018), 50(1):65–6.

25. Kitaoka, Harold B., et al. "Sistemas de calificación clínica para el tobillo-retropié, mediopie, Hallux y dedos menores". *Pie y tobillo internacional* 15.7 (1994): 349-353.

26. Utz-Meagher C, Nulty J, Holt L. Análisis comparativo de correr descalzo y calzado. *Sport Sci Rev [Internet].* 2011;20(3–4):113–30.

27. Hu, A., Arnold, J. B., Causby, R., & Jones, S. La identificación y confiabilidad de las mediciones estáticas y dinámicas de impresiones descalzas: una revisión sistemática. (2018). 289, 156–164.

28. Salvador JJR. Técnica del radiofotopodograma Radiophotopodogram technique. Palencia, España: Elsevier; 2011.
29. Miroslava P, Palacký U, Gába A, El impacto de la obesidad en la morfología del pie en mujeres de 48 años o más. Acta Gymnica, vol. 45, no. 2, (2015) , 69–75 doi: [10.5507/ag.2015.010](https://doi.org/10.5507/ag.2015.010).
30. Miranda S, Alonso V, Medición De Los Ángulos Corporales Mediante Los Sensores De Un Smarthphone: Comparación De Aplicaciones Disponibles Y Estudio De Su Utilidad. 2019. <http://uvadoc.uva.es/handle/10324/41668>
31. Andrzej Pilat, Terapias Miofasciales: Inducción Miofascial. McGraw-Hill Interamericana 2003.
32. Kaltenborn, F. M. Movilización Manual de las Articulaciones. 2011, 7ma edición; Vol. 1. Las extremidades. España: OMT.
33. Elphinston, Joanne. El poder y la gracia. 1st ed. Handspring Publishing Limited, 2020. Web. 15 Oct. 2022.
34. Fuerte A.V ,Romero R. D. Rol del sistema sensoriomotor en la estabilidad articular durante las actividades deportivas, 2013, Volumen 48, Número 178, abril-junio , 69-76.
35. Farhan A, Shahid R, Pooja B , Shahnawaz A, Ahmad Al. Efectos del fortalecimiento selectivo del tibial posterior y el estiramiento del iliopsoas sobre la caída del navicular, el equilibrio dinámico y la actividad de los músculos de las extremidades inferiores en pies en pronación: un estudio aleatorizado ensayo clínico. (2019), 301-311.

36. Choi, J. H., Cynn, H. S., Yi, C. H., Yoon, T. L., & Baik, S. M. Efecto de la abducción isométrica de la cadera sobre la actividad de los músculos del pie y el tobillo y el arco longitudinal medial durante el ejercicio de pie corto en personas con pie plano. (2020). 30(3), 368–374. <https://doi.org/10.1123/jsr.2019-0310>.
37. González Acosta Silvio Alberto, Lam Sánchez José, Moya Valdés Claudia Esther, Tápanes Cruz Tomás Ricardo. Análisis retrospectivo de los tratamientos del pie plano flexible (1977-2018). Medicentro Electrónica. 2018
38. Carranza-García LE, López García R, Lagunes Carrasco JO, Hernández Cortés PL, Enríquez Reyna MC, Navarro Orocio R, editores. Pie Plano Y Tratamientos Conservadores En Adultos Físicamente Activos. Vol. 11. Revista Iberoamericana de Ciencias de la Actividad Física y el Deporte; 26 de noviembre de 2022. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.24310/riccafd.2022.v11i3.15205>
39. Vidalón PT, Sotillos GL, Toucedo IP, José Manfredi Márquez. M. Revisión de la efectividad de los soportes plantares personalizados en el pie plano valgo infantil. Rev Pediatr Aten Primaria.; 2017. ISSN: 1139-7632.
40. Hodges PW, Tucker K. Moverse de manera diferente cuando hay dolor: una nueva teoría para explicar la adaptación al dolor.2011.
41. Cuyul Vásquez I., Araya-Quintanilla F. Influencia de los factores psicosociales en la experiencia de dolor musculoesquelético: una revisión de la literatura. Rev. Soc.Esp. Dolor. 2019 Feb <https://dx.doi.org/10.20986/resed.2018.3679/2018.41>
42. León GP. Coeficiente Alfa de Cronbach: ¿Qué es y para qué sirve el Alfa de Cronbach? GPL Research. 2022

ANEXOS

ANEXO 1: CONSENTIMIENTO INFORMADO ENTREGADO A LOS PADRES DE FAMILIA CON SU REPRESENTADO.

DECLARATORIA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO

Yo _____ (nombres completos del sujeto/representante legal de (colocar los nombres completos del representado/a): _____), comprendo que **mis datos personales y/o muestras biológicas humanas** o los de **mi representado/a** serán utilizados con fines de investigación científica cuyo objetivo previamente me fue explicado. Me han explicado los riesgos y beneficios de la utilización de los datos de **mis datos personales y/o muestras biológicas humanas** o los de **mi representado/a** en un lenguaje claro y sencillo. Han respondido a todas las preguntas que he realizado y me entregaron una copia de este documento. Entiendo que en todo momento los investigadores tomarán las medidas necesarias para precautelar la confidencialidad de **mis datos personales y/o muestras biológicas humanas** o los de **mi representado/a**. Entiendo que los datos confidenciales serán utilizados exclusivamente para la investigación científica propuesta, y solo eventualmente para investigaciones científicas posteriores relacionadas con la misma línea de investigación, para las que se otorgue explícitamente y en su momento, un nuevo consentimiento informado escrito previo a la aprobación del protocolo respectivo por un Comité de Ética de Investigación en Seres Humanos reconocido por el Ministerio de Salud Pública. En virtud de lo cual, voluntariamente (Marque con una X):

ACEPTO

NO ACEPTO

Nombres completos del sujeto /representante legal _____

Cédula de ciudadanía/ pasaporte del sujeto/representante legal _____

Firma/huella digital del sujeto/representante legal _____

Fecha y lugar _____

Nombres completos del responsable de tomar este documento _____

Cédula de ciudadanía del responsable de tomar este documento _____

Firma del responsable de tomar este documento _____

Fecha y lugar _____

Tabla 1. Datos Basales Demográficos De Adolescentes Con Pie Plano De La Unidad Educativa San Vicente De Paul.

VARIABLES DEMOGRÁFICAS	POBLACIÓN
EDAD (años) media (DE)	16,6 ± 0,5
Género Femenino número (%)	11 (55%)
Género Masculino número (%)	9 (45%)
PESO (kg) media (DE)	56 ± 9,4
TALLA (M)- media (DE)	1,63 ± 0,8
IMC (kg/m²) media (DE)	21 ± 2,0
PRACTICA DEPORTIVA N-%	
-No practica	9-(45%)
-Si practica	11-(55%)
FRECUENCIA DE ACTIVIDAD FISICA	
N-%	1-(5%)
-Un día a la semana	1-(5%)
-Más de un día a la semana	9-(45%)
-Más de tres días a la semana	
DURACIÓN DE LA ACTIVIDAD FISICA	
N-%	3- (15%)
-1 hora	7- (35%)
-2 horas	1- (5%)
-Más de 2 horas	
PIE PLANO N-%	
-bilateral	8- (40%)
-derecho	8- (40%)
-izquierdo	4- (20%)

Nota: **DE:** desviación estándar, **IMC:** índice de masa corporal, **N:** número.

Tabla 2. Comparación de los resultados al inicio y después de la intervención de 4 semanas en pacientes adolescentes con pie plano.

VARIABLE	DATOS INICIALES (M/DE)	DATOS FINALES (M/DE)	DIFERENCIA (DESVIACIÓN ESTANDAR)	INTERVALO DE CONFIANZA	VALOR P
AOFAS	66,95 (6,13)	77,75 (6,29)	8,80 (4,91)	95% (6,49-11,10)	0,001 *
GONIOMETRÍA DORSIFLEXIÓN IZQUIERDO	23,20 (6,24)	29,70 (3,29)	6,5 (4,65)	95% (4,32-8,67)	0,000 #
GONIOMETRÍA DORSIFLEXIÓN DERECHO	21,65 (4,46)	29,15 (3,26)	7,5 (4,05)	95% (5,60-9,40)	0,000 #
GONIOMETRÍA PLANTIFLEXIÓN IZQUIERDO	23,40 (7,03)	27,05 (6,58)	3,65 (5,49)	95% (1,07-6,22)	0,008*
GONIOMETRÍA PLANTIFLEXIÓN DERECHO	22,70 (7,73)	28,05 (6,85)	5,35 (5,92)	95% (2,57-8,12)	0,001 *
GONIOMETRÍA EVERSIÓN IZQUIERDO	20,10 (5,70)	23,15 (5,92)	3,05 (4,47)	95% (0,95-5,14)	0,007 #
GONIOMETRÍA EVERSIÓN DERECHO	21,65 (5,58)	23,85 (5,50)	2,20 (3,65)	95% (0,49-0,81)	0,014*
GONIOMETRÍA INVERSIÓN IZQUIERDO	22,15 (8,90)	24,30 (5,01)	2,15 (6,5)	95% (0,90- 5,20)	0,157 *
GONIOMETRÍA INVERSIÓN DERECHO	23,05 (6,69)	24,90 (4,38)	1,85 (5,7)	95% (0,82-4,52)	0,163 *
NAVICULAR DROP TEST SIN CARGA IZQUIERDO	4,06 (0,60)	4,01 (0,63)	0,05 (0,15)	95% (0,02-0,12)	0,163 *
NAVICULAR DROP TEST SIN CARGA DERECHO	4,17 (0,54)	4,15 (0,56)	0,02 (0,11)	95% (0,02- 0,07)	0,330 *
NAVICULAR DROP TEST CON CARGA IZQUIERDO	3,47 (0,61)	3,64 (0,48)	1,70 (0,59)	95% (0,10-0,44)	0,214 *

NAVICULAR DROP	3,52	3,65	0,12 (0,64)	95%	0,414 *
TEST CON CARGA	(0,69)	(0,48)		(0,18-0,42)	
DERECHO					
ÍNDICE DE	47,99	42,78	5,20 (5,11)	95%	0,000 #
CHIPPAUX-SMIRAK	(9,67)	(6,96)		(2,81-7,59)	
DERECHO					
ÍNDICE DE	48,22	44,27	3,94 (5,12)	95%	0,003 *
CHIPPAUX-SMIRAK	(12,43)	(9,53)		(1,55-6,34)	
IZQUIERDO					

Nota: M= media. DE= desviación estándar. *=Valor p obtenido con la prueba t de Student. # = Valor p obtenido con la prueba de Wilcoxon.

Fig.1 Escala de la American Orthopaedic Foot and Ankle Society (AOFAS)

Escala de la American Orthopaedic Foot and Ankle Society (AOFAS) ²⁵		
Sección	Características	Resultado
Dolor	a. Ausencia de dolor. b. Dolor leve, ocasional. c. Dolor moderado, diario. d. Dolor severo, prácticamente presente siempre.	
	<u>Limitaciones de la actividad, necesidades de apoyo</u> a. Sin limitación. b. Sin limitación de la actividad diaria. Limitación deportiva. c. Limitación en actividades de la vida diaria y deportiva. Uso de bastón. d. Severa limitación. Uso de muletas o andador o silla de ruedas u ortesis.	
Función	<u>Distancia máxima a pie, manzanas</u> a. Más de 6. b. 4 a 6. c. 1 a 3. d. Menos de 1.	
	<u>Superficies para caminar</u> a. Camina en cualquier superficie. b. Alguna dificultad en terrenos irregulares, escaleras, planos, inclinaciones, escaleras. c. Severa dificultad en terrenos irregulares, escaleras, planos, inclinaciones, escaleras.	
	<u>Anomalías de la marcha</u> a. Ninguna. b. Notables. c. Marcadas.	
	<u>Movilidad Sagital</u> a. Normal (30° o más). b. Moderada restricción (15° a 29°) c. Severa restricción (menos de 15°)	
	<u>Movilidad del retropié (inversión / eversión)</u> a. Normal (75-100%) b. Moderada restricción (25-74%) c. Severa restricción (menor del 25%)	
	<u>Estabilidad del tobillo y del retropié (anteroposterior, varo-valgo)</u> a. Estable b. Inestable	
Alineación	a. Buena. Pie plantigrado. Pie y retropié bien alineados. b. Regular. Pie plantigrado. Algunos grados de desalineación. Sin síntomas. c. Mala. Pie no plantigrado. Severa desalineación. Sintomático.	

Figura 2. Goniometría de MMII.

Movimientos activos a evaluar	Estándar	Hallazgo	Interpretación
Flexión de rodilla	0°-135°		
Extensión de rodilla	0°-5°		
Dorsiflexión	0°- 20°		
Plantiflexión	0°- 45°		
Inversión	0°-35°		
Eversión	0°- 25°		

Figura 3. Navicular Drop Test Con Carga y Sin Carga.

DISTANCIA DEL NAVICULAR SIN CARGA	DISTANCIA DEL NAVICULAR CON CARGA	HALLAZGOS E INTERPRETACIÓN
--	--	---------------------------------------

Figura 4. Índice de Chippaux-Smirak para Pie Plano.

Graduación Chippaux-Smirak	Resultado Pie Izquierdo	Resultado Pie Derecho
Grado Normal 1: 0.1%-25%		
Grado Normal 2: 25.1%-40%		
Grado Normal 3: 40.1%-45%		
Grado Plano 1: 45.1%-50%		
Grado Plano 2: 50.1%-60%		
Grado Plano 3: 60.1%-100%		

FIG 5. SQUAT JIGS



FIG 6. ACTIVACIÓN ANALÍTICA MUSC. TIBIAL ANTERIOR Y POSTERIOR



FIG 7. EJERCICIO HOT TOFFEE



FIG 8. FORTALECIMIENTO PARA FLEXORES DE CADERA



FIG 9. ENTRENAMIENTO SENSORIOMOTOR

