

**UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ DE ELCHE FACULTAD DE
MEDICINA**

TRABAJO FIN DE GRADO

GRADO EN FISIOTERAPIA



UNIVERSITAS
Miguel Hernández



**Efectos de un protocolo de ejercicio terapéutico sobre el
mecanismo de windlass en un paciente con pie plano**

AUTOR: Bailén García, Toni

Nº Expediente: 103

TUTOR: Yolanda Nadal Nicolás

Departamento: Cirugía y patología

Curso académico 2021-2022

Convocatoria de junio

AGRADECIMIENTOS

A toda mi familia, mis padres, mi hermana y a Lío, por apoyarme siempre y ayudarme en este largo camino.

A todos mis amigos, en especial a Rubén, Jaume, Carlos, Pablo y los Patus, por no haberos separado nunca de mí en estos increíbles cuatro años.

A mi tía Mari Carmen y a mi tío Higinio por aportarme tanta luz y alegría.

A Miguel, por haberme ayudado a sacar lo mejor de mí y a afrontar todos los retos que estén por venir.

A Alfonso y a mis abuelos, en paz descansen, por brindarme fuerza desde el cielo.

Por encima de todo, a la Dra Yolanda Nadal Nicolás, sin ella este trabajo no habría salido adelante.

Eterno agradecimiento.



ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

ÍNDICE DE FIGURAS, DE TABLAS Y DE ANEXOS

RESUMEN

ABSTRACT

1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Mecanismo de windlass	3
1.2. Test de valoración para el mecanismo de windlass	4
2. OBJETIVOS	6
3. HIPÓTESIS	7
4. MATERIAL Y MÉTODOS	8
4.1. Características del sujeto	8
4.2. Características del programa de tratamiento	9
4.3. Ejercicios del programa	10
4.4. Test/escalas	13
5. RESULTADOS	16
5.1. Valoración basal	16
5.2. Valoración post intervención	17
5.3. Valoración 4 semanas post intervención	18
6. DISCUSIÓN	20
6.1. Limitaciones del estudio	22
6.2. Futuras líneas de investigación	23
7. CONCLUSIONES	24
8. BIBLIOGRAFÍA	25

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

ALM: *Arco longitudinal medial*

NDT: *Navicular drop test*

FPI-6: *Foot posture index 6*

MVIC: *Máxima contracción voluntaria*

ÍNDICE DE FIGURAS, DE TABLAS Y DE ANEXOS

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. - <i>Representación del mecanismo de windlass</i>	4
Figura 2. - <i>Short foot exercise</i>	11
Figura 3. - <i>Toes spread-out</i>	12
Figura 4. - <i>Aducción resistida del pie</i>	12
Figura 5. - <i>Supinación resistida del pie</i>	13
Figura 6. - <i>Jack test</i>	15

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. - <i>Etiology of Adult-Acquired Flatfoot Deformity</i>	2
Tabla 2. - <i>Valoración basal: Jack test, navicular drop test, foot posture index 6 y escala EVA</i>	16
Tabla 3. - <i>Valoración basal: Escala Kujala</i>	16
Tabla 4. - <i>Valoración post tratamiento: Jack test, navicular drop test, foot posture index 6 y escala EVA</i>	17
Tabla 5. - <i>Valoración post tratamiento: Escala Kujala</i>	17
Tabla 6. - <i>Valoración 4 semanas post intervención: Jack test, navicular drop test, foot posture index 6 y escala EVA</i>	18
Tabla 7. - <i>Valoración 4 semanas post intervención: Escala Kujala</i>	18

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. - <i>Resultados foot posture index 6</i>	28
Anexo 2. - <i>Resultados escala Kujala</i>	29
Anexo 3. - <i>Consentimiento informado</i>	30
Anexo 4. - <i>Comité de ética</i>	32

RESUMEN

Introducción: El pie plano es una patología que afecta a la altura del arco longitudinal medial, provocando una disminución de su altura junto con un valgo del retropié y una abducción del antepié. Por otra parte, el mecanismo de windlass descrito por Hicks, se activa al realizar una dorsiflexión de la primera articulación metatarsofalángica, produciéndose una elevación del arco longitudinal medial.

Objetivos: El objetivo primario de este trabajo consiste en valorar la efectividad de un programa de ejercicios sobre la activación del mecanismo de windlass en una paciente con pie plano flexible.

Material y métodos: Se ha seleccionado a una paciente con pie plano flexible del adulto, bilateral y sintomático en el pie derecho, con el mecanismo de windlass ausente. Se propone un programa de tratamiento basado en el ejercicio realizado durante 3 semanas, 5 días por semana, con un total de 4 ejercicios. Asimismo, se realizó una valoración previa al inicio del programa, justo al finalizarlo y a las 4 semanas post-tratamiento, empleando un total de 5 test/escalas.

Resultados: Se han obtenido mejoras en el mecanismo de windlass y en todas las escalas y test de valoración realizados, los cuales se han mantenido 4 semanas después de haber finalizado el tratamiento.

Conclusiones: Un programa de tratamiento basado en el ejercicio de 3 semanas es capaz de producir mejoras en el mecanismo de windlass en una paciente con pie plano flexible bilateral y sintomático.

Palabras clave: Pie plano adquirido del adulto, mecanismo de windlass, navicular drop test, foot posture index 6, programa de ejercicios.

ABSTRACT

Introduction: Flatfoot is a pathology that affects the height of the medial longitudinal arch, causing a decrease in its height together with a valgus of the rearfoot and an abduction of the forefoot. On the other hand, the windlass mechanism described by Hicks is activated when dorsiflexion of the first metatarsophalangeal joint is performed, producing an elevation of the medial longitudinal arch..

Objectives: The primary objective of this study is to evaluate the effectiveness of an exercise programme on the activation of the windlass mechanism in a patient with flexible flatfoot.

Material and methods: We selected a patient with an adult flexible flatfoot, bilateral and symptomatic in the right foot, with an absent windlass mechanism. An exercise-based treatment programme was proposed for 3 weeks, 5 days per week, with a total of 4 exercises. An assessment was also carried out prior to the start of the programme, just after the end of the programme and at 4 weeks post-treatment, using a total of 5 tests/scales.

Results: Improvements were obtained in the windlass mechanism and in all the scales and assessment tests carried out, which were maintained 4 weeks after the end of the treatment.

Conclusions: A 3-week exercise-based treatment programme is able to produce improvements in the windlass mechanism in a patient with bilateral symptomatic flexible flatfoot.

Key words: Adult-acquired flat foot, windlass mechanism, navicular drop test, foot posture index 6, exercise program.

1. INTRODUCCIÓN

El pie plano, también descrito como disfunción del tendón tibial posterior,^{1,2} es una patología que se encuentra de forma usual en la población adulta, estimándose una prevalencia de 5-14% según varios autores.³ Esta condición del pie afecta a la altura del arco longitudinal medial (ALM), provocando una pérdida parcial o total (colapso) del mismo ^{4,5} así como un valgo del retropié y una abducción del antepié.^{1,6} Asimismo, su presencia se encuentra relacionada con la aparición de patologías en el miembro inferior tales como fascitis plantar, hallux valgus y síndrome de dolor patelofemoral entre otras.⁷

El tendón del tibial posterior junto con el “spring ligament” se consideran los principales estabilizadores dinámico y estático, respectivamente, del ALM ^{5,6,8}. Estas funciones, se encuentran alteradas o ausentes en individuos con pie plano debido a la degeneración del tendón del tibial posterior.

En cuanto a su etiología, se han estudiado diversos factores de riesgo, siendo la disfunción del tendón tibial posterior el más común (tabla 1)⁶, sin embargo, es posible encontrar a pacientes que no presentan ningún factor de riesgo.

Con respecto al diagnóstico, la radiografía realizada en carga bipodal es la prueba diagnóstica más fiable para detectar el pie plano del adulto.⁵ Las proyecciones utilizadas son la antero-posterior, la lateral y las oblicuas.

Además, es necesario realizar una exploración física en la cual se deben testar las funciones del tendón del tibial posterior. Se evalúa por una parte el movimiento de supinación contra resistencia, en el cual es posible que haya un déficit de fuerza y/o dolor a lo largo del recorrido del tendón. Por otro lado, también es necesario valorar la flexión plantar realizando un test de elevación bilateral de talones, siendo el test positivo si el paciente presenta dolor a lo largo del recorrido del tendón o un valgo del retropié.⁵

TABLA 1	
Etiology of Adult-Acquired Flatfoot Deformity	
Intrinsic Factors	Extrinsic Factors
Congenital flatfoot	Trauma
Posterior tibial tendon hypovascularity	Corticosteroid injections
Tight gastrocnemius-soleus complex	Obesity
MMP polymorphism*	Diabetes mellitus
	Hypertension
*MMP= matrix metalloproteinase	

1.1. Mecanismo de windlass

El mecanismo de windlass fue descrito por Hicks en 1954. Explicó que al realizar una extensión pasiva de la primera articulación metatarsofalángica, en bipedestación, se produce una elevación del ALM, acompañado de la supinación del retropié y la rotación externa de tibia y fémur.

9,10

Esta elevación del ALM, es debida a la aproximación de las cabezas de los metatarsianos y el calcáneo como consecuencia de la tensión generada en la fascia plantar tras la extensión de la primera articulación metatarsofalángica. ¹¹ (Figura 1).

Este mecanismo tiene una gran importancia en el desarrollo de movimientos dinámicos como andar y correr. ¹² En la fase propulsiva de la marcha, cuando la cabeza del primer metatarsiano se encuentra en extensión se produce una elevación del ALM junto con la supinación del pie, hecho que facilita las fuerzas propulsivas del pie. ¹³

Asimismo, el mecanismo de windlass juega un papel importante en la prevención de lesiones proporcionando rigidez y disminuyendo el estrés que se produce en el pie al caminar. ¹⁴ En un estudio realizado en 2011 por Song y Geyer ¹⁵, se observó que la presencia del mecanismo de windlass producía un ahorro del 15% de energía durante la marcha, al compararlo con un pie que carece de dicho mecanismo. Posteriormente, en otro estudio experimental realizado por Song y colaboradores en 2013¹⁶, se concluyó que este ahorro energético, es más probable que tenga origen como consecuencia de la disminución de la longitud del pie al activar el mecanismo, más que por la propia elasticidad que éste aporta.

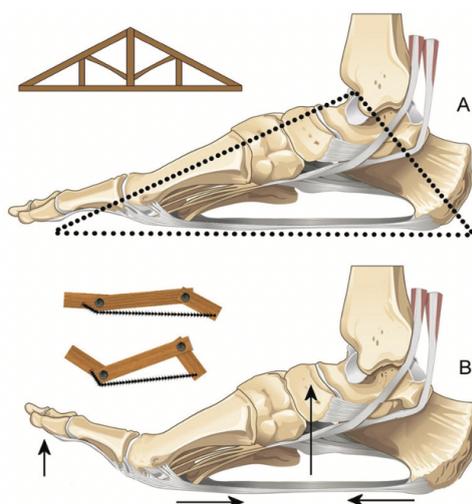


Figura 1: representación del mecanismo de windlass. Al realizar la flexión dorsal de la primera articulación metatarsofalángica se tensa la fascia plantar debido a la aproximación de las cabezas de los metatarsianos y del calcáneo y se produce una elevación del arco longitudinal medial.



1.2. Test de valoración para el mecanismo de windlass

Existe un test específico para evaluar el mecanismo de windlass a pesar de su falta de validación, el test de Jack. Dicho test, es el más ampliamente utilizado en la literatura ^{17,18}, consiste en realizar una extensión pasiva de la primera articulación metatarsofalángica en bipedestación, y observar si hay elevación del ALM. Autores como Rachel Lucas y Mark Cornwall en 2017 ¹² llevaron a cabo una clasificación del mecanismo en intacto, ausente o limitado, en función de la respuesta del arco a dicho movimiento de extensión. Por otra parte, en un estudio realizado por Kappel-Bargas y colaboradores en 1998 ¹⁹, se empleó dicho test para dividir a los individuos en dos grupos en función de los grados de extensión necesarios para que se inicie la elevación del ALM. Con este criterio se clasificaron en un grupo a todos aquellos que presentaban una elevación inmediata del ALM y otro en los que presentaban un retardo de dicha elevación.

Asimismo, se pueden utilizar otros test para obtener más información relacionada con las propiedades del mecanismo, a pesar de que no se utilizan de forma específica para evaluarlo. Por una parte encontramos el navicular drop test (NDT), el cual se ha comprobado que es válido, reproducible y simple para evaluar la altura del ALM.²⁰

Por otro lado se encuentra el foot posture index 6 (FPI-6), con el propósito cuantificar y clasificar la posición del pie en neutro, pronado o supinado, según la puntuación obtenida.²² Además, se han realizado estudios como el de Aquino, en el cuál se demuestra que el FPI-6 es fiable y válido tanto para testar como para retestar en adultos.²¹



2. OBJETIVOS

El objetivo primario de este trabajo consistió en valorar la efectividad de un programa de ejercicios sobre la activación del mecanismo de windlass en una paciente con pie plano flexible.

Como objetivos secundarios, se han plantearon:

- Valorar resultados de los distintos test.
- Valorar los efectos del protocolo sobre un pie plano.
- Valorar la duración de los efectos obtenidos en el tiempo.



3. HIPÓTESIS

La mayoría de personas que presentan pie plano adulto sintomático, presentan una alteración de la función del tibial posterior, lo que produce un colapso del ALM, valgo del retropié y abducción del antepié.¹

Este hecho, sumado a que la disminución de altura del ALM ha sido relacionada con individuos con un mecanismo de windlass inactivo,¹² han aumentado el interés para proponer un programa de tratamiento en una paciente con pie plano adulto bilateral sintomático y un mecanismo de windlass inactivo.

Por ello nuestra pregunta de hipótesis es: ¿Es posible activar el mecanismo de windlass en una paciente con pie plano adulto flexible y sintomático?



4. MATERIAL Y MÉTODOS

El trabajo fue aprobado por el comité de ética del la UMH (código: 220202100931) y la paciente firmó el consentimiento informado.

4.1. Características del sujeto

Se seleccionó a una mujer de 31 años, con diagnóstico de pie plano adulto flexible bilateral, sintomático en el pie derecho, así como con ausencia del mecanismo de windlass.

El diagnóstico de pie plano se realizó por medio de una radiografía, con proyecciones antero-posterior y lateral en carga.⁴

La paciente no presentaba antecedentes de interés ni comorbilidades asociadas. Con respecto a la sintomatología, refería dolor patelofemoral inespecífico en la cara medial de ambas rodillas al realizar actividades como correr. Asimismo, refería dolor a lo largo del recorrido del tendón del tibial posterior derecho, sobre todo en la zona retromaleolar. Atendiendo al sistema de clasificación de pie plano de Johnson y Storm, al cual Myerson añadió en 1996 un cuarto nivel,² nuestra paciente se encontraba en un nivel I.

4.2. Características del programa de tratamiento

Acorde a la literatura, generalmente las intervenciones tienen una duración total entre 4 y 8 semanas.²³ Siguiendo los modelos de varios autores,^{7, 24, 25} el programa de tratamiento realizado tiene una duración de 3 semanas y se encuentra basado en el ejercicio. Dicho programa consta de un total de 4 ejercicios que se han llevado a cabo 5 veces por semana, según el modelo propuesto por Da-bee Lee y Jong-duk Choi en 2016.²⁵ Con respecto al número de series y repeticiones se encuentra mucha variabilidad en la literatura, finalmente, se ha seguido el formato propuesto por Kazunori Okamura y colaboradores en 2020¹⁴ en el cual proponen un total de 3 series y 10 repeticiones.

Se realizaron ejercicios tanto de la musculatura intrínseca del pie, ya que se ha observado su relación con el mecanismo de windlass¹⁴ y con el mantenimiento del ALM²⁶, así como del tibial posterior, el cual forma parte de la musculatura extrínseca del pie y es considerado el principal estabilizador dinámico del ALM.⁸

En cuanto a los ejercicios de la musculatura intrínseca del pie, se han seleccionado dos ejercicios: “Short Foot Exercise” (SFE) y “Toes spread-out” (TSO). Ambos activan de forma generalizada a la musculatura intrínseca, siendo el SFE el ejercicio que activa en mayor proporción al abductor del primer dedo y el TSO al flexor corto del primer dedo y al flexor corto de los dedos.²⁷

Por otra parte, se han seleccionado dos ejercicios para trabajar el tibial posterior: el primero consiste en realizar una aducción del pie y el segundo en efectuar una supinación, ambos se han llevado a cabo con una resistencia externa proporcionada por un theraband. Esta selección se debe a que ambos ejercicios, son los que activan de forma más selectiva el músculo tibial posterior según un estudio realizado con resonancia magnética.²⁸

4.3. Ejercicios del programa

A continuación se expone cómo se han realizado los ejercicios del programa. La fecha de inicio del programa fue el 14 de febrero de 2022 y finalizó el 7 de marzo de 2022 y los ejercicios fueron realizados en el domicilio de la paciente, con supervisión del fisioterapeuta únicamente en la primera sesión.

Cabe destacar que se pueden realizar en distintas posiciones, es decir, en sedestación, bipedestación o incluso con apoyo unipodal (como puede ser el caso de los ejercicios de la musculatura intrínseca). A pesar de la variabilidad, se han llevado a cabo de la forma más común encontrada en la literatura.

- SFE: Consiste en aproximar la cabeza del primer metatarsiano al calcáneo sin flexionar los dedos de los pies, es decir, reduciendo la longitud anteroposterior del pie ^{14,25}, dicha posición se mantuvo durante un total de 5 segundos (Figura 2). En el estudio se ha realizado en apoyo unipodal puesto que se ha observado que realizando dicho ejercicio en esta posición, la máxima contracción voluntaria (MVIC) del abductor del primer dedo es mayor (73'2% MVIC) en comparación a la ejecución del ejercicio en sedestación (45'2% MVIC). ²⁹
- TSO: Este ejercicio se ha realizado en sedestación, con una flexión de 90° de rodillas y consta de tres fases que se realizaron de la siguiente forma: la primera consiste en realizar una extensión de los cinco dedos de los pies manteniendo las cabezas de los metatarsianos en el suelo; posteriormente, se separan todos los dedos y por último se flexionan el primer y el quinto dedo apoyándolos en el suelo, manteniendo los tres dedos restantes en la posición inicial de extensión. ^{27,30,31} (Figura 3)

- Aducción resistida del pie: La paciente se encuentra sentada en una silla, con las rodillas flexionadas a 80° y separadas entre ellas por una distancia equivalente a la de su propio antebrazo y colocando el codo homolateral en la cara interna de la rodilla para su estabilización. Un theraband, con una tensión máxima, se coloca manteniendo un ángulo de 45° con el suelo. Por último, partiendo de una posición de abducción del antepié, se realiza una aducción del mismo y se vuelve a la posición inicial de forma lenta. Se realizó una marca en el suelo, indicando la cantidad de movimiento a realizar. ^{24, 25, 28} (Figura 4)
- Supinación resistida del pie: En sedestación, la paciente coloca el pie con el que va a realizar el ejercicio sobre un taburete con la rodilla en extensión, el otro pie se encuentra en el suelo con la rodilla en flexión. Se coloca un theraband alrededor de las cabezas de los metatarsianos y la paciente aplica tensión al theraband durante todo el ejercicio, estirándolo en dirección al hombro homolateral. Desde dicha posición, se realiza una inversión del pie contra resistencia y se retornará a una posición de eversión de forma lenta y controlada. ²⁸ (Figura 5)



Figura 2: Short foot exercise



Figura 3: Toes spread-out

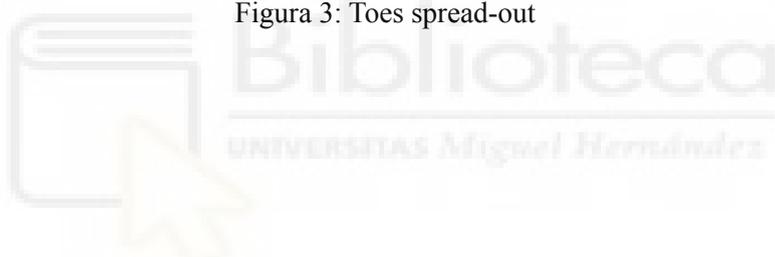


Figura 4: Aducción resistida del pie

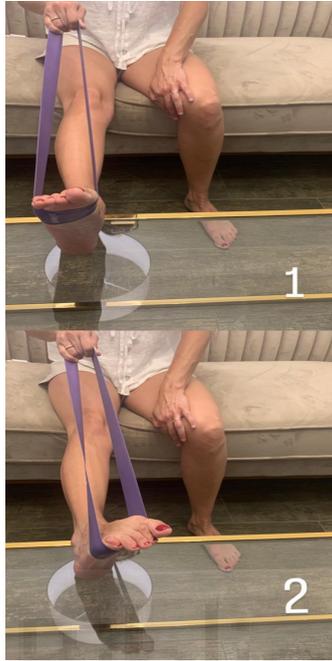


Figura 5: Supinación resistida del pie

4.4. Test/escalas

Por una parte, para la evaluación de la postura del pie, del ALM y del mecanismo de windlass se han empleado el FPI-6,^{21,22} el NDT^{7,20,23} y el Jack Test^{12,18} respectivamente. Por otra parte, para la evaluación del dolor patelofemoral se ha utilizado la escala de Kujala³⁵ y para el dolor del tendón del tibial posterior la escala EVA³⁶. Estos test se llevaron a cabo el día previo al inicio del tratamiento, el día posterior de la última sesión y por último cuatro semanas después de haber finalizado el tratamiento.

El FPI-6 cuenta con seis ítems a evaluar: la palpación de la cabeza del astrágalo, la curvatura supra e infra maleolar lateral, la posición del calcáneo en el plano frontal, la prominencia de la región talo navicular, la congruencia del arco longitudinal interno y la abducción del antepié respecto al retropié. Cada uno de estos apartados tiene una puntuación entre -2 y 2, pudiendo obtener una puntuación final entre -12 y 12.²¹ Si el resultado final es un número entre 0-5 indica que el pie se encuentra en una posición neutra; si es un número mayor que 5, es indicativo de que el pie se encuentra pronado; en cambio, si se obtiene una puntuación negativa significa que el pie se encuentra en supinación.²²

Con el NDT se evaluó el ALM, midiendo la diferencia de altura a la que se encuentre la tuberosidad del navicular en descarga (sentada sobre una silla con 90° de flexión de rodillas) y en carga (en bipedestación).^{7,20} Una puntuación mayor o igual a 10mm, nos indicaría que el pie se encuentra excesivamente pronado.²³

Por otra parte, se empleó el Jack Test para evaluar el mecanismo de windlass. El individuo se coloca en bipedestación y el fisioterapeuta realiza una extensión de la primera articulación metatarsofalángica (Figura 6). Si como respuesta se obtiene una elevación visible del ALM el mecanismo se encontrará activo;¹⁸ si no se eleva el ALM, estará inactivo; en cambio, si se produce una ligera elevación pero con retardo, se encontrará limitado.¹²

Para evaluar el dolor y la función patelofemoral, se ha utilizado la escala Kujala. Dicha escala consta de un total de 13 preguntas que se puntúan de 0-5 o de 0-10 en función de la pregunta, encontrando un total de 3 a 5 opciones por cada una y pudiendo obtener una puntuación total de 100.

35

Por último, para evaluar la intensidad del dolor del tendón del tibial posterior a nivel retromaleolar se emplea la escala EVA. Consiste en realizar una línea de 10 cm en la cuál se indica en un extremo “el peor dolor posible” y en otro extremo “sin dolor”. La paciente deberá marcar una zona

de la línea y mediremos con una regla la diferencia de centímetros desde el extremo que pone “sin dolor” y la distancia será la puntuación obtenida. ³⁶



Figura 6: Jack test



5. RESULTADOS

5.1. Valoración basal

En base a los test realizados pre intervención, se obtuvieron los siguientes resultados:

En la tabla 2 observamos los resultados arrojados por el Jack test, el NDT, el FPI-6 y la escala EVA, por otro lado, en la tabla 3 observamos los resultados obtenidos de la escala de Kujala.

TABLA 2				
	Jack Test	NDT	FPI-6	EVA
Pie derecho	Ausente	14 mm	+10	3
Pie izquierdo	Limitado	10 mm	+6	—

TABLA 3	
Escala Kujala	
Rodilla derecha	79
Rodilla izquierda	79

5.2. Valoración post intervención

En base a los test realizados post intervención, se obtuvieron los siguientes resultados:

En la tabla 4 observamos los resultados arrojados por el Jack test, el NDT, el FPI-6 y la escala EVA, por otro lado, en la tabla 5 observamos los resultados obtenidos de la escala de Kujala.

TABLA 4				
	Jack Test	NDT	FPI-6	EVA
Pie derecho	Limitado	7 mm	+6	0
Pie izquierdo	Activo	5 mm	+4	—

TABLA 5	
Escala Kujala	
Rodilla derecha	94
Rodilla izquierda	94

5.3. Valoración 4 semanas post intervención

En base a los test realizados 4 semanas post intervención, se obtuvieron los siguientes resultados:

En la tabla 6 observamos los resultados arrojados por el Jack test, el NDT, el FPI-6 y la escala EVA, por otro lado, en la tabla 7 observamos los resultados obtenidos de la escala de Kujala.

TABLA 6				
	Jack Test	NDT	FPI-6	EVA
Pie derecho	Limitado	7 mm	+7	0
Pie izquierdo	Activo	5 mm	+5	—

TABLA 7	
Escala Kujala	
Rodilla derecha	94
Rodilla izquierda	94

Los resultados obtenidos sugieren que se han producido cambios en todos los test realizados y estos se han mantenido en el tiempo.

Con respecto al NDT, cabe destacar que en ambos pies se han obtenido cambios significativos, reduciendo en ambos pies 10 mm la caída del hueso navicular comparando la tabla 2 con las tablas 4 y 6.

En cuanto al FPI-6, también se han obtenido mejoras en las puntuaciones tanto al finalizar el tratamiento como a las cuatro semanas de haberlo terminado en comparación con la valoración inicial. En el pie derecho, se ha conseguido reducir la puntuación en un total de 4 puntos comparando las tablas 2 y 4; asimismo, comparando las tablas 2 y 6 la reducción de la puntuación ha sido de un total de 3 puntos; comparando las tablas 4 y 6 la puntuación se ha aumentado 1 punto. Con respecto al pie izquierdo, se ha reducido en 2 puntos la puntuación comparando las tablas 2 y 4; comparando las tablas 2 y 6, se ha logrado reducir un punto; del mismo modo que comparando las tablas 4 y 6, la puntuación se ha aumentado en un punto.

En el Jack test, también se han obtenido cambios que se han mantenido en el tiempo en ambos pies. En el pie derecho, se ha pasado de un mecanismo de windlass inactivo a limitado, comparando la tabla 2 con las tablas 4 y 6. En cuanto al pie izquierdo, se ha pasado de un mecanismo de windlass limitado a activo, comparando la tabla 2 con las tablas 4 y 6.

En la escala EVA se ha logrado disminuir la puntuación, pasando de un 3 sobre 10 en la valoración inicial a 0 sobre 10 en las dos valoraciones posteriores.

Por último, en la escala Kujala también se han obtenido mejoras, pasando de una puntuación de 79 en ambas rodillas en la tabla 3 a una de 94 en las tablas 5 y 7.

6. DISCUSIÓN

En este estudio, se ha propuesto un programa de tratamiento basado en el ejercicio para corroborar principalmente si es posible activar el mecanismo de windlass en una paciente con un pie plano flexible. Asimismo, también se buscaba observar si se producían mejoras tanto en el NDT como en el FPI-6 y ver si los cambios en todos estos test se mantenían en el tiempo.

Los resultados obtenidos explican por sí mismos que se han obtenido mejoras en todos los test realizados. Por un lado, en el NDT se han logrado mantener los cambios logrados 4 semanas después de haber finalizado el programa de tratamiento. En comparación con estudios como el de Da Bee Lee Jong-duk Choi en 2016 ²⁵, en el cual también se obtuvieron mejores resultados en el NDT realizando un tratamiento basado en el ejercicio. Sin embargo, no se encontraron diferencias significativas entre el grupo experimental que realizó ejercicios tanto del tibial posterior como de la musculatura intrínseca del pie y el grupo control el cual realizó solo ejercicios de la musculatura intrínseca del pie.

Otros estudios como el de Kazunori Okamura y colaboradores en 2020 ¹⁴ también han propuesto un tratamiento realizando únicamente el SFE en pacientes con pie plano durante 8 semanas, obteniendo mejoras en el NDT, en el FPI-6 y en el mecanismo de windlass. En comparación con nuestro estudio, se obtienen resultados similares en un tratamiento de menos semanas, aunque de más frecuencia de días por semana, esto puede ser debido a que en nuestro estudio se realizan un total de 4 ejercicios selectivos y en el mencionado solo se realiza un ejercicio. Asimismo, en el mencionado estudio sí que se evaluó el mecanismo de windlass, concluyendo que el SFE facilitaba la activación de dicho mecanismo en pacientes con pie plano que previamente a la ejecución del programa se encontraba alterado.

Sin embargo, cabe destacar que sólo en uno de los estudios incluidos ¹⁴ se evaluaba el mecanismo de windlass en pacientes con pie plano flexible antes y después de realizar ejercicio. Por ello en nuestro estudio se ha propuesto evaluarlo, obteniendo mejoras en el jack test tras finalizar el tratamiento y manteniéndose al mes de haber terminado el programa. No obstante, cabe remarcar que en el pie derecho no se consiguió activar de la misma forma que en el pie izquierdo.

El ALM está formado por el calcáneo, el astrágalo, el escafoides, la primera cuña y el primer metatarsiano. ⁶ En individuos con pie plano, encontramos una pérdida de altura del ALM una pronación del retropié y una abducción del antepié, ⁴ aumentando el riesgo de sufrir patologías como la fascitis plantar. Asimismo, el pie plano parece tener cierta relación con esta patología, observándose una incidencia de un 43'4% en individuos con pie plano en un estudio realizado por Yu-Chi Huang y colaboradores. ³⁴

Por otra parte, se ha observado que el género femenino tiene una mayor flexibilidad del ALM en carga en comparación con los hombres, lo que también supone un factor de riesgo de la fascitis plantar. ³³ Este aumento de flexibilidad, es un dato a tener en cuenta puesto que en el caso de nuestra paciente, a pesar de no tener fascitis plantar, tiene una mayor predisposición de sufrirla por tener pie plano y ser mujer. Por tanto, es de vital importancia realizar programas preventivos para disminuir el riesgo de desarrollar esta patología en un futuro.

La musculatura intrínseca del pie, también juega un papel fundamental en el mantenimiento del ALM y por tanto el fortalecimiento de la misma es importante para prevenir posibles lesiones en las extremidades inferiores. ³² Este hecho, sumado a que en todos los estudios recopilados sobre programas de tratamiento para pacientes con una pronación excesiva o diagnosticados de pie plano ^{14,} ^{23,} ^{24,} ^{25,} ³² proponen ejercicios específicos de la musculatura intrínseca del pie, nos sugiere que es

necesario abordar la patología del pie plano desde un punto de vista global y no solo centramos en ejercicios del tibial posterior, considerada la afectación del mismo como la principal causa del pie plano.⁶

6.1. Limitaciones del estudio

Este estudio cuenta con varias limitaciones. Por una parte, a diferencia de otros estudios en los que se ha seleccionado una muestra de población con un grupo control y un grupo experimental^{7, 14, 23, 24}, nuestro trabajo cuenta solo con una paciente con pie plano. A pesar de haber producido los cambios esperados, sería de vital importancia llevar a cabo este tratamiento con una población muestral mayor separando en un grupo control y un grupo experimental a los pacientes.

Por otro lado, cabe destacar que el programa de tratamiento inicial era de 6 semanas, sin embargo, sólo pudo ser llevado a cabo durante 3 semanas. Esto es debido a que la paciente empezó a tener una sensación de “sobrecarga” en la zona del tibial posterior y en la planta del pie y no realizó los ejercicios durante tres días, por tanto se finalizó el tratamiento para evitar sesgos y se procedió a la evaluación 4 semanas después. Cabe destacar que en comparación con otros estudios en los cuales sólo se realizaban 3 ejercicios como máximo,^{7, 14, 23, 24, 25} el nuestro se llevaban a cabo un total de 4 ejercicios, dos de la musculatura intrínseca del pie y dos del tibial posterior. Por tanto, quizás esta sensación de sobrecarga pueda ser como consecuencia del exceso de carga, sumado a que la paciente nunca había realizado ejercicios específicos de dicha musculatura.

6.2. Futuras líneas de investigación

Por último, una propuesta para futuras líneas de investigación consistiría en validar el Jack test, y estandarizarlo para determinar si el mecanismo de windlass está activo, limitado o ausente.

En el caso de nuestro trabajo, se ha comparado mediante una grabación de video, la diferencia de elevación del ALM entre las valoraciones realizadas. Sin embargo, es necesario que se realicen futuras investigaciones para establecer unos parámetros que indiquen si el mecanismo de windlass se encuentra activo, limitado o ausente. Por otra parte, también sería conveniente evaluar este mecanismo en distintos estudios con patologías del miembro inferior comprobando si es posible activarlo en el caso de que se encuentre ausente y si se provocan cambios en la sintomatología de los pacientes.



7. CONCLUSIONES

En base a los resultados obtenidos podemos concluir que:

1. Un programa de tratamiento basado en el ejercicio de 3 semanas es capaz de producir mejoras en el mecanismo de windlass en una paciente con pie plano flexible bilateral y sintomático.
2. Dicho programa también produce mejoras en el resto de variables estudiadas.
3. Las mejoras en los resultados de las variables estudiadas se mantienen en el tiempo.
4. Futuros estudios y programas de tratamiento en pacientes con pie plano flexible, pueden considerar realizar un programa de ejercicios de la musculatura intrínseca del pie y del tibial posterior para obtener mejoras en el mecanismo de windlass.

8. BIBLIOGRAFÍA

1. Smyth NA, Aiyer AA, Kaplan JR, Carmody CA, Kadakia AR. Adult-acquired flatfoot deformity. *Eur J Orthop Surg Traumatol*. 2017;27(4):433-439.
2. Miniaci-Coxhead SL, Flemister AS Jr. Office-based management of adult-acquired flatfoot deformity. *Med Clin North Am*. 2014;98(2):291-299.
3. Aenumulapalli A, Kulkarni MM, Gandotra AR. Prevalence of Flexible Flat Foot in Adults: A Cross-sectional Study. *J Clin Diagn Res*. 2017;11(6):AC17-AC20.
4. Lee MS, Vanore JV, Thomas JL, et al. Diagnosis and treatment of adult flatfoot. *J Foot Ankle Surg*. 2005;44(2):78-113.
5. Abousayed MM, Alley MC, Shakked R, Rosenbaum AJ. Adult-Acquired Flatfoot Deformity: Etiology, Diagnosis, and Management. *JBJS Rev*. 2017;5(8):e7.
6. Flores DV, Mejía Gómez C, Fernández Hernando M, Davis MA, Pathria MN. Adult Acquired Flatfoot Deformity: Anatomy, Biomechanics, Staging, and Imaging Findings. *Radiographics*. 2019;39(5):1437-1460.
7. Unver B, Erdem EU, Akbas E. Effects of Short-Foot Exercises on Foot Posture, Pain, Disability, and Plantar Pressure in Pes Planus. *J Sport Rehabil*. 2019;29(4):436-440.
8. Guelfi M, Pantalone A, Mirapeix RM, et al. Anatomy, pathophysiology and classification of posterior tibial tendon dysfunction. *Eur Rev Med Pharmacol Sci*. 2017;21(1):13-19.
9. Hicks JH. The mechanics of the foot. II. The plantar aponeurosis and the arch. *J Anat*. 1954;88(1):25-30.
10. Manfredi-Márquez MJ, Tovaruela-Carrión N, Távara-Vidalón P, Domínguez-Maldonado G, Fernández-Seguín LM, Ramos-Ortega J. Three-dimensional variations in the lower limb caused by the windlass mechanism. *PeerJ*. 2017;5:e4103.
11. Sighting F, Ebrecht F. The rise of the longitudinal arch when sitting, standing, and walking: Contributions of the windlass mechanism. *PLoS One*. 2021;16(4):e0249965.
12. Lucas R, Cornwall M. Influence of foot posture on the functioning of the windlass mechanism. *Foot (Edinb)*. 2017;30:38-42.
13. Sighting F, Ebrecht F. The rise of the longitudinal arch when sitting, standing, and walking: Contributions of the windlass mechanism. *PLoS One*. 2021;16(4):e0249965.
14. Okamura K, Fukuda K, Oki S, Ono T, Tanaka S, Kanai S. 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*. 2020;75:40-45.

15. Song S, Geyer H. The energetic cost of adaptive feet in walking. In *2011 IEEE International Conference on Robotics and Biomimetics*. 2011:1597-1602.
16. Song S, LaMontagna C, Collins SH, Geyer H. The effect of foot compliance encoded in the windlass mechanism on the energetics of human walking. *Annu Int Conf IEEE Eng Med Biol Soc*. 2013;2013:3179-3182.
17. Gelber JR, Sinacore DR, Strube MJ, et al. Windlass Mechanism in Individuals With Diabetes Mellitus, Peripheral Neuropathy, and Low Medial Longitudinal Arch Height. *Foot Ankle Int*. 2014;35(8):816-824.
18. Chuter V, Payne C. Limited joint mobility and plantar fascia function in Charcot's neuroarthropathy. *Diabet Med*. 2001;18(7):558-561.
19. Kappel-Bargas A, Woolf RD, Cornwall MW, McPoil TG. The windlass mechanism during normal walking and passive first metatarsalphalangeal joint extension. *Clin Biomech (Bristol, Avon)*. 1998;13(3):190-194.
20. Zuñil-Escobar JC, Martínez-Cepa CB, Martín-Urrialde JA, Gómez-Conesa A. Arco longitudinal medial: precisión, fiabilidad y correlación entre la prueba de caída vascular y los parámetros de huella. *J Manipulative Physiol Ther*. 2018;41(8):672-679.
21. Aquino MRC, Avelar BS, Silva PL, Ocarino JM, Resende RA. Fiabilidad del índice de postura del pie puntuaciones individuales y totales para adultos y adultos mayores. *Práctica de ciencia musculoeskelet*. 2018;36:92-95.
22. Del Castillo JA, Coheña-Jiménez M, Tudela AP, García MDRR. El Índice de Postura del Pie: revisión de la literatura. *Revista andaluza de medicina del deporte*. 2019;12(4):376-380.
23. Pabón-Carrasco M, Castro-Méndez A, Vilar-Palomo S, Jiménez-Cebrián AM, García-Paya I, Palomo-Toucedo IC. Randomized Clinical Trial: The Effect of Exercise of the Intrinsic Muscle on Foot Pronation. *Int J Environ Res Public Health*. 2020;17(13):4882.
24. Alam F, Raza S, Moiz JA, Bhati P, Anwer S, Alghadir A. Effects of selective strengthening of tibialis posterior and stretching of iliopsoas on navicular drop, dynamic balance, and lower limb muscle activity in pronated feet: A randomized clinical trial. *Phys Sportsmed*. 2019;47(3):301-311.
25. Lee DB, Choi JD. The effects of foot intrinsic muscle and tibialis posterior strengthening exercise on plantar pressure and dynamic balance in adults flexible pes planus. *Physical Therapy Korea*. 2016;23(4): 27-37.
26. Fiolkowski P, Brunt D, Bishop M, Woo R, Horodyski M. Intrinsic pedal musculature support of the medial longitudinal arch: an electromyography study. *J Foot Ankle Surg*. 2003;42(6):327-333.
27. Gooding TM, Feger MA, Hart JM, Hertel J. Intrinsic Foot Muscle Activation During Specific Exercises: A T2 Time Magnetic Resonance Imaging Study. *J Athl Train*. 2016;51(8):644-650.

28. Kulig K, Burnfield JM, Requejo SM, et al. Selective activation of tibialis posterior: Evaluation by magnetic resonance imaging. *Med Sci Sports. Exerc.* 2004;36(5):862-867.
29. Jung DY, Kim MH, Koh EK, Kwon OY, Cynn HS, Lee WH. A comparison in the muscle activity of the abductor hallucis and the medial longitudinal arch angle during toe curl and short foot exercises. *Phys Ther Sport.* 2011;12(1):30-35.
30. Kim MH, Kwon OY, Kim SH, Jung DY. Comparison of muscle activities of abductor hallucis and adductor hallucis between the short foot and toe-spread-out exercises in subjects with mild hallux valgus. *J Back Musculoskelet Rehabil.* 2013;26(2):163-168.
31. Fraser JJ, Hertel J. Effects of a 4-Week Intrinsic Foot Muscle Exercise Program on Motor Function: A Preliminary Randomized Control Trial. *J Sport Rehabil.* 2019;28(4):339-349.
32. Okamura K, Kanai S, Fukuda K, Tanaka S, Ono T, Oki S. The effect of additional activation of the plantar intrinsic foot muscles on foot kinematics in flat-footed subjects. *Foot (Edinb).* 2019;38:19-23.
33. Fukano M, Fukubayashi T. Gender-based differences in the functional deformation of the foot longitudinal arch. *Foot (Edinb).* 2012;22(1):6-9.
34. Huang YC, Wang LY, Wang HC, Chang KL, Leong CP. The relationship between the flexible flatfoot and plantar fasciitis: ultrasonographic evaluation. *Chang Gung Med J.* 2004;27(6):443-448.
35. Martínez-Cano JP, Arango AS, Castro AM, Piña AM, Martínez-Rondanelli A. Validación de la escala de Kujala para dolor patelofemoral en su versión en español. *CES Medicina.* 2017;31(1): 47-57.
36. Labronici PJ, Dos Santos-Viana AM, Dos Santos-Filho FC, Santos-Pires RE, Labronici GJ, Penteadoda Silva LH. Evaluation of the pain in older people. *Acta Ortop Mex.* 2016;30(2):73-80.
37. Pascual, R., García, J., & López, P. (2005). Índice de postura del pie. *Versión de seis criterios. Guía de usuario y manual. Universidad Miguel Hernández.*

ANEXOS

Anexo 1: Resultados foot posture index 6³⁷

HOJA DE RECOGIDA DE DATOS INDICE POSTURA DEL PIE

NOMBRE DEL PACIENTE				Nº HISTORIA				
	CRITERIOS	PLANO	PUNTUACION 1 Fecha Comentario		PUNTUACION 2 Fecha 15/03/22 Comentario		PUNTUACION 3 Fecha 14/04/2022 Comentario	
			Izquierdo -2 a +2	Derecho -2 a +2	Izquierdo -2 a +2	Derecho -2 a +2	Izquierdo -2 a +2	Derecho -2 a +2
Retropié	Palpación cabeza del astrágalo	Transverso	+1	+2	0	+2	0	+2
	Curvatura supra e inframaleolar lateral	Frontal/ Transverso	+1	+2	0	0	+1	+1
	Calcáneo plano frontal	Frontal	+1	+2	+1	+1	+1	+1
Antepié	Prominencia región talonavicular	Transverso	+1	+1	+1	+1	+1	+1
	Congruencia arco longitudinal interno	Sagital	+1	+1	+1	+1	+1	+1
	Abd / ad antepié respecto retropié	Transverso	+1	+2	+1	+1	+1	+1
TOTAL			+6	+10	+4	+6	+5	+7

Valores de referencia
 Normal = 0 a +5
 Pronado = +6 a +9. Altamente pronado 10+
 Supinado = -1 a -4. Altamente supinado -5 a -12

Traducido con permiso del autor. ©Anthony Redmond 1998)
 Original www.leeds.ac.uk/medicine/FASTER/FPI

Anexo 2: Resultados escala Kujala

Escala de Kujala para dolor anterior de rodilla		Escala de Kujala para dolor anterior de rodilla	
Fecha: _____	Nombre: _____	Fecha: _____	Nombre: _____
Edad: _____	Celular: _____	Edad: _____	Celular: _____
Lado: <input type="checkbox"/> / I		Lado: <input type="checkbox"/> / I	
Duración de los síntomas: 13 años _____ meses.		Duración de los síntomas: _____ años _____ meses.	
Para cada pregunta, circule la letra que corresponda a sus síntomas recientes.		Para cada pregunta, circule la letra que corresponda a sus síntomas recientes.	
1. ¿Usted cojea?		1. ¿Usted cojea?	
a. No	(X)	a. No	(X)
b. Un poco, a veces	(3)	b. Un poco, a veces	(3)
c. Constantemente	(0)	c. Constantemente	(0)
2. Respecto al apoyo de su extremidad comprometida:		2. Respecto al apoyo de su extremidad comprometida:	
a. Puede apoyar completamente sin dolor	(X)	a. Puede apoyar completamente sin dolor	(X)
b. Hay dolor con el apoyo	(3)	b. Hay dolor con el apoyo	(3)
c. Es imposible apoyar	(0)	c. Es imposible apoyar	(0)
3. ¿Cuánto puede caminar?		3. ¿Cuánto puede caminar?	
a. Sin límite	(X)	a. Sin límite	(X)
b. Más de 2 km	(3)	b. Más de 2 km	(3)
c. Entre 1-2 km	(2)	c. Entre 1-2 km	(2)
d. No puede	(0)	d. No puede	(0)
4. ¿Puede subir y bajar escaleras?		4. ¿Puede subir y bajar escaleras?	
a. Sin dificultad	(10)	a. Sin dificultad	(10)
b. Leve dolor al bajar	(8)	b. Leve dolor al bajar	(X)
c. Dolor al subir y al bajar	(X)	c. Dolor al subir y al bajar	(5)
d. No puede	(0)	d. No puede	(0)
5. ¿Puede hacer sentadillas (cucullas)?		5. ¿Puede hacer sentadillas (cucullas)?	
a. Sin dificultad	(5)	a. Sin dificultad	(X)
b. Hacerlas repetidamente duele	(X)	b. Hacerlas repetidamente duele	(4)
c. Es doloroso siempre	(3)	c. Es doloroso siempre	(3)
d. Sólo puede hacerlas con ayuda	(2)	d. Sólo puede hacerlas con ayuda	(2)
e. No puede.	(0)	e. No puede.	(0)
6. ¿Cuánto puede correr?		6. ¿Cuánto puede correr?	
a. Sin límite	(10)	a. Sin límite	(10)
b. Dolor después de 2 km	(8)	b. Dolor después de 2 km	(X)
c. Leve dolor desde el inicio	(X)	c. Leve dolor desde el inicio	(6)
d. Dolor severo siempre	(3)	d. Dolor severo siempre	(3)
e. Incapaz de correr	(0)	e. Incapaz de correr	(0)
7. ¿Puede saltar?		7. ¿Puede saltar?	
a. Sin dificultad	(10)	a. Sin dificultad	(X)
b. Con leve dificultad	(X)	b. Con leve dificultad	(7)
c. Con dolor permanente	(2)	c. Con dolor permanente	(2)
d. Incapaz de saltar	(0)	d. Incapaz de saltar	(0)
8. ¿Qué ocurre cuando está sentado un tiempo prolongado con las rodillas flexionadas?		8. ¿Qué ocurre cuando está sentado un tiempo prolongado con las rodillas flexionadas?	
a. No hay inconveniente	(10)	a. No hay inconveniente	(10)
b. Sólo hay dolor si ha hecho ejercicio	(8)	b. Sólo hay dolor si ha hecho ejercicio	(X)
c. Siempre es doloroso	(6)	c. Siempre es doloroso	(6)
d. El dolor lo obliga a extender las rodillas temporalmente	(X)	d. El dolor lo obliga a extender las rodillas temporalmente	(4)
e. Incapaz de hacerlo	(0)	e. Incapaz de hacerlo	(0)
9. En cuanto al dolor de su rodilla:		9. En cuanto al dolor de su rodilla:	
a. No tiene dolor	(10)	a. No tiene dolor	(X)
b. Es leve y ocasional	(X)	b. Es leve y ocasional	(8)
c. Interfiere con el sueño	(6)	c. Interfiere con el sueño	(6)
d. Ocasionalmente es severo	(3)	d. Ocasionalmente es severo	(3)
e. Es constante y severo	(0)	e. Es constante y severo	(0)
10. ¿Su rodilla se inflama?		10. ¿Su rodilla se inflama?	
a. No	(X)	a. No	(X)
b. Después de gran esfuerzo	(8)	b. Después de gran esfuerzo	(8)
c. Con las actividades cotidianas	(6)	c. Con las actividades cotidianas	(6)
d. Todas las noches	(3)	d. Todas las noches	(3)
e. Permanentemente	(0)	e. Permanentemente	(0)
11. ¿Su rótula presenta movimientos dolorosos y anormales (se desencaja o se luxa)?		11. ¿Su rótula presenta movimientos dolorosos y anormales (se desencaja o se luxa)?	
a. No	(X)	a. No	(X)
b. Ocasionalmente con el ejercicio	(6)	b. Ocasionalmente con el ejercicio	(6)
c. Ocasionalmente con las actividades cotidianas	(4)	c. Ocasionalmente con las actividades cotidianas	(4)
d. Al menos una luxación confirmada	(2)	d. Al menos una luxación confirmada	(2)
e. Más de dos luxaciones	(0)	e. Más de dos luxaciones	(0)
12. ¿Su muslo tiene atrofia (poca masa muscular)?		12. ¿Su muslo tiene atrofia (poca masa muscular)?	
a. No	(X)	a. No	(X)
b. Leve	(3)	b. Leve	(3)
c. Severa	(0)	c. Severa	(0)
13. ¿Presenta deficiencia para flexionar la rodilla?		13. ¿Presenta deficiencia para flexionar la rodilla?	
a. No	(X)	a. No	(X)
b. Leve	(3)	b. Leve	(3)
c. Severa	(0)	c. Severa	(0)

Pre to

Post to

Anexo 3: Consentimiento informado

HOJA DE INFORMACIÓN AL PACIENTE

Se le ofrece la posibilidad de participar en el estudio clínico de investigación titulado "¿Podemos mejorar el mecanismo de windlass en un paciente con pie plano?", que está siendo realizado por el alumno de fisioterapia de la universidad Miguel Hernández de Elche Antoni Bailén García y tutorizado por la Dra Doña Yolanda Nadal Nicolás profesora del área de fisioterapia de dicha universidad.

Antecedentes del estudio

Se trata de un estudio de caso clínico en el que se evaluará el mecanismo de windlass por medio del Jack test. Este test consiste en realizar una extensión pasiva de la primera articulación metatarsofalángica en una posición de bipedestación y observar si hay elevación del arco longitudinal medial del pie. Asimismo se realizarán otros test: el navicular drop test, que consiste en medir la diferencia de altura a la que se encuentre la tuberosidad del escafoidees en descarga (en sedestación con 90° de flexión de rodillas) y en carga (en bipedestación); el foot posture index 6, que se trata de un test con 6 items en el cual se realizan fotos al pie y se evalúan posteriormente para poner una puntuación y determinar si el pie se encuentra pronado, neutro o supinado. Por otra parte se evaluará el dolor a nivel retromaleolar con la escala EVA, que consiste en puntuar del 0 al 10 el dolor, siendo 0 "sin dolor" y 10 "el peor dolor posible"; y por último el dolor a nivel patelofemoral con la escala de Kujala, que consiste en rellenar un cuestionario con el cual se puede obtener una puntuación total de 100.

Objetivo del estudio

El objetivo primario de este trabajo consiste en valorar la efectividad de un programa de ejercicios sobre la activación del mecanismo de windlass en una paciente con pie plano flexible.

¿Por qué se le ha pedido que participe?

Se le pide su participación en este estudio ya que su perfil coincide con el que buscamos, persona con pie plano flexible sintomático con el mecanismo de windlass inactivo.

¿En qué consiste su participación?

En primer lugar se le realizarán unos test de valoración para evaluar el mecanismo de windlass y dos escalas para valorar su dolor en la zona del tibial posterior y a nivel patelofemoral.

En segundo lugar, la paciente deberá realizar un programa de tratamiento basado en el ejercicio durante 6 semanas en total y 5 veces por semana, que cuenta con un total de 4 ejercicios a realizar con ambos pies.

Por último, se le volverá a evaluar con los test y las escalas correspondientes justo al finalizar el tratamiento, y posteriormente a las 4 semanas de haberlo finalizado.

¿Cuáles son los riesgos generales de participar en este estudio?

No se prevé ningún riesgo adicional para usted.

¿Cuáles son los beneficios de la participación en este estudio?

Su participación ayudará a establecer una relación entre el mecanismo de windlass y el pie plano flexible del adulto.

Confidencialidad:

Todos sus datos, así como toda la información médica relacionada con su enfermedad será tratada con absoluta confidencialidad por parte del personal encargado de la investigación. Así mismo, si los resultados del estudio fueran susceptibles de publicación en revistas científicas, en ningún momento se proporcionarán datos personales de los pacientes que han colaborado en esta investigación. Tal y como contempla la Ley Orgánica 15/1999 de Protección de Datos de carácter personal, podrá ejercer su derecho a acceder, rectificar o cancelar sus datos contactando con el investigador principal de este estudio.

CONSENTIMIENTO INFORMADO

Título del Proyecto: "¿Podemos mejorar el mecanismo de windlass en un paciente con pie plano?"

Investigador principal: Antoni Bailén García

Servicio: Fisioterapia

Yo, _____ he sido informado por el Dr. _____, colaborador/a del citado proyecto de investigación, y declaro que:

- He leído la Hoja de Información que se me ha entregado
- He podido hacer preguntas sobre el estudio
- He recibido respuestas satisfactorias a mis preguntas
- He recibido suficiente información sobre el estudio

Comprendo que mi participación es voluntaria

Comprendo que todos mis datos serán tratados confidencialmente Comprendo que puedo retirarme del estudio:

- Cuando quiera
- Sin tener que dar explicaciones
- Sin que esto repercuta en mis cuidados médicos

Con esto doy mi conformidad para participar en este estudio,

El DNI y la fecha deben ser escritos a mano por el voluntario, junto con la firma

DNI del paciente:

Fecha: Fecha:

Firma: Firma del investigador:

APARTADO PARA LA REVOCACIÓN DEL CONSENTIMIENTO

Yo, _____ revoco el consentimiento de participación en el estudio, arriba firmado, con fecha _____

Firma _____

Anexo 4: Comité de ética



Elche, 2/02/2022

El Secretario del Comité de Ética e Integridad en la Investigación (CEII), constata que se ha presentado en la Oficina de Investigación Responsable, la solicitud de evaluación del TFG/TFM:

Tutor/a	Yolanda Nadal Nicolás
Estudiante	Antoni Ballén García
Tipo de actividad	1. TFG (Trabajo Fin de Grado)
Grado/Máster	Grado en Fisioterapia. Plan 2018
Título del TFG/TFM	¿Podemos mejorar el mecanismo de Windlass en un paciente con pie plano?
Código Provisional	220202100931

Dicho proyecto ha sido admitido a trámite para su evaluación por la Oficina de Investigación Responsable y, si procede, por el Comité de Ética e Integridad en la Investigación de la Universidad Miguel Hernández de Elche.

Atentamente,

Alberto Pastor Campos
Secretario CEII
Vicerrectorado Investigación



Página 1 de 7