

# ESTUDIO DEL APOYO PLANTAR EN JUGADORES DE VOLEIBOL

**Marcelo Alejandro Senneke** • Licenciado en Kinesiología y Fisioterapia. Universidad Nacional de Córdoba. Argentina. Fisioterapeuta Deportivo. Academia Damp. Alemania. E-mail: m.senneke@gmail.com

**Envío em:** Janeiro de 2015

**Aceite em:** Fevereiro de 2015

**RESUMEN:** Voleibol es un deporte caracterizado por un complejo conjunto de habilidades simples y movimientos constantes que requieren fuerza, flexibilidad, potencia, agilidad y acondicionamiento aeróbico. Pese a su popularidad hay pocos estudios prospectivos relacionados con las lesiones deportivas y su prevención y que relacione las presiones plantares y la postura a estos problemas. Las presiones plantares nos muestran las diferentes fuerzas que soporta el pie y lo importante que resulta el equilibrio de las mismas. El objetivo de este estudio es determinar las alteraciones plantares que presentan los integrantes de un equipo de voleibol y con la adecuada interpretación de éstos valores e imágenes, confeccionar elementos ortésicos (plantillas) y observar su evolución. Se analizaron 15 jugadores adultos a través de un podoscopio computarizado estático (ArcoScan®) midiendo la Presión Estática Media (PEM) y el Índice de Pisada (IP), la medición de la huella plantar y evaluación postural antes y después del uso de las ortesis durante 7 meses. En los resultados, fue evaluado que los deportistas poseen un pie predominantemente cavo y que basándose en los valores IP y PEM y las diferentes imágenes comparativas, se logró una homogénea redistribución de los apoyos y mejoras en sus desalineaciones, se observan mejoras posturales en las imágenes fotográficas y abre la posibilidad de continuar investigando la evolución de las mismas, pues el tema es muy escaso en la literatura.

**Palabras-clave:** Voleibol. Ortesis del pie. Deformidades del pie.

## ESTUDO APOIO PLANTAR EM JOGADORES DE VOLEIBOL

**RESUMO:** O voleibol é um esporte caracterizado por um conjunto complexo de habilidades simples e constantes movimentos que exigem força, flexibilidade, potência, agilidade e condicionamento aeróbico. Apesar de sua popularidade, há poucos estudos prospectivos no tocante à lesões esportivas e sua prevenção que relacionam pressões plantares e postura com estes problemas. Pressões plantares mostram as diferentes forças que apoiam o pé e quanto é importante o equilíbrio entre elas. O objetivo deste estudo é analisar as alterações plantares dos membros de uma equipe de vôlei e com a interpretação adequada desses valores e imagens, como produzir elementos ortopédicos (planilhas) e observar a sua evolução. 15 jogadores adultos foram analisados através de um podoscópio estático computadorizado (ArcoScan®) medindo Pressão Estática Média (PEM) e índice de pisada (IP), medição da pegada e avaliação postural antes e após o uso de órteses por 7 meses. Nos resultados, foi avaliado que os atletas têm um pé predominantemente cavo e com base nas imagens de diferentes valores comparativos IP e PEM constatou-se uma redistribuição homogênea dos apoios e melhorias no desalinhamento e posturais foram vistas nas imagens, o que abre a possibilidade de continuar a investigação da evolução de los resultados obtidos, pois trata-se de um assunto muito escasso na literatura.

**Palavras-chaves:** Voleibol. Órteses dos pés. Deformidades nos pés.

## 1. INTRODUCCIÓN

Voleibol es considerado un deporte caracterizado por un complejo conjunto de habilidades simples y movimientos constantes que requieren fuerza, flexibilidad, potencia, agilidad y el acondicionamiento aeróbico. Es uno de los deportes más populares, con aproximadamente 200 millones de practicantes mundialmente. Pese a su popularidad hay pocos estudios prospectivos relacionados con las lesiones deportivas y su prevención<sup>1</sup>.

Ya que es un deporte que en su desarrollo posee escaso contacto físico tanto entre los deportistas como con los elementos de juego, podría parecer que la incidencia de lesiones fuese menor, pero debido a la rapidez, potencia y exigencia de sus movimientos en sentido vertical y horizontal, la gran incidencia de lesiones, es inevitable. Las principales lesiones en voleibol se ubican en tobillo, rodilla, hombro, manos y en la columna vertebral<sup>2</sup>.

La exigencia para el desarrollo de la técnica deportiva y los entrenamientos exhaustivos, asociado a la inadecuada preparación física y a la desorientación corporal, favorece la aparición o empeoramiento de las disfunciones biomecánicas preexistentes que pueden producir lesiones<sup>1</sup>.

La literatura intenta demostrar la relación entre el desequilibrio del apoyo de los pies y la inestabilidad postural de las rodillas con sintomatología dolorosa, (sobre todo en la articulación fémoro-patelar, tibio-astragalina) y con la columna vertebral<sup>3,4</sup>.

A través de un estudio estático digitalizado es posible determinar las alteraciones plantares en la práctica del Voleibol, condicionando al pie, en su función de apoyo, sostén anti – gravitacional<sup>4</sup>. Una posibilidad es el uso de un podoscopio computadorizado.

El Podoscopio Computarizado (ArcoScan®) genera una imagen digital de alta resolución, la cual nos permite medir y analizar la estructura del pie del atleta. A través de éste método estático unipodal de procesamiento de imágenes es posible obtener específicamente datos como: Presión Estática Media (PEM): la presión relativa que ejerce el pie, calculada de acuerdo al peso del paciente; y el Índice de Pisada (IP): es la superficie indicada como porcentaje de la superficie total de apoyo del pie.

ArcoScan® implementa , a través de su Software, algoritmos de análisis automáticos de las imágenes, obteniendo la delimitación del contorno del pie y sus áreas de presión, identificando las de mayor presión estática media relativa y la medición directa en pantalla en 16 millones de colores, entre otros.

El objetivo de este estudio es determinar las alteraciones plantares que presentan los integrantes de un equipo de voleibol masculino no profesional utilizando el podoscopio computadorizado ArcoScan®; buscando también evaluar la caracterización morfológica de la planta del pie, la obtención de criterios de evaluación diagnóstica, observar el comportamiento plantar con el uso de ortesis y analizar la incidencia de los apoyos en la postura del deportista.

## 2. MÉTODOS

En ese estudio quasi-experimental, el grupo evaluado comprendió jugadores no profesionales, adultos. Los criterios de inclusión fueron mínimo de 10 años de práctica en el

deporte; realización de la misma con una frecuencia no mayor a las cuatro (4) veces por semana; edades desde los 18 a los 40 años. Los criterios de exclusión fueron la ausencia de los voluntarios en uno de los exámenes acordados en ese estudio.

El estudio fue realizado en los consultorios Kinesiomas, en la ciudad de Santa Fé, Argentina. La muestra fueron todos los jugadores del Club Regatas Santa Fé, totalizando 15 en el periodo de octubre de 2008 hasta mayo de 2009. Todos cumplían los requisitos y aceptaron voluntariamente formar parte de este estudio, firmando consentimiento informado. El estudio fue aprobado por la Comisión Ética Colegio de Kinesiólogos Santa Fe de acuerdo con la declaración de Helsinki.

### **Para la realización de éste trabajo se utilizó:**

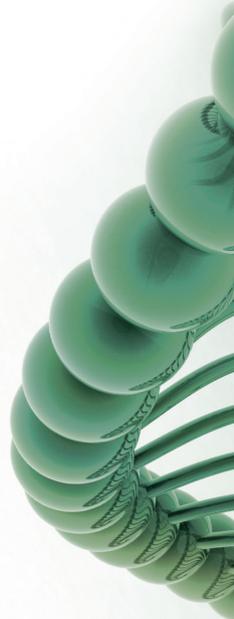
#### *Podoscopio Computarizado (ArcoScan®):*

Para calcular la Presión Estática Media (PEM) y el Índice de Pisada (IP) el equipo entrega valores numéricos, lo que permite una comparación objetiva de los mismos. Estos valores se utilizarán para la precisa evaluación de las diferencias.

#### *Medición Estática de la Huella Plantar.*

Para las mediciones plantares se tomaron a través del podoscopio dos distancias: Largo [A – B]; y Ancho [C – D]; medidas en centímetros.

Para el análisis de la huella plantar en cambio, se empleó el índice descrito por Hernández (1990) el mismo muestra principalmente el trazo TI, correspondiente a la relación articular metatarso-falángica del 1er dedo y la prominencia del talón. Los trazos 2 y 2' definen la longitud de la huella. Entre la línea 2 y la prominencia I queda delimitada la medida fundamental (MF) o longitud funcional del 1er dedo. Ésta medida es llevada sobre el trazo TI 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 metatarsianos. La perpendicular 7 define la relación tarso-metatarso, con los valores Y. De éste método se obtienen los porcentajes de hundimiento mediante la fórmula  $\{(X-Y) / Y * 100\}$ . Cuanto mayor sea el porcentaje calculado, mas cavo resultará el pie<sup>6</sup>.

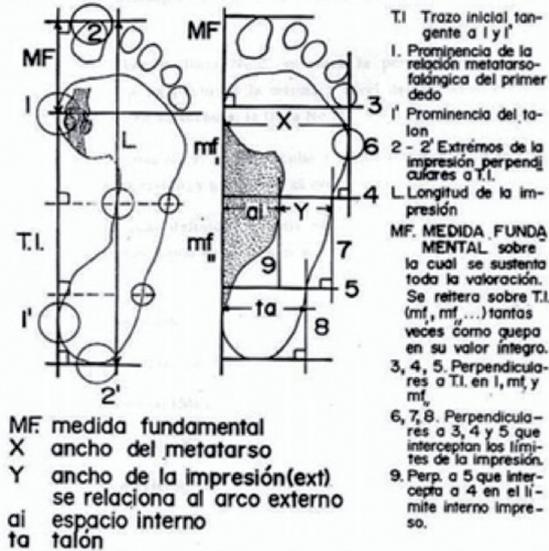


**VALORACION Y CLASIFICACION DE LA IMPRESION PLANTAR (podo/fotograma)**

Formula de valoración:  $\frac{X-Y}{X} \times 100 = \text{---} \% X$

**CLASIFICACION:**

0 - 34 %	PLANO	60 - 74 %	CAVO
35 - 39 "	PLANO-NORMAL	75 - 84 "	CAVO-FUERTE
40 - 54 "	NORMAL	85 - 100 %	CAVO-EXTREMO
55 - 59 "	NORMAL-CAVO		



Medición Estática de la Huella Plantar<sup>5</sup>

Todas las mediciones se realizaron con el programa Corel Draw X5, adaptándose las mismas al formato jpeg, encontrándose de acuerdo a la clasificación desde “normal-cavo” a “cavo fuerte” en todas las impresiones.

*Evaluación Postural:*

Examen Postural: se realiza para valorar objetivamente la postura erecta del individuo en su alineación estructural respecto a la vertical, (línea de Barré) con referencia a los 3 planos del espacio; frontal, lateral y posterior. Cuantifica y analiza el equilibrio o desequilibrio de los segmentos corporales en su totalidad y de cada segmento entre sí, (relación con el superior e inferior) y los efectos y las consecuencias que provocan en la biomecánica del atleta, así como la potencial relación con la aparición de lesiones músculo-esqueléticas. El sujeto permanece de pie con los ojos abiertos, en posición erguida cómoda, pies separados diez centímetros aprox. en V fisiológica abierta hacia adelante en 30°.<sup>7</sup>

Para la evaluación de la postura en bipedestación se tomó como referencia la línea imaginaria de Kendall; se utilizó una plataforma de análisis postural, siendo su base de 63 cm ancho, 42 cm largo y 1,75 m de alto; utilizándose imágenes digitalizadas (Nikon D 19 y D70) a una distancia de tres (3) metros. La realización de la imágenes fotográficas se hicieron conjuntamente con los controles plantigráficos.

*Procedimientos:*

Todos los voluntarios fueron evaluados por los tres métodos en un primer contacto. Durante aproximadamente siete meses se hizo énfasis en el uso constante de plantillas correctivas a todo el grupo (no termomoldeadas) de goma soft – ventilada microperforada (elementos los cuales, recibieron una altura variable de entre

aproximadamente 3 mm a 2 cm.), colocándose, en el caso de ser necesario, plaquetas de refuerzo en el antepié y retropié. Se utilizó además látex depresible (entre 45 y 65 %), caucho flexible, espuma de latex, polímeros, corchos, fibras. Figura 1.

La selección de los materiales tuvieron como objetivo el de obtener el mayor confort y durabilidad posible, considerándose previsible, la confección de un segundo par, debido a la fricción de los movimientos deportivos y a las variadas cargas en la vida diaria, siendo éstos parámetros los recomendados para su uso.

Figura 1: Plantillas correctivas

La fabricación de las órtesis se basa en los métodos Lelièvre y Valenti, conocidos por buscar la compensación y redistribución de las presiones plantares, siempre considerando el peso y la altura del deportista



Durante ése tiempo se usaron ortesis (plantillas) con el objetivo de observar el comportamiento de la huella plantar y buscando el equilibrio de las mismas debido a la gran fricción de los movimientos deportivos los cuales son de característica anaeróbica alactácida, teniendo además, un promedio aproximado de quinientos (500) saltos por partido.

Después de los siete meses aproximadamente desde la primera medición, se realizaron nuevamente las evaluaciones, pero ésta vez solo a cinco jugadores, pues solo estos cumplieron con los controles correspondientes a través del podoscopio computarizado y el uso regular de las órtesis plantares todo lo requerido.

Los datos cuantitativos obtenidos fueron analizados y son los siguientes:

### ■ 3. RESULTADOS

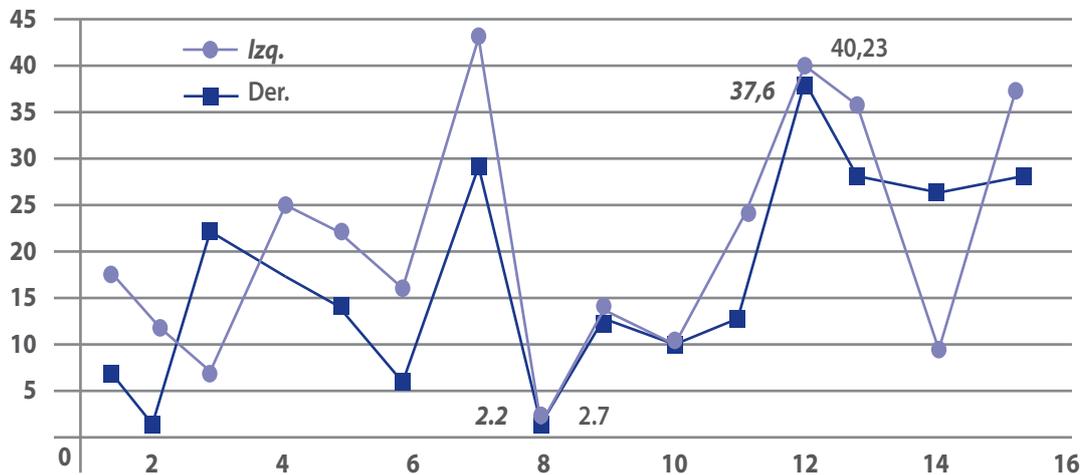
El grupo evaluado presentaba edades entre los 18 a 37 años, la altura oscilaba de 1.77 a los 1.93 cm, y el peso de los 73 a los 105 Kg. Tanto la primera como la segunda toma se realizaron durante períodos de competencia local e interprovincial. De acuerdo con la evaluación de Medición Estática de la Huella Plantar hubo una predominancia del pie cavo en todos los voluntarios.

#### *Resultados según ArcoScan®*

De acuerdo a los resultados de la evaluación a través del ArcoScan®, se detallan los valores generales encontrados en el grupo voluntario en la primera evaluación, mostrándose principalmente los valores más elevados, los inferiores y el promedio, para su mejor inter-

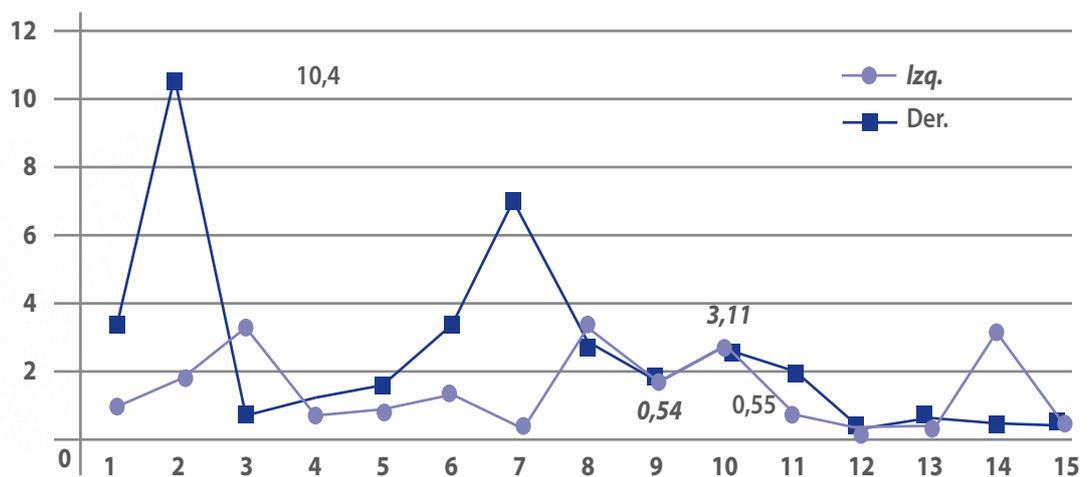
pretación. En grafico 1 es posible analizar el porcentaje de la Superficie de apoyo del Pie (en relación a su total) IP (Índice de Pisada).

**Grafico 1:** Valores Generales Iniciales Comparativos IP. Los valores promedio del lado izquierdo: 17.094 % (oscilando de 2,22 % al 37,58 %); promedio del derecho: 20.695 % (desde 2,07 % al 40,23 %). El Índice de Pisada (IP) muestra un lado derecho (rojo) más predominante con respecto al izquierdo (azul).



En grafico 2 es posible analizar el porcentaje de presión (relativa) calculada en relación al peso corporal: PEM (Presión Estática Media):

**Gráfico 2:** Valores Generales Iniciales Comparativos PEM. La PEM muestra un predominio del lado izquierdo (azul) con respecto al derecho (rojo). El valor promedio del lado izquierdo: 2.657 % (variando de 0,55 % a 10,39%); Derecho: 1.471 % (de 0.54 % al 3.11 %).



En los valores obtenidos hay una gran variabilidad de presiones en casi la totalidad de los jugadores (15). El primer análisis (Oct.2008) demuestra que el 73 % de los jugadores presentan mayor superficie de apoyo del pie derecho, pero a su vez mayor porcentaje de carga del peso del cuerpo sobre el lado contrario. El 27 % (4) restante refleja lo opuesto.

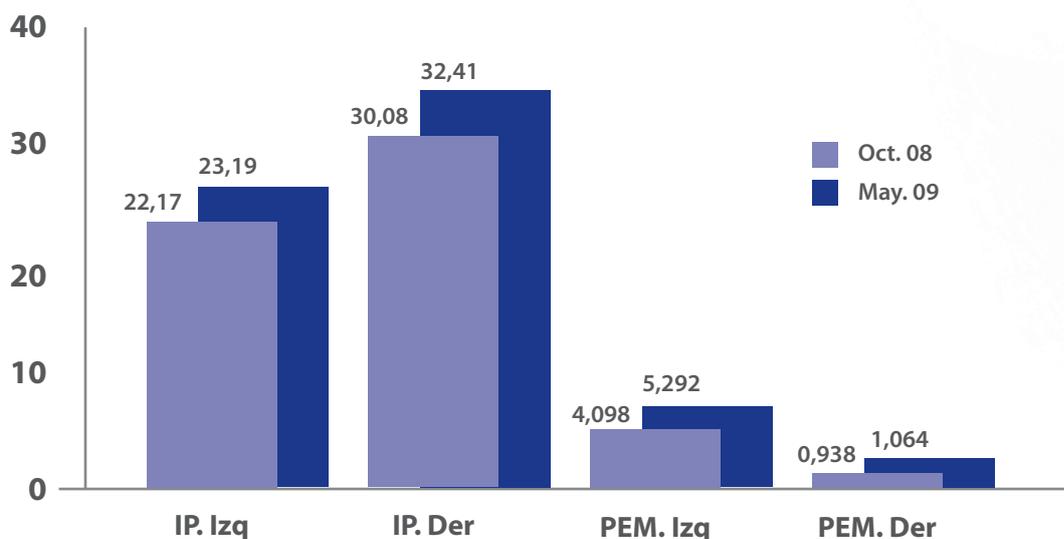
## Valores Generales Finales Comparativos IP – PEM

El siguiente cuadro muestra aquellos deportistas (cinco) que hicieron la evaluación después de siete meses de uso de las plantillas correctivas. Los resultados muestran los valores iniciales, y finales comparativamente. El número de cada deportista se puede observar y comparar en los gráficos 1 y 2, arriba descriptos. Los resultados son los siguientes:

Jugador N°	Peso Kg.	IZQUIERDA		DERECHA		
		IP	PEM. Kg/cm2	IP	PEM. Kg/cm2	
2	87	2,24%	10,39	12,02%	1,91	Oct.08
		1,02%	23,11	8,06%	2,9	May.09
7	90	29,89%	6,75	38,88%	0,58	Oct.08
		21,97%	1	34,82%	0,65	May.09
15	82	28,84%	0,77	36,36%	0,6	Oct.08
		22,72%	0,95	35,54%	0,59	May.09
11	93	12,32%	2,03	22,93%	1,06	Oct.08
		28,23%	0,9	36,72%	0,71	May.09
12	86	37,58%	0,55	40,23%	0,54	Oct.08
		42%	0,5	46,92%	0,47	May.09

<b>Totales:</b>	110,87%	20,49	150,42%	4,69	Oct.08
	115,94%	26,46	162,06%	5,32	May.09

<b>Media Comparativa:</b>	87,6 Kg.	22,17%	4,098	30,08%	0,938	Oct.08
		23,19%	5,292	32,41%	1,064	May.09



### *Resultados de la Evaluación Postural*

Se desarrolló en las fechas anteriormente citadas y en forma conjunta, con las imágenes digitalizadas. Se utilizaron tres (3) tomas fotográficas sobre una plataforma para análisis postural (alto: 1,75 cm; base: 63 cm ancho, 42 cm largo) frente, espalda y perfil (derecho) a una distancia de aproximadamente tres (3) metros.

En las imágenes hechas en octubre 2008 se observa una leve inclinación de la cabeza hacia la izquierda; descenso del hombro derecho; Triángulo de la Talla derecho más marcado; crestas ilíacas y miembros inferiores ligeramente asimétricos. La imagen de perfil, a pesar de que el *Eje de Gravedad* pasa por el lóbulo de la oreja y ligeramente por delante del maléolo externo, la pelvis se observa ligeramente rotada hacia adelante (ante versión).

En las imágenes de mayo 2009 se observa una mejor alineación general a nivel de cabeza, hombros, caderas y piernas. En perfil, el *Eje de la Gravedad* pasa ligeramente anterior al centro de la rodilla, aproximadamente por la mitad del tronco y hombro, mejorando la posición pélvica. A nivel cervical se observa una retropulsión considerable.

## ■ 4. DISCUSIÓN

Utilizando el equipo electrónico (ArcoScan®) se lograron datos más precisos y objetivos para el análisis y diagnóstico de las huellas plantares y sus características desde el punto de vista estático. Debido a las dimensiones del podoscopio, la superficie máxima a evaluar fue de un pie por imagen, aproximadamente 29 cm largo – calzado 43/44 siendo una condicionante para una correcta evaluación/examen postural estático.

Desde el punto de vista funcional no se registra o analiza la posición y/o desplazamiento de la proyección del centro de la gravedad (posturografía) pues la evaluación del podoscopio es unipodal. Pese a esto, se observan mejoras posturales en las imágenes fotográficas, como es posible mirar en la análisis de la evaluación postural.

La obtención de valores numéricos a través de las imágenes plantares, permitieron el procesamiento y la comparación de los mismos y las diferencias antes y después del uso de las plantillas ortopédicas. Estas diferencias se observan en la totalidad de los deportistas.

Desde el punto de vista morfológico utilizando (ArcoScan®) fue medida la longitud total del pie, como así también la zona más ancha del antepie (metatarso). Con esas medidas, fueron utilizados métodos de medición tradicional como el de Hernández<sup>5</sup> para clasificación del tipo de pie. Pese a esto podemos probar que los deportistas poseen un pie predominantemente cavo y que con los valores IP y PEM y las diferentes imágenes comparativas, se logró una homogénea redistribución de los apoyos y mejoras en sus desalineaciones.

Buscando en la literatura para una comparación y discusión de los hallazgos, no hay estudios específicos de apoyo plantar y la relación con la postura de atletas de voleibol, pero esta relación es explicada en estudios de pacientes de diferentes patologías<sup>9,10,11,12,13</sup>. Buscando lesiones en atletas de voleibol, es posible encontrar en la base de datos *pubmed* 1083 artículos y relacionando el tema con los problemas de los pies (49), tobillo (106) y

rodillas (204) desde el año 1980 hasta 2014, pero la relación de estas lesiones con el apoyo plantar y el uso de ortesis, no es presente.

En vista de estas dificultades, este estudio sirve de base para una nueva forma de analizar las posibles lesiones de los jugadores de voleibol y para estrategias en la prevención y el tratamiento de las lesiones. Se sugiere realizar más estudios con un grupo de muestra más grande y también una evaluación bipodal para mejorar el análisis de la relación entre la postura y el apoyo plantar estos atletas.

Por lo tanto, se concluye que las presiones plantares muestran las diferentes fuerzas que soporta el pie y lo importante que resulta el equilibrio de las mismas. Utilizando los valores numéricos e imágenes a través de un práctico podoscopio computarizado estático (ArcoScan®) se puede demostrar la variabilidad en la distribución de las presiones plantares. Con la adecuada interpretación de éstos valores e imágenes y la confección de elementos ortopédicos (plantillas), en su realización y la selección de materiales, se obtuvo mejoras de las presiones plantares.

El presente trabajo muestra una mejora en la redistribución de las fuerzas estáticas del pie y abre la posibilidad de continuar investigando la evolución de las mismas.

**Agradecimientos:** Al técnico ortopeda Sr. Walter Álvarez por su compromiso e invaluable ayuda en discernimiento y confección de los elementos ortopédicos.

## 5. REFERENCIAS

1. Federation Internationale de Volleyball [Homepage en internet. FIVB History. Acceso en 10 Feb 2015. Disponible en [http://www.fivb.org/EN/FIVB/FIVB\\_History.asp](http://www.fivb.org/EN/FIVB/FIVB_History.asp).
2. Santos, SG; Piucco, T; Reis, DC. Fatores que interferem nas lesões de atletas amadores de voleibol. Rev. bras. cineantropom. desempenho hum. 2007; 9(2):19-23.
3. Elvira, JLL, Vera-García, Meana, FJ, M., García, J.A. Análisis biomecánico del apoyo plantar en la marcha atlética relación entre la huella plantar, ángulos de la articulación subastragalina y presiones plantares. Revista de ciencias de la actividad física y del deporte. 2008; 20: 41-60.
4. Naranjo E, Rodríguez-Fernández AL. El método Kinesio taping mejora inmediatamente el equilibrio monopodal en deportistas mayores sanos. 2014;2( – Escoliosis. Su tratamiento en Fisioterapia y Ortopedia. Pag. 105-106. P. Souchard. 2002. Editorial Panamericana.-36: 58-64.
5. Hernández Corvo, R., Morfología funcional deportiva: sistema locomotor. Barcelona: Paidotribo, 1989.
6. Martín RS. Podología, los desequilibrios del pie. Editorial Paidotribo: España, 2004.
7. Weiss, Hans Rudolf – Rigo, Manuel. Fisioterapia para la Escoliosis, basada en el diagnóstico. Editorial Paidotribo: España, 2004.

8. Moreno de la Fuente JL. Podología General y Biomecánica. Edit. Masson: España, 2002.
9. Rosario JL. A review of the utilization of baropodometry in postural assessment. *J Body w Mov Ther.* 2014 Apr;18(2):215-9
10. Song J, Kane R, Tango DN, Veur SS, Furmato J, Komaroff E, Foster GD. Effects of weight loss on foot structure and function in obese adults: A pilot randomized controlled trial. *Gait Posture.* 2015 Jan;41(1):86-92.
11. Butterworth PA, Landorf KB, Gilleard W, Urquhart DM, Menz HB. The association between body composition and foot structure and function: a systematic review. *Obes Rev.* 2014 Apr;15(4):348-57.
12. Chang BC1, Liu DH, Chang JL, Lee SH, Wang JY. Plantar pressure analysis of accommodative insole in older people with metatarsalgia. *Gait Posture.* 2014;39(1):449-54.
13. Razak AH, Zayegh A, Begg RK, Wahab Y. Foot plantar pressure measurement system: a review. *Sensors (Basel).* 2012;12(7):9884-912.