

Estudi del comportament de l'empremta plantar en jugadors de voleibol després de l'esforç, considerant la seva composició corporal i el seu somatotip. (Amb protocol monopodal estàtic en recolzament.)

Estudio del comportamiento de la huella plantar en jugadores de voleibol después del esfuerzo considerando su composición corporal y somatotipo. (Con protocolo monopodal estático en apoyo)

Gonzalo Sirgo Rodriguez; Xavier Aguado Jodar
INEF de León

RESUM

L'objectiu d'aquest treball és estudiar el comportament de l'empremta plantar estàtica amb càrrega, en jugadors de voleibol, després de l'activitat, respecte de la seva composició corporal i somatotip.

S'ha comptat amb un total de 23 jugadors de categoria sènior, dels quals s'han escollit 10 que van jugar tot el partit. Una vegada que se'ls hi va trobar la seva composició corporal i somatotip, se'ls hi va realitzar un fotopodograma amb càrrega monopodal (amb recolzament al davant per evitar oscil·lacions de pronosupinació del peu) abans i després de l'activitat. L'empremta plantar va ser analitzada pel mètode d'Hernández Corvo (Hernández, R., 1985). Es van estudiar les relacions entre la longitud i l'amplada dels diferents segments d'aquesta, en relació amb la composició corporal.

L'anàlisi dels resultats demostra que, a mida que augmenta la tendència ectomòrfica del subjecte, disminueix la relació entre el segment X de l'empremta (amplada corresponent als metatarsians), respecte a la longitud total d'aquesta, en ambdós peus. Així mateix, la tendència mesomòrfica fa que augmenti l'anterior relació.

No es van trobar però, diferències significatives en el percentatge d'enfonsament, abans de l'activitat.

Paraules clau

Composició corporal. Somatotip. Empremta plantar estàtica. Mètode d'Hernández Corvo.

RESUMEN

El objetivo de este trabajo es estudiar el comportamiento de la huella plantar estática con carga en jugadores de voleibol después de la actividad con respecto a su composición corporal y somatotipo.

Se ha contado con un total de 23 jugadores de categoría senior, de éstos se ha escogido a 10 que jugaron todo el partido. Una vez se les halló la composición corporal y somatotipo se les realizó un fotopodograma con carga monopodal (con apoyo al frente para evitar basculaciones de pronosupinación del pie) antes y después de la actividad. La huella plantar fue analizada por el método de Hernández Corvo (Hernández, R. 1985). Se estudiaron las relaciones entre la longitud y anchura de los diferentes segmentos de ésta en relación con la composición corporal.

El análisis de los resultados demuestra que a medida que aumenta la tendencia ectomórfica del sujeto disminuye la relación entre el segmento X de la huella (anchura correspondiente a los metatarsianos) respecto a la longitud total de ésta, en ambos pies. Al mismo tiempo la tendencia mesomórfica hace que aumente la anterior relación.

No hubo, sin embargo, diferencias significativas en el porcentaje de hundimiento antes y después de la actividad.

Palabras clave

Composició corporal. Somatotipo. Huella plantar estàtica. Método de Hernández Corvo.

Introducció

L'estudi dels cos humà, des del prisma del rendiment esportiu, ens està abocant a una especialització de les seves àrees d'investigació; per això la separació entre la Psicologia, Fisiologia i Biomecànica. Tanmateix, totes elles tenen una finalitat comú, que és maximitzar el rendiment esportiu.

Sense oblidar aquestes condicions, aquest estudi tractarà d'aprofundir en el coneixement de l'organisme que fa esport, sota dos prismes: el fisiològic i el biomecànic.

Un dels aspectes previs a ressenyar, sense tenir en compte els resultats i conclusions de l'anàlisi de les dades és que, degut a l'instrumental utilitzat, tant a l'abast de tothom, qualsevol persona (entrenadors, professors, etc.) pot estudiar el comportament del cos de les persones que té al seu càrrec, en lloc de fixar-se només en els objectius aconseguits.

D'altra banda, tot i que l'estudi de l'empremta plantar ja fa temps que es va posar en marxa (Lelievre, L.; Lelievre, J.R., 1987), s'ha introduït un nou protocol: l'empremta plantar en càrrega monopodal i amb recolzament al davant, buscant comportaments abans i després de l'activitat, en contraposició a situacions estàndard en repòs, però estressants; per això l'aplicació de la càrrega del propi subjecte en el recolzament. Al mateix temps, s'ha modificat el mètode d'Hernández Corvo, cercant no solament el comportament del contorn que representa el fotopodograma, sinó també considerant com es comporta un segment respecte d'un altre de l'empremta, tenint sempre en compte les variables inicials (composició corporal i somatotip).

Material y mètode

Van participar en l'estudi un total de 23 jugadors de voleibol, mascles, de categoria sènior no professionals (per tal d'evitar variacions en el somatotip i poder comparar-los). D'aquests 23 jugadors, se'n van escollir 10, que complien la condició d'haver jugat un partit complet.

Les característiques de cada esportista s'especifiquen a la Taula 1.

	EDAT(Anys)	PES(Kgs.)	TALLA(Cms.)
MITJANA	22.3	81	184.3
D.TIP.	2.1	8.1	6.63

Taula 1

Tabla 1

Per aconseguir l'empremta plantar es va practicar un fotopodograma amb càrrega, en el qual el

Introducción

El estudio del cuerpo humano desde el prisma del rendimiento deportivo nos está llevando a una especialización de sus áreas de investigación, de ahí la separación entre la Psicología, Fisiología y Biomecánica. Sin embargo, todos ellos tienen un fin común que es maximizar el rendimiento deportivo.

Teniendo en cuenta estas condiciones en este estudio se tratará de ahondar en el conocimiento del organismo que hace deporte bajo dos prismas, a saber: el fisiológico y el biomecánico.

Uno de los aspectos previos a reseñar, sin tener en cuenta los resultados y conclusiones del análisis de los datos, es que por el instrumental utilizado, tan al alcance de todo el mundo, cualquier persona, entrenadores, profesores, etc. pueden estudiar el comportamiento del cuerpo de las personas a su cargo y no fijarse sólo y exclusivamente en los objetivos logrados.

Por otro lado aunque el estudio de la huella plantar ha sido trabajado desde hace mucho tiempo (Lelievre, J.; Lelievre Jr. 1987), se ha introducido un protocolo nuevo: la huella plantar en carga monopodal con apoyo al frente buscando comportamientos antes y después de la actividad frente a situaciones estándar en reposo pero estresantes, de ahí la aplicación de la carga del propio sujeto en el apoyo. Al mismo tiempo se ha modificado el método de Hernández Corvo, buscando no sólo, el comportamiento del contorno que representa el fotopodograma, sino considerar también como se comporta un segmento respecto al otro de la huella, teniendo en cuenta las variables iniciales (composición corporal y somatotipo).

Material y método

Participaron en el estudio un total de 23 jugadores de voleibol varones de categoría senior no profesionales (con el fin de que hubiera variaciones en el somatotipo para poder compararlos). De estos 23 se escogieron 10 que cumplían la condición de haber jugado un partido completo.

Las características de cada deportista se señalan en la tabla 1.

Para conseguir la huella plantar se practicó un fotopodograma con carga, en el que el sujeto se apoyaba sobre la hoja dispuesta para la impresión, con una sola pierna y apoyado con los dos brazos sobre otra persona, que se situaba delante de él totalmente firme, a la altura de los hombros. Para lo que se procuró, para cada sujeto una persona de su misma estatura. La pierna que no se apoyaba se mantenía en flexión de 90°.

La impresión de la huella se realizó utilizando papel fotográfico de 12 por 30 una vez expuesto a

subjecte es recolzava sobre el full disposat per a la impressió, en una sola cama i apuntalat amb els dos braços en una altra persona situada davant d'ell, totalment ferma, i a l'alçada de les espatlles. per això, es va proporcionar per a cada subjecte, una persona de la seva mateixa talla. La cama no recolzada, es mantenia en flexió de 90°.

La impressió de l'empremta es va realitzar utilitzant paper fotogràfic de 12 per 30, prèviament exposat a la llum (Viladot, A. et al., 1989. La planta del peu de cada subjecte es va impregnar de líquid revelador, mantenint recolzat aquest peu durant 30 segons i, tot seguit, es va submergir en líquid fixador. Per últim, es va rentar amb aigua. Aquest procés es va dur a terme amb els dos peus, abans i després de l'activitat.

Un cop obtinguda l'empremta es va analitzar pel mètode d'Hernández Corvo. Aquest consisteix en un traç inicial Tl que passi pel punt l, que correspon a la relació articular metatarso-falàngica del primer dit del peu, i pel punt l', que correspon a la prominència del taló. Els traços 2 i 2' corresponen als extrems anterior i posterior de la impressió i defineixen la longitud (L) de l'empremta. Entre la línia 2 i la prominència 1 queda delimitada la mida fonamental (MF) o longitud funcional del primer dedo. Aquesta mida es transporta sobre el traç Tl tantes vegades com hi càpiga, situant-se les perpendiculars 3, 4 i 5. La perpendicular 6, que talla la 3, defineix el valor X o amplada dels metatarsians. La perpendicular 7, que intercepta la 2, defineix la relació tarsometatars amb dos valors, Y i ai (la relació entre aquests serà inversament proporcional).

Amb aquest mètode, s'obtenen percentatges d'enfonsament mitjançant la fórmula següent: $[(x-y)/y] * 100$ (veure Figura 1). Com més gran sigui el percentatge calculat, menys pla resultarà el peu.

Es van obtenir els valors mitjans següents:

	HID	HIA	HDD	HDA
MITJANA	58.69	60.56	58.64	59.41
DES. TÍPICA	9.51	13.7	10.94	12.4

NOTA: HID- Percentatge d'enfonsament del peu esquerra després de l'activitat.
 HIA- Percentatge d'enfonsament del peu esquerra abans de l'activitat
 HDD- Percentatge d'enfonsament del peu dret després de l'activitat.
 HDA- Percentatge d'enfonsament del peu dret abans de l'activitat.

Taula 2

Tabla 2

Després d'això, es va realitzar una anàlisi més exhaustiva de l'empremta, creant-se els paràmetres següents (Taula 3):

la luz (Viladot, A. et al. 1989). La planta del pie de cada sujeto era impregnada con liquido revelador manteniendo el apoyo de este pie sobre el papel 30 segundos y posteriormente introducido en liquido fijador. Por último se lavaron en agua. Este proceso se realizó en ambos pies antes y después de la actividad.

Una vez obtenida la huella se analizó por el método de Hernández Corvo. Consiste en un trazo inicial Tl que pase por el punto l que corresponde a la relación articular metatarso-falángica del primer dedo y por el punto l' que es la prominencia del talón. Los trazos 2 y 2' corresponden a los extremos anterior y posterior de la impresión y definen la longitud (L) de la huella. Entre la línea 2 y la prominencia 1, queda delimitada la MF (medida fundamental) o longitud funcional del primer dedo. Esta medida es llevada sobre el trazo Tl tantas veces como quepa, situándose las perpendiculares 3, 4 y 5. La perpendicular 6, que corta a la 3, define el valor X o anchura de los metatarsianos. La perpendicular 7, que intercepta a los dos define la relación tarso-metatarso, con dos valores Y y así (la relación entre éstos serán inversamente proporcionales).

De este método se obtienen porcentajes de hundimiento mediante la siguiente fórmula: $\{(x-y)/y\} * 100$ (Ver Figura 1). Cuanto mayor sea el porcentaje calculado más cavo resultará el pie.

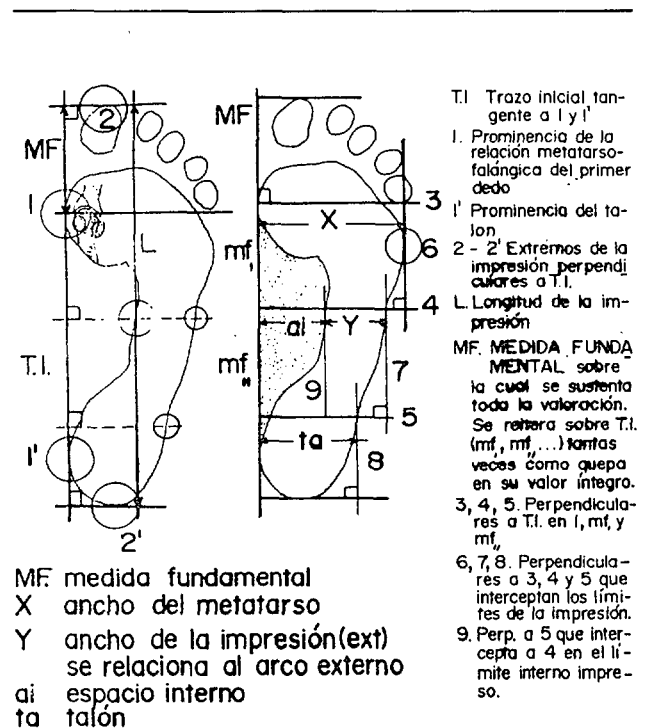


Figura 1

Figura 1

D:XDD/LHDD B:XID/LHID
F:YDD/LHDD H:YDD/LHDD

NOTA: D-Relació entre X i la longitud de l'empremta després de l'activitat en el peu dret.

F-Relació entre Y i la longitud de l'empremta després de l'activitat en el peu dret.

Taula 3

Tabla 3

Amb aquestes relacions es preten veure com es comporta un segment respecte d'una altre de l'empremta després de l'activitat. Per saber si la modificació de l'empremta és en sentit longitudinal (disminuint els paràmetres), o bé en sentit transversal (augmentant l'amplada metatarsiana i la zona mitja de l'empremta en relació a la longitud d'aquesta); en últim cas, augmentaria la relació.

Per calcular la composició corporal i la somatocarta, es va utilitzar el material següent:

- Cinta mètrica inextensible de precisió 1 cm.
- Adipòmetre JOHN BULL amb precisió de 10 grs/cm quadrat, i de precisió 0-2 mm.
- Paquímetre amb precisió 1 mm.
- Tallímetre DETECTO amb precisió de 0.5 cm.
- Bàscula DETECTO amb precisió de 200 gr.

Les mides antropomètriques van ésser les següents:

Plecs cutanis:

- Tricipital.
- Subescapular.
- Supraïliac.
- Abdominal.
- De la cuixa.
- De la cama.

Perimetres:

- Bicipital.
- De la cuixa.
- De la cama.

Diàmetres:

- Biestiloide.
- Bitrocànter.
- Biepicondili.

Es va utilitzar la fórmula de Von Dobein per calcular el pes ossi.

Es va utilitzar el mètode de Juhasz per calcular el pes gras.

Pel càlcul del pes residual es va fer servir el mètode de Rose.

Finalment, el component muscular es va calcular restant del pes total tots els anteriors compartiments.

El somatotip es va calcular pel mètode de Heath-Carter.

Se obtuvieron los siguientes valores medios:

Una vez hecho esto se realizó un análisis más exhaustivo de la huella, creándose los siguientes parámetros (tabla 3):

Con estas relaciones se trata de ver cómo se comporta un segmento respecto a otro de la huella después de la actividad para saber si la modificación de la huella es en el sentido longitudinal (disminuyendo los parámetros) o si por el contrario las modificaciones se producen en sentido transversal (aumentando la anchura metatarsiana y la zona media de la huella en relación a la longitud de ésta) en estos casos aumentaría la relación.

Para el cálculo de la composición corporal y la somatocarta fue utilizado el siguiente material:

- Cinta métrica inextensible de precisión 1 cm.
 - Adipómetro JOHN BULL con presión de 10 grs/cm cuadrado, y de precisión 0-2 mm.
 - Paquímetro con precisión de 0,5 cms.
 - Báscula DETECTO con precisión de 200 grs.
- Las medidas antropométricas fueron las siguientes:

Pliegues cutáneas:

- Tricipital.
- Subescapular.
- Supraïliaco.
- Abdominal.
- Muslar.
- De la pierna.

Perimetros:

- Bicipital.
- Muslar.
- De la pierna.

Diàmetres:

- Biestiloideo.
- Bitrocantéreo.
- Biepicondileo.

Se utilizó la fórmula de Von Dobein para el cálculo del peso óseo.

Se utilizó el método de Juhasz para calcular el peso gras.

Para calcular el peso residual se utilizó el método de Rose.

Por último el componente muscular se calculó restando del peso total todos los anteriores compartimentos.

El somatotipo fue calculado por el método Heath-Carter.

Los datos fueron tratados con el programa SIG-MA de bioestadística.

Resultados y discusión

Los resultados de los datos obtenidos en el análisis de la composición corporal referidos a los cuatro compartimentos en los que se divide el cuerpo se reflejan en la tabla 4.

Les dades van ésser tractades amb el programa SIGMA de bioestadística.

Resultats i discussió

El resultat de les dades obtingudes en l'anàlisi de la composició corporal, referides als quatre compartiments en els que es divideix el cos, queden reflexats en la Taula 4.

Els resultats de la classificació, en funció del grau d'ectomorfia, mesomorfia i endomorfia, es troben reflexats en la Taula 5:

	EC.	ME.	EN.
MITJANA	2.64	4.19	3.85
DES.TÍPICA	1	1.51	0.85

Taula 5

Tabla 5

Respecte de les relacions estudiades en l'empremta plantar, els seus resultats es van extreure de la Taula 6:

	D	B	H	F
MITJANA	35.8	35.01	14.64	14.37
DES.TÍPICA	1.39	1.67	3.99	3.31

Taula 6

Tabla 6

Amb les dades obtingudes, s'han trobat correlacions entre el component ectomòrfic de l'esportista i D ($r = 0.69$, $p < 0.05$), entenen per D la relació entre el segment X (amplada dels metatarsians) i la longitud total de l'empremta, després de l'activitat, en el peu dret.

En les mateixes circumstàncies, s'obtenen pel peu esquerra, dades similars ($r = 0.73$, $p < 0.05$).

Els coeficients negatius ens indiquen que com més grans siguin les tendències ectomòrfiques, més petita serà la relació. És a dir, els microtraumatismes soferts durant un partit de voleibol (Claustreis, J.; Benezis, C.; Simon, L., 1984) provoquen en les persones longilínees, un augment de la longitud de l'empremta plantar, més que de la seva amplada.

En canvi, en el component mesomòrfic, es presenten correlacions en el sentit contrari D ($r = 0.64$, $p < 0.05$ en el peu dret i $r = 0.69$, $p < 0.05$ en el peu esquerra). Això significa que com més mesomorfia hi hagi, major tendència a l'eixamplament de l'empremta.

El nivell d'enfonsament ve donat per la longitud

	P.M.	P.O.	P.G.	P.R.
MITJANA	38.82	12.62	10.1	19.44
DES.TÍPICA	4.21	1.31	1.81	1.94

Taula 4

Tabla 4

Los resultados de la clasificación en función del grado de ectomorfia, mesomorfia y endomorfia se ven reflejados en la tabla 5:

Respecto a las relaciones estudiadas en la huella plantar fueron extraídos los resultados de la tabla 6:

Según los datos obtenidos se han encontrado correlaciones entre el componente ectomorfo del deportista y D ($r = 0.69$, $p < 0.05$), siendo D la relación entre el segmento X (anchura de los metatarsianos) y la longitud total de la huella, después de la actividad, en el pie derecho.

Para el izquierdo, en las mismas circunstancias, se obtienen datos similares ($r = -0.73$, $p < 0.05$).

Al ser los coeficientes negativos significa que cuanto mayor sean las tendencias ectomórficas más pequeña será esa relación. En otras palabras, los microtraumatismos sufridos a lo largo de un partido de voleibol (Claustreis, J.; Benezis, C.; Simon, L. 1984) hacen que aumente en personas longilíneas la longitud más que la anchura de la huella plantar.

En cambio, en el componente mesomórfico, se presentan correlaciones en el sentido contrario con D ($r = 0.64$, $p < 0.05$ en el pie derecho y $r = 0.69$, $p < 0.05$ en el pie izquierdo). Significando que a más mesomorfia hay mayor tendencia al ensanchamiento que a la elongación de la huella.

El nivel de hundimiento viene determinado por la longitud del segmento Y (Hernández, R. 1985). Se encontraron correlaciones entre H y F, y el nivel de hundimiento de la bóveda plantar ($r = 0.83$, $p < 0.05$ y $r = 0.98$, $p < 0.05$ respectivamente). Al volver a ser negativo el coeficiente indica que cuanto mayor sea la relación H y F (ver tabla 5), menor será el porcentaje de hundimiento y más plano se hará el pie.

Conclusiones

1. En sujetos con tendencia ectomórficos, existe un mayor aumento de la longitud de la huella plantar en sentido longitudinal que en el transversal.
2. En sujetos mesomórficos ocurre el caso contrario, es decir, las modificaciones después del esfuerzo se producen en sentido transversal, aumentando la anchura de la impresión plantar.

del segment Y (Hernández, R., 1985). Es van trobar correlacions entre H i F, i el nivell d'enfonsament de la volta plantar ($r = 0.83$, $p < 0.05$ i $r = 0.98$, $p < 0.05$ respectivament). El coeficient, altra vegada negatiu, indica que com més gran sigui la relació H i F (veure Taula 5), menor serà el percentatge d'enfonsament i més pla es farà el peu.

Conclusions

1. En subjectes amb tendències ectomòrfiques, existeix un major augment de la longitud de l'empremta plantar en sentit longitudinal que en sentit transversal.
2. En subjectes mesomòrfics succeeix el contrari; és a dir, les modificacions després de l'esforç es produeixen en sentit transversal, augmentant l'amplada de la impressió plantar.
3. S'han trobat bones correlacions entre el segment Y de l'empremta en relació amb la longitud total de la mateixa, i l'enfonsament de la volta plantar.
4. Es poden realitzar treballs d'investigació que incloguin conjuntament diversos aspectes del rendiment esportiu: la Fisiologia i la Biomecànica. Això no implica necessàriament una simplificació o manca de profunditat en els resultats.

3. Se han encontrado buenas correlaciones entre el segmento Y de la huella en relación con la longitud total de la misma, y el hundimiento de la bóveda plantar.
4. Se pueden realizar trabajos de investigación que engloben conjuntamente varios aspectos del rendimiento deportivo, a saber: la Fisiología y la Biomecánica. Esto no implica necesariamente una simplificación o falta de profundidad en los resultados.

Bibliografia

1. CAILLIET, R.: Síndromes dolorosos. Tobillo y pie. El manual moderno. México, 1985.
2. CLAUSTRE, J.; BENEZIS, C.; SIMON, L.: Le pied en pratique sportive. Masson. Paris, 1984.
3. HERNÁNDEZ, R.: Morfología funcional deportiva. Información. Servei de docència i investigació, vol. II. Secretaria General de l'Esport, 1990.
4. LELIEVRE, J.; LELIEVRE, J.: Patología del pie. Masson. Barcelona, 1987.
5. VILADOT, A. et alt.: Quince lecciones sobre patología del pie. toray. Barcelona, 1989.