

# BIOMECÁNICA DEL VENDAJE FUNCIONAL PREVENTIVO DE TOBILLO (III)

## BIOMECHANICS OF PROPHYLACTIC ANKLE TAPING (III)

### RESUMEN

El vendaje funcional preventivo de tobillo es uno de los métodos más utilizados para prevenir esguinces entre los deportistas, sobre todo en deportes de colaboración-oposición en los que se realizan grandes saltos y cambios continuos de dirección a la máxima velocidad.

En estudios anteriores, se comprobó que los sujetos sanos son capaces de controlar la supinación máxima del tobillo durante las fintas a pesar de la evidente fatiga del vendaje tras el entrenamiento. También se observó que el vendaje no tiene efectos significativos en la capacidad de los sujetos para amortiguar los impactos contra el suelo ni tampoco en el rendimiento deportivo para ejecutar fintas o realizar circuitos de obstáculos a la máxima velocidad, aunque se ha comprobado que una excesiva restricción del vendaje recién aplicado puede resultar negativa para estos dos aspectos.

En el presente estudio se pretenden analizar las alteraciones que el vendaje preventivo inelástico puede ocasionar sobre las adaptaciones normales de la función de apoyo del pie al ejercicio en sujetos sanos, así como los efectos que puede tener en la cinemática de la articulación tras un entrenamiento de 30 min, atendiendo a las características individuales de los sujetos. Los cambios en la función de apoyo del pie se estudiaron a través del análisis de la huella plantar estática obtenida con la técnica del fotopodograma, antes y después de la retirada del vendaje. Las alteraciones en la cinemática del tobillo, indicadora de la inestabilidad del mismo, se estudiaron a través de la medición pasiva de la amplitud del tobillo con un goniómetro manual de podólogo.

Se ha observado un incremento no significativo en el componente cavo/plano del pie en todos los sujetos, independientemente de sus características antropométricas. El vendaje ha impedido las adaptaciones normales al ejercicio en los sujetos de mayor peso, con una tendencia hacia el estrechamiento y alargamiento de la huella no habitual en estos sujetos. Por último, se ha observado una mayor inestabilidad del tobillo tras la retirada del vendaje debido a su uso, lo que hace dudar de sus posibles beneficios en sujetos sanos y obliga a pensar en otras formas de prevención alternativas.

**Palabras clave:** Biomecánica. Tobillo. Vendaje funcional preventivo.

### SUMMARY

Prophylactic ankle taping is one of the more used method to prevent ankle sprains among sports subjects of collaboration-opposition sports, where great jumps and continuous cutting movements are developed at the maximum speed.

Previous studies showed that healthy subjects are able to control maximum supination of the ankle during a feint, in spite of the evident fatigue of taping after training. It was observed that the taping has no significant effects on landing impacts absorption capability nor on sports performance developing feints or an obstacle circuit with multiple cutting movements at the maximum speed, although an excessive restriction can worsen these aspects.

The aim of the present study was to analyse the changes on foot supporting mechanism due to the taping wear like a preventive method of sprains on healthy subjects and to know the effects on ankle joint kinematics after a 30 min training, considering individual characteristics of subjects. Changes on foot supporting mechanism were studied through the static footprint analysis before and after the wear of taping. The changes on ankle kinematics, an indicator of the ankle stability, were studied with manual goniometry of passive ankle ranges of movement.

No significant increase of the cave/plane component was observed in all subjects, independently of anthropometrical characteristics. Changes on foot supporting mechanism were observed after taping removing on weighty subjects, restraining the usual foot widening after training. Finally, a more instability of the ankle was observed after the taping removing because of the taping wear, it incites to doubt of taping benefits on healthy subjects and to think about other alternatives of prevention.

**Key words:** Biomechanics. Ankle. Prophylactic taping.

**Marta Meana Riera<sup>1</sup>**

**José L. López Elvira<sup>1</sup>**

**Ignacio Grande Rodríguez<sup>2</sup>**

**Xavier Aguado Jódar<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Universidad Católica San Antonio de Murcia

<sup>2</sup>Universidad Alfonso X el Sabio

<sup>3</sup>Universidad de Castilla la Mancha

\*Este artículo es parte del trabajo galardonado con el Premio Nacional de Investigación en Medicina Deportiva 2005 (Oviedo).

### CORRESPONDENCIA:

Marta Meana Riera  
Universidad Católica San Antonio de Murcia. Departamento de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte.  
Avenida los Jerónimos s/n. 30107 Guadalupe (Murcia). E-mail: mmeana@pdi.ucam.edu

**Aceptado:** 09-12-2004 / Original nº 502

## INTRODUCCIÓN

El pie forma parte de una cadena cinética que actúa como elemento final de carga para estabilizar la pierna y el cuerpo y para permitir la propulsión de los deportistas durante la práctica deportiva<sup>1-3</sup>. En los deportes de colaboración-oposición se ven incrementadas las sollicitaciones mecánicas del tobillo, adquiriendo especial relevancia como protección contra lesiones mediante su función amortiguadora de impactos en otras estructuras como la rodilla y la cadera<sup>1-4</sup>. Sin embargo, esto hace que la articulación del tobillo soporte cargas superiores al resto de las articulaciones en estos deportes en los que se realizan grandes saltos y cambios continuos de dirección a la máxima intensidad, provocando que los esguinces de tobillo sean muy corrientes tanto en los entrenamientos como en la competición<sup>1,2,5-10</sup>.

Para evitar esta lesión, la mayor parte de los deportistas acostumbran a aplicarse vendajes funcionales preventivos a pesar de no haber tenido lesiones previas, sin embargo no está claro el beneficio o perjuicio de esta forma de prevención en deportistas sanos. Se ha observado que los sujetos sanos son capaces de controlar las supinaciones máximas del tobillo independientemente de llevar o no el vendaje puesto e independientemente del grado de fatiga del vendaje tras el entrenamiento<sup>1,2,11</sup>. También se ha comprobado que el vendaje no tiene efectos significativos sobre la amortiguación de impactos ni sobre el rendimiento deportivo, aunque ambos aspectos mejoran cuando la restricción no es excesiva<sup>1,2</sup>. Sin embargo, es necesario conocer las consecuencias del uso del vendaje durante los entrenamientos sobre la biomecánica normal del tobillo en cuanto a las adaptaciones normales del pie al ejercicio y en cuanto a su inestabilidad tras la retirada del vendaje de cara a evaluar la conveniencia del uso de los vendajes funcionales preventivos en sujetos sanos.

En el presente estudio se pretende analizar las alteraciones que el vendaje preventivo inelástico puede ocasionar sobre ambos aspectos en suje-

tos sanos tras un entrenamiento de 30 min, atendiendo a las características individuales de los sujetos.

## MATERIAL Y MÉTODO

### Fase de Campo

Se realizó un protocolo en el que participaron 15 varones jóvenes, estudiantes de educación física, activos, diestros y sin antecedentes de lesión en el tobillo.

Se realizaron dos tipos de medición:

- Para analizar los cambios en la cinemática del la articulación se realizó un examen de la amplitud articular pasiva del tobillo en los movimientos de supinación, pronación, flexión y extensión del tobillo utilizando un goniómetro de podólogo y siguiendo el protocolo de Root, Orien, Weed y Huges<sup>12</sup>.
- Para analizar los cambios en la función de apoyo del pie se realizó un registro de la huella plantar estática utilizando el protocolo de Viladot<sup>13</sup> mediante la técnica del fotopodograma.

Las fases del protocolo experimental fueron las siguientes:

1. Examen de amplitud pasiva y registro de la huella plantar estática.
2. Aplicación de un vendaje funcional preventivo inelástico sin pre-vendaje en el tobillo derecho.
3. Entrenamiento con vendaje dirigido e igual para todos los sujetos:
  - Un calentamiento de 10 min: 5 min de movilidad articular y 5 minutos de ensayo de un circuito de obstáculos a intensidad creciente.
  - Un entrenamiento de 30 min basado en acciones propias de los deportes de cola-

boración-oposición de intervención máxima del tobillo (fintas, giros, saltos y cambios de sentido) con una duración total de 30 min.

- Examen de amplitud pasiva y registro de la huella plantar estática tras el entrenamiento y la retirada del vendaje.

**Fase de laboratorio**

El protocolo para la valoración de la huella plantar fue el descrito por Hernández y Fernández<sup>14</sup> (Figura 1) para obtener las siguientes variables: ancho del antepié (X), ancho del mediopié (Y), arco interno (AI) y ancho del talón (TA) y componente cavo/plano del pie (%X).

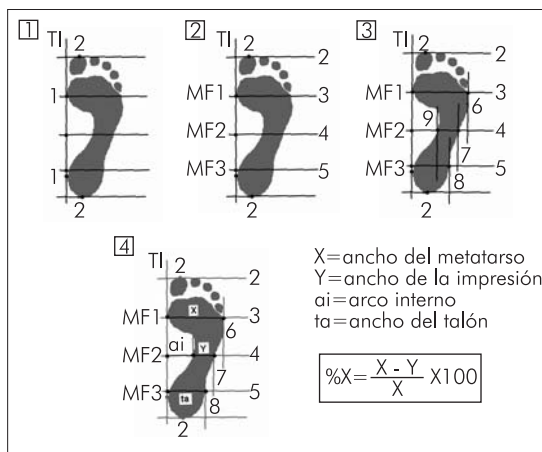
Tras realizar varios test de normalidad (*Test Lilliefors Probabilities, Kolgomorov-Smirnov Test y Shapiro-Wilk Wtest*) y dadas las características de la muestra (n<30), se creyó conveniente la utilización de pruebas estadísticas no paramétricas. Para la comparación de medias antes y después del entrenamiento con vendaje se eligió la prueba de Wilcoxon para muestras pareadas. Sólo se consideraron las diferencias significativas tomando como criterio que p fuera menor de 0.05. Para las correlaciones con las variables antropométricas se utilizó la prueba de Spearman considerando correlaciones significativas aquellas en las que r>0.5 y p<0.05.

**RESULTADOS**

Tras los análisis de las huellas registradas antes de la colocación del vendaje y después de la retirada del mismo (Tabla 1 y Figura 2) se ha observado un promedio de incremento en el %X del pie de 1,15 cm (2.83%, NS), mostrando una ligera tendencia hacia la disminución del ancho del mediopié (-2.61%, NS) y al incremento del arco interno (5.80%, NS). Por otro lado, se encontraron diferencias significativas en la disminución del ancho del antepié (-0.96%, p<0.05) y del ancho del talón (-1.79%, p<0.05), así como un incremento de la longitud del pie (+2.83%, p<0.01).

Las variables peso y estatura mostraron correlaciones positivas con el ancho del antepié más débiles y menos significativas tras el entrenamiento con vendaje. El peso únicamente presentó correlaciones positivas significativas con el ancho del mediopié y con el ancho del talón antes del entrenamiento (Tabla 2 y Figura 2).

Todos los sujetos mostraron una flexibilidad significativamente superior tras la retirada del vendaje en todos los movimientos pasivos del tobillo, especialmente en el movimiento de supinación del calcáneo, donde el incremento asciende a 5,20º (p<0.001) por encima de los valores de supinación antes del entrenamiento (Tabla 3 y Figura 3).



**FIGURA 1.-** Pasos de la valoración de la huella plantar siguiendo el protocolo de Hernández y Fernández (1990)

		Longitud (cm)		Variación (DE-AE)	
		AE	DE	cm	%
X	Promedio	9,08	8,99	-0,09	0,96
	SD	0,50	0,46	*	
Y	Promedio	4,13	3,98	-0,14	-2,61
	SD	0,98	0,88	NS	
AI	Promedio	3,67	3,83	+0,15	+5,80
	SD	0,76	0,62	NS	
TA	Promedio	5,68	5,58	-0,10	-1,79
	SD	0,39	0,39	*	
LP	Promedio	25,11	25,25	+0,14	+0,55
	SD	3,11	3,10	**	
%X	Promedio	54,70	55,85	+1,15	+2,83
	SD	9,50	8,42	NS	

X: ancho del metatarso; Y: ancho del mediopié; AI: arco interno; TA: ancho del talón; %X: proporción componente cavo / plano; LP: longitud del pie; AE: Antes del entrenamiento; DE: Después del entrenamiento; \*:p<0.05; \*\*:p<0.01; \*\*\*:p<0.001

**TABLA 1.-** Cambios en las dimensiones de la huella tras el entrenamiento

## DISCUSIÓN

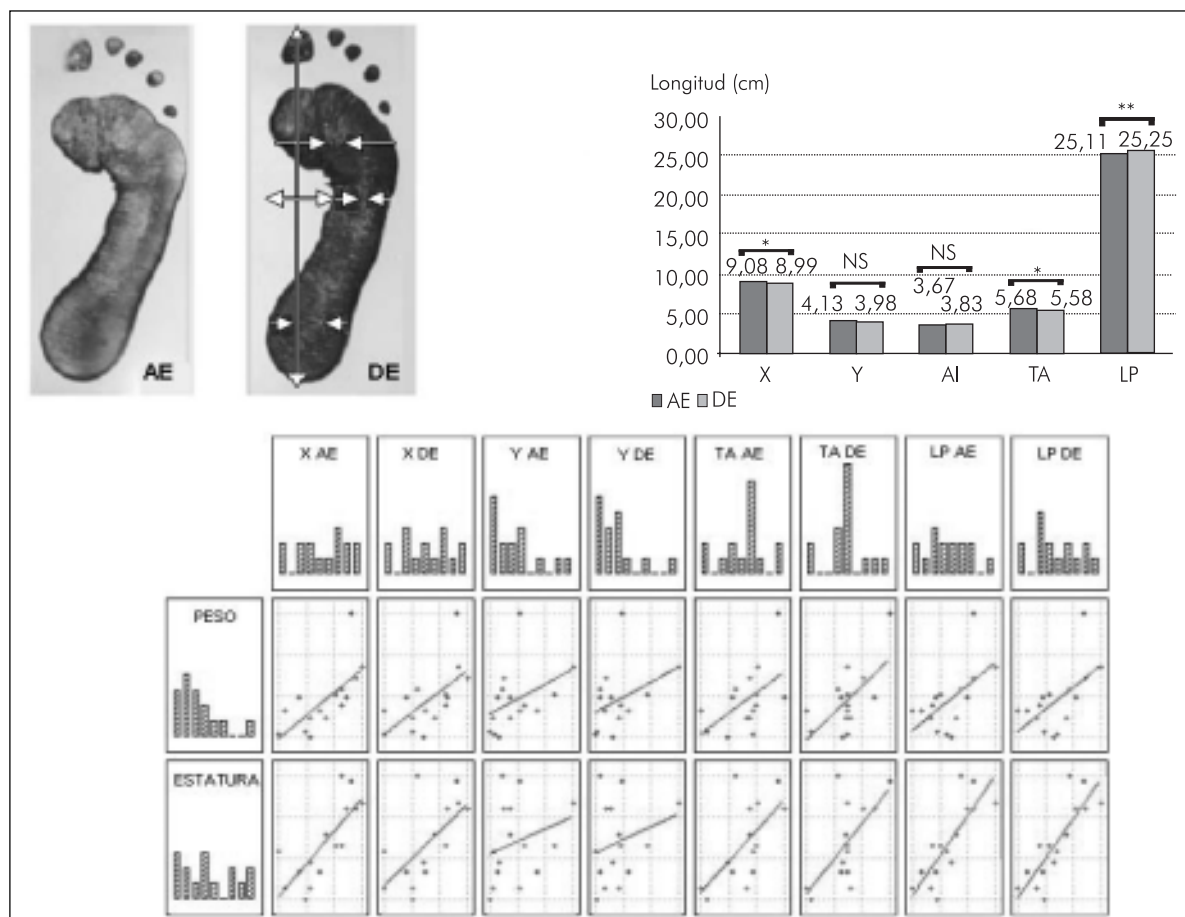
Tras el entrenamiento con vendaje se ha observado un ligero incremento no significativo del componente cavo del pie en todos los sujetos (Tabla 1 y Figura 2). Como ya han afirmado algunos

autores<sup>15,16</sup>, esta es una adaptación normal tras el ejercicio, pero el hecho de que los valores no sean significativos podría ser debido a que la contención del vendaje limita esa adaptación. Los mismos autores han observado una tendencia hacia el aumento de la longitud del pie en los sujetos con un componente ectomórfico y al ensanchamiento en los de componente mesomórfico con el ejercicio<sup>15,16</sup>, sin embargo, el entrenamiento con vendaje ha producido adaptaciones de estrechamiento de la huella independientemente de la talla o el peso, aunque ciertamente más acusadas en los sujetos más altos (Tabla 2). No se encontraron correlaciones significativas entre el IMC y el ensanchamiento de la huella, lo que confirma que el vendaje impide las adaptaciones normales del pie al ejercicio en los sujetos con mayor componente mesomórfico, aspecto que podría tener consecuencias sobre el correcto apoyo del pie durante las acciones técnicas.

**TABLA 2.-** Correlaciones entre los cambios en las dimensiones de la huella y las variables antropométricas

Correlación			AE (r)	DE (r)
Peso	&	X	0,779 **	0,668 **
Peso	&	Y	0,550 *	r<0.500 NS
Peso	&	TA	0,522 *	r<0.500 NS
Peso	&	LP	0,543 *	0,543 *
Estatura	&	X	0,815 ***	0,699 **
Estatura	&	LP	0,837 ***	0,835 ***

X: Ancho del antepié; Y: Ancho del mediopie; TA: Ancho del talón; LP: Longitud del pie; \* = p<0.05; \*\* = p<0.01; \*\*\* = p<0.001.



**FIGURA 2.-** Cambios en las dimensiones de la huella plantar después del entrenamiento con vendaje y correlaciones con las variables antropométricas

En cuanto a la movilidad del tobillo antes y después del entrenamiento, algunos autores han estudiado los efectos del ejercicio en el tobillo sin protección<sup>17</sup>, observando una mayor movilidad articular debido al calentamiento de los músculos y ligamentos. Por otra parte, Alt, Lohrer y Golhofer<sup>18</sup> realizaron un análisis termológico del tobillo bajo la acción del vendaje, revelando un incremento de hasta 6°C en la articulación tras el ejercicio, lo cual supone una gran inestabilidad del tobillo tras el entrenamiento con vendaje y un mayor peligro de lesión tras su retirada. Aunque en el presente estudio no se realizó un análisis termológico del tobillo, estas afirmaciones se comprobaron realizando una medición de la amplitud articular pasiva sin vendaje antes y después del entrenamiento. Los resultados de estas dos mediciones (Tabla 3 y Figura 3) no hicieron más que confirmar los resultados ya obtenidos por estos autores, mostrando una flexibilidad significativamente mayor tras el ejercicio y más acusada en los movimientos sobre el plano frontal de supinación y pronación del calcáneo ( $p < 0.001$ ) que en los realizados sobre el plano sagital de flexión y extensión del tobillo ( $p < 0.01$ ). Estos incrementos significativos de la amplitud articular pasiva tras la retirada del vendaje suponen una mayor inestabilidad de la articulación y un mayor riesgo de lesión, además puede ser una de las posibles causas biomecánicas de la sensación de inseguridad e inestabilidad, así como de la sensación de debilidad en las estructuras que rodean la articulación que los sujetos experimentan al retirar el vendaje<sup>19,20</sup>, lo que explicaría la dependencia psicológica del vendaje en muchos sujetos sanos.

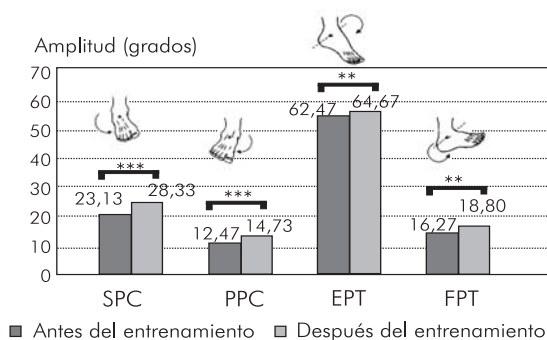
**CONCLUSIONES**

Se puede afirmar que el vendaje funcional preventivo inelástico impide las adaptaciones normales de la función de apoyo del pie en los sujetos con mayor componente mesomórfico, no permitiendo el ensanchamiento de la huella esperado, aunque no parece tener efectos sobre las adaptaciones hacia el estrechamiento del pie en los sujetos más altos.

		Amplitud (grados)		Variación	
		AE	DE	Grados	%
SPC	Promedio	23,13	28,33	+5,20	+23,93
	SD	4,19	6,34	***	
PPC	Promedio	12,47	14,73	+2,27	+21,35
	SD	3,60	3,47	***	
EPT	Promedio	62,47	64,67	+2,20	+3,67
	SD	7,22	6,63	**	
FPT	Promedio	16,27	18,80	+2,53	+70,98
	SD	8,72	6,33	**	

SPC : Supinación pasiva del calcáneo; PPC: Pronación pasiva del calcáneo; EPT: Extensión pasiva del tobillo; FPT: Flexión pasiva del tobillo; AE: Antes del entrenamiento; DE: Después del entrenamiento; \*:  $p < 0.05$ ; \*\*:  $p < 0.01$ ; \*\*\*:  $p < 0.001$ .

**TABLA 3.-** Cambios en la amplitud articular pasiva antes y después del entrenamiento



**FIGURA 3.-** Cambios en la amplitud pasiva del tobillo después del entrenamiento con vendaje

Además, el entrenamiento con vendaje preventivo inelástico incrementa significativamente las amplitudes pasivas del tobillo debido al calentamiento de las estructuras anatómicas bajo las tiras de esparadrapo, creando una mayor inestabilidad del tobillo tras el entrenamiento así como una mayor sensación de inseguridad tras la retirada del vendaje.

Estos aspectos, sumados a los efectos que el vendaje puede tener sobre el rendimiento deportivo, pueden ser razones suficientes para buscar nuevas alternativas de prevención en sujetos sanos, como el fortalecimiento de las estructuras anatómicas que rodean el tobillo para un mayor control del movimiento, así como un trabajo de flexibilidad adecuado en la articulación que mejore la absorción de las fuerzas que intervienen en las acciones deportivas. Igualmente, de cara a la prevención de recidivas en sujetos con antecedentes de lesión, resultaría muy interesante un mayor estudio de las propiedades de los materiales y su posible combi-

nación para la elaboración de vendajes que simulen el comportamiento de los ligamentos y

tendones sin excesivas restricciones del movimiento.

## B I B L I O G R A F Í A

1. **Meana M.** *Biomecánica del vendaje funcional preventivo de tobillo en deportes de colaboración-oposición.* Tesis Doctoral. Universidad de Castilla-La Mancha. Diciembre 2002.
2. **Meana M.** *Biomecánica del vendaje funcional preventivo de tobillo en deportes de colaboración-oposición.* Monografías de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte. UCAM. Quaderna Editorial. Murcia, 2004.
3. **López C.** *El pie del deportista. Introducción a la Medicina y Ciencias del Deporte.* Universidad de Oviedo. Servicio de Publicaciones, 1994.
4. **Sirgo G, Aguado X.** El pie: consideraciones prácticas para la prevención de lesiones. *Perspectivas de la educación física y el deporte* 1992;9,31-4.
5. **Meana M, López JL, Grande I, Aguado X.** El esguince de tobillo en deportes de colaboración-oposición: mecanismos de lesión. *Archivos de Medicina del Deporte* 2000; XVII (75):59-67.
6. **Ryan JB, Hopkinson XJ, Wheeler JH, Arciero RA, Swain JH.** Tratamiento en consulta de la torcedura aguda de tobillo. *Clinicas de Medicina Deportiva.* Mc Graw Hill. Madrid. 3(89)1989;497-515.
7. **Winge S, Jorgensen U, Lassen Nielsen A.** Epidemiology of injuries in Danish Championship Tennis". *International Journal of Sports Medicine.* 1989;10(5):368-71.
8. **Mc Dermott EP.** Lesiones del pie y del tobillo en el baloncesto. *Clinicas de Medicina Deportiva.* Madrid: Mc Graw Hill, 1993;(93)2.
9. **Simpson K, Kanter L.** Jump distance of dance landings influencing internal joint forces: I. Axial forces. *Medicine & Science in Sports & Exercise* 29(7)1997,916-27.
10. **Bylak J, Hutchinson MR.** Common sports injuries in the young tennis player. *Sports Medicine* 26(2)1998;119-32.
11. **Meana M, López JL, Grande I, Aguado X.** Biomecánica del vendaje funcional preventivo de tobillo. *Archivos de Medicina del Deporte* 2004;XXI(2):99-108.
12. **Root M, Orien XP, Weed JH, Huges RJ.** *Exploración biomecánica del pie.* Ortoce editores. Madrid, 1991.
13. **Viladot A.** *15 lecciones sobre patología del pie.* Toray, 1989.
14. **Hernández R, Fernández E.** *Huellas plantares: metodología de valoración.* 1990, INDER- Cuba.
15. **Sirgo G, Aguado X.** Estudio de las variaciones en el pie de apoyo mediante el método de la huella plantar en jóvenes jugadores de balonmano. *Abstract en Archivos de Medicina del Deporte* 1991;13:42.
16. **Sirgo G, Aguado X.** Estudio del comportamiento de la huella plantar en jugadores de voleibol después del esfuerzo considerando su composición corporal y somatotipo. *Apunts Medicina de l'Esport* 1991;18:207-12.
17. **Bauter T.** The effectiveness of ankle taping and considerations for alternatives. En: Kreighbaum, E.; McNeil, A: 6Th International Symposium on Biomechanics in Sports, 1988, 407-418. Citado por: Hume PA. Gerrard DF, Effectiveness of ankle support: Bracing and taping in Rugby Union. *Sports Medicine* 25(5)1998;285-312.
18. **Alt W, Lohrer H, Gollhofer A.** Functional properties of adhesive ankle taping: neuromuscular and mechanical effects before and after exercise. *Foot & ankle international,* 20(4)1999;238-45.
19. **Kulund DN.** *Lesiones del deportista.* Barcelona: Salvat Editores. 1990.
20. **Neiger H.** *Los vendajes funcionales: Aplicaciones en traumatología del deporte y en reeducación.* Barcelona: Ed. Masson.1998.