

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO
FACULTAD DE MEDICINA
COORDINACIÓN DE INVESTIGACIÓN Y ESTUDIOS AVANZADOS
DEPARTAMENTO DE ESTUDIOS AVANZADOS
COORDINACIÓN DE LA ESPECIALIDAD EN MEDICINA
DE LA ACTIVIDAD FÍSICA Y EL DEPORTE
DEPARTAMENTO DE EVALUACIÓN PROFESIONAL**



“RELACIÓN ENTRE OBESIDAD Y HUELLA PLANTAR EN NIÑOS DE 8-12 AÑOS”

CENTRO DE MEDICINA DE LA ACTIVIDAD FÍSICA Y EL DEPORTE

TESIS

**QUE PARA OBTENER EL DIPLOMA DE POSGRADO DE LA ESPECIALIDAD EN
MEDICINA DE LA ACTIVIDAD FÍSICA Y EL DEPORTE**

PRESENTA

M. C. CARLOS ALBERTO SÁNCHEZ JAIMES

DIRECTORA

M. EN C. D. E. MARÍA LIZZETH MÁRQUEZ LÓPEZ

TUTOR

M. EN I. C. GUSTAVO SALAZAR CARMONA

REVISORES

E. EN M. A. F. D. GERARDO ARMENGOL VARGAS

M. EN S. P. SALVADOR LÓPEZ RODRÍGUEZ

M. EN C. M. D. HÉCTOR MANUEL TLATOA RAMÍREZ

E. EN M.A.F.D. AMIR TONATIUH FLORES CASILLAS

TOLUCA, ESTADO DE MEXICO; 2021

“RELACIÓN ENTRE OBESIDAD Y HUELLA PLANTAR EN NIÑOS DE 8-12
AÑOS”

Índice

| | |
|--|-----------|
| Marco Teórico..... | 8 |
| <i>Anatomía del pie</i> | <i>9</i> |
| Tobillo y pie: vainas tendinosas..... | 10 |
| Articulaciones del pie y tobillo: ligamentos..... | 11 |
| Músculos de la planta del pie | 12 |
| <i>Fisiología articular.....</i> | <i>14</i> |
| Arcos plantares..... | 15 |
| <i>Aspectos clínicos del tipo de huella plantar.....</i> | <i>16</i> |
| <i>Métodos de análisis de la huella plantar.....</i> | <i>17</i> |
| Protocolo de Hernández Corvo | 18 |
| <i>Pie plano y obesidad.....</i> | <i>21</i> |
| <i>Índice de Masa Corporal.....</i> | <i>24</i> |
| <i>Composición corporal en niños.....</i> | <i>27</i> |
| Análisis de impedancia bioeléctrica..... | 27 |
| <i>Actividad Física.....</i> | <i>32</i> |
| Planteamiento del problema..... | 34 |
| Justificación | 36 |
| Hipótesis..... | 37 |
| Objetivos | 38 |

| | |
|--|-----------|
| <i>Objetivo general</i> | 38 |
| <i>Objetivos específicos</i> | 38 |
| Método | 39 |
| <i>Tipo de estudio</i> | 39 |
| <i>Operacionalización de variables</i> | 39 |
| Universo de trabajo | 41 |
| <i>Descripción de la población</i> | 41 |
| <i>Criterios de selección</i> | 41 |
| Criterios de inclusión | 41 |
| Criterios de exclusión | 41 |
| Criterios de eliminación..... | 41 |
| <i>Instrumentos de investigación</i> | 42 |
| <i>Desarrollo del proyecto</i> | 43 |
| <i>Limite de tiempo y espacio</i> | 43 |
| <i>Diseño de análisis estadístico</i> | 43 |
| Implicaciones éticas | 45 |
| Organización | 46 |
| Presupuesto y financiamiento | 47 |
| Resultados y discusión | 48 |
| Conclusiones | 61 |
| Recomendaciones | 62 |
| Bibliografía | 63 |

| | |
|---|-----------|
| Anexos..... | 69 |
| <i>Anexo 1. Historia Clínica.....</i> | <i>69</i> |
| <i>Anexo 2. Consentimiento informado de bioimpedancia electrónica en equipo In body, valoración postural y goniometría.....</i> | <i>71</i> |
| <i>Anexo 3. Hoja de vaciado de datos.</i> | <i>76</i> |

Resumen

“Relación entre obesidad y huella plantar en niños de 8-12 años.”

Introducción: La obesidad infantil es un factor de riesgo para presentar pie plano. Este estudio evalúa la relación entre obesidad (clasificada por IMC y por porcentaje de masa grasa), nivel de actividad física con las alteraciones de la huella plantar.

Método: Es un estudio transversal, observacional de correlación, retrolectivo. El objetivo fue relacionar la obesidad y el tipo de huella plantar en niños de 8 a 12 años. La población estudiada correspondió a 112 niños que fueron evaluados en el Centro de Medicina de la Actividad Física y del Deporte de la UAEMex en el periodo de 2017-2020. Se utilizó estadística descriptiva con medidas de tendencia central y dispersión, así como estadística inferencial a través de tabla de contingencia para chi cuadrada.

Resultados: Se encontró una prevalencia de obesidad de acuerdo al IMC del 24.1% y 21.4% para sobrepeso y del 40.2% y 19.6% de acuerdo al porcentaje de masa grasa. El 69.6% cumplió con los criterios para la edad propuestos por la OMS para ser considerados físicamente activos. Para la relación de obesidad y tipo de huella plantar en ambos pies no se encontró relación estadísticamente significativa ($p > 0.05$). Existió asociación estadísticamente significativa entre nivel de actividad física y tipo de huella plantar ($p < 0.05$).

Conclusiones: Los niños de 8-12 años con obesidad o sobrepeso no se relacionan con el tipo de huella plantar. Este estudio brinda la evidencia de que la actividad física puede modificar el tipo de huella plantar y como consecuencia disminuir la presencia de pie plano.

Palabras clave: Medicina del deporte, obesidad en niños, huella plantar.

Abstract

"Relationship between obesity and footprint in children aged 8-12 years."

Introduction: Childhood obesity is a risk factor for presenting flat feet. This study evaluates the relationship between obesity (classified by BMI and percentage of fat mass), level of physical activity with alterations in the footprint.

Method: It is a cross-sectional, observational correlation study, retrolective. The objective was to correlate obesity and the type of footprint in children aged 8 to 12 years. The population studied corresponded to 112 children who were evaluated at the UAEMex Center for Physical Activity and Sports Medicine in the period 2017-2020. Descriptive statistics were used with measures of central tendency and dispersion, as well as inferential statistics through the contingency table for chi-squared.

Results: A prevalence of obesity was found according to the BMI of 24.1% and 21.4% for overweight and 40.2% and 19.6% according to the percentage of fat mass. The 69.6% met the criteria for age proposed by the WHO to be considered physically active. For the relationship of obesity and type of footprint on both feet, no statistically significant relationship was found ($p>0.05$). There was a statistically significant association between level of physical activity and type of footprint ($p<0.05$).

Conclusions: Children aged 8-12 years with obesity or overweight are not related to the type of footprint. This study provides evidence that physical activity can modify the type of plantar footprint and consequently decrease the presence of flat feet.

Key words: Sports medicine, obesity in children, footprint.

Marco Teórico

En un intento por comprender mejor algunas de las complicaciones musculoesqueléticas asociadas con la obesidad infantil, varios estudios han investigado los efectos de la obesidad en la estructura y función del pie.

La obesidad infantil se define como la acumulación anormal o excesiva de grasa con respecto a la edad y sexo que es perjudicial para la salud. Su presencia durante la infancia puede ser causa de enfermedades metabólicas hasta ahora consideradas típicas del adulto y mortalidad prematura, por lo que su correcto diagnóstico y tratamiento son fundamentales. (1)

Para el diagnóstico de la obesidad en la infancia se emplean habitualmente los puntos de corte del índice de masa corporal (IMC). Sin embargo, el IMC es más un marcador de corpulencia que de adiposidad, y no permite distinguir entre masa grasa (MG) y masa libre de grasa (MLG). Además, su relación con la MG varía con el sexo y la edad; mientras que el IMC aumenta linealmente con la edad, la MG se estabiliza o incluso disminuye entre los 8 y los 12 años. Teniendo en cuenta que la masa grasa es la principal responsable de las complicaciones asociadas a la obesidad, su medición ha de constituir un elemento fundamental en la valoración de todo paciente obeso. (2)

Dentro de las modificaciones anatomofuncionales causadas por la obesidad destaca el pie plano, el cual resultante de un conjunto de alteraciones en la elasticidad de los ligamentos debido a que la estructura ósea pierde la relación interarticular entre el retropié y la parte media del pie, produciendo un desequilibrio muscular que se observa a partir de los 30 meses de edad. El sobrepeso u obesidad puede inducir un círculo vicioso “pie plano-plantalgia-sedentarismo-obesidad”. (3)

Anatomía del pie

El pie humano es una estructura altamente especializada, con una compleja biomecánica que le permite cumplir con las funciones de locomoción, amortiguación y equilibrio, que se evidencian en una adecuada distribución de cargas sobre el sistema musculoesquelético tanto en condiciones estáticas como de movimiento. Comprende un sistema complejo que combina elementos pasivos y activos que actúan en conjunto permitiendo la transferencia de peso, el mantenimiento del equilibrio y la generación de fuerzas propulsoras durante la deambulación. Por tanto, su función o mal funcionamiento tendrá efectos en el resto del cuerpo y viceversa. (4)

El pie contiene 26 huesos (28 si incluimos los dos huesos sesamoideos), que están divididos en tres secciones: pie delantero, pie medio y pie trasero. Las estructuras se dividen en **astrágalo** que transfiere el peso desde la tibia al pie; no tiene inserciones musculares. **Calcáneo** que se articula con el astrágalo superiormente y el cuboides anteriormente. **Navicular**, en forma de barco, entre la cabeza del astrágalo y los tres huesos cuneiformes. **Cuboides** es el hueso del tarso más lateral. **Cuneiformes** (tres huesos en forma de cuñas). Metatarsianos numerados de 1-5, desde el dedo gordo al dedo pequeño. Falanges, tres para cada dedo, poseen base, cuerpo y cabeza excepto el dedo gordo, se denominan proximal, media y distal. (5)

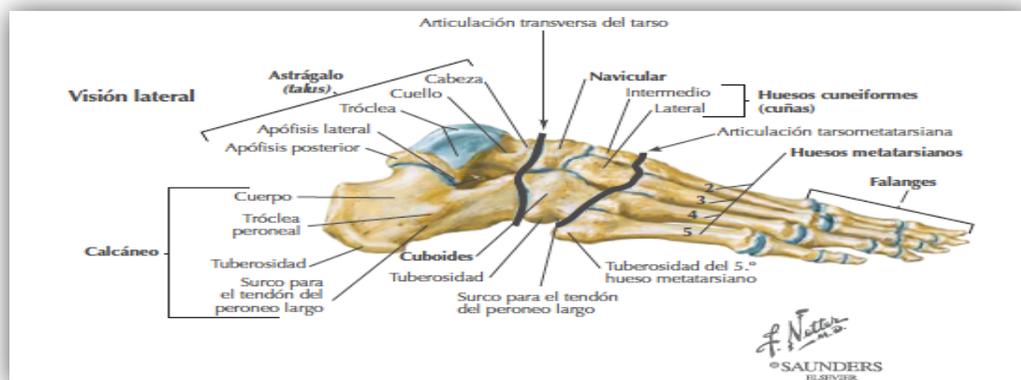


Fig. 1. Tobillo y pie: Huesos (5)

Tobillo y pie: vainas tendinosas

Las vainas sinoviales proporcionan protección y lubricación a los tendones de los músculos que pasan desde la pierna hacia el pie. Varias bandas fibrosas (retináculos) sujetan los tendones al tobillo:

- Retináculo flexor: maléolo medial a calcáneo (tendones flexores plantares).
- Retináculo extensor: bandas superior e inferior (tendones dorsiflexores).
- Retináculos peroneos: bandas superior e inferior (tendones peroneos del compartimiento lateral).

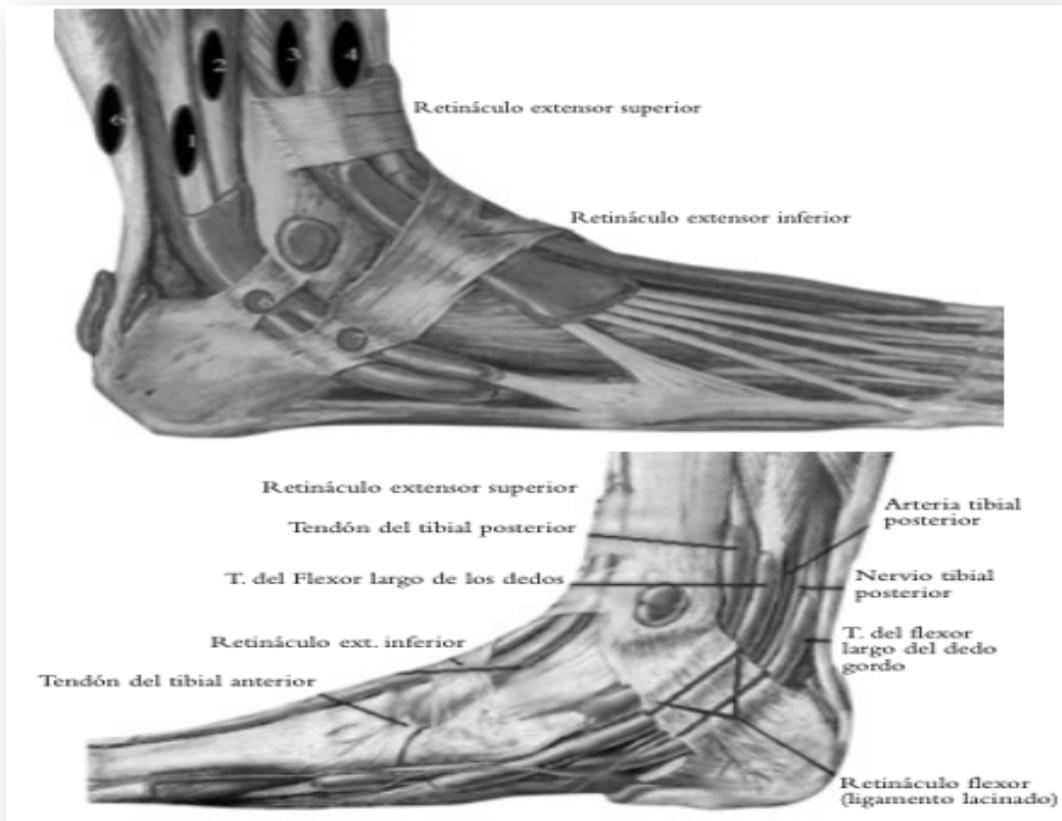


Fig. 2. Vainas tendinosas en el tobillo y pie. (6)

Articulaciones del pie y tobillo: ligamentos.

Articulación tibioperonea distal (fibrosa [sindesmosis]): ligamentos tibioperoneo anterior, posterior e inferior.

Articulación talocrural o del tobillo (sinovial uniaxial troclear [gínglimo]): capsula, ligamento colateral medial (deltoideo) y colateral lateral, peroneo astragalino anterior, peroneo astragalino posterior, peroneo calcáneo.

Articulaciones astragalocalcáneas (subastragalinas) (sinoviales planas): ligamento astragalocalcáneo y astragalocalcáneo interóseo.

Articulación astragalocalcaneonavicular (sinovial parcialmente esferoidea): ligamento calcaneonavicular y astragalonavicular.

Articulación calcaneocuboidea (sinovial plana): ligamentos calcaneocubideos

Articulaciones tarsometatarsianas (sinoviales planas): ligamentos tarsometatarsianos.

Articulaciones intermetatarsianas (sinoviales planas): Intermetatarsianos y metatarsianos trasversos profundos.

Articulaciones metatarsfalángicas (sinoviales multiaxiales condíleas): ligamentos colaterales y plantares (placas).

Articulaciones interfalángicas (sinoviales uniaxiales gínglimos): ligamentos colaterales y plantares.

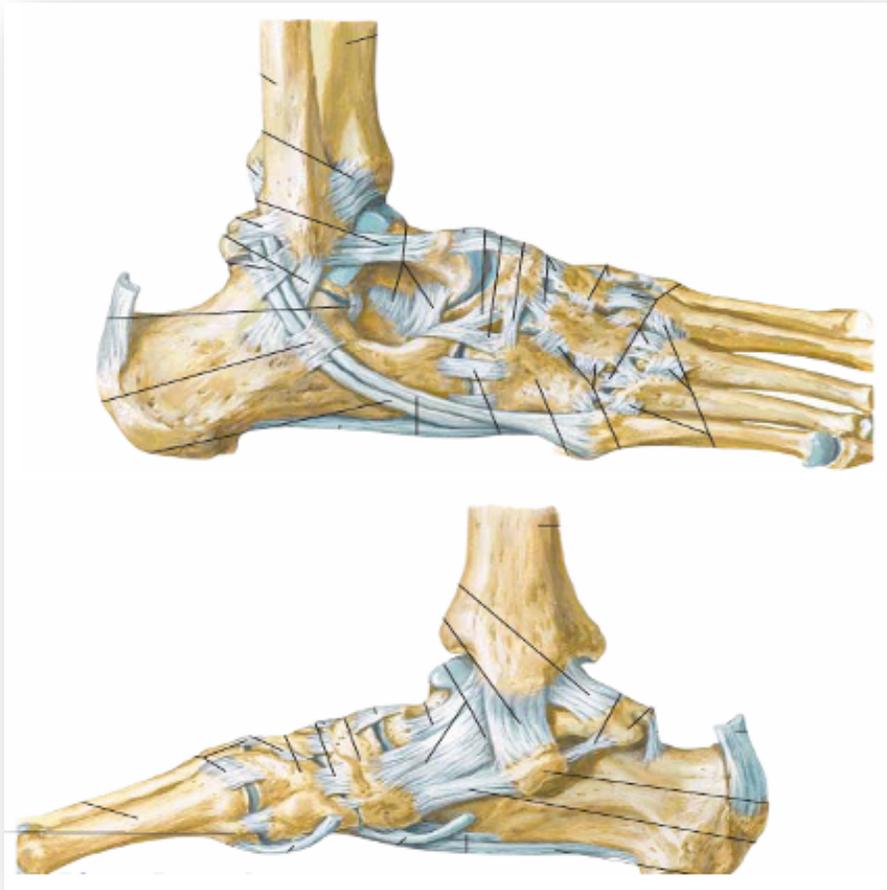


Fig. 3. Tobillo y Pie: articulación del tobillo y ligamentos (5)

Los ligamentos mantienen los tendones en su lugar y estabilizan las articulaciones. El ligamento más largo del pie es la fascia plantar, que forma el arco entre el talón y los dedos y permite mantener el equilibrio y caminar

Músculos de la planta del pie

Primer plano - Abductor del dedo gordo: abduce y flexiona el dedo gordo. Flexor corto de los dedos flexión de los cuatro dedos laterales. Abductor del dedo pequeño.

Segundo y tercer plano - Cuadrado plantar: ayuda al flexor largo de los dedos en la flexión de los cuatro dedos laterales. Lumbricales: flexión de las falanges

proximales. Flexor corto del dedo gordo. Aductor del dedo gordo. Flexor del dedo pequeño.

Profundos - Interóseos plantares: aducen los dedos 2-4 y flexionan las articulaciones metatarsofalángicas. Interóseos dorsales: abducen los dedos y flexionan las articulaciones metatarsofalángicas.

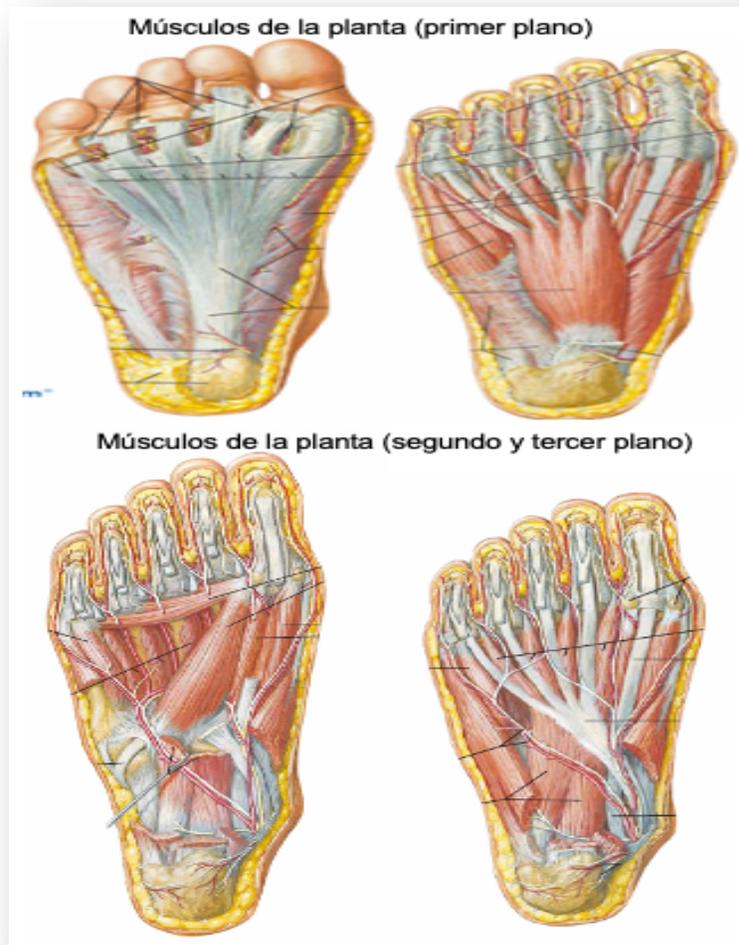


Fig. 4. Músculos de la planta del pie (5)

La inervación de la musculatura del pie está a cargo de las ramas principales del ciático. El nervio peroneo profundo se encarga de la inervación del músculo pedio. El nervio tibial posterior aporta la inervación de todos los músculos flexores que se

sitúan en la planta del pie. La sensibilidad es recogida por ramas sensitivas de los dos nervios mencionados así como por el nervio sural y el nervio safeno. (7)

Fisiología articular

Para fines didácticos, el pie está dividido en tres unidades anatómo-funcionales: El **retropié**, que está constituido por el astrágalo, que se articula con el calcáneo y forma la articulación subastragalina (punto de apoyo posterior). El **mediopié**, integrado por el navicular, que se articula con la cabeza del astrágalo, el cuboide que se articula con el navicular y las bases de los metatarsianos. El **antepié**, formado por los cinco metatarsianos y sus respectivas falanges: proximales, medias y distales con las que constituyen los diferentes rayos del antepié. (8)

La disposición de todos sus huesos entre sí forma una bóveda en la parte media del pie que le da una gran resistencia para la carga de peso y el esfuerzo para lo cual se apoya en tres puntos que se conocen como trípode podálico. La bóveda plantar es un conjunto arquitectónico que se asocia con armonía todos los elementos osteoarticulares, ligamentosos y musculares del pie. Gracias a sus modificaciones de curva y a su elasticidad, la bóveda es capaz de adaptarse a cualquier irregularidad del terreno y transmitir al suelo las fuerzas y el peso del cuerpo. Las alteraciones que pueden acentuar o disminuir sus curvas repercute gravemente, de modo que alteran obligatoriamente la carrera y la marcha, incluso la simple bipedestación. (7)

Esta bóveda no forma un triángulo equilátero exacto, pero se presta a comparación ya que sus puntos de apoyo están comprendidos en la zona de contacto con el suelo formando lo que se denomina impresión o huella plantar. Sus puntos de apoyo son la cabeza del primer metatarsiano, la cabeza del quinto metatarsiano y la apófisis del calcáneo. De estos puntos se desprende la formación de tres arcos, a saber: el arco externo B-C (Fig.5) , el arco transversal o anterior (A-B) y el arco interno o longitudinal (C-A), el cual es el más largo y alto, además de ser el más importante de los tres, tanto desde el punto de vista estático como dinámico; además es el único visible clínicamente. (8)

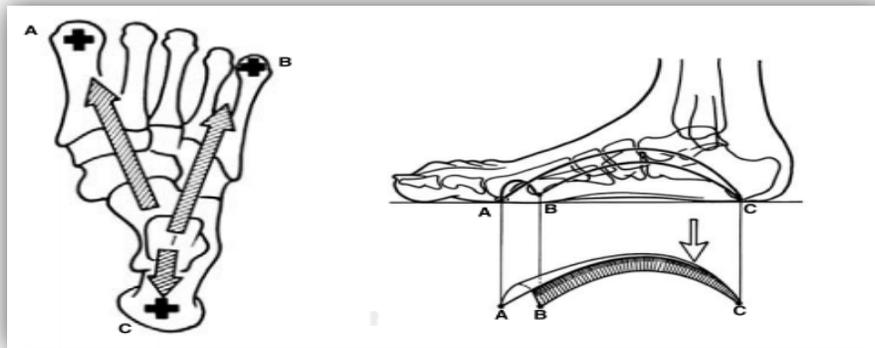


Fig. 5 Trípole podálico y fascia plantar (7)

Arcos plantares

- El **arco longitudinal o interno** comprende cinco huesos que son: el primer metatarsiano, que sólo descansa en el suelo en el punto de apoyo de su cabeza; la primera cuña, que no tiene contacto con el suelo; el escafoides tarsal, al cual se le considera como el hueso clave en la formación de la bóveda plantar y que en la edad adulta promedia una elevación de 15 a 18 mm por encima del suelo; el astrágalo, que es el que se encarga de distribuir a través de la bóveda los impulsos provenientes de la pierna; y por último, el calcáneo, que descansa sobre el suelo por su extremo posterior.
- El **arco externo** incluye a tres huesos: el quinto metatarsiano, sobre cuya cabeza descansa el apoyo anterior; el cuboides, que se encuentra en suspensión y sin contacto con el suelo, y el calcáneo cuyas tuberosidades posteriores constituyen el punto de apoyo posterior. Este arco es mucho más rígido que el arco interno, lo que le permite transmitir adecuadamente el impulso motor del tríceps sural, potenciado en su mayor parte por el gran ligamento calcáneoocuboideo plantar, cuyos fascículos profundo y superficial impiden que las articulaciones calcáneo-cuboidea y cuboideo-metatarsiana se entreabran por su parte inferior bajo la influencia del peso del cuerpo.

- El **arco anterior o transverso** tiene como puntos de apoyo las cabezas del primer y quinto metatarsiano, con lo cual las cabezas de los otros tres metatarsianos normalmente no tienen contacto con el suelo. (7)

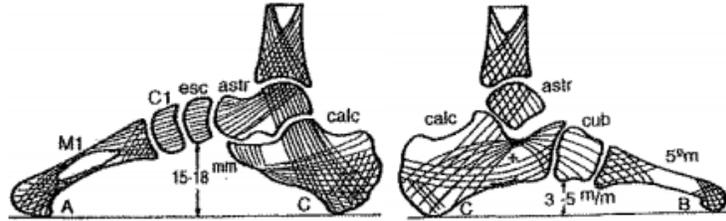


Fig. 6. Arco plantar interno y externo. (7)

Las características morfológicas en el pie humano varían tanto con la edad como entre individuos. Estas variaciones se escapan en la valoración visual. Es por ello que hay que analizar los pies de cada individuo de forma pormenorizada. Para ello existen una gran cantidad de técnicas tanto directas (radiografías) como indirectas (antropometría, fotopodograma) (9). Con base a ellas se podrían realizar análisis del tipo de la altura del escafoides hasta el suelo, el *índice de Chipaux*, el *ángulo de Clarke* o la *línea de Feiss*. Una forma sencilla y válida de analizar la huella del pie es mediante la obtención de la huella plantar. Además de variaciones estructurales debidas a la propia evolución marcada por la edad, los pies presentan variaciones en su estructura debido a numerosos factores, como pueden ser: la edad a la que se comienza a usar calzado, la edad a la que se empieza a practicar un deporte. (10)

Aspectos clínicos del tipo de huella plantar

La funcionalidad del pie humano está claramente influenciada por su estructura. El arco interno de la bóveda plantar y los puntos de apoyo en talón y metatarsianos, permiten que el pie sea capaz de sostener todo el peso del cuerpo. La altura del arco longitudinal interno tiene influencia sobre otras estructuras del cuerpo, como las de la espalda. (11) La importancia de identificar el tipo de pie radica en la

necesidad de detectar posibles anomalías realizando una valoración del aparato locomotor. Las mediciones del pie se suelen hacer con la intención de ayudar en el descubrimiento de factores de riesgo y lesiones. (12)

Las patologías asociadas a la tipología de los pies son fundamentadas principalmente por tres aspectos, como son: el *índice de masa corporal*, el sexo y los patrones mecánicos alterados. Sin embargo, podemos encontrar referencias a otras alteraciones como el síndrome del estrés tibial medial, afectaciones en el tendón del tibial posterior, lesiones por sobrecarga en la musculatura de la cadera y el muslo, en la rodilla e incluso, afectaciones en la zona lumbar. En los pies cavos las presiones plantares se reparten de forma distinta (mayor presión en la parte externa del retropié) y en los pies planos (mayor presión en la parte interna del mediopie), variando de esta forma los patrones normales de la carrera. (13)

Hablando de el pie plano sus principales complicaciones se observan por la deformidad caracterizada por el valgo del talón y el hundimiento de la bóveda plantar. Existe un desplazamiento del astrágalo sobre el calcáneo, desplazándose hacia abajo, adelante y adentro. El antepié se supina por lo que el primer metatarsiano está más elevado y el primer dedo se dispone en flexión para poder contactar con el suelo. El desplazamiento de la cabeza del astrágalo empuja hacia delante al escafoides y secundariamente a toda la columna interna del pie. En el pie plano se produce un movimiento helicoidal, ya que el retropié está en pronación y el antepié, en supinación. Secundario a esto y a consecuencia de las cargas de entrenamiento suelen aparecer trastornos degenerativos e inflamatorios y, como consecuencia, dolor, que será de características mecánicas. (14)

Métodos de análisis de la huella plantar

- Fotopodograma: permite obtener registros válidos, duraderos y de alta calidad. Se recoge el contorno objetivo de la porción del pie que se apoya, aportando una buena impresión de la huella plantar sin ensuciar la planta del pie con tintas.

- Pedígrafo: similar al anterior. Consiste en pisar sobre un dispositivo de goma, impregnado en tinta, bajo el cual hay un papel que tras la pisada se impregna de la

tinta y señala la huella plantar. No es excesivamente caro, además de tener la ventaja de no ensuciar la planta del pie.

- *El plantoscopia digital*: un equipo electromédico con el que es posible visualizar la presión plantar por medio de una plataforma de exploración, que consiste en un escáner de pie el cual tiene como característica el soportar el peso corporal para poder efectuar el rastreo. Con este equipo se puede diagnosticar diferentes problemas de defectos posturales como lo son pie plano, cavo, varo, problemas de alineación etc. y recomendar el uso de plantillas con los aditamentos necesarios u otro tipo de órtesis, por lo que serán fabricadas a la medida exacta de acuerdo al resultado impreso por medio de este equipo.



Fig. 7. Plantoscopia digital (12)

Protocolo de Hernández Corvo

El Índice de Hernández-Corvo permite determinar el tipo de pie mediante un protocolo establecido, así el pie se tipifica según las medidas obtenidas a través de la imagen plantar, dando como resultado seis posibilidades que abarcan desde el pie plano hasta el pie cavo extremo (15). Este índice presenta una buena precisión, tanto en la realización como en la clasificación del tipo de pie. Sobre cada huella se aplica el protocolo de valoración que se describe a continuación (12)

1. Marcación de los puntos 1 y 1' en las prominencias internas del antepié y del retropié respectivamente, figura 2A.
2. Unión de los puntos 1 y 1' para formar el trazo inicial, figura 2B

3. Marcación de los puntos 2 y 2' en el extremo anterior y posterior de la huella respectivamente, figura 2C.

4. Trazado de dos líneas perpendiculares al trazo inicial que pasen por 2 y por 2'

5. La distancia entre la línea que pasa por 2 y el punto 1 se llama medida fundamental (mf), 2D.

6. Trazado de tres líneas perpendiculares al trazo inicial que pasen por las divisiones de la medida fundamental (se les denomina de arriba abajo 3, 4 y 5), figura 2E

7. Trazado de una línea entre 3 y 4 perpendicular a 3 (y paralela al trazo inicial), que pase por el punto más externo del pie. Se llama línea 6, Figura 2F.

8. Medición del valor X, que es la distancia entre el trazo inicial y la línea 6 y que corresponde a la anchura del metatarso

9. Trazado de la línea 7, paralela al trazo inicial, que pasa por el punto más externo de la línea 4, Figura 2F

10. Trazado de la línea 8, paralela al trazo inicial, que pasa por el punto más externo del pie de la línea 5, 2F

11. Medición de la distancia entre la línea 8 y el trazo inicial

12. Trazado de la línea 9 paralela al trazo inicial y que pasa por el punto más externo de la zona interna entre 4 y 5, Figura 2F

13. Medición de la distancia Y, entre 9 y 7

14. Medición de la distancia entre la línea 9 y el trazo inicial

15. Se calcula el %X según la Ecuación 1.

- Ecuación 1: $\%X = \frac{(X-Y)}{x} * 100$

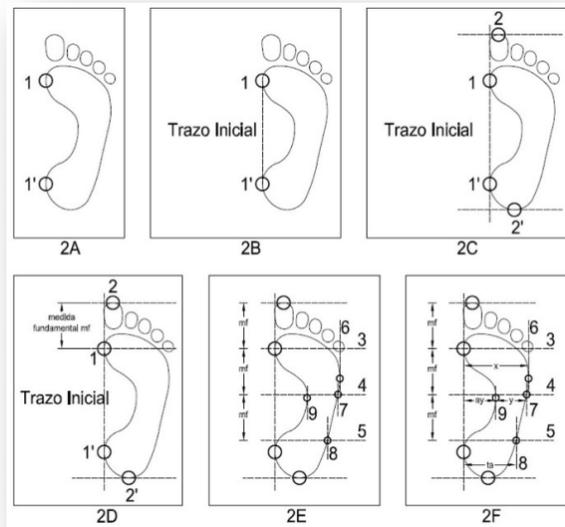


Fig. 8. Protocolo de Hernández-Corvo (15)

La valoración del pie se da según el valor obtenido en la ecuación 1, el porcentaje se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 1. Valoración del pie según el índice de Hernández-Corvo

| % X | TIPO DE PIE |
|--------|----------------|
| 0-34 | Plano |
| 35-39 | Plano - Normal |
| 40-54 | Normal |
| 55-59 | Normal - Cavo |
| 60-74 | Cavo |
| 75-84 | Cavo fuerte |
| 85-100 | Cavo extremo |

Fuente: (15)

Pie plano y obesidad

Entre los efectos de la obesidad infantil, a pesar de que en la mayoría de los niños no se manifiestan hasta pasados varios años o décadas, están algunas consecuencias sobre la estructura musculoesquelética y, entre ellas, la alineación de los miembros inferiores. Además, aumenta el riesgo de fracturas y existe menor movilidad general, lo que podría ser peligroso para la salud del niño o el adolescente. (16)

La presencia de pie plano patológico se modifica en función de la edad debido a varios factores, como la maduración de las estructuras osteoligamentosas, la laxitud de los ligamentos, el sobrepeso-obesidad y el paquete adiposo en la planta de los pies. Sin embargo, la obesidad provoca un círculo vicioso en el que la plantalgia dificulta abandonar el sedentarismo, por lo que los niños tienden a aumentar progresivamente de peso y a ser poco activos en el deporte, lo que a su vez impide la pérdida de peso, favoreciendo la presencia de pie plano. (17)

Se ha postulado que los pies planos de los niños obesos pueden deberse a la existencia de una almohadilla de grasa plantar debajo de la región del mediopié. Se sabe que hay una almohadilla de grasa debajo del arco longitudinal medial del pie del bebé mientras se desarrolla el arco, aunque se cree que esta almohadilla de grasa se resuelve entre los 2 y 5 años de edad a medida que se forma el arco del pie. Riddiford-Harland y col. especularon que esta almohadilla de grasa plantar del mediopié podría permanecer en los pies de los niños obesos como una adaptación protectora para amortiguar las cargas asociadas con su exceso de masa, lo que a su vez haría que sus pies fueran característicamente más planos que los de sus contrapartes más delgadas. (17)

El objetivo de varios estudios ha sido analizar la relación entre el pie plano y la obesidad. Pourghasem y colaboradores estudiaron esta correlación en una población de 1158 escolares (653 varones y 505 mujeres) en un estudio descriptivo transversal. Según su edad, los niños se dividieron en tres grupos para cada género (6-10, 11-13, 14-18 años). El diagnóstico y la gravedad del pie plano se evaluaron

mediante el método de Dennis. El IMC de los niños se calculó como el peso corporal dividido por la altura al cuadrado ($\text{kg}\cdot\text{m}^2$). Como resultado observaron que la prevalencia de pie plano fue del 17,5% en los niños y del 14,5% en las niñas. El porcentaje de niños con sobrepeso y obesidad fue del 10,3%. Se produjo una diferencia significativa en la prevalencia de pie plano entre; bajo peso (13,9%), peso normal (16,1%), sobrepeso (26,9%) y obesidad (30,8%). Concluyen que una correlación positiva entre un aumento del IMC y el pie plano es una de las posibles complicaciones de la obesidad infantil. (18)

Cada vez que el pie toca el suelo al caminar, se generan fuerzas máximas de reacción vertical del suelo que alcanzan típicamente el 120% del peso corporal. Se ha estimado que un individuo con una masa de 67 kg, caminando 1,6 km, necesitaría absorber 64,5 toneladas en cada pie. Teniendo en cuenta la necesidad de soportar de forma constante una carga tan alta, no es de extrañar que con frecuencia se produzcan molestias, dolores y patologías en los pies. Estas patologías del pie pueden agravarse en personas obesas o con sobrepeso debido a una mayor carga mecánica de los pies causada por su masa adicional. (19)

Dowling y colaboradores informaron que las fuerzas máximas generadas sobre la superficie plantar de todo el pie, tanto estática como dinámicamente, y el área máxima del pie en contacto con la plataforma de presión fueron significativamente mayores en los 13 niños obesos (edad de $8,1 \pm 1,2$ años) probaron en comparación con sus 13 homólogos no obesos (edad de $8,4 \pm 0,9$ años). Como este aumento en la fuerza generada por los niños obesos se distribuyó sobre un área total del pie más grande, solo se observaron diferencias insignificantes en las presiones plantares máximas experimentadas por los dos grupos de sujetos a través de la superficie plantar de sus pies. (20) Sin embargo, cuando el pie se dividió en secciones de retropié y antepié, los niños obesos experimentaron picos de presión significativamente mayores en el antepié en comparación con los niños no obesos. Los autores especularon que los niños obesos podrían tener un mayor riesgo potencial de desarrollar patologías del pie, incluidas las fracturas por estrés del antepié, como consecuencia de estas presiones más altas en el antepié al caminar.

Otro estudio examinó los efectos de la obesidad en las distribuciones de presión plantar estática y dinámica mostradas por los niños. Se recopilaron datos experimentales de campo sobre el índice de masa corporal y las presiones plantares de 10 niños obesos (edad 8.8 ± 2.0 e IMC $25.8 \pm 3.8 \text{ kg m}^2$) y 10 controles no obesos (edad 8.9 ± 2.1 e IMC $16.8 \pm 2.0 \text{ kg m}^2$). Mientras estaban de pie, los niños obesos generaron fuerzas significativamente mayores sobre un área más grande del pie y experimentaron presiones plantares significativamente más altas en comparación con sus contrapartes no obesas. De manera similar, mientras caminaban, los niños obesos generaban fuerzas significativamente mayores en todas las áreas de sus pies, excepto en los dedos. A pesar de distribuir estas fuerzas más altas en un área del pie significativamente más grande al caminar, los niños obesos experimentaron presiones plantares significativamente más altas en el mediopié y debajo de las cabezas del segundo al quinto metatarsiano en comparación con los niños no obesos. (17)

Por su parte Jankowicz-Szymanska y colaboradores realizaron un estudio con el objetivo de evaluar la prevalencia de pie plano en 400 niños de 10 a 12 años (es decir, a la edad en la que el desarrollo del arco del pie está prácticamente completado) (21) y medir el rango de movimiento (ROM) de dorsiflexión del tobillo en aquellos con pies normales y planos. También se comparó la altura del arco del pie en participantes con peso normal y excesivo. Este último clasificado por IMC y también determinando el porcentaje de grasa. Se encontraron pies planos en el 36% de los participantes; Se encontró un ROM limitado en ambos pies en el 25% de los participantes y en un pie en el 12%. No se revelaron diferencias significativas en el ROM de dorsiflexión en niños con pies planos, normales y con arco alto. El peso corporal excesivo se reveló en el 21% de los participantes. Los niños con sobrepeso y obesidad tenían arcos del pie significativamente más bajos y un ROM de dorsiflexión del tobillo notablemente más pequeño que aquellos con peso normal. El arco de los pies derecho e izquierdo fue notablemente más bajo en los participantes obesos que en aquellos con peso normal y los participantes con sobrepeso. También se reveló que los participantes con ROM de dorsiflexión normal

tenían menos grasa corporal que aquellos con ROM limitado (diferencia estadísticamente significativa para el pie derecho) (22).

Aunado a la prevalencia de pie plano en niños con obesidad encontramos estudios como el de Laguna y colaboradores que también analizan la huella plantar, sobrepeso y equilibrio en escolares. Su objetivo fue analizar en escolares de primaria las posibles diferencias en la capacidad de equilibrio y en la huella plantar según el sexo y el nivel de sobrepeso. En sus resultados a pesar de no encontrar diferencias significativas concluyen que las niñas con sobrepeso han mostrado alteraciones en la huella plantar, tendiendo a tener pies planos. No así los niños de este estudio, que pudieran acabar presentándolos unos años más tarde si la sobrecarga del peso excesivo sigue actuando sobre sus pies. Los niños y las niñas con sobrepeso han presentado peores resultados (aunque no significativos) en el test de equilibrio estático en apoyo monopodal. (23)

En otro estudio realizado por Bernard y colaboradores en niños de 13–17 años, en el que se midió el equilibrio mediante el test de Romberg, se observó que el control postural de los adolescentes obesos era peor que el de los sujetos de la misma edad con normopeso. Este hecho se intensifica cuando se somete al sujeto a perturbaciones posturales presentando, de este modo, un mayor riesgo de caída que los sujetos de menor peso. (24)

Índice de Masa Corporal

El IMC es un indicador de sobrepeso y obesidad que es confiable para la mayoría de los niños y adolescentes (se calcula dividiendo el peso de una persona en kilos por el cuadrado de su talla en metros (kg/m^2)). El IMC no mide la grasa corporal directamente sin embargo es un método económico y fácil de realizar para detectar categorías de peso que pueden llevar a problemas de salud. Los Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades (CDC) y la Academia Americana de Pediatría (AAP) recomiendan el uso del IMC para detectar el sobrepeso y la obesidad en los niños desde los 2 años de edad. En los niños, el IMC se usa para detectar la obesidad, el sobrepeso, el peso saludable o el bajo peso. Sin embargo,

el IMC no es una herramienta de diagnóstico. Por ejemplo, un niño puede tener un IMC alto con respecto a la edad y el sexo, pero para determinar si el exceso de grasa es un problema. (25)

Si bien el IMC se obtiene de la misma manera para los niños y los adultos, los criterios utilizados para interpretar el significado del número del IMC de los niños y de los adolescentes son diferentes de los utilizados para los adultos. Para los niños y adolescentes se usan percentiles del IMC específicos con respecto a la edad y sexo.

Los CDC clasifican las categorías del nivel de peso del IMC por edad (2-20 años) y sus percentiles correspondientes de la siguiente manera:

Tabla 2. Nivel de masa corporal del IMC por edad

| Categoría de nivel de peso | Rango del percentil |
|-----------------------------------|--|
| Bajo peso | Menos del percentil 5 |
| Peso saludable | Percentil 5 hasta por debajo del percentil 85 |
| Sobrepeso | Percentil 85 hasta por debajo del percentil 95 |
| Obeso | Igual o mayor al percentil 95 |

Fuente: (25)

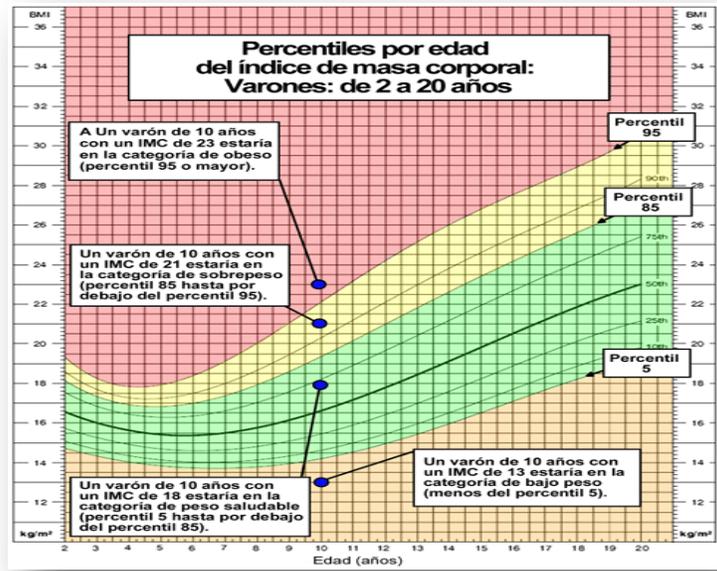


Fig. 9. Tablas de crecimiento de los CDC para el IMC por edad (25)

La Organización Mundial de la Salud (2007) clasifica el IMC para menores de 5 años y de 5 a 19 años. Las siguientes figuras muestran los percentiles y clasificación para sobrepeso y obesidad, peso normal, delgadez y delgadez severa.

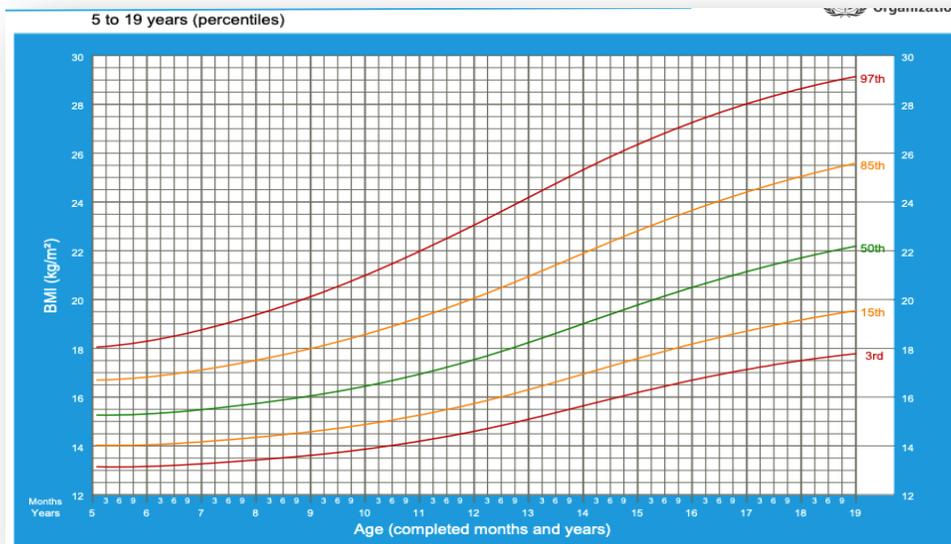


Fig. 10. OMS. IMC por edad (26)

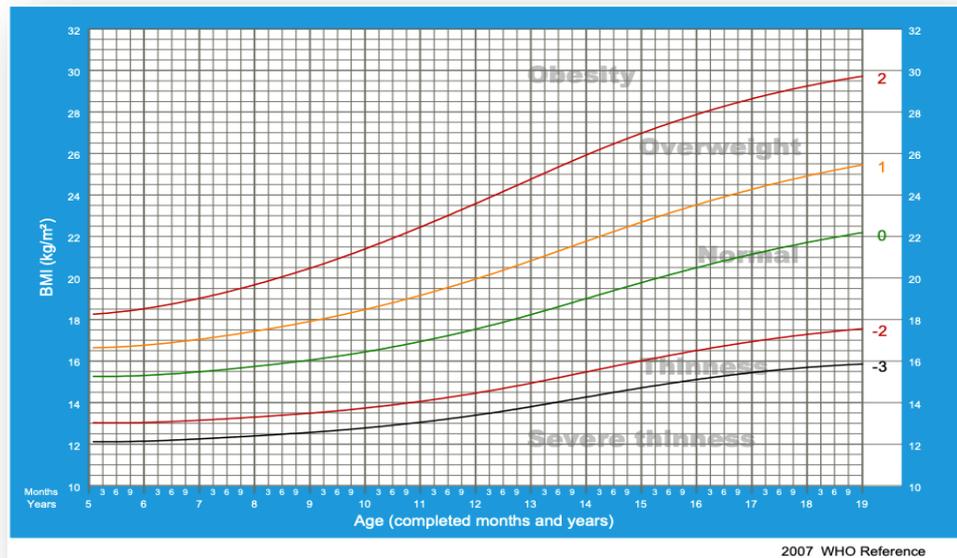


Fig. 11 OMS. IMC por edad. (26)

Composición corporal en niños

Las mediciones de la composición corporal pueden ser útiles para predecir los resultados clínicos y el estado nutricional, pero aún es un campo en evolución, particularmente en los niños. Estudios anteriores han ilustrado claramente las deficiencias de usar el índice de masa corporal para estos fines, porque el índice de masa corporal no distingue entre masa libre de grasa (FFM) y cambios en la masa grasa. (27)

Análisis de impedancia bioeléctrica

El análisis de impedancia bioeléctrica (BIA) se ha utilizado comúnmente para evaluar la composición corporal en niños y adolescentes en dos componentes (masa grasa [FM] y masa libre de grasa [FFM]) o tres (agua corporal intracelular y extracelular, FM y FFM) mediante la estimación del agua corporal total. La técnica BIA evalúa la composición corporal a través de los valores de impedancia o resistencia y reactancia de una pequeña corriente eléctrica a medida que viaja a

través del agua del cuerpo. La estimación de diferentes componentes a través de BIA asume que el 73% de FFM es agua corporal, que es un buen conductor eléctrico, mientras que FM es un mal conductor debido a su menor hidratación. (28)

Existe una gran variedad de técnicas para medir la composición corporal, que MG y MLG, a modelos más complejos de 3 y 4C, que resultan de dividir la MLG en sus distintos componentes (agua, proteínas y minerales). Si bien algunos métodos son más exactos que otros, no hay un gold estándar para el estudio de la composición corporal en la infancia y la adolescencia, dado que todos los métodos utilizan asunciones que pueden no ser válidas en todos los casos. La mayoría de los estudios en edad pediátrica utilizan modelos de 2C basados en la ecuación de Siri, asumiendo que la MLG tiene una densidad constante. Esto en muchos casos puede sobreestimar el porcentaje de MG, puesto que los niños tienen una menor proporción de proteínas y minerales, y, por tanto, una menor proporción de MLG (2). Otros trabajos han demostrado que la dilución isotópica y el DEXA son los métodos más precisos para determinar la MG y MLG. No obstante, a pesar de su fiabilidad para medir la MG, nuevamente el coste y la dificultad para disponer del material y equipos necesarios, hacen que su uso se vea restringido.

Se ha observado que existe una infraestimación de la MG con equipos de biomedancia eléctrica, más frecuente con los equipos monofrecuencia a 50 kHz (29), sin embargo en la actualidad se han desarrollado equipos multifrecuencia segmentarios, que utilizan ecuaciones genéricas y permiten disminuir el error de los equipos monofrecuencia, y podrían convertirse en una alternativa sencilla y precisa para valorar los cambios de composición corporal en niños y adolescentes. (2)

En una revisión sistemática se produjo la búsqueda de 48 artículos entre 2005-2015. Se incluyeron estudios de validación que compararon BIA con métodos de referencia (densitométricos [por ejemplo pesaje hidrostático, pletismografía por desplazamiento de aire o DXA] e hidrométricos [por ejemplo, dilución de isótopos]) y que convirtieron los resultados de BIA (reactancia y resistencia) en al menos un componente corporal (porcentaje de grasa corporal [%BF], FFM, FM y contenido mineral óseo). Encontraron una reproducibilidad casi perfecta en el porcentaje de

grasa corporal estimado por BIA, y hubo una correlación casi perfecta entre las calificaciones de BIA y los métodos de referencia para la masa grasa y la masa libre de grasa. Con respecto a las estimaciones de componentes. (30)

Clasificación de grasa corporal por biomedancia eléctrica en niños

En la actualidad, los valores de referencia publicados para la composición corporal en niños han sido estudiados en varias poblaciones, en particular para la evaluación de la grasa corporal, secundario a los problemas de salud que el incremento de esta conlleva. En un estudio realizado en USA, Mueller y colaboradores tuvieron como objetivo determinar los percentiles de referencia en niños de 8-17 años para determinar sobrepeso y obesidad a través del análisis por biomedancia eléctrica. (31) Participaron un total de 678 niños (categorizados en raza negra, blanca e hispanos) divididos en 3 cohortes, cohorte 1 de 8 años (n = 159 niños y 155 niñas), cohorte 2 de 11 años (n = 104 niños y 93 niñas) y cohorte 3 de 14 años (n=82 niños y 85 niñas), el seguimiento fue por 4 años. Como hallazgo el porcentaje de grasa corporal por encima de los cuales aumentan las variables de riesgo cardiovascular se ubican en el percentil 85 en este estudio. Los resultados de los diferentes percentiles del porcentaje de grasa corporal encontrados se muestran a continuación.

| Age | 5% | SE | 10% | SE | 50% | SE | 85% | SE | 90% | SE | 95% | SE |
|------------------|-------|------|-------|--------------|-------|------|-------|--------------------|-------|------|-------|------|
| Nonblack males | | | | 278 subjects | | | | 2,264 observations | | | | |
| 8.5 | 13.30 | 0.27 | 14.46 | 0.59 | 20.05 | 0.60 | 28.25 | 1.08 | 32.39 | 1.55 | 38.03 | 1.95 |
| 9.5 | 13.98 | 0.27 | 15.16 | 0.30 | 21.07 | 0.32 | 31.68 | 0.75 | 35.16 | 0.82 | 39.68 | 0.86 |
| 10.5 | 13.92 | 0.35 | 15.16 | 0.26 | 21.19 | 0.25 | 32.89 | 0.77 | 36.13 | 0.73 | 39.91 | 0.64 |
| 11.5 | 13.30 | 0.34 | 14.62 | 0.26 | 20.63 | 0.22 | 32.38 | 0.74 | 35.68 | 0.75 | 39.03 | 0.64 |
| 12.5 | 12.34 | 0.29 | 13.72 | 0.26 | 19.58 | 0.20 | 30.66 | 0.66 | 34.16 | 0.76 | 37.33 | 0.61 |
| 13.5 | 11.23 | 0.25 | 12.64 | 0.30 | 18.26 | 0.25 | 28.24 | 0.62 | 31.93 | 0.83 | 35.13 | 0.70 |
| 14.5 | 10.17 | 0.23 | 11.54 | 0.35 | 16.87 | 0.30 | 25.62 | 0.61 | 29.36 | 0.91 | 32.73 | 0.87 |
| 15.5 | 9.36 | 0.21 | 10.60 | 0.35 | 15.62 | 0.30 | 23.31 | 0.54 | 26.82 | 0.89 | 30.42 | 0.95 |
| 16.5 | 9.01 | 0.22 | 10.00 | 0.25 | 14.70 | 0.29 | 21.82 | 0.44 | 24.65 | 0.97 | 28.52 | 1.05 |
| 17.5 | 9.30 | 0.49 | 9.90 | 0.36 | 14.32 | 0.60 | 21.65 | 0.94 | 23.23 | 1.81 | 27.33 | 1.86 |
| Nonblack females | | | | 263 subjects | | | | 2,229 observations | | | | |
| 8.5 | 14.10 | 0.70 | 15.81 | 0.40 | 24.45 | 0.87 | 32.74 | 0.63 | 34.49 | 1.00 | 37.61 | 0.81 |
| 9.5 | 13.45 | 0.34 | 15.20 | 0.26 | 23.63 | 0.40 | 32.64 | 0.33 | 34.53 | 0.56 | 37.45 | 0.50 |
| 10.5 | 13.35 | 0.36 | 15.16 | 0.27 | 23.22 | 0.31 | 32.46 | 0.42 | 34.37 | 0.44 | 37.11 | 0.51 |
| 11.5 | 13.73 | 0.37 | 15.57 | 0.27 | 23.17 | 0.29 | 32.25 | 0.42 | 34.12 | 0.40 | 36.69 | 0.52 |
| 12.5 | 14.47 | 0.32 | 16.31 | 0.27 | 23.39 | 0.24 | 32.07 | 0.38 | 33.90 | 0.42 | 36.32 | 0.50 |
| 13.5 | 15.50 | 0.28 | 17.26 | 0.29 | 23.84 | 0.24 | 31.97 | 0.43 | 33.82 | 0.49 | 36.11 | 0.52 |
| 14.5 | 16.72 | 0.31 | 18.32 | 0.31 | 24.45 | 0.32 | 32.02 | 0.52 | 34.01 | 0.53 | 36.16 | 0.55 |
| 15.5 | 18.03 | 0.31 | 19.35 | 0.28 | 25.15 | 0.34 | 32.26 | 0.57 | 34.57 | 0.51 | 36.60 | 0.54 |
| 16.5 | 19.34 | 0.27 | 20.24 | 0.25 | 25.88 | 0.25 | 32.76 | 0.75 | 35.63 | 0.82 | 37.54 | 0.60 |
| 17.5 | 20.57 | 0.52 | 20.88 | 0.52 | 26.59 | 0.34 | 33.57 | 1.45 | 37.30 | 1.79 | 39.08 | 1.13 |

Fig.12. Percentiles de composición corporal a partir de impedancia bioeléctrica y medidas corporales en adolescentes estadounidenses de 8 a 17 años: Project HeartBeat!. (31)

Otro estudio en población latinoamericana tuvo como objetivo establecer percentiles de grasa corporal por bioimpedancia eléctrica en niños y adolescentes. Realizaron un estudio transversal, realizado en 5850 escolares de entre 9 y 17,9 años de edad, de Bogotá, Colombia. El porcentaje de grasa corporal fue medido con bioimpedancia eléctrica pie-pie, según edad y sexo. Se consideró que los participantes con valores por encima del P₉₀ tenían un elevado riesgo cardiovascular por exceso de grasa (varones > 23,4-28,3 y mujeres > 31,0-34,1). A continuación, se presentan los resultados en percentiles del porcentaje de grasa corporal por bioimpedancia eléctrica según edad y sexo, que sugieren pueden ser usados como referencia en la evaluación del estado nutricional y en la predicción del riesgo cardiovascular por exceso de adiposidades en edades tempranas. (32)

| Edad (años) | n | Media | DE | P ₃ | P ₁₀ | P ₂₅ | P ₅₀ | P ₇₅ | P ₉₀ | P ₉₇ |
|----------------|------|-------|-----|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Varones | | | | | | | | | | |
| 9-9,9 | 176 | 19,1 | 5,9 | 10,7 | 13,1 | 15,3 | 18,2 | 21,8 | 26,8 | 34,5 |
| 10-10,9 | 399 | 19,0 | 6,7 | 10,6 | 12,1 | 14,2 | 17,5 | 22,4 | 28,3 | 34,0 |
| 11-11,9 | 366 | 17,9 | 6,1 | 9,0 | 11,8 | 13,4 | 16,5 | 21,3 | 26,3 | 31,7 |
| 12-12,9 | 310 | 17,3 | 7,0 | 8,7 | 10,6 | 12,5 | 15,5 | 20,5 | 27,2 | 35,1 |
| 13-13,9 | 285 | 15,3 | 7,0 | 7,3 | 8,6 | 10,5 | 13,4 | 18,2 | 24,6 | 32,8 |
| 14-14,9 | 285 | 15,1 | 6,9 | 6,1 | 8,3 | 10,5 | 12,8 | 18,3 | 26,4 | 31,6 |
| 15-15,9 | 286 | 14,9 | 6,2 | 6,3 | 8,3 | 10,4 | 13,2 | 19,0 | 23,4 | 29,0 |
| 16-16,9 | 236 | 14,7 | 6,3 | 6,0 | 8,3 | 9,9 | 13,1 | 18,4 | 24,0 | 29,1 |
| 17-17,9 | 183 | 14,6 | 6,7 | 5,9 | 8,0 | 10,0 | 12,7 | 17,7 | 23,5 | 32,5 |
| Total | 2526 | 16,6 | 6,8 | 7,2 | 9,4 | 11,8 | 15,1 | 20,2 | 26,1 | 32,7 |
| Mujeres | | | | | | | | | | |
| 9-9,9 | 234 | 22,3 | 5,6 | 13,2 | 15,6 | 18,1 | 21,4 | 26,7 | 31,0 | 33,5 |
| 10-10,9 | 566 | 22,7 | 6,3 | 12,1 | 15,3 | 18,1 | 21,9 | 26,9 | 31,0 | 35,8 |
| 11-11,9 | 554 | 22,7 | 6,2 | 12,4 | 15,3 | 18,3 | 22,0 | 26,1 | 31,2 | 35,6 |
| 12-12,9 | 405 | 23,4 | 6,8 | 12,4 | 15,2 | 19,2 | 22,6 | 27,4 | 32,4 | 36,9 |
| 13-13,9 | 311 | 24,3 | 6,4 | 11,0 | 16,3 | 20,1 | 24,5 | 28,2 | 32,4 | 35,2 |
| 14-14,9 | 392 | 25,3 | 7,5 | 9,6 | 14,2 | 21,2 | 25,8 | 29,6 | 34,1 | 38,5 |
| 15-15,9 | 353 | 26,0 | 6,2 | 10,6 | 18,3 | 22,6 | 26,6 | 29,8 | 33,0 | 35,6 |
| 16-16,9 | 303 | 24,6 | 6,6 | 11,8 | 16,3 | 20,5 | 24,6 | 28,9 | 32,6 | 36,8 |
| 17-17,9 | 206 | 23,4 | 7,4 | 10,4 | 13,5 | 18,2 | 22,9 | 28,7 | 33,7 | 37,4 |
| Total | 3324 | 23,8 | 6,6 | 11,8 | 15,5 | 19,4 | 23,4 | 28,1 | 32,3 | 36,4 |

Fig 13. Percentiles de grasa corporal por bioimpedancia eléctrica en niños y adolescentes de Bogotá, Colombia. (32)

Por otra parte Mc Carthy y colaboradores abordan también la estadificación percentilar de acuerdo al porcentaje de masa grasa en hombres y mujeres de 5 a 18 años con base en el estudio de la composición corporal por bioimpedancia eléctrica. Ellos aportan información respecto a que sus percentiles de grasa corporal reflejan las conocidas diferencias en el desarrollo de la adiposidad entre niños y niñas. Estos percentiles son similares por sexo hasta la pubertad, pero luego divergen marcadamente, con los hombres disminuyendo proporcionalmente la grasa corporal y las mujeres sigue ganando. Estas diferencias de sexo no se revelan en las curvas existentes basadas en el índice de masa corporal. A continuación en la figura 14 mostramos sus puntos de corte. (33)

| Years | Centile | | | | | | | | |
|--------------|---------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 2 | 9 | 25 | 50 | 75 | 85 | 91 | 95 | 98 |
| <i>Boys</i> | | | | | | | | | |
| 5.0 | 12.2 | 13.1 | 14.2 | 15.6 | 17.4 | 18.6 | 19.8 | 21.4 | 23.6 |
| 6.0 | 12.4 | 13.3 | 14.5 | 16.0 | 18.0 | 19.5 | 20.9 | 22.7 | 25.3 |
| 7.0 | 12.6 | 13.6 | 14.9 | 16.5 | 18.8 | 20.4 | 22.0 | 24.1 | 27.2 |
| 8.0 | 12.7 | 13.8 | 15.2 | 17.0 | 19.5 | 21.3 | 23.1 | 25.5 | 29.1 |
| 9.0 | 12.8 | 14.0 | 15.5 | 17.5 | 21.2 | 22.2 | 24.2 | 26.8 | 31.0 |
| 10.0 | 12.8 | 14.1 | 15.7 | 17.8 | 20.7 | 22.8 | 25.0 | 27.9 | 32.4 |
| 11.0 | 12.6 | 13.9 | 15.4 | 17.7 | 20.8 | 23.0 | 25.3 | 28.3 | 32.9 |
| 12.0 | 12.1 | 13.4 | 15.1 | 17.4 | 20.4 | 22.7 | 25.0 | 27.9 | 32.2 |
| 13.0 | 11.5 | 12.8 | 14.5 | 16.8 | 19.8 | 22.0 | 24.2 | 27.0 | 31.0 |
| 14.0 | 10.9 | 12.3 | 14.0 | 16.2 | 19.2 | 21.3 | 23.3 | 25.9 | 29.5 |
| 15.0 | 10.4 | 11.8 | 13.6 | 15.8 | 18.7 | 20.7 | 22.6 | 25.0 | 28.2 |
| 16.0 | 10.1 | 11.5 | 13.3 | 15.5 | 18.4 | 20.3 | 22.1 | 24.3 | 27.2 |
| 17.0 | 9.8 | 11.3 | 13.1 | 15.4 | 18.3 | 20.1 | 21.8 | 23.9 | 26.5 |
| 18.0 | 9.6 | 11.2 | 13.1 | 15.4 | 18.3 | 20.1 | 21.7 | 23.6 | 25.9 |
| <i>Girls</i> | | | | | | | | | |
| 5.0 | 13.8 | 15.0 | 16.4 | 18.0 | 20.1 | 21.5 | 22.8 | 24.3 | 26.3 |
| 6.0 | 14.4 | 15.7 | 17.2 | 19.1 | 21.5 | 23.0 | 24.5 | 26.2 | 28.4 |
| 7.0 | 14.9 | 16.3 | 18.1 | 20.2 | 22.8 | 24.5 | 26.1 | 28.0 | 30.5 |
| 8.0 | 15.3 | 16.9 | 18.9 | 21.2 | 24.1 | 26.0 | 27.7 | 29.7 | 32.4 |
| 9.0 | 15.7 | 17.5 | 19.6 | 22.1 | 25.2 | 27.2 | 29.0 | 31.2 | 33.9 |
| 10.0 | 16.0 | 17.9 | 20.1 | 22.8 | 26.0 | 28.2 | 30.1 | 32.2 | 35.0 |
| 11.0 | 16.1 | 18.1 | 20.4 | 23.3 | 26.6 | 28.8 | 30.7 | 32.8 | 35.6 |
| 12.0 | 16.1 | 18.2 | 20.7 | 23.5 | 27.0 | 29.1 | 31.0 | 33.1 | 35.8 |
| 13.0 | 16.1 | 18.3 | 20.8 | 23.8 | 27.2 | 29.4 | 31.2 | 33.3 | 35.9 |
| 14.0 | 16.0 | 18.3 | 20.9 | 24.0 | 27.5 | 29.6 | 31.5 | 33.6 | 36.1 |
| 15.0 | 15.7 | 18.2 | 21.0 | 24.1 | 27.7 | 29.9 | 31.7 | 33.8 | 36.3 |
| 16.0 | 15.5 | 18.1 | 21.0 | 24.3 | 27.9 | 30.1 | 32.0 | 34.1 | 36.5 |
| 17.0 | 15.1 | 17.9 | 21.0 | 24.4 | 28.2 | 30.4 | 32.3 | 34.4 | 36.8 |
| 18.0 | 14.7 | 17.7 | 21.0 | 24.6 | 28.5 | 30.8 | 32.7 | 34.8 | 37.2 |

The 2nd, 85th and 95th centiles define the cutoffs for underfat, overfat and obese.

Fig. 14 Percentiles de grasa corporal por bioimpedancia eléctrica. (33)

Actividad Física

La actividad física se define como cualquier movimiento corporal producido por la contracción de los músculos esqueléticos que resulta en un aumento sustancial de las necesidades calóricas sobre el gasto energético en reposo. Los METs (**metabolic equivalent of task**) son una forma útil, conveniente y estandarizada de describir la intensidad absoluta de una variedad de actividades físicas. La actividad física de intensidad ligera se define como que requerimientos de 2.0-2.9 METs, moderada como 3.0-5.9 METs y vigorosa como mayor de 6 METs. (34)

Sedentarismo y recomendaciones de actividad física en niños

Existen varias definiciones del término sedentarismo. Desde el punto de vista del tiempo dedicado a realizar actividad física, sedentario es aquel individuo que no

realiza al menos 30 min de actividad física moderada durante la mayoría de días de la semana. (35)

Desde el punto de vista del gasto energético, se puede definir como sedentario o inactivo a aquel individuo que no realiza 5 o más días (sesiones) de actividad física moderada o de caminata durante al menos 30 min por sesión, o que no realiza 3 o más días (sesiones) semanales de actividad física vigorosa durante al menos 20 min, o que no genera un gasto energético de al menos 600 Mets·min⁻¹ por semana (aproximadamente 720 kcal por semana para una persona de 70 kg de peso) en una combinación de actividades vigorosas, moderadas y/o de caminata.

La OMS recomienda que para niños y adolescentes de 5-17 años de edad se practique al menos 60 minutos diarios de actividad física moderada o intensa en donde debe incluir actividades que fortalezcan los músculos y huesos, por lo menos 3 veces a la semana. (26)

Niños y adolescentes (definidos como individuos de 6-17 años) son más activos físicamente que sus contrapartes adultas. Sin embargo, solo los niños mas pequeños (6-7 años) cumplen consistentemente las recomendaciones nacionales de actividad física, y la mayoría de los jóvenes de 10 años o más no cumplen con las pautas de las guías de actividad física. Las guías de actividad física para estadounidenses exigen que los niños y adolescentes realicen al menos 60 minutos al día de actividad física de intensidad moderada a vigorosa e incluyan actividad física de intensidad vigorosa, ejercicios de resistencia y actividad de carga ósea al menos 3 días a la semana. En los Estados Unidos, el 42% de los niños de 6 a 11 años y el 8% de los adolescentes de 12 a 19 años cumplen con las pautas recomendadas. (34)

Las personas entrenadas mantienen un arco plantar más elevado frente a las personas sedentarias, siendo el análisis de la huella plantar un método indirecto válido para medir la altura del arco.

Planteamiento del problema

Actualmente la prevalencia de sobrepeso y obesidad infantil en nuestro país se considera como un problema de salud pública por la relación que establece con la morbi-mortalidad que ha sido bien establecida. En este sentido son varios los factores de riesgo que contribuyen con el sobrepeso y obesidad infantil, dentro de los que sobresale el sedentarismo, mayor consumo calórico entre otros.

Varios estudios se han centrado en evaluar las consecuencias sobre el sistema musculo esquelético del aumento de peso corporal en población infantil. Bajo esta línea de investigación destacan las alteraciones del tipo de huella plantar, en específico la presencia de una mayor prevalencia de pie plano en niños que tienen un mayor Índice de Masa Corporal. Esto no solo demuestra la modificación del tipo de huella plantar *per se*, sino que podría condicionar una disminución de los niveles de actividad física derivado de consecuencias propias del pie plano (alteraciones osteomioarticulares) perpetuando el ciclo sedentarismo – obesidad.

Con la edad, la fuerza tensora de las estructuras plantares aumenta, por lo que el pie plano anterior desaparece. Si, por el contrario, la ganancia de peso continúa a medio o largo plazo, se mantiene el aplanamiento de la región del mediopié, desencadenando un pie plano.

El Índice de Masa Corporal es un indicador que se utiliza para identificar el sobrepeso y obesidad, es un método económico y fácil de usar, sin embargo, el IMC no distingue si el problema de la relación masa corporal - estatura es debido a la predominancia de un elevado porcentaje de masa grasa (considerado factor de riesgo para múltiples enfermedades). Si consideramos que el aumento de masa corporal a expensas de una mayor cantidad de masa grasa supone un mayor riesgo de presentar pie plano.

Existen varios estudios que han demostrado la relación entre el IMC (sobrepeso y obesidad) y pie plano en niños y adolescentes, bajo este análisis es de relevancia

generar la siguiente pregunta de investigación para conocer en la población infantil del Centro de Medicina de la Actividad Física y el Deporte:

¿Cual es la relación entre la obesidad y el tipo de huella plantar en niños de 8 -12 años?

Justificación

En México la prevalencia de sobrepeso y obesidad en población de 5 a 11 años y de 12 a 19 años es del 35.6% y del 38.4% respectivamente. Dentro de las modificaciones anatomofuncionales causadas por la obesidad destaca el pie plano. En estudios realizados en nuestro país la prevalencia encontrada en escolares con obesidad ha sido del 19.3%. En estudios internacionales se ha observado una prevalencia de hasta un 26.9% para niños con sobrepeso y de 30.8% con obesidad. (18)

La obesidad infantil se relaciona con consecuencias a largo plazo para la salud. Actualmente es un problema de salud pública y México se encuentra dentro de los primeros lugares en este rubro. Dentro de las consecuencias encontramos alteraciones de la estructura musculo esquelética que aumentan el riesgo de menor movilidad general lo que podría ser peligroso para el niño o adolescente.

Los problemas derivados del aumento de la masa corporal, en concreto alteraciones de la huella plantar tienen la posibilidad de ser resueltos, en primera instancia detectando las posibles alteraciones y secundariamente brindando medidas terapéuticas.

El estudio de datos generados permite el análisis comparativo de variables que nos permiten determinar la frecuencia de aparición de diversos fenómenos en pro del esclarecimiento y avance científico.

La Universidad Autónoma del Estado de México avala el análisis de su base de datos para proporcionar información de interés común en pro del esclarecimiento científico.

Hipótesis

Hi: Los niños de 8 a 12 años con obesidad se relacionan con el tipo de huella plantar.

Ho: Los niños de 8 a 12 años con obesidad no se relacionan con el tipo de huella plantar.

Objetivos

Objetivo general

- Relacionar la obesidad y el tipo de huella plantar en niños de 8 a 12 años.

Objetivos específicos

- Identificar los tipos de la huella en niños de 8 a 12 años.
- Clasificar las alteraciones de la huella plantar por obesidad de acuerdo a la masa grasa.
- Clasificar las alteraciones de la huella plantar por obesidad de acuerdo al IMC.
- Comparar el tipo de huella plantar y el nivel de actividad física.

Método

Tipo de estudio

Estudio transversal, observacional de correlación, retrolectivo.

Operacionalización de variables

| Variable | Definición operacional | Dimensión | Indicador | Clasificación de variables |
|-----------------------|---|---|--|----------------------------------|
| Huella plantar | “Registro del contorno de la porción del pie que se apoya clasificando el arco longitudinal medial de acuerdo a cada protocolo” | Según Hernández Corvo Pie plano Pie plano normal. Pie normal Pie normal cavo Pie cavo Pie cavo fuerte Pie cavo extremo | (% X) – tipo de pie 0-34 Plano 35-39 Plano – Normal 40-54 Normal 55-59 Normal – Cavo 60-74 Cavo 75-84 Cavo fuerte 85-100 Cavo extremo | Cualitativo ordinal policotómico |
| Obesidad | Acumulación anormal o excesiva de grasa con respecto a la edad y sexo que es perjudicial para la salud | - IMC | IMC > Percentil 95 Percentil | Cualitativa ordinal dicotómica |

Universo de trabajo

Descripción de la población

La población de estudio correspondió a niños de entre 8-12 años que fueron evaluados en el Centro de Medicina de la Actividad Física y del Deporte de la UAEMex en el periodo de 2017-2020. La población definida correspondió a 112 individuos. Unidades de observación: expedientes.

Muestra

Muestreo de probabilidad estratificado.

Criterios de selección

Criterios de inclusión

- Todos los pacientes que contaron con el consentimiento/ asentimiento informado firmado.
- Población masculina y femenino de entre 8 y 12 años.

Criterios de exclusión

- Pacientes con patología de columna vertebral, cadera o rodilla o algún trastorno musculoesquelético.
- Antecedentes de enfermedad neurológica.
- Pacientes con diagnóstico de alguna alteración de la huella plantar que recibían tratamiento correctivo.

Criterios de eliminación

- Aquellos expedientes en los que no se especificaba claramente masa corporal o estatura.

- Expedientes que no tenían registro claro de sus niveles de actividad física.

Instrumentos de investigación

- Expedientes del archivo histórico del Centro de Medicina de la Actividad Física y del Deporte, Facultad de Medicina de la Universidad Autónoma del Estado de México. (ver anexo 1)
- Lap Top Mac Book Pro
- In body 770:

Impedancia (Z): 30 mediciones de impedancia mediante el uso de 6 frecuencias diferentes (1kHz, 5kHz, 50kHz, 250kHz, 500kHz, 1MHz) en los 5 segmentos (Brazo Derecho, Brazo Izquierdo, Tronco, Pierna Derecha, Pierna Izquierda). Método de electrodo: electrodos táctiles de 8 puntos tetrapolares.

Método de medición: método de análisis impedancia bioeléctrica multifrecuencial segmental directa (DSM-BIa). Medición de impedancia multifrecuencial simultánea (SMF-BIA) Tiempo de prueba: alrededor de 60 segundos.

Parámetros (Hoja de Resultado para Niños) Agua Corporal Total, Proteína, Mineral, Masa Grasa Corporal, Peso, Masa de Músculo Esquelético (MME), Masa Grasa Corporal, Índice de Masa Corporal(IMC), Porcentaje de Grasa Corporal (PGC), Tabla de Crecimiento (Estatura, Peso), Historial de Composición Corporal(8 Resultados Acumulados), Puntaje de Crecimiento, Evaluación de Nutrición, Evaluación de Obesidad (IMC, PGC), Evaluación de Equilibrio Corporal, Análisis de Masa Magra Segmental, Agua Corporal Segmental, Agua Intracelular, Agua Extracelular, Metabolismo Basal(MB), Grado de Obesidad Infantil, Mineral Óseo Contenido, Masa Celular Corporal, Índice de Masa Libre de Grasa (IMLG), Índice de Masa Grasa (IMG), Impedancia de cada Segmento y Frecuencia (Impedancia, Reactancia, Ángulo de Fase Total y Segmental)

Desarrollo del proyecto

La presente investigación incluyo a pacientes que realizaron una evaluación morfofuncional en el Centro de Medicina de la Actividad Física y el Deporte de la UAEMex. Se realizo una revisión de los expedientes clínicos, extrayendo los resultados obtenidos en la tipificación de la huella plantar de acuerdo con el método de Hernández Corvo secundario a una valoración por escanimetría de la huella plantar; el porcentaje de grasa corporal obtenido en la prueba del analisis de biomedancia electrica (InBody 770), el Indice de Masa Corporal y nivel de actividad fisica de la historia clinica. La población incluida comprendió a los infantes de entre 8 y 12 años de acuerdo con los criterios previamente estipulados. Se verifico que el consentimiento/asentimiento de composición corporal, valoración postural y goniometría se encontraran debidamente requisitados. Una vez recabada la información se analizaron los resultados con programas de estadísticos, SPSS 25 y Excel. Se vació la información correspondiente en el concentrado de recopilación de datos. (Anexo 3)

Posterior a la integración de los datos obtenidos de cada expediente ser realizó el analisis estadístico para saber si existía relación entre las variables anteriormente expuestas.

Limite de tiempo y espacio

El estudio se realizó en la ciudad de Toluca, Estado de México en las instalaciones de archivo en el Centro de Medicina de la Actividad Física y del Deporte de la Facultad de Medicina, durante los meses octubre y noviembre del año 2020, abarcando estudios de 2017 a 2020.

Diseño de análisis estadístico

Descriptivo: Medidas de tendencia central y de dispersión.

Inferencial: no paramétrico según corresponda mediante coeficiente de correlación.

Expresándolo a través de cuadros y gráficas en hoja de cálculo office Excel, procesándolo a través de paquete estadístico SPSS 25.

Implicaciones éticas

Se cumplió con lo estipulado en los artículos 13, 14, 16 al 24 del reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Investigación para la salud.

Por ser un estudio retrospectivo, no se sometió a ningún riesgo a los participantes.

En toda investigación en la que el ser humano sea sujeto de estudio, prevalecerá el respeto a su dignidad y la protección de sus derechos. La presente investigación se ajustó a los principios científicos y éticos; fundamentándose en la intervención llevada a cabo en otros hechos científicos. La estratificación de los grupos de estudio fue imparcial. Se realizó una investigación con riesgo nulo. Se contó con el consentimiento informado por escrito firmado por el padre o tutor.

Organización

La elaboración del estudio, recopilación de datos, análisis y presentación de resultados fue realizado por el M.C. Carlos Alberto Sánchez Jaimes, residente de la especialidad de Medicina de la Actividad Física y el Deporte de la Universidad Autónoma del Estado de México.

En la dirección de tesis la M. en C. D. E. María Lizzeth Márquez López y el M. en I.C. Gustavo Salazar Carmona fueron los encargados de orientar, corregir y velar por llevar a buen término la presente investigación.

Presupuesto y financiamiento

El presupuesto por individuo de la valoración de composición corporal y huella plantar es de \$400.00MN aproximadamente, financiado por cada paciente; el costo para el investigador es de transporte de \$1000.00; dando un total en 162 evaluaciones de \$65,800 aproximadamente.

Resultados y discusión

Se estudio una población total de 112 integrantes, 94 hombres (84%) y 18 mujeres (16%) de entre 8 y 12 años de edad con una media de 9 ± 1.33 años. En la tabla 1. se presenta la estadística descriptiva de los sujetos de estudio.

Tabla 1. Descriptivos de la población.

| | Mínimo | Máximo | Media | Desv. Desviación |
|---------------------------|---------------|---------------|--------------|-------------------------|
| Edad (a) | 8 | 12 | 9.76 | 1.337 |
| Estatura (cm) | 1.13 | 1.64 | 1.3961 | .10143 |
| Masa Corporal (Kg) | 21.4 | 92.0 | 38.312 | 11.7466 |
| IMC | 13.5 | 34.2 | 19.268 | 3.8254 |
| % M. Grasa | 7.8 | 56.3 | 25.783 | 9.7770 |

Fuente: Directa

Con base en la clasificación percentilar para el índice de masa corporal de la Organización Mundial de la Salud en niños de 5 a 19 años de edad se observa que en nuestra población el 24% presento obesidad, 21% sobrepeso, 52% peso normal y 3% delgadez (Gráfico 1). Respecto al genero, en hombres 25.5% (n=24) presentaron obesidad, 21.3% (n=20) sobrepeso, 52.1% (n=49) peso normal y 1% (n=1) delgadez. En mujeres 16.6% (n=3) presentan obesidad, 22.2% (n=4) sobrepeso, 50% (9) peso normal y 11% (n=2) delgadez (Gráfico 2).

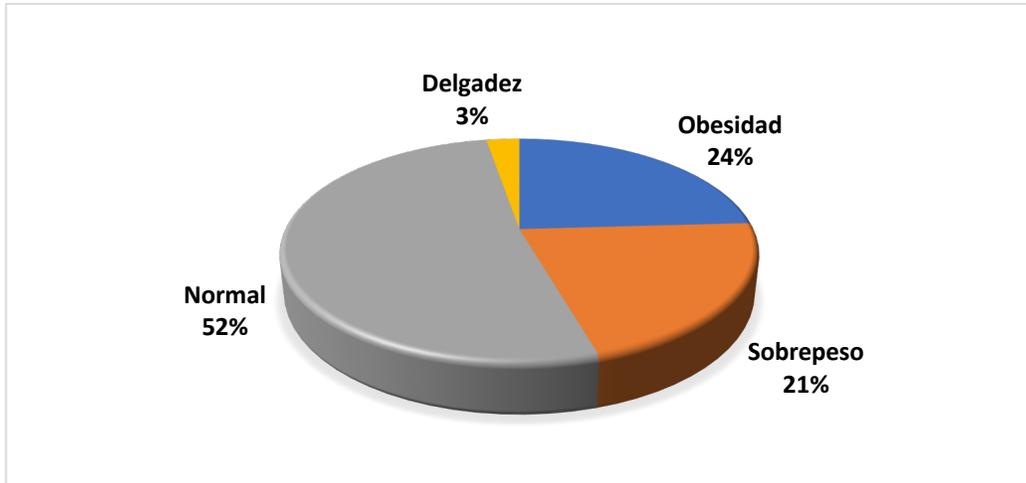


Gráfico 1. Obesidad de acuerdo al IMC. Fuente: Directa

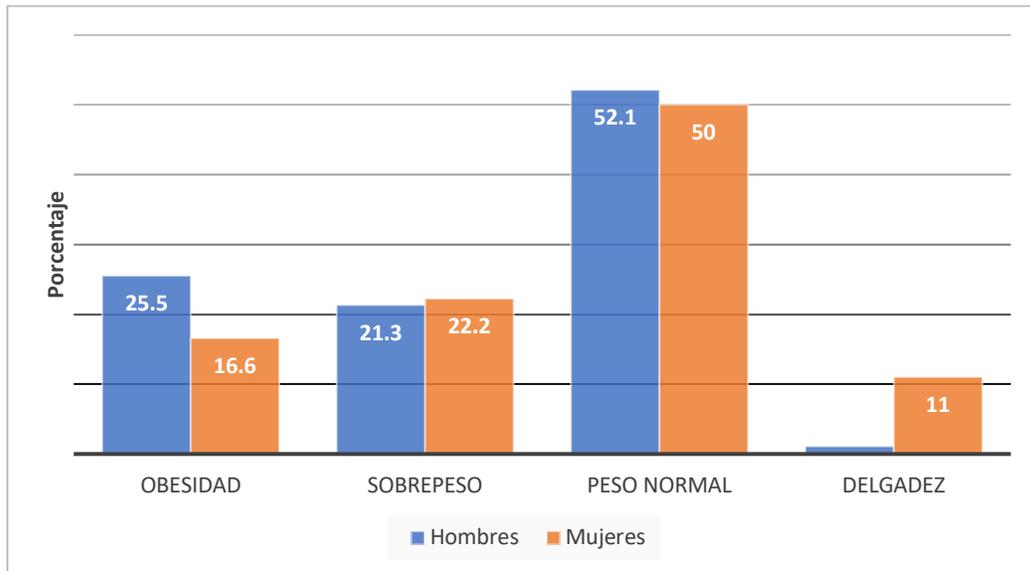


Gráfico 2. Obesidad de acuerdo al IMC por genero. Fuente: Directa

De acuerdo a la clasificación (percentilar) de obesidad por porcentaje de masa grasa para la edad, se encontró que un 40.2% presenta obesidad, 19.6% exceso de grasa, 33% masa grasa normal y 7.1% bajo porcentaje de grasa (Gráfico 3). De acuerdo a la clasificación por porcentaje de masa grasa podemos observar (Gráfico 4) que en nuestra población los hombres presentan un mayor porcentaje de obesidad y exceso de grasa, no así para peso normal y bajo porcentaje de grasa en donde las mujeres tienen una mayor proporción.

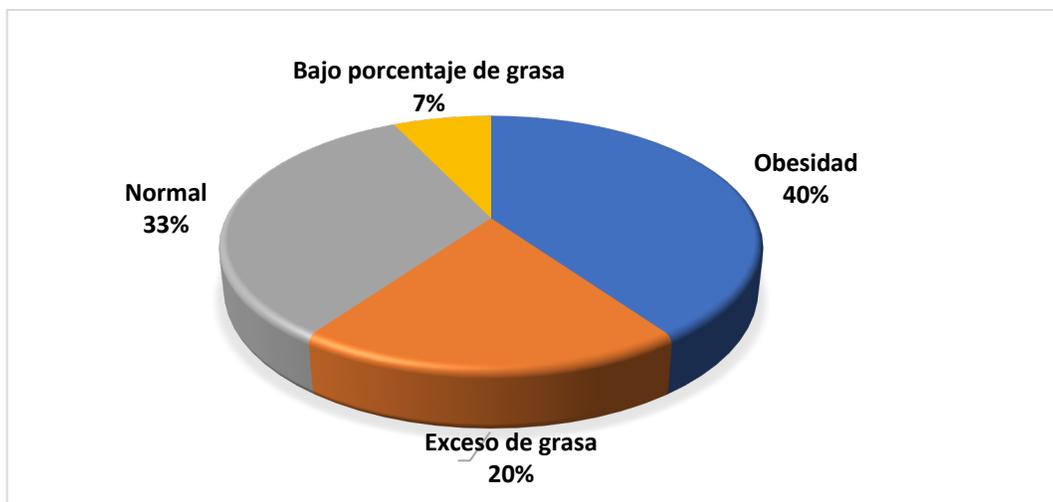


Gráfico 3. Obesidad por porcentaje de masa grasa. Fuente: Directa

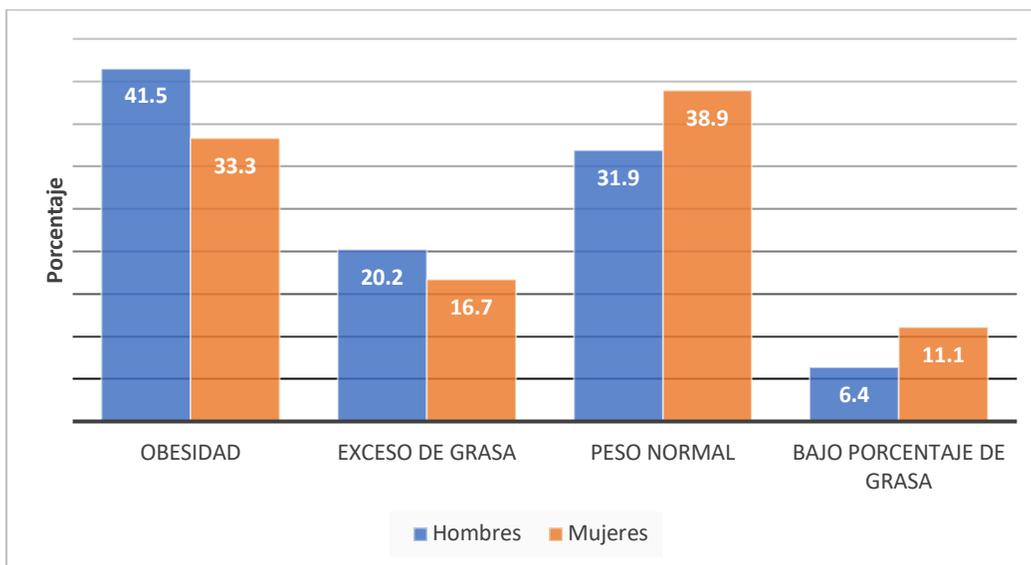


Gráfico 4. Obesidad por porcentaje de masa grasa por genero. Fuente: Directa

Respecto al nivel de actividad física, se clasifico como personas físicamente activas a aquellos individuos que cumplieron con las recomendaciones para la edad de la OMS. Del total de la población estudiada un 69.6% (n=78) fueron clasificados como activos y un 30.4% (n=34) como no activos. En relación al sexo el 71.3% (n=67) de lo hombres resultaron físicamente activos y 28.7% (n=27) no activos. Respecto a las mujeres el 61.1% (n=11) fueron físicamente activas y 38.9% (n=7) físicamente no activas (Gráfico 5).

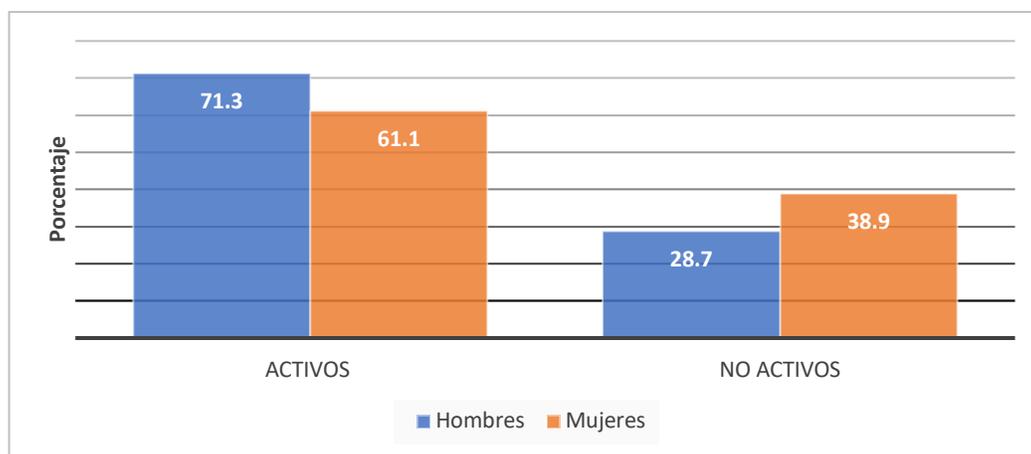


Gráfico 5. Nivel de actividad física por genero. Fuente: Directa.

El tipo de huella plantar que predomina en el pie derecho es el pie normal, presente en el 34.8% de los individuos, seguido por el pie cavo con 32.1%, y pie plano con 18.8%. Para el pie izquierdo se observa que un 32.1% presenta pie cavo, 23.2% pie normal y 19.6% pie plano (Tabla 2).

Tabla 2. Tipo de huella plantar

| | Pie Derecho | | Pie Izquierdo | | Total | |
|---------------------|-------------|------|---------------|------|------------|------|
| | Frecuencia | % | Frecuencia | % | Frecuencia | % |
| Plano | 21 | 18.8 | 22 | 19.6 | 43 | 19.2 |
| Plano normal | 2 | 1.8 | 3 | 2.7 | 5 | 2.2 |
| Normal | 39 | 34.8 | 26 | 23.2 | 65 | 29.0 |
| Normal cavo | 3 | 2.7 | 20 | 17.9 | 23 | 10.3 |
| Cavo | 36 | 32.1 | 36 | 32.1 | 72 | 32.1 |
| Cavo fuerte | 6 | 5.4 | 0 | 0 | 6 | 2.7 |
| Cavo extremo | 5 | 4.5 | 5 | 4.5 | 10 | 4.5 |
| Total | 112 | 100 | 112 | 100 | 224 | 100 |

Fuente: Directa

En los gráficos 6 y 7 se presentan los porcentajes de acuerdo a la clasificación del tipo de huella plantar para pie derecho e izquierdo por género; en el gráfico 8 se observa el porcentaje de la tipificación del tipo de huella plantar de ambos pies para el total de la población estudiada.

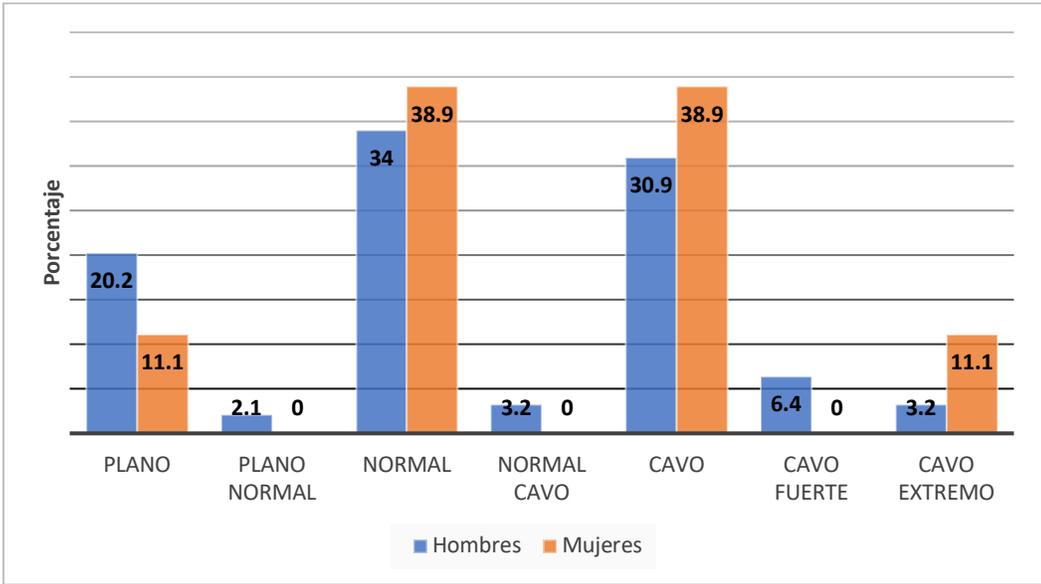


Gráfico 6. Tipo de huella plantar por género para pie derecho. Fuente: Directa.

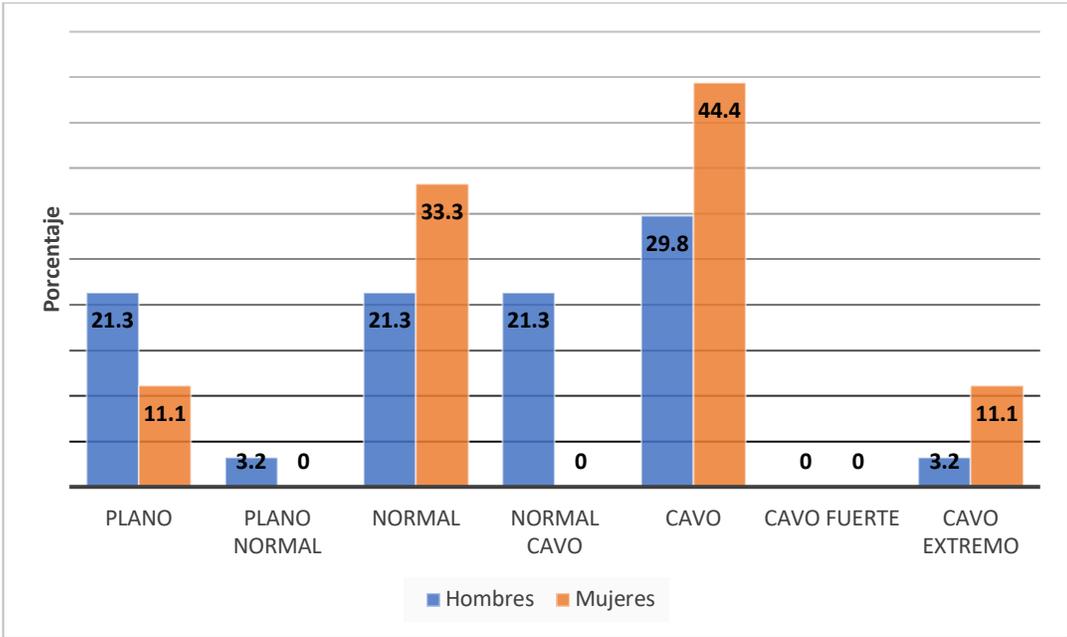


Gráfico 7. Tipo de huella plantar por género para pie izquierdo. Fuente: Directa.

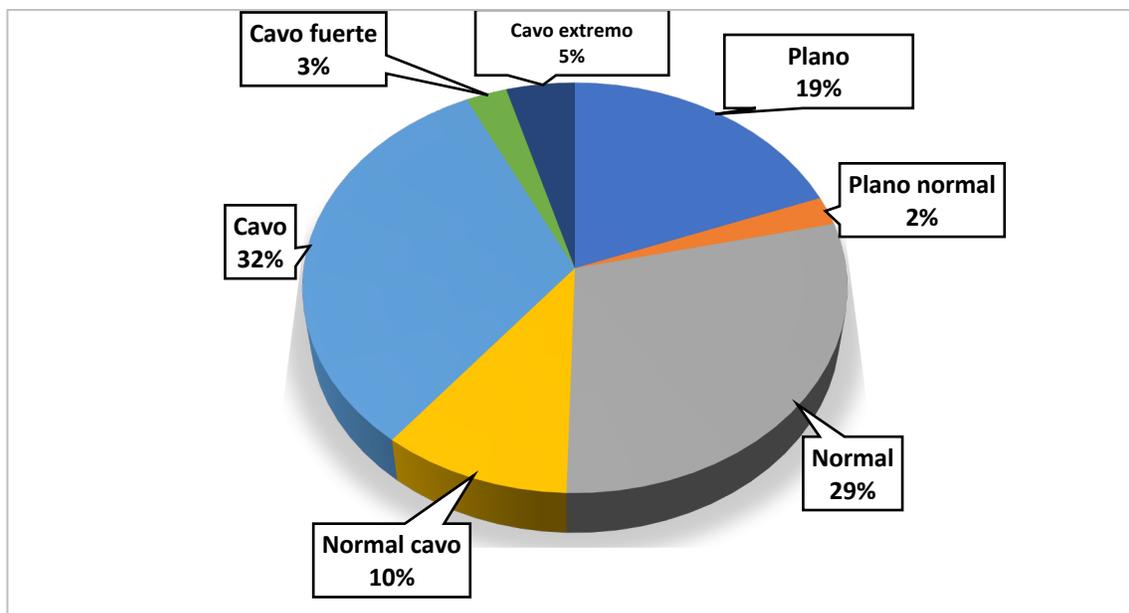


Gráfico 8. Tipo de huella plantar para el total. Fuente: Directa.

Para el estudio de correlación entre el tipo de huella plantar con el índice de masa corporal para cada grupo (obesidad, sobrepeso, peso normal y delgadez) se obtuvo que no existe asociación estadísticamente significativa (Tabla 3). El pie normal fue el tipo de pie con mayor porcentaje (40.7%) para el pie derecho en el grupo con obesidad y para el pie izquierdo el pie cavo con 29.6%. Los sujetos con obesidad presentaron una prevalencia de pie plano del 14.8% para ambos pies.

Tabla 3. Tipo de huella plantar para obesidad de acuerdo a IMC

| | Obesidad | Sobrepeso | Normal | Delgadez | Total |
|---------------------|----------|-----------|--------|----------|-------|
| Plano | 8 | 6 | 27 | 2 | 43 |
| Plano normal | 2 | 0 | 3 | 0 | 5 |
| Normal | 17 | 13 | 31 | 4 | 65 |
| Normal cavo | 7 | 5 | 11 | 0 | 23 |
| Cavo | 16 | 23 | 33 | 0 | 72 |
| Cavo fuerte | 1 | 1 | 4 | 0 | 6 |
| Cavo extremo | 3 | 0 | 7 | 0 | 10 |
| Total | 54 | 48 | 116 | 6 | 224 |

$p > 0.05$

Fuente: Directa

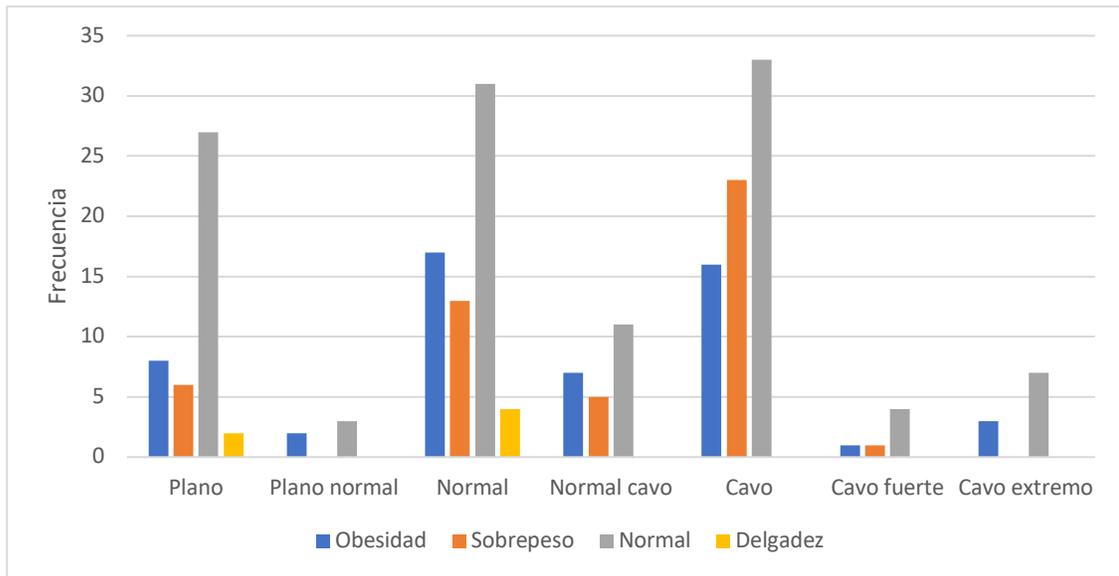


Gráfico 9. Tipo de huella plantar por obesidad de acuerdo a IMC. Fuente: Directa.

En el estudio de correlación entre el tipo de huella plantar y obesidad de acuerdo al porcentaje de masa grasa no se encontró asociación estadísticamente significativa (Tabla 4).

Tabla 4. Tipo de huella plantar por obesidad de acuerdo a porcentaje de masa grasa.

| | Obesidad | Exceso de grasa | Normal | Bajo porcentaje de grasa | Total |
|--------------|----------|-----------------|--------|--------------------------|-------|
| Plano | 12 | 19 | 8 | 4 | 43 |
| Plano normal | 2 | 2 | 1 | 0 | 5 |
| Normal | 27 | 6 | 25 | 7 | 65 |
| Normal cavo | 11 | 2 | 10 | 0 | 23 |
| Cavo | 33 | 13 | 22 | 4 | 72 |
| Cavo fuerte | 2 | 0 | 4 | 0 | 6 |
| Cavo extremo | 3 | 2 | 4 | 1 | 10 |
| Total | 90 | 44 | 74 | 16 | 224 |

$p > 0.05$

Fuente: Directa.

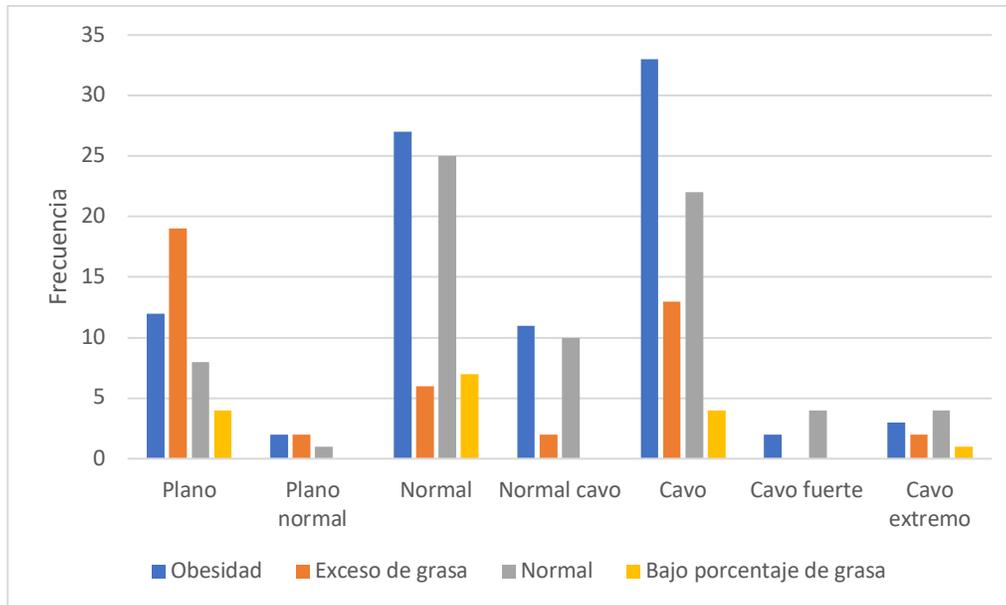


Gráfico 10. Tipo de huella plantar por obesidad de acuerdo a porcentaje de masa grasa. Fuente: Directa.

De acuerdo al nivel de actividad física se encontró una asociación estadísticamente significativa con el tipo de huella plantar (Tabla 5) $p=0.36$ para pie derecho y $p=0.34$ para pie izquierdo. La población catalogada como físicamente activa tuvo mayor proporción de pie cavo (38.5%) y normal (35.9%); en contraparte la población físicamente catalogada como no activa tuvo una mayor presencia de pie plano (32.4%) y pie normal (32.4%).

Tabla 5. Tipo de huella plantar y nivel de actividad física

| | Activo | No activo | Total |
|--------------|--------|-----------|-------|
| Plano | 20 | 23 | 43 |
| Plano normal | 1 | 4 | 5 |
| Normal | 48 | 17 | 65 |
| Normal cavo | 16 | 7 | 23 |
| Cavo | 60 | 12 | 72 |
| Cavo fuerte | 5 | 1 | 6 |
| Cavo extremo | 6 | 4 | 10 |
| Total | 156 | 68 | 224 |

$p<0.05$
Fuente: Directa.

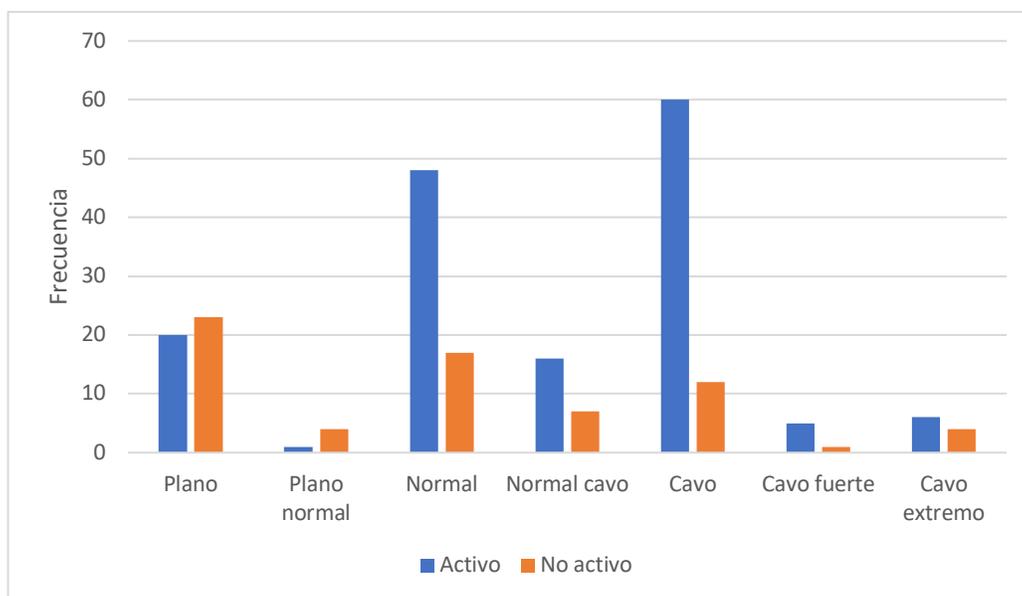


Gráfico 11. Tipo de huella plantar y nivel de actividad física. Fuente: Directa.

La tabla 6 muestra la clasificación de actividad física por edad y la tabla 7 muestra obesidad para la edad.

Tabla 6. Actividad física por edad

| Nivel de actividad física | Edad (años) | | | | | Total |
|---------------------------|-------------|-------|-------|-------|-------|--------|
| | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | |
| Activo | 18 | 14 | 19 | 12 | 15 | 78 |
| % edad | 69.2 | 60.9 | 63.3 | 66.7 | 100.0 | 69.6% |
| No activo | 8 | 9 | 11 | 6 | 0 | 34 |
| % edad | 30.8% | 39.1% | 36.7% | 33.3% | 0.0% | 30.4% |
| Total | 26 | 23 | 30 | 18 | 15 | 112 |
| % | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0% |

Fuente: Directa

Tabla 7. Obesidad por edad

| | Edad (años) | | | | | Total |
|--------------------|-------------|------|------|------|------|------------|
| | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | |
| Obesidad | 8 | 3 | 9 | 5 | 2 | 27 |
| % por edad | 30.8 | 13.0 | 30.0 | 27.8 | 13.3 | 24.1 |
| Sobrepeso | 1 | 9 | 4 | 6 | 4 | 24 |
| % por edad | 3.8 | 39.1 | 13.3 | 33.3 | 26.7 | 21.4 |
| Peso normal | 17 | 10 | 16 | 7 | 8 | 58 |
| % por edad | 65.4 | 43.5 | 53.3 | 38.9 | 53.3 | 51.8 |
| Delgadez | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 3 |
| % por edad | 0 | 4.4 | 3.4 | 0 | 6.7 | 2.7 |
| n total | 26 | 23 | 30 | 18 | 15 | 112 |
| Total % | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |

Fuente: Directa

Tabla 8. Obesidad por porcentaje de masa grasa de acuerdo a la edad.

| | Edad (años) | | | | | Total |
|---------------------------------|-------------|------|------|------|------|------------|
| | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | |
| Obesidad | 10 | 9 | 12 | 9 | 5 | 45 |
| % por edad | 38.5 | 39.1 | 40.0 | 50.0 | 33.3 | 40.2 |
| Exceso de grasa | 3 | 8 | 4 | 5 | 2 | 22 |
| % por edad | 11.5 | 34.8 | 13.3 | 24.8 | 13.3 | 19.6 |
| Normal | 11 | 5 | 12 | 3 | 6 | 37 |
| % por edad | 42.3 | 21.7 | 40.0 | 16.7 | 40.0 | 33.0 |
| Bajo porcentaje de grasa | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 8 |
| % por edad | 7.7 | 4.3 | 6.7 | 5.6 | 13.3 | 7.1 |
| n total | 26 | 23 | 30 | 18 | 15 | 112 |
| Total % | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |

Fuente: Directa

Tabla 9. Estadísticos descriptivos por edad

| | | Edad (años) | | | | |
|---------------------------|------------|-------------|------|------|------|-------|
| | | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| | n= | 26 | 23 | 30 | 18 | 15 |
| Estatura (m) | Mínimo | 1.13 | 1.26 | 1.28 | 1.35 | 1.43 |
| | Máximo | 1.43 | 1.45 | 1.58 | 1.54 | 1.64 |
| | Media | 1.28 | 1.35 | 1.41 | 1.45 | 1.53 |
| | Desviación | .07 | .04 | .06 | .05 | .06 |
| Masa Corporal (kg) | Mínimo | 21.4 | 24.3 | 22.2 | 28.6 | 30.8 |
| | Máximo | 49.1 | 53.6 | 58.2 | 58.9 | 92 |
| | Media | 30.1 | 34.7 | 39.1 | 43.7 | 50.2 |
| | Desviación | 8.5 | 7.3 | 10.4 | 9.2 | 14.3 |
| IMC | Mínimo | 14.1 | 13.5 | 13.5 | 15.3 | 13.5 |
| | Máximo | 24.2 | 26.8 | 26.6 | 26.9 | 34.2 |
| | Media | 17.9 | 18.5 | 19.1 | 20.6 | 21.1 |
| | Desviación | 3.3 | 3.3 | 3.7 | 3.6 | 4.8 |
| % de masa grasa | Mínimo | 8.7 | 12.4 | 7.8 | 8.8 | 11.9 |
| | Máximo | 56.3 | 40.6 | 46.9 | 45.1 | 37.2 |
| | Media | 24.1 | 25.9 | 24.9 | 29.8 | 25.08 |
| | Desviación | 11.4 | 7.9 | 9.9 | 9.4 | 9.09 |

Fuente: Directa

En la población estudiada encontramos una prevalencia de obesidad de acuerdo al IMC del 24.1% y 21.4% para sobrepeso, cifras ligeramente por arriba en relación con cifras nacionales (18.1% para obesidad y 17.5% para sobrepeso) proporcionados en la última Encuesta Nacional de Salud y Nutrición del 2018. (1) Respecto al género los hombres acumulan una prevalencia de sobrepeso y obesidad del 46.8% y las mujeres de 38.8%, datos relevantes de la tendencia en nuestro país hacia el incremento del sobrepeso y obesidad.

En relación a la clasificación de obesidad con base en el porcentaje de masa grasa por bioimpedancia eléctrica, la prevalencia de obesidad encontrada en nuestra población fue de 40.2% y de 19.6% para exceso de grasa (correspondiente al mismo punto de corte percentilar para sobrepeso). Observamos una mayor proporción de obesidad y sobrepeso en comparación con la clasificación por IMC; si bien este último es una herramienta útil, práctica y de bajo costo para estratificar sobrepeso y obesidad no distingue la masa libre de grasa. (27)

En cuanto a la clasificación de actividad física en nuestra población se aprecia que el 69.6% cumplen con los criterios propuestos por la OMS de practicar al menos 60 minutos diarios de actividad física moderada o intensa. En comparación con la prevalencia y tendencias de actividad física en niños y adolescentes de la ENSANUT 2012 y ENSANUT Medio Camino del 2016 (36) en donde más del 80% de los niños no cumple con las recomendaciones para ser considerado físicamente activo, en nuestros participantes se observa una elevada prevalencia de sujetos físicamente activos, sin embargo es importante reconocer que nuestros individuos de estudio son en su mayoría población que acude a una valoración morfofuncional deportiva o pre deportiva por ser un centro de medicina de la actividad física y el deporte, razón por la cual no puede ser considerada como una muestra representativa de la población infantil en general. El comportamiento respecto al género presenta un patrón similar (71.3% en hombres vs 61.1% en mujeres) respecto a los físicamente activos.

Con referencia al tipo de huella plantar para ambos pies no se encontró relación estadísticamente significativa ($p > 0.05$) respecto a la obesidad clasificada por IMC y por el porcentaje de grasa corporal. Este resultado es discordante con los hallazgos de otros estudios (18) con muestras mayores en donde concluyen que una correlación positiva entre un aumento del IMC y el pie plano es una de las posibles complicaciones de la obesidad infantil. Los resultados no significativos de este estudio pueden explicarse con base en el argumento que el pie plano podría presentarse por un mecanismo de sobrecarga continuada en el tiempo, por lo que la relación de obesidad con huellas planas aparecería en edades posteriores, durante la adolescencia. (37) Correspondiente a la relación entre tipo de huella plantar y la clasificación de obesidad por porcentaje de masa grasa no encontramos estudios que aborden el análisis de estas variables en la población pediátrica mexicana.

Al no tener significancia estadística la relación de la obesidad de acuerdo al IMC y porcentaje de grasa no se puede rechazar la hipótesis nula, aceptando que los niños de 8 a 12 años con obesidad no se relacionan con el tipo de huella plantar.

Por otra parte, existe una asociación entre la actividad física y el tipo de huella plantar con una fuerza de asociación moderada. Sabemos que la presencia o ausencia de pie plano se modifica en función de varios factores como la edad, maduración de estructuras osteoligamentosas, sobrepeso u obesidad, sin embargo, el presente estudio demuestra que los niños y adolescentes de 8-12 años físicamente activos pueden tener un factor protector en contra de presentar pie plano incluso teniendo factores de riesgo tales como sobrepeso u obesidad.

Como médico especialista en medicina de la actividad física y el deporte es relevante una adecuada clasificación del nivel de actividad física desde la recolección inicial de la historia clínica, siendo una herramienta clave para nuestras funciones.

Conclusiones

Los niños de 8-12 años con obesidad o sobrepeso no se relacionan con el tipo de huella plantar.

Existe una asociación entre actividad física y el tipo de huella plantar con una fuerza de asociación moderada. En conclusión, este estudio brinda la evidencia de que la actividad física puede modificar el tipo de huella plantar y como consecuencia disminuir la presencia de la patología del pie plano.

La clasificación de IMC en niños puede subestimar la obesidad, el sobrepeso y la delgadez (bajo porcentaje de grasa) en comparación de la clasificación por porcentaje de masa grasa.

Los niveles de actividad física de la población estudiada se encuentran aumentados debido a que las personas físicamente activas acuden para su atención a centros especializados en medicina de la actividad física y el deporte.

Recomendaciones

Se sugiere una muestra mas grande para representatividad de los hallazgos de este estudio y también para respaldar estudios previos que analizan la relación entre pie plano y obesidad.

Futuros estudios podrían valorar sujetos adolescentes y adultos para que de esta manera se muestren la posibles diferencias o similitudes en la huella plantar.

Correspondiente a la relación entre tipo de huella plantar y la clasificación de obesidad por porcentaje de masa grasa se vuelve necesario generar una nueva línea de investigación, ya que no encontramos estudios que aborden el analisis de estas variables en la población pediátrica mexicana.

Se sugiere hacer un llenado detallado de las actividades físicas de los pacientes para permitir una adecuada clasificación del nivel de actividad física; es decir el tipo de actividad, el tiempo en que se realiza, la frecuencia con la que se realiza, así como la intensidad de la misma.

Bibliografía

1. INEGI-INSP. Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2018 ENSANUT. 2019.
2. Bellido D, Bellid V. Composición corporal en niños y adolescentes: en búsqueda de la técnica ideal. *Nutr Hosp.* 2016; 33(5):1013-1014.
3. Saldívar H, Garmendia A, Rocha M, Perez P. Obesidad infantil: factor de riesgo para desarrollar pie plano. *Boletín Médico Del Hospital Infantil de México.* 2015; 72(1), 55–60.
4. Nielsen R, Rathleff M, Moelgaard C, Kaalund S, Olesen G, Kersting U. Video based analysis of dynamic midfoot function and its relationship with Foot Posture Index scores. *Gait & Posture.* 2010; 31(1)126–130.
5. Hansen J. *Netter's Clinical Anatomy Philadelphia: Elsevier; 2006.*
6. Sous J, Navarro R, Navarro R, Brito E, Ruiz J. Bases Anatómicas del Tobillo. *Canarias Médica y Quirúrgica.* 2011; 2(3):4-12.
7. Kapandji A. *Fisiología articular Madrid: Panamericana; 1998.*
8. Álvarez C, Palma W. Desarrollo y biomecánica del arco plantar. *Ortho-tips-2010; 6(4):215-22.*

9. Landorf K, Keenan A, Herbert R. Effectiveness of foot orthoses to treat plantar fasciitis: a randomized trial. Archives of internal medicine. 2006;166(12):1305-10.
10. Cavanagh P, Morag E, Boulton A, Young M. The relationship of static foot structure to dynamic foot function. Journal of Biomechanics, 1997, 30(3):243-50.
11. Bouisset S, Do M. S. Bouisset and M. Do, "Posture , Dynamic Stability , and Voluntary Movement Posture, Stabilité Dynamique et Mouvement Volontaire". Neurophysiol. Clin. 2008; 38(6): 345-62.
12. Luengas L, Díaz M, Gonzalez J. Determinación de tipo de pie mediante el procesamiento de imágenes. Ingenium. 2016; 17(34):147-61.
13. Gómez R. Características de la huella plantar en jugadores de la selección mayor varonil de futbol asociación en la Universidad Autónoma del Estado de México. 2018 [Especialista]. Universidad Autónoma del Estado de México; 2018.
14. Cáceres T. Tipificación de la huella plantar de escolares Mov.cient. 2014; 8(1): 44-52.
15. Hernández Corvo R. Morfología funcional deportiva: sistema locomotor. Madrid: Paidotribo; 1989.

16. Taylor E, Theim K, Mirch M, Ghorbani S. Orthopedic complications of overweight in children and adolescents. *Pediatrics*. 2006;117:2167–74.
17. Mickle K, Steele J, Munro B. The feet of overweight and obese young children: are they flat or fat?. *Obesity (Silver Spring)*. 2006;14:1949-53.
18. Pourghasem M, Kamali N, Farsi M, Soltanpour N. Prevalence of flatfoot among school students and its relationship with BMI. *Acta Orthop Traumatol Turc*. 2016; 50(5):554-57.
19. Dowling A, Steele J, Baur L. What are the effects of obesity in children on plantar pressure distributions?. *International Journal of Obesity*. 2004; 28(11), 1514–19.
20. Dowling A, Steele J, Baur LA. Does obesity influence foot structure and plantar pressures in prepubescent children?. *Int J Obes Relat Metab Disord* 2001; 25: 845–52.
21. Blaise N. The diagnosis and management of common childhood orthopedic disorders.. *Curr Probl Pediatr Adolesc Health Care*. 2011; 41(1):2-28.
22. Jankowicz-Szymanska A, Mikolajczyk, E, Wodka K. Correlations Among Foot Arching, Ankle Dorsiflexion Range of Motion, and Obesity Level in Primary School Children. *J Am Podiatr Med Assoc*. 2017; 107(2):130-36.

23. Laguna N, Alegre L, Aznar S, Abian J, Casado L, Aguado X. ¿Afecta el sobrepeso a la huella plantar y al equilibrio de niños en edad escolar? *Apunts Med Esport*. 2010;45(165):9–16.
24. Corbeil P, Simoneau M, Rancourt D, Tremblay A. Increased risk for falling associated with obesity: Mathematical modeling of postural control. *EEE Trans Neural Systems Rehabil Eng*. 2001;9:126–36.
25. Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades. www.cdc.gov. [Online].; 2015 [cited 2020 Noviembre. Available from: <https://www.cdc.gov/healthyweight/spanish/assessing/bmi>.
26. Organización Mundial de la Salud. WHO. [Online].; 2018 [cited 2020 Noviembre. Available from: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/physical-activity>.
27. Kyle U, Earthman C, Pichard C, Coss J. Body composition during growth in children: limitations and perspectives of bioelectrical impedance analysis. *European Journal of Clinical Nutrition*. 2015; 69(12):1298–1305.
28. Lee S, Gallagher D. Assessment methods in human body composition. *Current Opinion in Clinical Nutrition & Metabolic Care*. 2008; 11(5):566-72.
29. Vázquez F, Salazar G, Diaz E, Lera L, Anziani A. Comparison of body fat calculations by sex and puberty status in obese schoolchildren using two and four compartment body composition models. *Nutr Hosp* 2016;33(5):1116-22.

30. Chula de Castro J, Lima T, Rodriguez T, Santos D. Body composition estimation in children and adolescents by bioelectrical impedance analysis: A systematic review. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*. 2017; 22(1): 134–46.
31. Mueller W, Harrist R, Doyle S. Percentiles of Body Composition From Bioelectrical Impedance and Body Measurements in U.S. Adolescents 8–17 Years Old: Project HeartBeat! *American Journal of Human Biology*. 2004; 16(2), 135-50.
32. Escobar C, Correa J, González E, Schmidt , Schmidt J, Ramírez R. Percentiles de grasa corporal por bioimpedancia eléctrica en niños y adolescentes de Bogotá, Colombia: estudio FUPRECOL. *Arch. argent. pediatr*. 2016; 114(2): 135-42.
33. McCarthy H, Cole T, Fry T, Jebb S, Prentice A. Body fat reference curves for children. *Int J Obes*. 2006; 30(4):598-602.
34. ACSM's. *Guidelines for Exercise Testing and Prescription Philadelphia: Wolters Kluwer ; 2018.*
35. Crespo J, Delgado M, Blanco O, Aldecoa L. Guía básica de detección del sedentarismo y recomendaciones de actividad física en atención primaria.. *Atención Primaria*. 2015; 47(3), 175–83.
36. Medina C, Jáuregui A, Campos I, Barquera S. Prevalencia y tendencias de actividad física en niños y adolescentes: resultados de Ensanut 2012 y Ensanut MC 2016. *Salud Publica Mex* 2018;60:263-27.

37. Riddiford D, Steele J, Storlien L. Does obesity influence foot structure in prepubescent children? *Int J Obes*. 2000;24:541–4.



| Región anatómica | Normal | Describir si existe patología |
|--------------------|--------|-------------------------------|
| Cabeza, cara | | |
| Cuello | | |
| Tórax | | |
| Región precordial | | |
| *Septina | | |
| C. pulmonares | | |
| Abdomen | | |
| Genitales | | |
| Tren superior | | |
| Tren inferior | | |
| *Pulsaes femorales | | |
| Ortopédica | | |
| Columna | | |

*Signos físicos de Síndrome de Marfan

GONIOMETRÍA

Articulación: _____

| Movimiento | Derecho | | Izquierdo | | Movimiento | Derecho | | Izquierdo | |
|------------|---------|--------|-----------|--------|---------------------|---------|--------|-----------|--------|
| | TM | Grados | G | Grados | | TM | Grados | G | Grados |
| Flexión | | | | | Rotación Interna | | | | |
| Extensión | | | | | Rotación Externa | | | | |
| Abducción | | | | | Pronación (Elev...) | | | | |
| Aducción | | | | | Supinación (Inv...) | | | | |

G=marcar cuando el movimiento sea con fuerzas intervinientes de la gravedad
TM: tipo de movimiento, opciones: P=pasivo; A= activo



Odontograma:

| ADULTO | | | | | | | | | | PREADULTO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| DENTADO | | | | | | | | | | DENTADO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 14 | 17 | 16 | 15 | 14 | 13 | 12 | 11 | 10 | 9 | 22 | 21 | 20 | 19 | 18 | 17 | 16 | 15 | 14 | 13 | 44 | 43 | 42 | 41 | 40 | 39 | 38 | 37 | 36 | 35 | 64 | 63 | 62 | 61 | 60 | 59 | 58 | 57 | 56 | 55 |
| <input type="checkbox"/> |

Gabinete y laboratorio: _____

Impresión diagnóstica: _____

Clasificación:

| | | | | | | |
|------------------|------------|---------|---------|-------|----------|---------|
| Actividad Física | A | B | C | D | E | Deporte |
| | ≥ 36 horas | 16-35 h | 10-17 h | 2-9 h | <2 horas | |

Clasificación de actividad física: Baja _____ Moderada _____ Vigorosa _____ No aplica _____

Tamizaje de riesgo CV:

AHA _____ Con riesgo _____ Sin riesgo

OMS _____ 10% _____ 10% - 20% _____ 20%-30% _____ 30%-40% _____ >40%

Tratamiento: _____

Pronóstico: _____

Observaciones y recomendaciones: _____

Medico tratante
Cédula profesional

Yo entrevistado hago constar que los datos aquí asentados son verídicos

Anexo 2. Consentimiento informado de bioimpedancia electrónica en equipo In body, valoración postural y goniometría


Consentimiento/consentimiento informado de bioimpedancia electrónica en equipo in body
 Atención de Medicina del Deporte
 Facultad de Medicina
 Centro de Investigación y Estudios Avanzados en Ciencias de la Salud
 Centro de Medicina de la Actividad Física y el Deporte

Versión: 1
 Fecha: 07/01/2019

Consentimiento/consentimiento informado sobre la realización de bioimpedancia electrónica en equipo in body

Especificaciones para realizar estudio.

- Presentarse en ropa cómoda y ligera (short o lycra cortos, playera y femeninos con top)
- En caso de mujeres no encontrarse en su periodo menstrual.
- No traer objetos metálicos (anillos, cadenas, piercing, pulseras, etc.)
- No acudir con el cabello mojado
- No bañarse a altas temperaturas el día del estudio.
- Evacuar y orinar antes de la prueba
- Acudir con un mínimo de 3 horas de ayuno (Alimentos y Bebidas)
- No haber realizado ejercicio previo al estudio

Procedimiento.

Consiste en la colocación del paciente en posición de pie, tomando con ambas manos los electrodos, extendiendo y separando los brazos de manera que no toquen los lados del tronco, verificando que ambas plantas del pie se encuentren sobre las marcas establecidas, permaneciendo en esta posición el tiempo que le sea indicado por el personal de salud responsable del estudio

Contraindicaciones:

| ABSOLUTAS | RELATIVAS |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • Presencia de objetos metálicos en el cuerpo (placas o tornillos quirúrgicos) • Presencia de marcapasos cardíaco | <ul style="list-style-type: none"> • Haber ingerido agua o alimentos en las últimas 3 horas • Haber realizado ejercicio físico intenso 24 hrs antes de la prueba y/o ligero antes del estudio |
| <ul style="list-style-type: none"> • Incapacidad para permanecer de pie durante el estudio | <ul style="list-style-type: none"> • Encontrarse en periodo menstrual |
| <ul style="list-style-type: none"> • Si la persona se rehúsa a firmar el consentimiento | <ul style="list-style-type: none"> • Haber ingerido alcohol 12 horas antes de la prueba |
| <ul style="list-style-type: none"> • Amputación de segmento corporal | <ul style="list-style-type: none"> • Encontrarse en tratamiento médico con algún tipo de diurético. |
| <ul style="list-style-type: none"> • Embarazo | |
| <ul style="list-style-type: none"> • Personas menores a 3 años y mayores 95 años • Masa Corporal por debajo de 10kg o superior a los 250kg • Estatura menor a los 95 cm o por arriba de los 200cm • Presencia de Edema o retención de líquidos | |

DOCUMENTO CONTROLADO EN EL SITIO WEB DEL IISQ, QUE SE ENCUENTRA DISPONIBLE EXCLUSIVAMENTE PARA LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO. PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL.
 1/3


Consentimiento/consentimiento informado de bioimpedancia electrónica en equipo in body
 Atención de Medicina del Deporte
 Facultad de Medicina
 Centro de Investigación y Estudios Avanzados en Ciencias de la Salud
 Centro de Medicina de la Actividad Física y el Deporte

Versión: 1
 Fecha: 07/01/2019

Beneficios:

Conocer una estimación de la composición corporal propia: agua corporal total, agua segmental intra y extra celular, masa grasa, masa libre de grasa, masa muscular, área grasa visceral, estimación mineral ósea, entre otros.

Riesgos:

Ninguno

INFORMACIÓN SOBRE LA REALIZACIÓN DE ANTROPOMETRIA:

Especificaciones para realizar estudio.

- Presentarse en ropa cómoda:
 - Hombres: short corto o lycra cortos
 - Mujeres: traje de baño 2 piezas o lycra y top
- No traer objetos metálicos (anillos, cadenas, piercing, pulseras, etc.)

Procedimiento.

Consiste en la toma de una serie de medidas cineantropométricas estandarizadas según los criterios de ISAK (International Society for the Advancement of Kinanthropometry).

El paciente deberá encontrarse vestido en caso de hombres únicamente con short, para las mujeres se solicitará short o lycra y top tipo deportivo, posteriormente se realizará la toma de peso en equipo inbody y estatura en el estadiómetro digital, se continuará por posicionar al paciente sobre el tablón en bipedestación, vista al frente, con brazos a los lados, talones juntos y punta de los pies ligeramente separadas, una vez asumiendo la posición anatómica correcta se procederá a iniciar el estudio, se realizarán marcas en puntos anatómicos específicos en el cuerpo para proceder a tomar medidas de pliegues cutáneos con un pliometro, circunferencias con una cinta métrica así como longitudes y diámetros con un antropómetro, el personal responsable del estudio le indicará al paciente la posición correcta que debe adoptar para la toma específica de cada medida, estas mediciones corporales se realizarán dos veces.

Contraindicaciones:

| ABSOLUTAS | RELATIVAS |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • Si la persona se rehúsa a firmar el consentimiento | <ul style="list-style-type: none"> • Obesidad tipo II o III |
| <ul style="list-style-type: none"> • Incapacidad para mantenerse de pie durante el estudio | <ul style="list-style-type: none"> • Lesiones osteomusculares y/o osteomiocarticulares |
| <ul style="list-style-type: none"> • Edema +++ | <ul style="list-style-type: none"> • Retención de líquidos |

Beneficios:

Conocer una estimación de la composición corporal propia: masa grasa, masa muscular, masa ósea y masa visceral.

Riesgos:

Ninguno

DOCUMENTO CONTROLADO EN EL SITIO WEB DEL IISQ, QUE SE ENCUENTRA DISPONIBLE EXCLUSIVAMENTE PARA LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO. PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL.
 2/3



Por lo anteriormente expuesto, una vez leído y entendido manifiesto bajo mi libre y espontánea voluntad, sin ningún tipo de coacción o presión, autorizo que se realice el procedimiento de estudio denominado "Bioimpedancia electrónica" y/o "Antropometría" por lo que estoy plenamente enterado de los beneficios y riesgos inherentes del procedimiento. También autorizo que en caso de ocurrir algún tipo de incidente o accidente, se realicen maniobras de atención primaria y en caso de ser necesario autorizo traslado hospitalario.

Es de mi conocimiento que el evaluado es libre de retirarse de este estudio en el momento que lo desee. Así como el derecho a que la información sea confidencial y se mantenga fuera del alcance del personal no médico. Se velará por el bien de todas las personas, otorgando el permiso para que la información que de aquí resulte sea utilizada en estudios de investigación.

Se me informa y da a leer el "Aviso de privacidad de la información", siendo de mi conocimiento que soy libre de consultarlo en cualquier momento: www.uaemex.mx

A partir del presente consentimiento se autoriza cada una de las intervenciones de Bioimpedancia electrónica y/o Antropometría, a las que acudo voluntariamente.

AUTORIZO: _____
Firma del Padre y/o tutor

Asentimiento: _____ FECHA: _____
Firma del alumno

Lugar: _____ Toluca _____ Otro, especifique: _____

Testigo: _____ Testigo: _____
Nombre/firma y parentesco Nombre/ firma y parentesco

Nombre del personal de salud que informo: _____

Firma: _____ Ced. Prof. _____



Consentimiento/Asentimiento informado de valoración postural y goniometría

Especificaciones para realizar estudio

- Presentarse aseados con ropa limpia
- Evitar el uso de cremas o lociones corporales previo a la prueba
- Los hombres deberán presentarse con short corto, que este por arriba de las rodillas.
- Las mujeres deberán presentarse con top y short corto.
- Evitar ejercicio intenso antes de la prueba.

Procedimiento

Prevía consulta médica, anamnesis y exploración física se procede a llenar los datos del paciente en el equipo incluyendo nombre completo, ficha de identificación, edad, sexo, deporte que realiza y fecha del estudio.

Para la valoración postural se le pedirá al paciente que se ponga de pie, y se colocaran etiquetas como los puntos de referencia para el estudio, las cuales se colocan en plano frontal:

- Espinas ilíacas Antero-Superiores (EIAS),
- Centro de la rótula
- Apófisis xifoides.
- Apófisis coracoides.

Y en el plano posterior

- Espinas ilíacas postero-superiores
- Vértebra cervical C7
- Vértebra dorsal D7
- Vértebra lumbar L3,
- ángulo inferior y superior del borde medial de la escápula

Colocar la plomada firmemente anclada, evitando posibles oscilaciones, siendo el paciente el que se adaptará a su proyección y no al revés. El paciente evaluado deberá tener el mínimo de ropa posible para poder anotar todos los relieves óseos y segmentos corporales.

Posteriormente se le pedirá al paciente que se suba a la plataforma antropométrica, colocándose frente a la cuadrícula mirando al frente hacia el equipo de análisis. Se le pedirá que se ponga en posición posición erguida, con los brazos relajados y mirando al frente. Se tomara la primera imagen.

Luego se le pide al paciente que gire a su izquierda dando un paso al frente de tal forma que la plomada coincida con la cifosis cervical y dorsal, levantando 30° los brazos, doblando el codo con las manos en supinación; posteriormente se toma la segunda imagen.

Se pedirá al paciente que gire mirando hacia atrás en posición anatómica de referencia, la plomada debe coincidir de igual manera de forma simétrica entre ambos pies, y se tomara la tercera imagen.



Posteriormente se realizara el análisis de la huella plantar, por lo que se le pedirá al paciente se quite calcetines, y se suba al plantoscopio digital donde se le pedirá que coloque ambos pies en el escáner en la zona delimitada por las arcos, en caso de ser pies demasiado grandes, se colocaran un pie a la vez, una vez colocados los pies se pedirá que pise firmemente y que no se mueva mientras se realiza el escaneo de la huella plantar, al obtener la imagen de las huellas se marcaran las longitudes mayores y menores del arco plantar, mediante análisis con la fórmula de Hernández Corvo se determinara el tipo de huella y se pondrá en el reporte.

Para la valoración de los arcos de movimiento mediante Goniometría, se pasa al paciente al área correspondiente y se medirán los arcos de movilidad.

Primero se le pide al paciente sentarse en la camilla para medir:

- Columna cervical: sentado el paciente, el medico colocara el goniómetro alineando la rama fija paralelo al cuello a nivel del oído y la rama móvil con la nariz del paciente, realizara una flexión del cuello activa, y el medico anotara la angulación total. Luego se colocara la rama fija a nivel de cuello alineado con la columna cervical y la rama móvil verticalmente a esta, se solicita realizar lateralización derecha e izquierda de la cabeza, para anotarse por el médico. Después se coloca el goniómetro a nivel del vertex con la rama fija apuntando la nariz, así como la móvil y se pide al paciente que haga una rotación izquierda y una derecha para posteriormente anotar los ángulos.

Después se pide al paciente se coloque de pie y se medirá:

- Hombro: se colocaran ambas ramas del goniómetro en la articulación del hombro alineadas con el brazo y se pedirá realizar un movimiento de abducción, posteriormente uno de aducción, y se anotara por el medico las mediciones de cada una, se realizara esto en ambos brazos.
- Columna lumbar: se colocara el goniómetro a nivel de la vértebra L5 alineando las ramas del goniómetro con la columna y el paciente realizara lateralización derecha e izquierda, anotándose ambas.

Luego se colocara en la camilla de exploración al paciente en decubito dorsal para medir lo siguiente:

- Hombro: en ambos hombros se colocara el goniómetro alinean ambas ramas con el brazo y se pide realice primero una flexión, posteriormente se coloca el goniómetro a nivel de la articulación del codo con el hombro en abducción a 90° y el brazo flexionado a 90°, colocando las ramas del goniómetro alineadas con el antebrazo, se pedirá hacer una rotación interna y una externa del hombro; se realizan las mediciones en ambos brazos y se anotan por el médico.
- Codo: con el brazo extendido en supinación se coloca el goniómetro a nivel de la articulación del codo, fijando la rama fija en el brazo, la móvil en el antebrazo, se le pide al paciente realizar una flexión del brazo y se anotan las mediciones
- Cadera: se coloca el goniómetro a nivel del trocánter pidiendo al paciente primero realizar rotación del pie para localizar la zona, posteriormente se coloca la rama fija alineada con la camilla apuntando a la cabeza del paciente, la rama móvil alineado con la pierna, se le pide que realice una flexión de cadera, posteriormente se fija el goniómetro en la espina ilíaca anterosuperior fijando ambas ramas alineadas con la pierna y se le pide al paciente realice los movimientos de abducción y aducción, realizándose esto en la otra pierna anotándose las mediciones.



- **Rodilla:** Se le pedirá al paciente realice una flexión de cadera a 90° colocándose el goniómetro a nivel de rodilla colocando la rama fija alineada con el muslo del paciente, y la rama móvil con la pierna, se pide realice una flexión registrando el resultado, posteriormente se coloca la pierna extendida, colocando el goniómetro y sus rama en los mismo puntos y se le pide al paciente realice una extensión registrándose, se realiza en ambas piernas y se registra por parte del médico.
- **Tobillo:** Se coloca el goniómetro a nivel del talón con la rama fija alineada con la pierna y la rama móvil con el pie, se le pide al paciente realice tanto una flexión como una extensión, registrándose las mediciones de ambos tobillos.

Después de colocara al paciente en decúbito ventral sobre la camilla y se medirá:

- **Hombro:** el brazo extendido sobre la camilla se coloca el goniómetro alineado con el hombro, colocando las ramas alineadas con el brazo, se le pide al paciente realizar una extensión del hombro, se realiza en hombros y se anotan los resultados.
- **Cadera:** se coloca el goniómetro a nivel del trocánter, colocándose las ramas alineadas con la pierna del paciente realizado este una extensión de la cadera, se realiza en ambas piernas y se anotan los resultados.

Se sienta al paciente en la camilla con las piernas colgando y se mide:

- **Cadera:** se coloca el goniómetro en la articulación de la rodilla con las ramas alineadas con la pierna, después se le pide al paciente realizar una rotación lateral y medial de cadera, haciéndose esto en ambas piernas, anotándose los resultados posteriormente.

Finalización de la prueba

Realizar tres capturas de postura que cumplan con los criterios de calidad de la prueba:

Imagen plano frontal anterior:

Posición erguida mirando al frente con los brazos relajados a lo largo del cuerpo, los talones juntos, con una apertura entre pies de 30° (posición cómoda) y mirando al frente. La plomada debe coincidir de forma simétrica entre ambos pies.

Imagen en plano sagital:

Posición erguida mirando a su izquierda que la plomada coincida con la cifosis cervical y dorsal, levantando 30° los brazos, doblando el codo con las manos en supinación.

Imagen plano frontal posterior:

Posición erguida, con los brazos relajados a lo largo del cuerpo, los talones juntos, con una apertura entre pies de 30° (posición cómoda) y mirando al frente. La plomada debe coincidir de forma simétrica entre ambos pies.



Posteriormente se analizan las imágenes en computadora con Kinovea setup o algún otro programa parecido. Con una imagen clara del plantoscopia digital ya con las mediciones realizadas, se analizaran mediante la fórmula de Hernández Corvo para el diagnóstico de la huella plantar.

Ya obtenidas las medidas de los arcos de movilidad se analizaran cuales están dentro de valores normales, y de esa forma detectar limitaciones articulares.

Beneficios

- Detectar anomalías en el Sistema Osteo-Arto-Muscular
- Nos aportará datos suficientes para conocer las limitaciones estructurales de los sujetos
- Valoración del estado de salud antes de programas de actividad física
- Evaluar postura y posibles alteraciones en deportistas
- Medición del ángulo Q para valorar posibles alteraciones en articulación de rodilla
- Obtener el tipo de huella plantar y analizar el uso de plantillas y/o calzado especiales
- Obtención de datos gráficos para descartar posibles alteraciones en columna.
- Obtención de posibles limitaciones articulares para descubrir las posibles causas y/o dar un manejo adecuado a estas
- Diagnóstico, seguimiento y pronóstico de patologías que produzcan alteración de la postura
- Evaluar el riesgo de procedimientos quirúrgicos
- Estudios epidemiológicos e investigación clínica que incluyan evaluación postural.

Contraindicaciones

Relativas

- Lesiones musculo esqueléticas
- Artritis
- Presentar Tiña y/o onicomicosis
- Obesidad grado III

Absolutas

- Pacientes con deterioro mental o físico que les impide estar correctamente erguidos (ancianos, personas con demencias, niños menores de seis años).
- Lesión del aparato osteomioarticular que impide el estar de pie
- Pacientes que requieran alguna ortesis o prótesis para estar de pie

Riesgos

- Lesiones musculares
- Lesiones tendinosas
- Lesiones ligamentarias



Consentimiento/Asentimiento informado de valoración postural y
goniometría por parte del personal de salud
Atención de Medicina del Deporte
Facultad de Medicina
Centro de Investigación y Estudios Avanzados en Ciencias de la Salud
Centro de Medicina de la Actividad Física y el Deporte

Versión: 1
Fecha: 07/01/2019

Por lo anteriormente expuesto, una vez leído y entendido manifiesto bajo mi libre y espontánea voluntad, sin ningún tipo de coerción o presión, autorizo que se realice el procedimiento de estudio denominado "valoración postural y goniometría" por lo que estoy plenamente enterado de los beneficios y riesgos inherentes del procedimiento. También autorizo que en caso de ocurrir algún tipo de incidente o accidente, se realicen maniobras de reducción e inmovilización, el control y/o tratamiento primario de urgencia y estabilización; en caso de ser necesario autorizo traslado hospitalario.

Es de mi conocimiento que el evaluado es libre de retirarse de este estudio en el momento que lo desee. Así como el derecho a que la información sea confidencial y se mantenga fuera del alcance del personal no médico. Se velará por el bien de todas las personas; otorgando el permiso para que la información que de aquí resulte sea utilizada en estudios de investigación.

Se me informa y da a leer el "Aviso de privacidad de la Información", siendo de mi conocimiento que soy libre de consultarlo en cualquier momento: www.uaemex.mx

A partir del presente consentimiento, se autoriza cada una de las intervenciones de "valoración postural y goniometría" a las que acudo voluntariamente.

AUTORIZO: _____
Firma del Padre y/o tutor

Asentimiento: _____ FECHA: _____
Firma del alumno

Lugar: Toluca Otro, especifique: _____

Testigo: _____ Testigo: _____
Nombre/firma y parentesco Nombre/ firma y parentesco

Nombre del personal de salud que informo: _____
Firma: _____ Ced. Prof. _____

Anexo 3. Hoja de vaciado de datos.

| Sujeto | Sexo | Edad (a) | Talla (cm) | Peso (Kg) | IMC | % M. Grasa | Niv. Act. Fis. OMS | Tipo de huella plantar | |
|-----------|------|----------|------------|-----------|------|------------|--------------------|------------------------|--------------|
| | | | | | | | | PD | PI |
| 1 | 2 | 11 | 1.35 | 28.6 | 15.7 | 19.8 | Activa | Normal | Cavo |
| 2 | 2 | 10 | 1.28 | 22.2 | 13.5 | 7.8 | Activa | Normal | Normal |
| 3 | 1 | 11 | 1.48 | 51.7 | 23.6 | 40.8 | No Activo | Cavo extremo | Cavo extremo |
| 4 | 2 | 12 | 1.53 | 51.8 | 22.1 | 33 | Activa | Cavo | Cavo |
| 5 | 2 | 10 | 1.5 | 53.3 | 23.7 | 35.4 | Activa | Cavo | Cavo |
| 6 | 2 | 10 | 1.58 | 56.7 | 22.7 | 32.4 | No activa | Cavo | Cavo |
| 7 | 1 | 8 | 1.22 | 21.6 | 14.5 | 13.6 | Activo | Normal | Normal |
| 8 | 1 | 8 | 1.03 | 38.8 | 36.6 | 56.3 | No Activo | Plano normal | Plano normal |
| 9 | 1 | 12 | 1.58 | 64.3 | 25.8 | 35.4 | Activo | Cavo fuerte | Cavo extremo |
| 10 | 2 | 9 | 1.41 | 34.6 | 17.4 | 30.1 | No Activo | Cavo | Cavo |
| ... | | | | | | | | | |