

Estudio del descendimiento del navicular. en la población atlética masculina con sobrecarga ponderal y bajo porcentaje de grasa corporal.



Autor: Carles Martínez Perea

Tutor: Rafael Cuevas Gómez

Data presentació: 30/5/2014

Índice

	Páginas
Índice de tablas y figuras_____	4
Resumen _____	5
1. Introducción_____	6
1.1. anatomía _____	6
1.1.1 descripción del navicular_____	6
1.2 fisiología del navicular_____	8
1.3 distribución de las cargas y deformaciones estáticas de la bóveda plantar_____	10
1.4 deformaciones dinámicas de la bóveda plantar durante la marcha_____	12
1.5 Quetelet_____	15
1.6 perímetro abdominal_____	16
1.7 plicómetro_____	17
1.8 prueba del Navicular Drop Test_____	21
2. Objetivos_____	22
3. Material_____	22
3.1 hoja de encuesta_____	23
3.2 una cinta métrica para medir la altura y perímetro abdominal__	23
3.3 una báscula para tener conocimiento del peso_____	23
3.4 la fórmula de Quetelet (índice de masa corporal)_____	24
3.5 un plicómetro_____	24
4. Métodos_____	24
4.1 pesar y medir_____	25
4.2 pruebas con el plicómetro_____	25
4.2.1 tríceps braquial_____	25
4.2.2 subescapular_____	25
4.2.3. supra iliaco_____	26
4.2.4 abdominal_____	26
4.3 perímetro abdominal_____	27
4.4 prueba del Navicular Drop Test_____	27

5. resultados	30
5.1 resultados del Navicular Drop Test	30
5.2 las edades de los pacientes	31
5.3 resultados de la prueba del perímetro abdominal	31
5.4 resultado del índice de masa corporal IMC	32
6. Discusión	32
7. Conclusiones	33
8. Bibliografía	35

Índice de tablas y figuras

	Páginas
Foto 1: Pacientes válidos para el estudio_____	6
Imagen 1.1: caras del navicular_____	8
Imagen 1.2.1: Disposición de las trabéculas óseas y arco interno_____	9
Imagen 1.2.2: Peroneo Lateral largo, flexionando el primer radio_____	10
Imagen 1.3.1: peso del cuerpo transmitido, las fuerzas se reparten en tres direcciones_____	11
Imagen 1.3.2: La repartición de las fuerzas sobre los tres puntos de apoyo_____	12
Imagen 1.3.3: arco interno_____	12
Imagen 1.4.1: Aplanamiento del pie en dinámica_____	14
Imagen 1.5.1: Adolphe quetelet_____	15
Tabla 1.5.2: Valores de IMC según la OMS_____	16
Imagen 1.6.1: Perímetro abdominal_____	17
Foto 4.2.1: Medición del pliegue del tríceps braquial_____	26
Foto 4.2.2: Medición del pliegue sub escapular_____	26
Foto 4.2.3: Medición del pliegue sub escapular_____	27
Foto 4.2.4: Medición del pliegue abdominal_____	27
Foto 4.3.1: Medición del perímetro abdominal_____	27
Foto 4.4.1: Paciente en sedestación, marcamos posición neutra_____	28
Foto 4.4.2: Paciente en sedestación, buscamos la posición neutra_____	28
Foto 4.4.3: Marcamos la distancia del suelo_____	29
Foto 4.4.4: Marcamos la distancia del suelo en carga total_____	29
Foto 4.4.5: Medimos la distancia entre los dos puntos_____	29
Tabla 5.1.1: Variación en mm de los pacientes_____	30
Tabla 5.1.2: Porcentaje de la incidencia del NDT_____	30
Tabla 5.2.1: Variables de las edades de los encuestados_____	31
Tabla 5.3.1: Perímetro abdominal en cm_____	31
Tabla 5.4.1: Porcentaje de pacientes con valor superior a 30 de IMC_____	32

Resumen

Introducción: Hemos realizado un trabajo de campo, en la búsqueda de un tipo de población específica, que presentan un sobrepeso ponderal, con un índice de masa corporal por encima de los valores de normalidad, con la fórmula de Quetelet. Con un índice por encima de 30 del IMC diagnostica una obesidad de grado 1, pero con 2 pruebas complementarias, una con un plicómetro demostramos que es un sobrepeso debido al desarrollo muscular y la otra midiendo el perímetro abdominal que por debajo de 102cm, se considera normal. Les realizábamos la prueba del NDT.

Métodos: El estudio se ha realizado en 15 pacientes de entre 25 y 45 años que nos daban todos los parámetros necesarios para la evaluación. Les aplicábamos la prueba del Navicular Drop Test.

Resultado: obtenidos han sido un 33% de los pacientes con pie anormal, más de 10mm de NDT y un 66% de pie normal.

Conclusiones: no podemos demostrar a que es debido, pero la media de los pacientes es que mantienen la bóveda con el sobrepeso.

Palabras clave: IMC, Navicular Drop Test, Plicómetro, perímetro abdominal.

Abstract

Introduction: We have performed a fieldwork study looking for a specific type of population, whom present overweight with a body mass index above regular values through Quetelet's formula. With an index above 30 BMI it diagnose with an obesity with a Grade 1, but with 2 additional tests, one with a caliper we can prove that this overweight is due to muscle development and the other one measuring the abdominal perimeter below 102cm it is considered Normal. We realized the NDT test.

Methods: This study has been performed with 15 patients aged from 25 to 45 who gave us all the necessary parameters for the evaluation. We did applied the test of Navicular Drop Test.

Result: the results we obtained have been a 33% for patients with atypical foot, over 10mm NDT and a 66% for regular foot

Conclusions: We can't prove to that is it due, but the average patient are maintaining the vault with overweight.

Keywords: BMI, Navicular Drop Test, caliper, abdominal circumference.

1- INTRODUCCIÓN

En este trabajo, realizamos un estudio sobre el descendimiento del Navicular en población atlética masculina con sobrecarga ponderal y bajo porcentaje de tejido adiposo. Se trata de un trabajo de campo, realizado en los gimnasios de la zona de Girona, Figueres y Barcelona. Hemos realizado el estudio en 15 pacientes.

La población incluida en el estudio tenía que cumplir los siguientes requisitos (Foto 1):

- Población masculina entre 25 y 45 años.
- Obtener un índice de IMC por encima de 30, considerándose obesidad mórbida.
- Con un perímetro abdominal inferior a 102cm.
- No se ha excluido por raza.



Foto 1: Pacientes validos para el estudio

1.1- Anatomía

1.1.1- Descripción del Navicular

Este hueso¹ está situado en la parte anteromedial del tarso. Se ha comparado con una pequeña barca². Está articulado con un solo hueso por detrás, el

astrágalo, y con tres por delante, los 3 cuneiformes. Esto explica que el astrágalo regule los tres primeros radios del pie. Tiene forma de cuarto creciente aplanado de delante hacia detrás, con concavidad inferior, siendo el cuerno medial el más importante. En él describimos seis caras:

1.1.1.1- *Cara anterior*

Es una *superficie articular* que corresponde a los 3 cuneiformes, de tipo superficie plana. Tiene forma de cuarto creciente con concavidad inferior, dividida en tres por dos crestas divergentes por arriba (Imagen 1.1-fig. **2-123** b). El campo medial es triangular de vértice superior, y corresponde al cuneiforme medial (c1); el campo intermedio es triangular de vértice inferior, y corresponde al al cuneiforme intermedio (c2); el campo lateral es triangular de vértice inferomedial, y corresponde al cuneiforme lateral (c3). Las tres superficies forman una sola bolsa articular, incluyendo las interlineas intercuneiformes. Se orientan hacia delante y están cubiertas de cartílago hialino.

1.1.1.2- *Cara posterior*

Está ocupada por la *superficie articular*. Es está la que merece el nombre del hueso: navicular significa “en forma de barco” y el hueso de este barco está representado por esta cara cóncava en todos los sentidos, ovalada, con un eje mayor oblicuo hacia arriba y hacia fuera (Imagen 1.1-fig. **2-123** d). Se orienta hacia atrás, hacia arriba y hacia fuera, y está cubierta de cartílago hialino.

1.1.1.3- *Cara superior*

Es más ancha que larga, plana de delante hacia atrás y convexa transversalmente (Imagen 1.1-fig. **2-123** a). Se trata de una cara libre.

1.1.1.4- *Cara inferior*

Se reduce a una zona más o menos regular, deprimida a lo largo de un eje oblicuo de delante hacia afuera. Esto corresponde al paso de las expansiones del tibial posterior (Imagen 1.1-fig. **2-123** c).

1.1.1.5- Cara lateral

Es reducida y carece de forma definida. Encontramos una pequeña carilla articular para el cuboides.

1.1.1.6- Cara medial

Está dominada por un saliente importante y fácilmente palpable: la **tuberosidad** del navicular, que recibe la inserción principal del **tibial posterior** (Imagen 1.1-fig. 2-124).

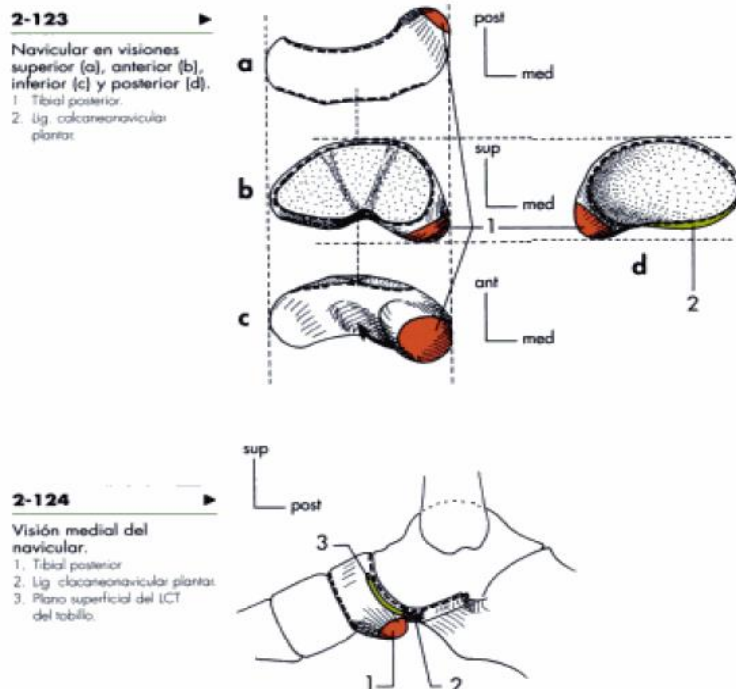


Imagen 1.1: caras del navicular (netter anatomia:aparato locomotor.pag. 108)

1.2- FISIOLÓGÍA DEL NAVICULAR

- El navicular³, clave de bóveda de este arco, localizado a 15-18 mm por arriba del suelo.
- Disposición de las trabéculas óseas: las trabéculas originadas en la cortical posterior de la tibia se orientan hacia abajo y adelante en el cuello y la cabeza del astrágalo para atravesar el navicular y el arbotante anterior: cuña y metatarsiano.

- Ligamentos plantares, unen las cinco piezas óseas: cuneometatarsiana, escafocuneal, pero sobre todo la calcaneoescaloidea inferior (1) y la calcaneoastragalina (3). Resisten todas las fuerzas violentas, aunque de corta duración, a la inversa de los músculos que se oponen a las deformaciones prolongadas.
- Los Músculos: Tibial Posterior (TP), constituye una cuerda parcial situada del vértice del arco, aunque el papel que desempeña es primordial. De hecho (Imagen 1.2.2-Fig. 9), dirige el navicular hacia abajo y atrás, bajo la cabeza del astrágalo (círculo a trazos), a un acortamiento relativamente poco importante e corresponde un cambio de orientación del navicular que determina un descenso del arbotante anterior (Imagen 1.2.1-Fig. 7.3) se entremezclan con los ligamentos plantares de modo que inciden sobre los tres metatarsianos medios. El peroneo lateral largo (PLL) influye también sobre el arco interno cuya cavidad aumenta flexionando el primer metatarsiano sobre la primera cuña, y éste a su vez sobre el navicular (Imagen 1.2.2-Fig. 9).

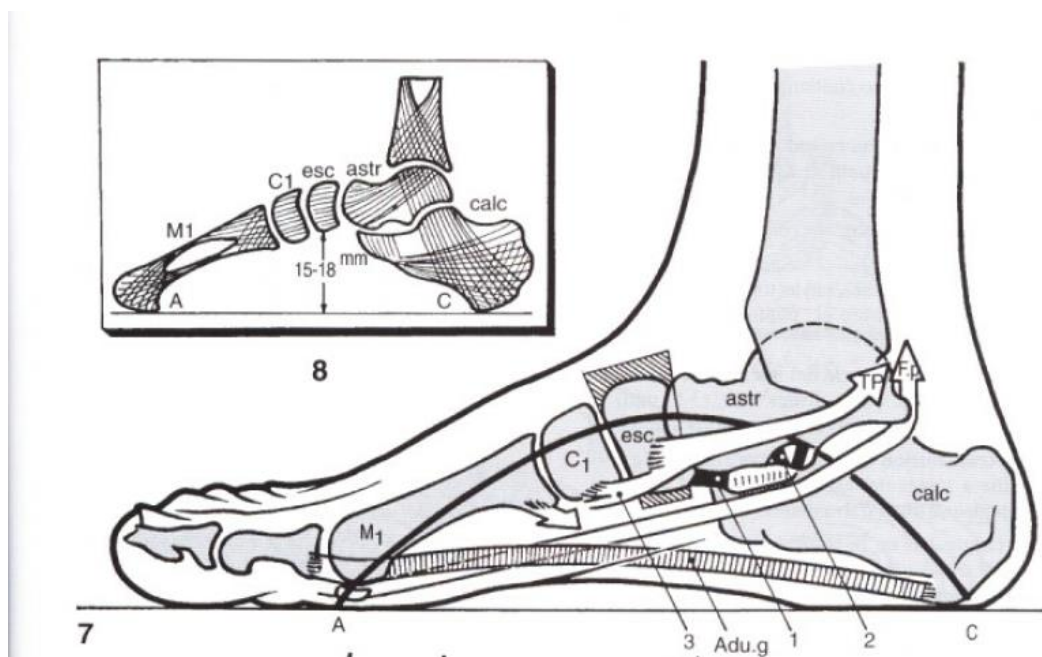


Imagen 1.2.1: Disposición de las trabéculas óseas y arco interno (Kapandji A. Fisiología articular.pag. 231)

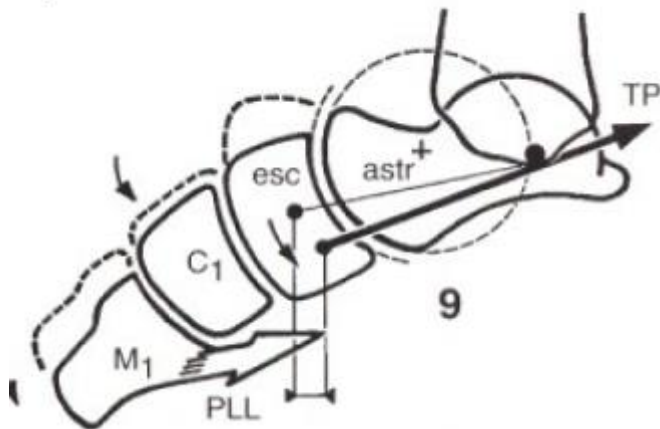


Imagen 1.2.2: Peroneo Lateral largo, flexionando el primer radio (Kapandji A. Fisilología articular.pag. 231)

1.3- DISTRIBUCIÓN DE LAS CARGAS Y DEFORMACIONES ESTÁTICAS DE LA BÓVEDA PLANTAR

La distribución de las cargas y deformaciones estáticas de la bóveda plantar⁴ con el peso del cuerpo, transmitido por el miembro inferior, se ejerce sobre el tarso posterior (Imagen 1.3.1-Fig. 34) a la altura de la polea astragalina a través de la articulación tibiotarsiana. De ahí, las fuerzas se reparten en tres direcciones, hacia los tres puntos de apoyo de la bóveda (Seitz, 1901):

- Hacia el apoyo anterior e interno (A), a través del cuello del astrágalo, en el arbotante anterior del arco interno.
- Hacia el apoyo anterior y externo (B), a través de la cabeza del astrágalo y de la apófisis mayor del calcáneo, en el arbotante anterior del arco externo.

La dirección divergente de estas dos líneas de fuerza, hacia A y hacia B, forma un ángulo agudo de 35-40°, abierto por delante, que corresponde ligeramente al ángulo comprendido entre el eje del cuello y el eje del cuerpo del astrágalo;

- Hacia el apoyo posterior (C), a través del cuello del astrágalo, la articulación subastragalina y el cuerpo del calcáneo (abanico subtalámico), en los arbotantes posteriores y unidos con los arcos interno y externo.

La relativa repartición de las fuerzas sobre los tres puntos de apoyo de la bóveda (Imagen 1.3.2-Fig. 35) es fácil de recordar si se piensa que cuando se aplican 6kgm sobre el astrágalo UNO corresponde al apoyo anteroexterno (B), DOS al apoyo anterointerno (A) y TRES al apoyo posterior (C) (Morton, 1935). En bipedestación, vertical e inmóvil, el talón es el que soporta la mayor fuerza, la mitad del peso del cuerpo. Entonces se puede entender que cuando esta fuerza se concentra en medio centímetro cuadrado de tacón de aguja, éste perfora los suelos de plástico.

Bajo carga, el arco interno se aplana y se elonga (Imagen 1.3.3-Fig. 36): las tuberosidades posteriores del calcáneo, distantes del suelo de 7 a 10 mm, descienden 1,5 mm, la apófisis mayor 4mm; el astrágalo retrocede sobre el calcáneo; el navicular asciende sobre la cabeza del astrágalo al tiempo que desciende del suelo; las articulaciones escafo-cuneales y cuneo-metatarsianas se entreabren hacia abajo; el ángulo de alineación del primer metatarsiano disminuye; el talón retrocede y los sesamoideos avanzan ligeramente.

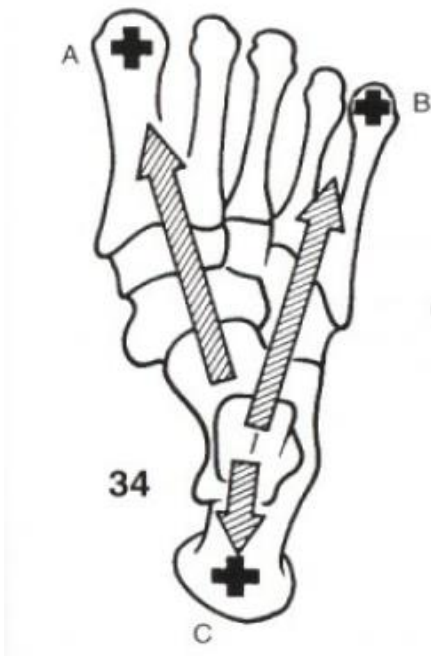


Imagen 1.3.1: peso del cuerpo transmitido, las fuerzas se reparten en tres direcciones(Kapandji A. Fisiología articular.pag. 237)

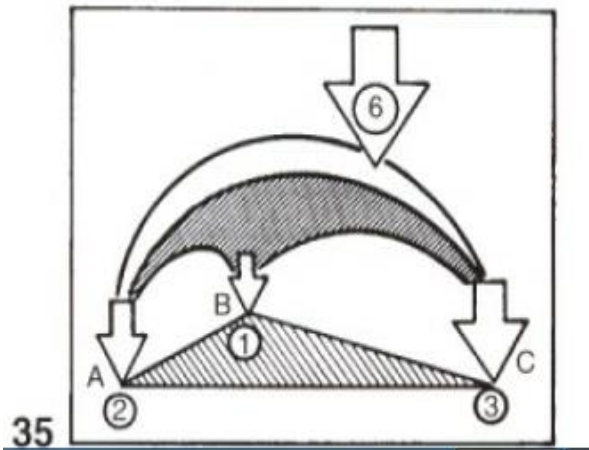


Imagen 1.3.2: La repartición de las fuerzas sobre los tres puntos de apoyo

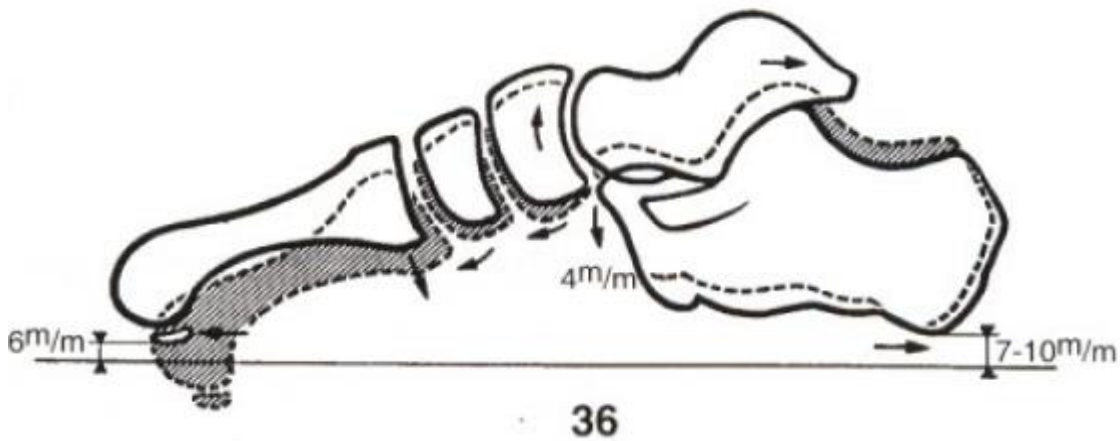


Imagen 1.3.3: Arco interno (Kapandji A. Fisiología articular. Pag.237)

1.4- DEFORMACIONES DINÁMICAS DE LA BÓVEDA PLANTAR DURANTE LA MARCHA

Durante la marcha, *el desarrollo del paso* va a someter a la bóveda plantar a fuerzas y deformaciones que demuestran claramente su papel de amortiguador elástico. El desarrollo del paso se realiza en **cuatro fases**.

Primera fase: toma de contacto con el suelo (Imagen 1.4.1- Fig. 45).

Quando el miembro oscilante lanzado hacia delante está a punto de contactar con el suelo, el tobillo está alineado o incluso en ligera flexión (Fig. 45) debido a la acción de los flexores de la tibiotarsiana (Ft). Por lo tanto, el pie contacta con el suelo **mediante el talón**, es decir el punto de apoyo posterior (C) de la bóveda. Inmediatamente, bajo el impulso de la pierna (flecha blanca), el resto

del pie contacta con el suelo (flecha 1) mientras que el tobillo se extiende pasivamente.

Segunda fase: Máximo contacta (Imagen 1.4.1- Fig. 46).

Entonces, la planta del pie contacta con el suelo con toda su superficie de apoyo (Imagen 1.4.1- Fig. 46) que representa la *huella plantar*. El cuerpo, propulsado por el otro pie, va a pasar por arriba y luego por delante del pie en apoyo (fase de apoyo unilateral). El tobillo pasa pasivamente de la extensión anterior a la flexión (flecha 2). Al mismo tiempo, el peso del cuerpo (flecha blanca) incide totalmente sobre la bóveda plantar que se aplana. Simultáneamente, la contracción de todos los tensores plantares (Tp) se opone a este desplome de la bóveda (primer efecto amortiguador); aplanándose, la bóveda se elonga ligeramente: al inicio del movimiento, el apoyo anterior (A) avanza ligeramente, pero al final, cuando el apoyo anterior contacta cada vez más con el suelo debido al peso del cuerpo, el apoyo posterior C, el talón, retrocede. La superficie de la huella plantar es máxima cuando la pierna pasa por la vertical del pie.

Tercera fase: primer impulso motor (Imagen 1.4.1- Fig. 47).

Ahora, el peso del cuerpo se halla por delante del pie en apoyo, la contracción de los extensores del tobillo (T), y en especial la del tríceps, va a levantar el talón (flecha 3). Mientras, la tibiotarsiana se extiende activamente, el conjunto de la bóveda realiza una rotación en torno a su apoyo anterior (A). El cuerpo se eleva y se dirige hacia delante: se trata del primer impulso motor, el más importante, puesto que ponen en juego músculos muy potentes. Sin embargo, la bóveda, apresada entre el suelo por delante, la fuerza muscular por detrás y el peso del cuerpo en medio (palanca de segundo género, denominada interresistente) tendería a aplanarse si no interviniesen una vez más los tensores plantares (Tp): es el segundo amortiguador, que permite reservar una parte de la fuerza del tríceps para restituirla al final del impulso. Por otra parte, es en el momento del apoyo anterior cuando el arco interno se aplana (Imagen 1.4.1- Fig. 48) y el antepié se expande por el suelo (Imagen 1.4.1- Fig. 49).

Cuarta fase: segundo impulso motor (Imagen 1.4.1- Fig. 50).

El impulso aportado por el tríceps se prolonga por un segundo impulso (flecha 4). Debido a la contracción de los flexores de los dedos (Fd), sobre todo los músculos sesamoideos y el flexor propio del dedo gordo. El pie, desplazado una vez más hacia arriba y hacia delante, abandona su apoyo sobre el talón anterior y ya no contacta más que con los tres primeros dedos, sobre todo el dedo gordo, en la fase terminal de apoyo (A). Durante este segundo impulso motor, la bóveda plantar se resiste, una vez más, al aplanamiento merced a los tensores plantares, entre los cuales destacan los flexores de los dedos. Es al final de esta fase cuando la energía reservada anteriormente se restituye. El pie se levanta del suelo mientras que el otro comienza a desarrollar su paso: de modo que ambos pies han contactado simultáneamente un pequeño instante con el suelo (fase de doble apoyo). En la siguiente fase, denominada apoyo unilateral, la bóveda del pie oscilante – el que acaba de despejar del suelo - recupera su posición normal.

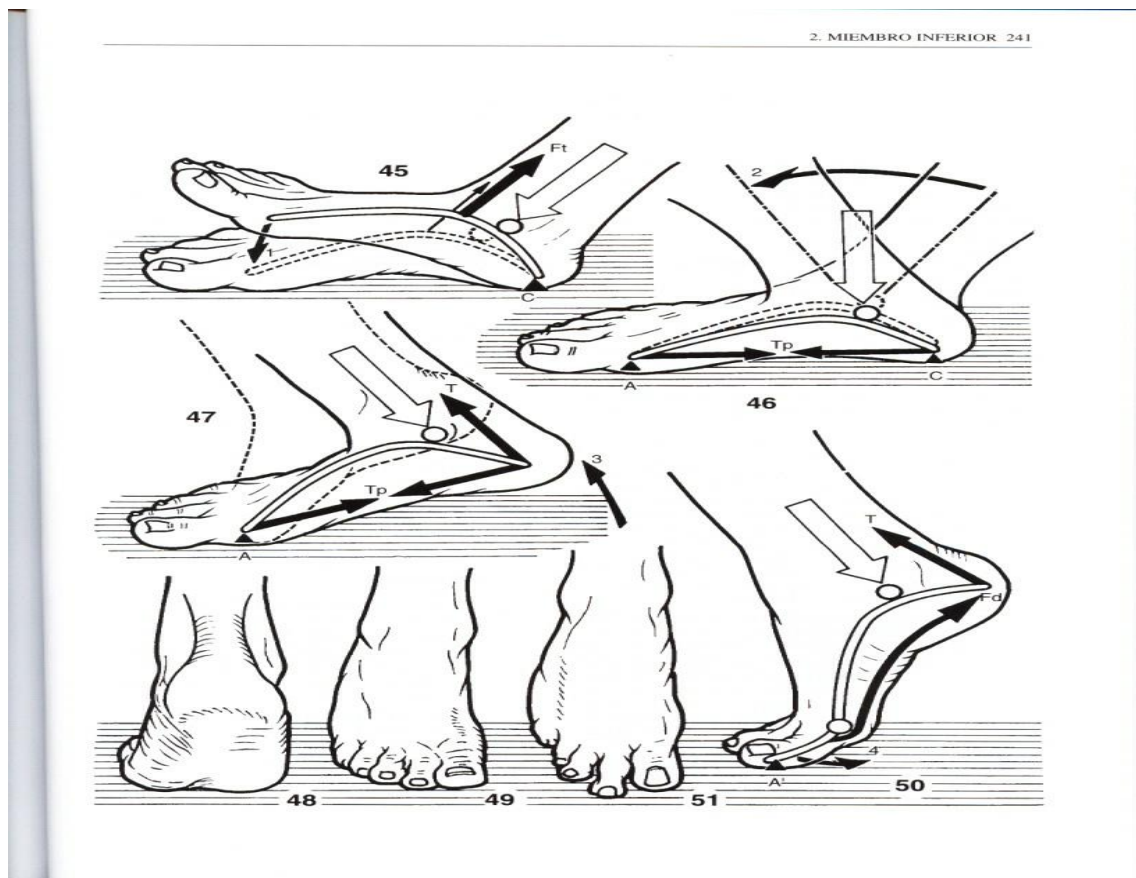


Figura 1.4.1: Aplanamiento del pie en dinámica (Kapandji A. Fisiología articular. Pag. 241)

1.5- Quetelet

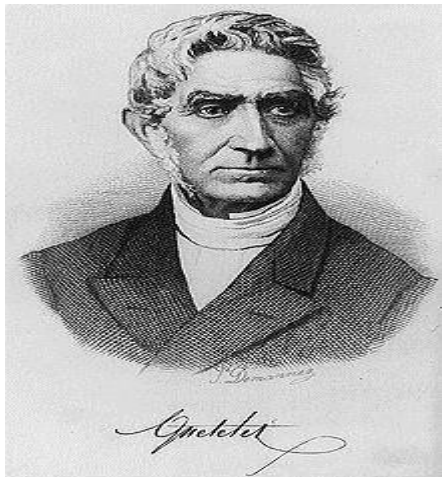


Imagen 1.5.1: Adolphe quetelet (http://ca.wikipedia.org/wiki/Adolphe_Quetelet)

Adolphe quetelet⁵ (1796-1874) matemático y astrónomo belga. Se le considera el precursor de la biometría, ciencia que a través del análisis estadístico trata de determinar las variaciones dentro de las poblaciones. Se asocia el coeficiente que pretende calibrar el exceso de peso y medir el grado de obesidad, recibe el nombre de *índice de Quetelet* o IMC (índice de masa corporal) y se calcula mediante la fórmula IMC= peso en kilos/talla en metros².

En *sobre el hombre i desarrollo en sus facultades, ensayo de una física social*⁶, Quetelet presentó su concepción de “el hombre medio” como un valor central alrededor de la cual las medidas de una característica humana eran agrupadas siguiendo una curva normal. El hombre medio es una realidad sui generis, difiriendo los individuos. Quetelet se opone así al normalísimo de Guillem d’occam. Quetelet distingue tres tipos de medianas, reprendidas por Adolphe Bertillon : la mediana objetiva, que corresponde a un objeto real, sometido a un cierto número de medidas; la mediana subjetiva, resultado del cálculo de una tendencia central, en el caso donde la distribución responde a la ley binominal (curva de Gauss); el tercer caso, que no merece verdaderamente el nombre de mediana, se llama mediana aritmética, por tal de marcar el hecho que es pura ficción, no obedeciendo a la ley binominal(altura de las rejas de la calle), no justificando la creación de un tipo media.

El índice de masa corporal IMC es uno de los métodos más difundidos y utilizados para la determinación de la obesidad en adultos. Este indicador ha

sido muy criticado, ya que no distingue si el exceso de masa corporal es debido a la cantidad de grasa corporal, masa muscular o masa ósea⁶. A su vez, para su diagnóstico no requiere de tablas de referencia, puesto que existen valores fijos para cualquier edad, considerando que durante el transcurso de la vida es recomendable mantener constante el peso corporal. Sin embargo, durante la etapa de crecimiento físico, los valores del IMC en niños y adolescentes se modifican, invalidando ese valor fijo. Puesto que como índice de obesidad no es directamente aplicable a poblaciones humanas que tengan diferencias notables de altura, es decir, no es aplicable a niños y adolescentes, cuanto más alto sea un individuo, un mismo porcentaje de grasa corporal dará lugar a valores de IMC más altos⁽⁷⁾. Por ello, es necesario utilizar junto al IMC algunas variables de crecimiento físico, como los pliegues cutáneos, diámetros, circunferencias corporales, entre otras variables, con el propósito de mejorar el diagnóstico.

Se considera:

Que es obesa si $25 < \text{IMC} \leq 30$

Es oficialmente obesa si $\text{IMC} > 30$.

Cuadro 1
Clasificación del índice de masa corporal según OMS

Tipo	Explicación	Valores
A	Bajo peso	<18.5
B	Normal	18.5-24.9
C	Sobrepeso	25-29.9
D	Obesidad G I	30-34.9
E	Obesidad G II	35-39.9
F	Obesidad G III	>40

Tabla 1.5.2: Valores de IMC según la OMS

(<http://colombiamedica.univalle.edu.co/index.php/comedica/article/view/518/965>)

1.6- Perímetro abdominal

La Fundación Española del Corazón⁸ (FEC) advierte que la zona del cuerpo en la que se encuentra acumulada la grasa es un factor de riesgo cardiovascular más importante que el exceso de peso (obesidad o sobrepeso) y por ello

recomienda medir el perímetro abdominal en lugar de calcular únicamente el índice de masa corporal (IMC).

En función de la localización del exceso de grasa, existen dos tipos de obesidad; la llamada periférica (el exceso de grasa está situado en glúteos, muslos y brazos), y la central (el exceso de grasa se concentra en el abdomen). Esta última es la que tiene peores consecuencias para el organismo, ya que diversos estudios han demostrado que el exceso de grasa abdominal puede multiplicar por dos el riesgo de padecer una enfermedad cardiovascular.

La grasa acumulada alrededor de algunos de los principales órganos del cuerpo, denominada grasa visceral, promueve alteraciones del colesterol, aumento de triglicéridos, incremento del riesgo de padecer diabetes, subida de la tensión arterial y riesgo de trombosis; todos estos factores favorecen el desarrollo de enfermedad cardiovascular. Esta acumulación de grasa es consecuencia de factores genéticos, hormonales y de seguir unos hábitos de vida poco saludables como son la mala alimentación, el consumo de tabaco, el sedentarismo o el estrés.

La Organización Mundial de la Salud (OMS) establece el valor máximo saludable del perímetro abdominal en 88 centímetros en la mujer, mientras que en el **hombre el valor es de 102 centímetros.**

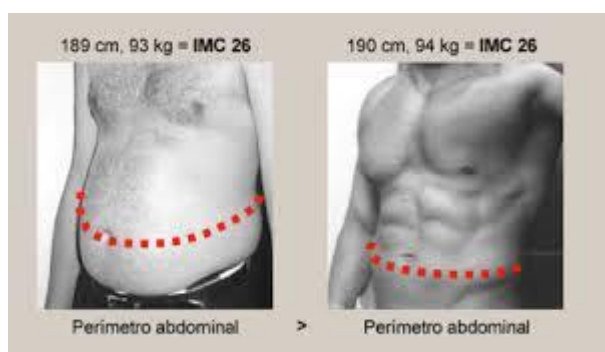


Imagen 1.6.1: Perímetro abdominal (Disponible en:<http://www.tenemosunaedad.com>)

Un estudio⁹ realizado con 5863 pacientes a los que se les midió el perímetro abdominal, de los que un 64,5% fueron hombres y con una edad media de

49,80 años. La medida media del perímetro abdominal fue de 94,24 cm en general (100,83 en hombres).

1.7- Plicómetro

- Un plicómetro¹⁰ es un instrumento o aparato para medir la grasa corporal. El plicómetro mide el pliegue cutáneo, y al hacerlo en varios sitios se puede calcular el porcentaje de grasa corporal. También se les dicen adipómetro, calibre, medidor de grasa corporal, pinzas, y caliper. Dicha pinza utilizada para saber el tanto por ciento de grasa corporal en el individuo. Realizando cuatro mediciones, la técnica de Durnin¹¹ en: tríceps braquial, subescapular, supra ilíaco y abdominal. La fórmula¹² a aplicar para calcular el porcentaje de grasa es la siguiente: % Grasa = [(suma de los 4 pliegues) x 0.153] + 5.783.
- La técnica para medir los pliegues cutáneos¹³, debe prestarse máxima atención a la técnica de medición de los pliegues cutáneos, ya que la precisión de estas valoraciones es difícil de obtener y solo puede lograrse desde una práctica intensiva. El tejido adiposo subcutáneo es, de por sí, una variable complicada de medir debido, entre otras cosas, a su compresibilidad. Si bien los calibres aceptados por la I.S.A.K. deben cumplir con ciertos requisitos, la posibilidad de reproducir con exactitud varias mediciones de una misma variable está altamente influenciada por la capacidad del antropometrista de ceñirse a una técnica específica. La descripción de los procedimientos de medición parece bastante simple, pero es esencial un alto grado de conocimiento de la técnica para obtener resultados consistentes. Quienes deseen educar su capacidad para no cometer errores y demostrar que poseen un alto nivel de reproductibilidad, deben estar capacitados para efectuar rutinariamente mediciones precisas. Por todo ello resulta sumamente importante que respeten y ejecuten los pasos que se describirán a continuación.
- Antes de evaluar a deportistas o a otras personas con propósitos de control, el evaluador debería adquirirla técnica apropiada para medir los pliegues cutáneos. Se ha demostrado que esto reduce el nivel de error

en mediciones repetidas de un mismo evaluador y, a su vez, entre evaluadores. Para poder establecer reproductibilidad se deberían realizar mediciones repetidas en, al menos, veinte sujetos y corroborar su nivel de precisión con un antropometrista experimentado. Esta comparación le servirá para detectar cualquier punto débil en la técnica.

- El sitio donde se medirá el pliegue cutáneo debe ser ubicado con precisión utilizando las marcas anatómicas correctas. Es de vital importancia que el evaluador marque en la piel con una fibra o un lápiz demográfico todas las marcas anatómicas. Ha sido comprobado que el grosor de los pliegues varía entre dos y tres milímetros en promedio, cuando los calibres se colocan a una distancia de dos centímetros y medio del sitio correcto. También se observó que la ubicación incorrecta de los sitios para la medición de los pliegues constituye la mayor fuente de error entre antropometristas. Cabe recordar que, para todas las mediciones, se utiliza siempre el lado derecho del cuerpo, independientemente del lado hábil del sujeto. Cuando se torna imposible cumplir con esta premisa, ya sea por alguna lesión o porque se pretende comparar los hemisferios en, por ejemplo, el caso de un deporte asimétrico, se puede utilizar la región izquierda, previa marcación de todas las referencias anatómicas. Algunas investigaciones han demostrado que la comparación entre mediciones del lado derecho y del lado izquierdo del cuerpo, al menos en lo referido a los pliegues cutáneos, no muestran diferencias significativas, o que las diferencias, aunque estadísticamente significativas, no tienen importancia práctica, aun cuando la masa muscular y ósea del sujeto esté hipertrofiada en uno de sus lados, como sucede en los jugadores de tenis. De todas maneras cualquier variación en los procedimientos deben anotarse en la plantilla de recolección de datos.
- El pliegue se toma en la línea marcada. Se debe pellizcar de manera que una doble capa de piel más el tejido adiposo subcutáneo subyacente se mantenga presionado entre el pulgar y el índice. Los extremos del pulgar y el índice deben estar en línea con el sitio marcado. La parte posterior de la mano debería mirar al evaluador. Se debe tener cuidado de no presionar también el tejido muscular

subyacente. Con el fin de que ello no ocurra, con el índice y el pulgar debemos rotar el pliegue levemente, asegurándonos también que haya un pliegue suficiente para poder tomar la medida. Si se presenta alguna dificultad le pedimos al sujeto que contraiga el músculo en la zona donde estamos trabajando, hasta que el evaluador esté seguro de haber tomado solamente la piel y tejido adiposo subcutáneo. Debido a que también se está midiendo una doble capa de piel, parte de la variabilidad en la medida puede atribuirse a las variaciones en el grosor de la misma, en diferentes partes del cuerpo y en distintos sujetos. Si bien el grosor de la piel disminuye con la edad, debido a cambios en la estructura del colágeno, por lo general esto no debería considerarse una variable importante, ya que estar fuera del alcance de la resolución que pueden detectar los plicómetros.

- Los bordes más cercanos de los platillos de compresión de los calibres son aplicados a un centímetro por debajo del pulgar y el índice, cuando se mantiene un pliegue en posición vertical. Ante un pliegue cuya orientación es oblicua, el calibre se debe aplicar a un centímetro de los dedos, manteniendo un ángulo de 90° entre el calibre y el pliegue. Si el calibre es colocado demasiado profundo o demasiado superficial, se obtendrán valores incorrectos. Como regla práctica el calibre debería ubicarse a una profundidad que llegue aproximadamente a la mitad de la uña del dedo. En este caso, la práctica también es necesaria para asegurarse que se toma el mismo tamaño del pliegue en el mismo sitio, cada vez.
- El calibre es siempre sostenido a 90° en relación con la superficie del sitio de medición del pliegue, en todos los casos. Si las ramas del calibre se deslizan, o si se alinean incorrectamente, la medición podría ser inexacta. Asegúrese que la mano que toma el pliegue sobre la piel continúe comprimiendo el pliegue mientras el calibre está en contacto con el mismo.
- La medición se registra dos segundos después de haber aplicado la presión total de los calibres. Es importante que el evaluador se asegure de que los dedos que sostienen el calibre no están evitando que el

mismo ejerza toda la presión de que es capaz, se deben liberar por completo las pinzas del calibre.

- Si es posible deberían tomarse como mínimo dos o tres mediciones de cada sitio, utilizándose el valor promedio en cualquier cálculo posterior si se realizan dos mediciones, y la mediana si se registran tres tomas. Es muy importante que el principiante repita las mediciones de modo de poder establecerse su confiabilidad y reproductibilidad. En la medida de las posibilidades se debería contar con un ayudante para registrar los valores, que, a su vez, ayude a estandarizar las técnicas de medición.
- Los pliegues deben tomarse en forma sucesiva para evitar desviaciones o vicios del evaluador. Es decir, se obtiene una serie completa de datos de todos los pliegues antes de repetir las mediciones una segunda y tercera vez. Esto también podría ayudar a reducir los efectos de la compresión sobre los pliegues. Estos deben medirse en el orden en que aparecen en la plantilla antropométrica, de manera que el anotador se familiarice con la rutina y se minimicen los errores al registrar los datos.
- No deberían tomarse mediciones de pliegues cutáneos luego del entrenamiento o después de la competencia, al término de una sesión de sauna, después de nadar o de darse una ducha, ya que el ejercicio, el agua caliente y el calor producen hiperemia (aumento flujo sanguíneo), en la piel con el consecuente aumento en el grosor del pliegue en otras investigaciones se ha sugerido que la deshidratación causa que el grosor del pliegue aumente debido a cambios en la rigidez de la piel.

1.8- **La prueba del Navicular Drop Test:**

La prueba del Navicular Drop Test (NDT) fue descrita por primera vez por Brody (1982)¹⁴ que lo utilizó en la evaluación de la cantidad de pronación en el pie de un corredor en medición estática. Así pues el protocolo de medición NDT para el estudio se basa en la descripción de Brody (1982), ya que él fue el primero y muchos investigadores anteriores utilizan la prueba NDT explicado por él. En estudios previos, los valores medios entre los adultos sanos oscilan desde 3,6 hasta 8,1 mm en la versión original de la prueba y 7,3 a 9,0 mm en

las versiones modificadas. Brody, Beckett y Mueller sugirieron 15, 13 y 10 mm, respectivamente, como límite superior para una caída de navicular normales. Se ha demostrado de moderada a buena fiabilidad, también en comparación con el examen de rayos X.

La prueba del NDT en estática se ha demostrado que es un predictor escaso comparado con la marcha. La prueba del NDT en dinámica fue introducida por Cornualles y Mcpoli¹⁵ utilizando un sistema de análisis de movimiento electromagnético 6D. Entre 106 participantes sanos el NDT se encontró que era 5,9mm (SD+ 2,8).

Para tener un conocimiento del descendimiento del Navicular, con el pie en carga, en posición neutra y en posición relajada. La prueba siempre se realiza con el mismo pie, el pie derecho de cada paciente. Brody reportó valores de ND 10mm con normalidad y mayor de 15mm como anormal. Otro estudio sobre individuos con y sin lesiones de las extremidades inferiores llegó a la conclusión de que un NDT de 6-9mm se considera que está dentro del rango normal y que un NDT de mayor de 10 mm se considera anormal.

En su revisión Menz¹⁶ sugiere que los límites de anormalidad deben interpretarse con cautela, ya que especuló que el NDT puede estar influenciado por la longitud del pie. Esto fue con el apoyo de Weiner-Ogilvie, que propone que se necesita una “gama aceptable de valores normativas para mediciones clínica del pie”.

Después de leer todos estos artículos, la decisión ha sido coger como valores de normalidad menos de 10mm y de anormalidad lo que estuviera por encima de este valor, como describió Mueller¹⁷.

2- OBJETIVOS

El objetivo de este estudio es ver la incidencia de la caída del navicular en esta población específica, sin llegar a extraer una conclusión directa sobre el efecto del peso en la caída del navicular esta población. Al no tener en cuenta valores previos de los individuos, como podría ser hiperlaxitud o simplemente si antes de empezar este tipo de práctica deportiva. No podemos valorar si este

sobrepeso ha provocado una caída del navicular o por el contrario este refuerzo de la musculatura ha provocado que no se caiga o incluso la levante.

3- MATERIAL

En la búsqueda de información hemos usado un ordenador, en el que los recursos han sido: Pubmed, google academics, google, Wikipedia. Buscando por palabras clave en todo lo relacionado en el estudio, ya que no hemos encontrado ningún estudio o artículo similar para poder realizar comparaciones.

Otra búsqueda de información ha sido en la biblioteca de la universidad de Barcelona en bellvitge

Los gimnasios que nos han permitido el acceso en la búsqueda de pacientes válidos para el estudio.

El material utilizado en este estudio ha sido:

3.1- Una hoja con la encuesta:

TRABAJO DE FIN DE GRADO

EDAD:
PESO:
ALTURA:
IMC:
IGC:
- ~~Tórax~~axilar:
- Subescapular:
- ~~Supra~~ilíaco:
- Abdominal:

Perímetro abdominal:
Perímetro cadera:

NAVICULAR TEST DROP:

OBSERVACIONES/CÁLCULOS

3.2- Una cinta métrica para medir la altura y el perímetro abdominal.

3.3- Una báscula para tener conocimiento del peso.



3.4- La fórmula de Quetelet el descubridor del IMC (índice de masa corporal) $IMC = \frac{\text{peso en kilos}}{(\text{talla en metros})^2}$.

3.5- Un plicómetro, pinza utilizada para saber el tanto por ciento de grasa corporal en el individuo. Realizando mediciones en: tríceps braquial, subescapular, supra ilíaco y abdominal.



4- MÉTODOS

El método seguido ha sido, buscar población masculina entre 25 y 45 años de edad, en los gimnasios que podíamos tener acceso al interior para buscar los pacientes. Los pacientes eran pesados y medidos y nos tenía que dar un índice de IMC por encima de 30, diagnosticados como obesos, un sobrepeso ficticio, al ser este un resultado que da un valor global del aumento ponderal, sin tener en cuenta el desarrollo muscular. Una vez teníamos al paciente con sobrecarga ponderal ficticia, realizábamos las pruebas con el plicómetro y el resultado de dichos pliegues, nos tenía que indicar que efectivamente ese sobrepeso no era debido a grasa corporal, que nos daba menos del 20% de grasa corporal, considerada normal y el perímetro abdominal menos de 102 cm, también considerado normal.

No se ha excluido del estudio por la altura ni por raza. El estudio siempre se ha realizado en individuos que aún no habían empezado a entrenar, para que no nos diera resultados erróneos por la contracción muscular en dicho entrenamiento y las mediciones siempre en el lado derecho, tanto pliegues como la prueba del NDT.

Con el paciente dentro de todos los parámetros que necesitamos para el estudio, le realizamos la prueba del Navicular Drop Test y en dicha prueba podemos comprobar si hay un aplanamiento del pie más aumentado dentro de los valores de normalidad.

4.1- pesar y medir al paciente.

4.2- Pruebas con el plicómetro:

Tríceps braquial: La medición la haremos, marcando el punto medio entre el acromion y el olecranon (codo). El pliegue a medir debe ser vertical (Foto 4.2.1).

Subescapular: La medición la haremos dos centímetros por debajo del ángulo inferior de la escápula u omoplato. El pliegue a medir debe ser horizontal (Foto 4.2.2).

Supra ilíaco: La medición la haremos dos centímetros por encima de la cresta ilíaca (Foto 4.2.3).

Abdominal: La medición la haremos dos centímetros al lado del ombligo (Foto 4.2.4).



Foto 4.2.1: Medición del pliegue del tríceps braquial

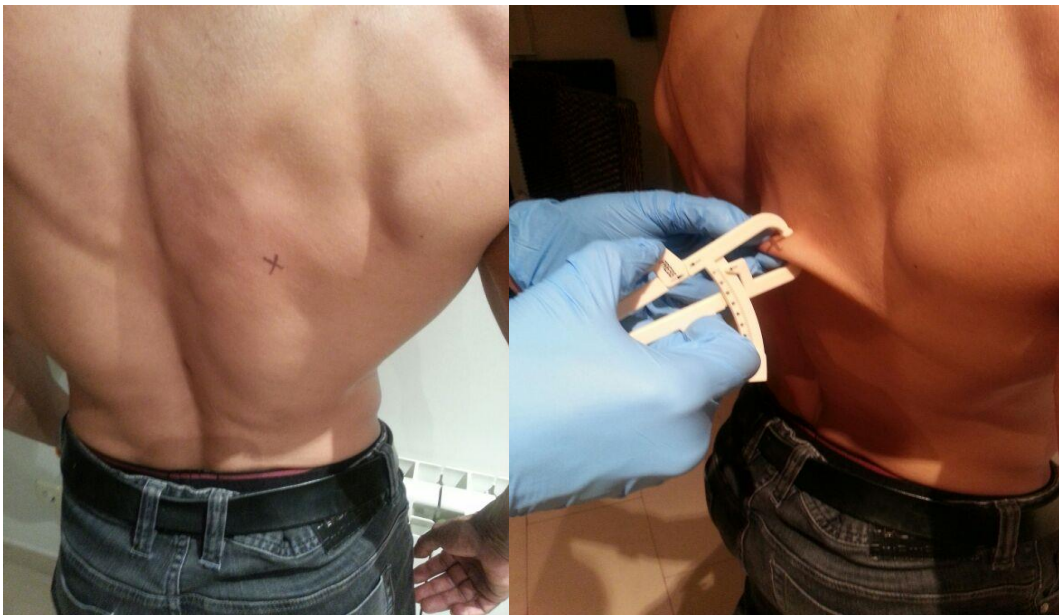


Foto 4.2.2: Medición del pliegue sub escapular



Foto 4.2.3: Medición del pliegue sub escapular



Foto 4.2.4: Medición del pliegue abdominal

4.3- perímetro abdominal



Foto 4.3.1: Medición del perímetro abdominal

4.4- prueba de Navicular Drop Test

Ponemos al **paciente en sedestación**. Marcamos el tubérculo más prominente del navicular (Foto 4.4.1). Buscamos la **posición neutra de la subtalar**, colocando el astrágalo en posición neutra, es decir, palpando la cabeza tanto en la zona medial como en la zona lateral (Foto 4.4.2). Colocamos el marcador al lado del pie, el paciente sigue en sedestación y **marcamos la altura del Navicular** (Foto 4.4.3). Le decimos al paciente que se levante y deje el **pie en carga total**. Colocamos el marcador al lado del pie y marcamos la altura (Foto 4.4.4). Colocamos **una regla y medimos la diferencia entre los dos puntos**, para comprobar si la caída que tiene dicho navicular, está dentro de los valores de normalidad o es patológico.



Foto 4.4.1: Paciente en sedestación, marcamos posición neutra

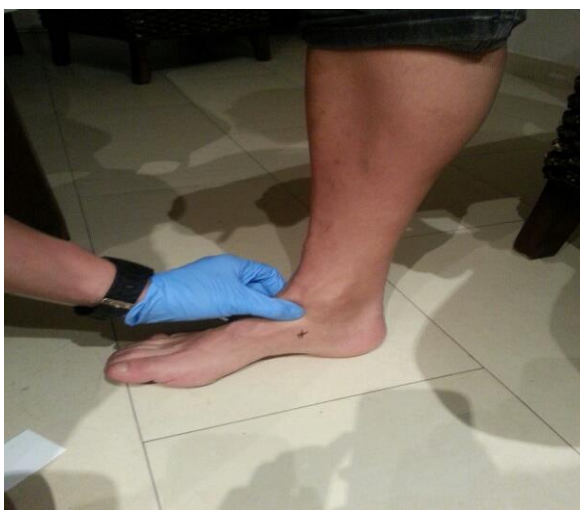


Foto 4.4.2: Paciente en sedestación, buscamos la posición neutra



Foto 4.4.3 Marcamos la distancia del suelo



Foto 4.4.4 Marcamos la distancia del suelo en carga total

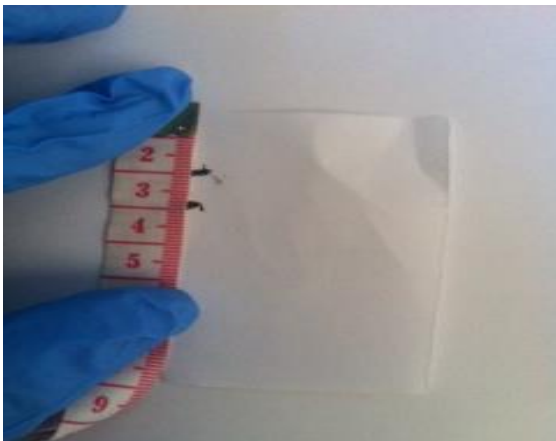


Foto 4.4.5 Medimos la distancia entre los dos puntos

5- RESULTADOS

5.1- Los resultados del **Navicular Drop Test (NDT)**, que era el objetivo de este estudio. En el estudio hemos encontrado 15 pacientes que entraban dentro de las características que se les requería.

Ha sido que 5 de los 15 pacientes (33%) tienen un índice superior a 10mm, considerándose patológico según describió Brody. Mientras que 10 pacientes (66%) tiene un índice inferior a 10mm (Tabla 5.1.2). con un valor máximo de 20 mm y un valor mínimo de 6 mm, con una media de 12mm.

Con esto no tratamos de diagnosticar si la caída o no del Navicular es debido al sobrepeso o la musculatura que es capaz de mantener dicha bóveda plantar. Para tener ese conocimiento, deberíamos tener datos previos de los pacientes.

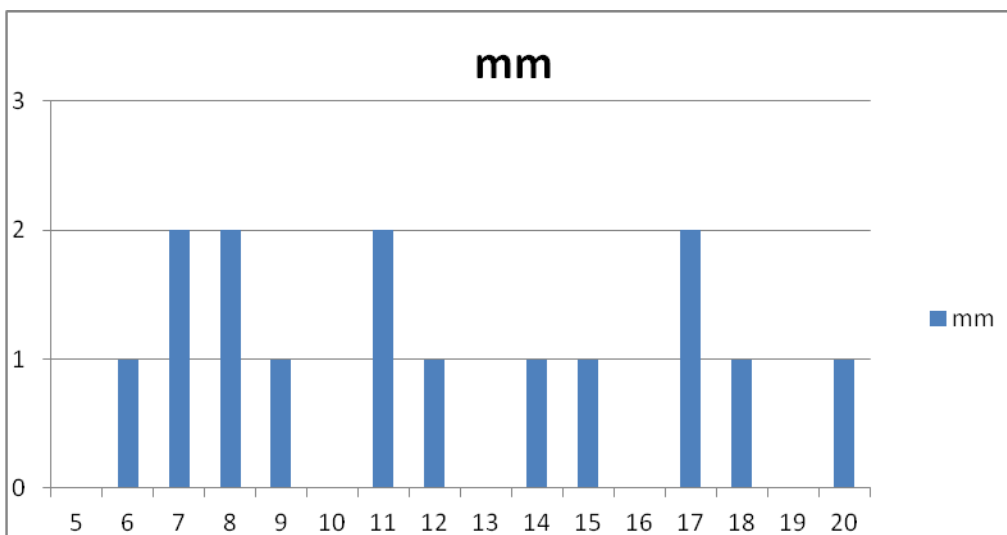


Tabla 5.1.1: Variación en mm de los pacientes

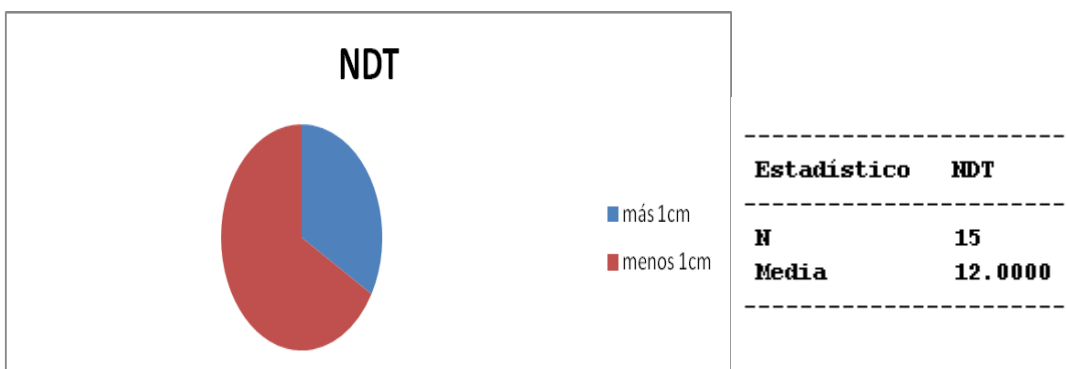


Tabla 5.1.2: Porcentaje de la incidencia del NDT

5.2- Las edades de los pacientes para el estudio estuvieron entre los 25 y 45 años. Tabla 5.2.1

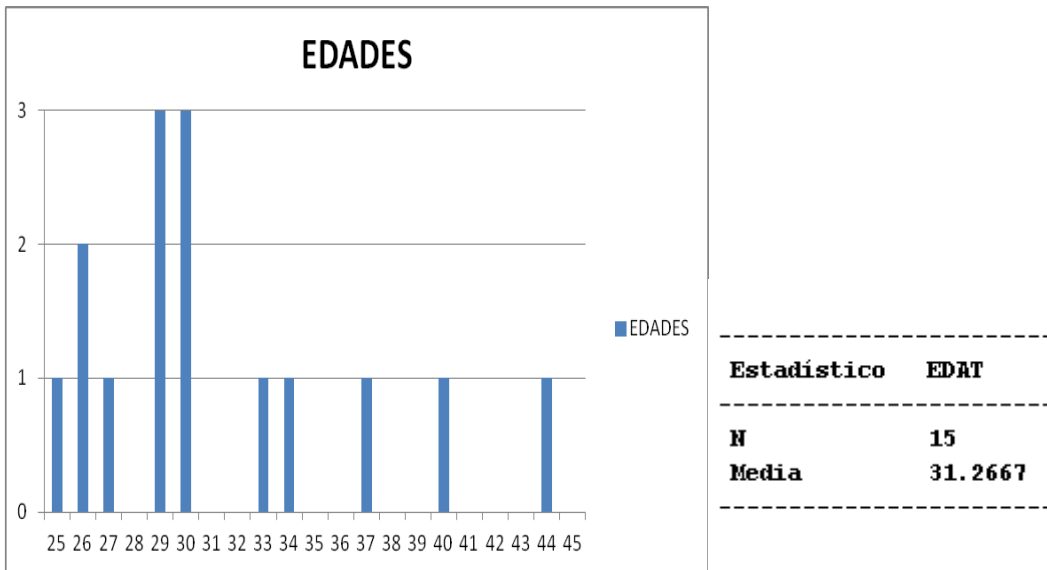
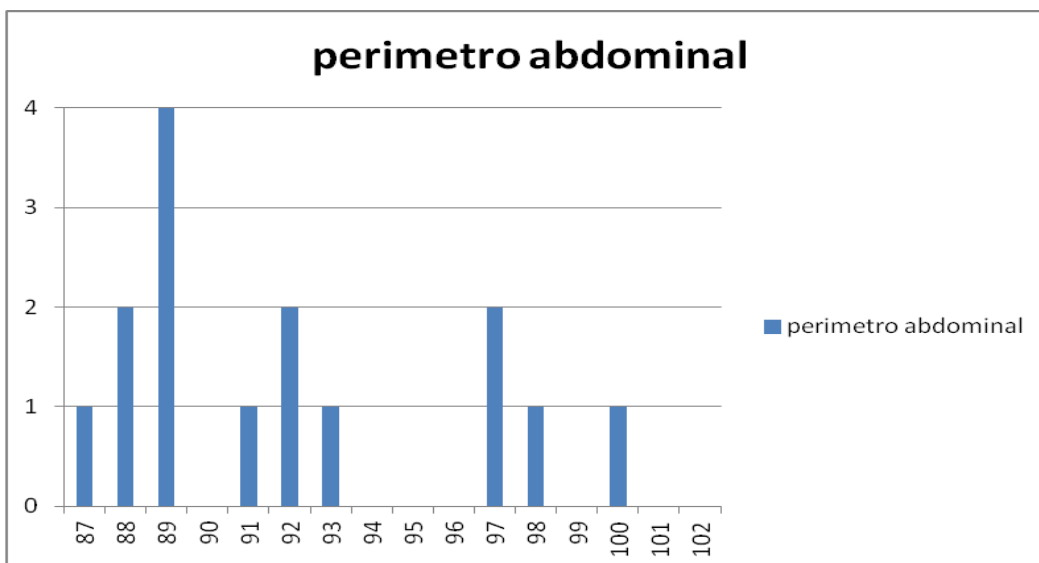


Tabla 5.2.1: Variables de las edades de los encuestados

5.3- Resultado de la prueba del perímetro abdominal (Tabla 5.3.1). Quedando demostrado que los pacientes presentan un perímetro inferior a 102 cm. En el caso de este estudio el máximo que nos ha salido ha sido 100cm con un promedio de todos de 91,93 cm.



Estadístico	PERÍMETRO ABDOMINAL
N	15
Media	91.9333

Tabla 5.3.1: Perímetro abdominal en cm. Dando una media de 91,93mm

5.4- Resultado del índice de masa corporal IMC (Tabla 5.4.1). Con esta tabla demostramos que los valores mínimos han sido de 30 en dicha prueba, en el cual era indispensable para predecir que tenían sobrepeso. Dándonos una media de 31,414.

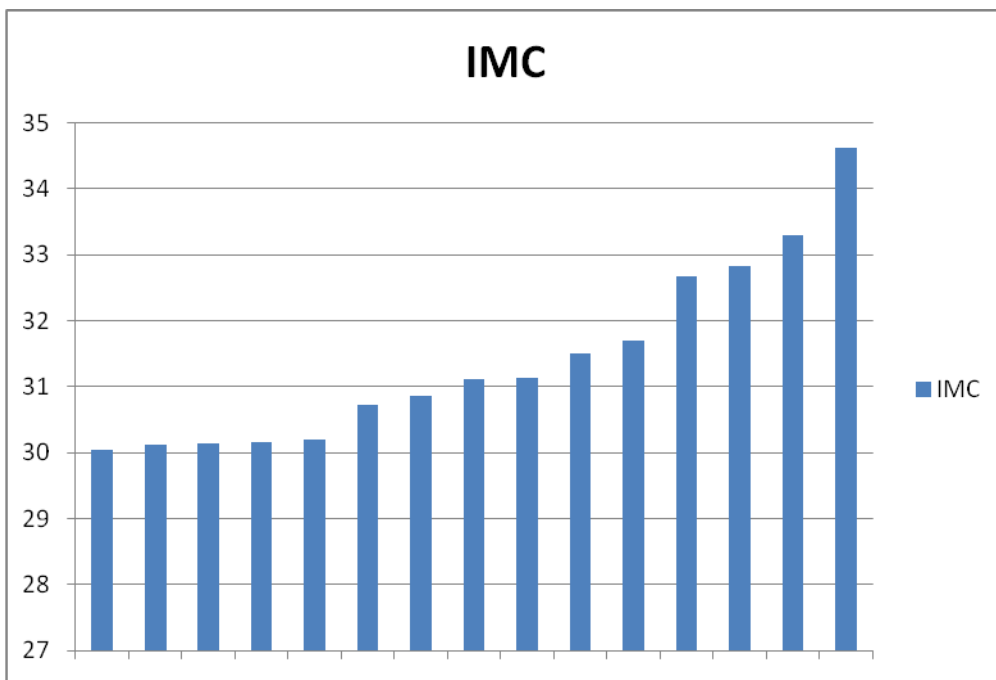


Tabla 5.4.1: Porcentaje de pacientes con valor superior a 30 de IMC

6- DISCUSIÓN

Después de haber llevado a cabo este estudio experimental, en el cual no había antecedentes de un trabajo similar. A sido una tarea difícil encontrar los pacientes que el resultado de IMC fuese más de 30, que eso suponía un sobrepeso considerado importante y con un índice de grasa corporal por debajo de 20%. Con un perímetro abdominal inferior a 102 cm, prueba muy

sencilla y muy acertada, ya que en varones, el mayor acumulo de tejido graso se produce en esa zona. Al principio pensaba que esta prueba no era muy acertada, pensando que igual nos encontrábamos con un caso de algún paciente con desarrollo muscular en la zona media y provocando eso un ensanchamiento de la cintura. Para sorpresa nuestra no ha sido el caso. Las mediciones con el plicómetro, que puede parecer una técnica sencilla, es una técnica sumamente delicada, ya que es muy sensible a variaciones y dando como resultado final diferentes valores. Tal y como explicamos anteriormente, hemos hecho repetidas pruebas para ver la sensibilidad del plicómetro. La prueba del plicómetro tiene infinidad de posibilidades de medición en diferentes puntos, hemos escogido el que creemos más adecuado para nuestro estudio. Con las pruebas complementarias hemos podido demostrar que realizar la medición de IMC por si sola nos lleva a un error. Al no tener en cuenta posibilidades como desarrollo muscular o sobre peso ponderal fisiológico del sujeto.

En mi opinión, después de haber realizado la prueba de NDT en este colectivo, aun no pudiéndose demostrar es que el desarrollo muscular conseguido con el ejercicio físico, tiene un factor importante del mantenimiento de la bóveda plantar, todo y tener un sobrepeso ponderal que en otros casos podría agotar la musculatura y provocar un descenso del navicular.

Nos encontramos con un caso que el paciente nos daba una caída del navicular de 20 mm, no lo descartamos por hiperlaxitud, ya que no lo añadimos como motivo de exclusión.

Con artículos que hemos leído, en los cuales nos decían que la manera más indicada para el NDT se podría considerar hacerla en dinámica, no hemos tomado este camino por falta de recursos.

Según un estudio realizado por Nilsson¹⁸ et al, en el que afirma que hay una relación directa de la caída del navicular con el tamaño del pie. Nosotros no hemos tenido en cuenta esta variable.

7- CONCLUSIONES

La conclusión del resultado final de este estudio, con el objetivo de saber el índice de la caída del navicular en esta población específica, nos puede dar un resultado orientativo por el volumen de pacientes admitidos. Con un total de 15 pacientes. 10 pacientes que no tienen un descenso de la bóveda considerado como patológico (66%), aún con un sobrepeso importante, frente a 5 pacientes (33%) que si tiene un descenso superior a 10mm, dándonos de media 12mm.

Lo que no podemos concluir es si esto es debido al desarrollo muscular o que estos pacientes ya presentaban un pie normal y al añadir un peso excesivo en el cuerpo, este lo ha resistido.

Al no haber ningún estudio sobre este tema, las expectativas del estudio sólo era saber que incidencia tenía esta población, sin tener un objetivo concreto que no fuese el hecho de ver qué resultados no daba, sin poder comparar con otros estudios similares.

8- Bibliografía y webgrafía

- 1- Dufour M. Netter anatomía. Anatomía del aparato locomotor: tomo 1, miembro inferior. Barcelona: Masson; 2003. p. 108-09.
- 2- Rouviere H., Delmas André. Anatomía humana, tomo 3. IV esqueleto del pie. 11ª ed. Barcelona: Masson; 2005. p. 354-55.
- 3- Kapandji A. fisiología articular. Miembro inferior. Cap. V, la bóveda plantar. 5ª ed. Panamericana. p. 230-31.
- 4- Kapandji A. fisiología articular. Miembro inferior. Cap. V, la bóveda plantar. 5ª ed. Panamericana. p. 236-41.
- 5- docentes.educacion.navarra.es/.../cd.../14.pdf
- 6- http://ca.wikipedia.org/wiki/Adolphe_Quetelet
- 7- Demerath EW, Schubert CM, Maynard LM, Sun S, Chumlea WC, Pickoff A, et al. Do changes in body mass index percentile reflect changes in body composition in children? Data from the Fels Longitudinal Study. Pediatrics. 2006;117:487-95.
- 8- Fundación española del corazón, la medida del perímetro abdominal es un indicador de enfermedad cardiovascular más fiable que el IMC. [actualizada el 19 de septiembre de 2011; acceso 10 de mayo de 2014]. Disponible en: <http://www.fundaciondelcorazon.com>.
- 9- Capilla P, et al. Consejo general de colegios oficiales de farmacéuticos. Farypa: estudio sobre perímetro abdominal. Madrid. Cartel perímetro abdominal pdf.
- 10- Nutriactiva u.s.a. ¿Qué es un plicómetro (adipómetro)? [acceso 1 de mayo de 2014]. Disponible en <http://www.nutriactiva.com>.
- 11- Martín V, Gómez J, Antoranz M. Medición de la grasa corporal mediante impedancia bioeléctrica, pliegues cutáneos y ecuaciones a partir de medidas antropométricas, análisis comparativo. Rev Esp salud pública. 2001, vol 75, nº 3. Pag 1-16.
- 12- Cuerpos perfectos.es. Porcentaje de grasa corporal técnica de medición. [actualizada el 3 de marzo de 2011; acceso 20 de mayo de 2014]. Disponible en: <http://www.cuerpos-perfectos.es>.

- 13- Fuerzaypotencia.com. Técnica para la medición de los pliegues cutáneos.[acceso 28 abril de 2014]. Disponible en:
<http://fuerzaypotencia.com>.
- 14- Brody DM: Techniques in the evaluation and treatment of the injured runner. Orthop Clin North Am 1982, 13:541-58.
- 15- Cornwall MW, McPoil TG: Relative movement of the navicular bone during normal walking. Foot Ankle Int 1999, 20:507-12.
- 16- Menz HB: Alternative techniques for the clinical assessment of foot pronation. J Am Podiatr Med Assoc 1998, 88:119-29.
- 17- Mueller MJ, Host JV, Norton BJ. Navicular drop as a composite measure of excessive foot pronation. JAm PodiatryAssoc 1993; 83: 198-202.
- 18- Nilsson et al. Journal of Foot and Ankle Research 2012, 5:3
<http://www.jfootankleres.com/content/5/1/3>

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar dar las gracias a mi tutor, el profesor Rafael Cuevas, por haberme tutorizado el trabajo final de grado. Con lo que eso comporta para un alumno. En la ayuda al desarrollo del trabajo, así como a la orientación para la realización del trabajo.

En segundo lugar dar las gracias a los compañeros que se han ofrecido a hacer las encuestas y las pruebas oportunas. Dar las gracias a Jesús, Alberto y Samuel, por haberse ofrecido para salir en las fotos del trabajo.

Dar las gracias también a los gimnasios donde he ido, Professional Fitness (Girona), gimnàs nou model (Girona), enforma Gym (Figueres) y Viva gym (Barcelona) , por facilitarme la entrada, las instalaciones para realizar el trabajo y ayudarme a encontrar pacientes que cumpliesen los requisitos necesarios.