

ANÁLISIS DEL LACTATO DE LOS JUGADORES DE VOLEIBOL LÍBERO Y CENTRAL

ANALYSIS OF LACTATE IN THE VOLLEYBALL'S PLAYERS LIBERO AND CENTRAL

R E S U M E N

El objetivo de este estudio es determinar la intensidad del esfuerzo en competición mediante la medición de la concentración de ácido láctico en sangre, en la nueva figura del líbero y en los centrales. Para ello se utilizó una muestra de 30 jugadores pertenecientes a 10 equipos: 10 líberos, 10 centrales principales y 10 centrales secundarios. Las extracciones de sangre se realizaron cuando los jugadores eran sustituidos y salían fuera del campo. En el caso del líbero se llevaron a cabo de forma alternativa en cada sustitución. Se practicaron una media de 2 a 3 extracciones en cada set para cada jugador y de 8 a 11 en todo el partido. Los resultados muestran que, de todas las tomas realizadas en cada uno de los puestos, los valores superiores a los 4 mmol/l suponen el 31.27% en el líbero; el 43% en el central principal; y el 50.65% en el central secundario. En cuanto a los valores medios de la concentración de lactato en sangre, no se observaron diferencias significativas entre los dos centrales (3.92 mmol/l y 4.32 mmol/l); pero sí entre éstos y el líbero (3.23 mmol/l) ($p < 0.01$). Con respecto a los valores de lactato sanguíneo obtenidos entre el primer y el último set, no se han encontrado diferencias significativas en ninguno de los puestos analizados. En el análisis de todas las concentraciones de lactato sanguíneo obtenidas en este estudio sin diferenciar los puestos, se advierte que el 40.90% se refieren a valores superiores a los 4 mmol/l, de los que el 2.80% superan los 8 mmol/l. Estos valores son muy superiores a los encontrados en estudios anteriores, no existiendo referencias en la literatura de valores tan elevados en la competición de voleibol.

Palabras clave: voleibol, reglas, esfuerzo, intensidad, concentración de lactato sanguíneo, líbero, central.

S U M M A R Y

The aim of this study is to determine the intensity of effort in competition by means of measurement of blood lactate accumulation in players in the "libero" and centre positions. In order to do this, 30 players belonging to 10 teams: 10 "liberos", 10 principal centres and 10 secondary centres were taken as a sample group. Blood extraction was carried out when the players left the court when substituted. An average of 2-3 extractions was made during each set for each player and 8-11 in the whole match. The results indicate that, of all the samples taken for each position, values higher than 4 mmol/l represent 32.27% for the "liberos", 43% for the principal centres and 50.65% for the secondary centres. With respect to average blood lactate accumulation values, no significant differences were found between the two central players (3.92mmol/l and 4.32mmol/l) but these differed from the "libero" values (3.23mmol/l) ($p < 0.01$). No significant differences were found between the blood lactate values registered in the first and last set in any of the positions examined in the study. In the analysis of all the blood lactic concentrations obtained in this study, it is observed that 40.90% refer to values higher than 4 mmol/l and 2.8% exceed 8 mmol/l. These values are higher than those found in preceding studies, there is no reference in the literature to such high values competition volleyball.

Key words: volleyball, rules, effort, intensity, blood lactate accumulation, "libero", central.

Dra. Cristina González Millán*

Dr. Aurelio Ureña Espá**

Dr. José A. Santos del Campo**

Dr. Fernando Llop García*

Dr. Fernando Navarro Valdivielso*

*Facultad de Ciencias del Deporte de Toledo.
Universidad de Castilla-La Mancha.
**Facultad de Ciencias de la Actividad Física y el Deporte.
Universidad de Granada.

CORRESPONDENCIA:

Cristina González Millán. Facultad de Ciencias del Deporte de Toledo. Campus Tecnológico "Antigua Fábrica de Armas". Avda. Carlos III, s/n. 45071 Toledo. Tfno.: 925 268844 (ext. 5523). Fax: 925 268846. E-mail: cristina.gonzalez@uclm.es

Aceptado:
27.03.02

INTRODUCCIÓN

En los últimos tres años, se han sucedido cambios en la reglamentación del voleibol, que han constituido una verdadera revolución en este deporte. Una de las normas más llamativas es la implantación de la figura del líbero, cuya creación, además, ha implicado a otros jugadores, los centrales. Estos cambios obligan a una reestructuración del entrenamiento como consecuencia de la modificaciones producidas en la competición. Ésta, debe estar basada en el conocimiento de las nuevas cargas a las que están sometidos estos jugadores.

La valoración de la carga fisiológica precisando los niveles de concentración de ácido láctico en sangre, nos va a permitir establecer la participación de los diversos sistemas metabólicos en la producción de energía necesaria para el tipo de esfuerzo requerido. El lactato sanguíneo, además, nos va a otorgar la posibilidad de establecer una relación entre lactato e intensidad.

En voleibol se han realizado numerosos estudios con la idea de determinar la energía aeróbica y anaeróbica utilizada durante el juego mediante la concentración de lactato sanguíneo. En general, en la mayoría de estos estudios, realizados con anterioridad a la implantación de las nuevas normas, se observan concentraciones de lactato sanguíneo bajas (2.61 mmol/l; ⁽¹⁾ 3.05 mmol/l; ⁽²⁾ 2 mmol/l; ⁽³⁾ 1.0 mmol/l; ⁽⁴⁾ 2.48 mmol/l ⁽⁵⁾), lo que ha llevado a los diferentes autores a afirmar que el voleibol es un deporte aeróbico por la larga duración de los partidos, y con un componente anaeróbico aláctico, debido a la breve duración y a la elevada intensidad de las fases activas, y en el que el sistema anaeróbico láctico no tiene apenas participación. ^(6,1,2,7)

Sin embargo, algunas de las últimas modificaciones en el reglamento (el nuevo sistema de puntuación y la figura del líbero), han afectado de una manera tan considerable a la estructura y desarrollo del juego, así como a la actuación de algunos jugadores, que se hace necesario realizar nuevos estudios con el fin de valorar estos cambios.

En este estudio se pretende precisar los niveles de concentración de ácido láctico en sangre en el líbero y en ambos centrales, con el fin de determinar que tipo de esfuerzo les es requerido con las nuevas normas; y comprobar si estos valores difieren de los encontrados con anterioridad.

MÉTODO

Muestra

La muestra se ha extraído de la población de jugadores de voleibol que participan en competiciones nacionales. Ésta quedó constituida por 30 jugadores que pertenecían a 10 equipos: 10 líberos, 10 centrales principales y 10 centrales secundarios.

En la tabla I se analizan las características de los sujetos.

Diseño

El diseño utilizado en esta investigación es pre-experimental con estudios descriptivos de grupo. Se tomaron medidas durante los partidos en cada muestra (líberos, centrales principales, centrales secundarios).

<i>Puestos</i>	<i>N</i>	<i>Años de experiencia</i>	<i>EDAD</i>	<i>ALTURA</i>	<i>PESO</i>
líbero	10	13.40	27.15	1.80	76.50
central principal	10	9.00	24.25	1.88	84.33
central secundario	10	7.44	21.60	1.90	84.67
Total	30	10.07	24.43	1.86	81.64

TABLA I.-
Características de los sujetos de cada una de las muestras.

Las variables independientes que se han utilizado en este estudio han sido:

El puesto: variable que diferencia la muestra en tres grupos en función del puesto que ocupan los jugadores: líbero, central principal y central secundario; **el resultado del set:** variable recogida por la categorización del mismo en *gana* y *pierde*; y **el orden del set:** esta variable se ha utilizado para diferenciar los sets con relación al orden en el que se han desarrollado durante el partido.

Como variable dependiente se ha medido la **concentración de lactato en sangre**. Se tomaron muestras de sangre capilar (20-25 microlitros) cantidad recomendada por Fell et al,⁽⁸⁾ para analizar la concentración de lactato sanguíneo (mmol/l). Éstas se obtuvieron a través de la punción en los dedos de la mano mediante Autoclix de la firma Boehringer.

Instrumental

La extracción de sangre del capilar y la introducción de ésta en el analizador se realizó con la pipeta YSI modelo 1501. Las muestras fueron analizadas inmediatamente por el analizador de lactato YSI Incorporated 1500 (Sport de Yellow Springs Instrument Co. Inc. Yellow Springs). Varias investigaciones han demostrado la validez y precisión de este analizador.^(9,10)

Procedimiento

Los datos se recogieron durante la celebración de un

torneo, en el que participaron 10 equipos. En él se jugaron 5 partidos y se analizaron a 10 jugadores líberos, y 20 centrales: 10 centrales principales y 10 centrales secundarios.

Las extracciones de sangre en los jugadores que ocupaban los puestos de central principal y central secundario se realizaron cada vez que, al ser sustituidos por el líbero, salían fuera del campo. En el caso del líbero se llevaron a cabo de forma alternativa en cada sustitución. Se practicaron una media de 2 a 3 extracciones en cada set para cada jugador y de 8 a 11 en todo el partido. Aproximadamente se recogieron entre 220 y 300 muestras de sangre para el análisis de lactato en todo el estudio.

En el presente estudio se ha aplicado un *análisis estadístico descriptivo*, utilizando medias, desviaciones típicas, máximos y mínimos. También se aplicaron pruebas de *estadística inferencial*, mediante las pruebas ANOVA y *T de student*. El análisis de los datos ha sido tratado con el paquete estadístico SPSS versión 10.0.

RESULTADOS

En la tabla II se observa que el valor más elevado en la concentración de lactato sanguíneo se da en el central secundario (4.32 mmol/l); algo más bajos son los valores que corresponden al central principal (3.92 mmol/l). El líbero es el puesto en el que se producen los valores inferiores (3.23 mmol/l). Los resultados de la prueba t (tabla III), muestran diferen-

		Me dia	Desviación típica	Mínimo	Máximo
concentración de lactato sanguíneo (mmol/l)	líbero	3,23	1,62	1,21	8,00
	central principal	3,92	1,37	,82	8,53
	central secundario	4,32	2,05	,92	11,40

TABLA II.-
Análisis descriptivo
de la concentración
de lactato en sangre
en todos los puestos
analizados.

		t	gl	Sig. (bilateral)
concentración de lactato (mmol/l)	líbero / central principal	-3.059	175.549	.003
	líbero / central secundario	-3.730	134.661	.000
	central principal / central secundario	-1,452	121,933	,149

TABLA III.-
Prueba T de student:
análisis de las
diferencias entre el
líbero, el central
principal y el central
secundario.

cias significativas en la *concentración de lactato sanguíneo* entre el líbero y el central principal (3.23 y 3.92 mmol/l, respectivamente) con una $p < 0.01$ y entre el líbero y el central secundario (3.23 y 4.32 mmol/l, respectivamente) con una $p < 0.01$.

En la tabla IV se observa que los valores más elevados ocurren en el primer set en el líbero y en el central principal (3.67 mmol/l y 4.35 mmol/l, respectivamente) y en el cuarto set en el central secundario (4.76 mmol/l). Los valores más bajos se dan: en el cuarto set en el líbero (3.05 mmol/l); en el tercer set en el central principal (3.56 mmol/l); y en el primer set en el central secundario (3.75 mmol/l).

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Cuando se observan las concentraciones medias de lactato sanguíneo obtenidas en este estudio en cada puesto, no se encuentran diferencias significativas entre el central principal y el central secundario, pero sí entre éstos y el líbero. Así la media obtenida para

los jugadores que ocupan el puesto de central secundario es de 4.32 mmol/l, en el central principal de 3.92 mmol/l y en el líbero de 3.23 mmol/l lo que nos indica que estas diferencias se ocasionan, fundamentalmente, por el puesto que ocupan,⁽¹¹⁾ y las acciones que en estos puestos les caracterizan, ya que las acciones realizadas por los jugadores que actúan como centrales son de mayor intensidad que las que realiza el líbero.

En cuanto a los porcentajes obtenidos en las extracciones realizadas para cada uno de los puestos se advierte que en los líberos, en términos generales el 68.73% de las tomas no superan el nivel del umbral aeróbico/anaeróbico, aunque se verifica un porcentaje importante en valores superiores que supone el 31.27%. En el central principal el porcentaje de los valores situados por encima de los 4 mmol/l es mayor que en los líberos y supone el 43%. Pero es en el central secundario, en el que más tomas realizadas superan el umbral con un 50.65%. Por lo tanto, en ambos centrales, casi la mitad de las tomas realizadas (aproximadamente 100 en cada uno de los puestos),

		Media	Desviación típica	Mínimo	Máximo
líbero	primer set	3.67	1.92	1.39	8.00
	segundo set	3.13	1.28	1.62	6.30
	tercer set	3.08	1.45	1.35	6.32
	cuarto set	3.05	1.80	1.21	8.00
	Total	3.23	1.62	1.21	8.00
central principal	primer set	4.35	1.18	2.11	6.64
	segundo set	3.75	.73	2.09	5.30
	tercer set	3.56	1.52	1.82	8.19
	cuarto set	4.04	1.73	.82	8.53
	Total	3.92	1.37	.82	8.53
central secundario	primer set	3.75	1.86	.92	7.18
	segundo set	4.01	1.49	1.38	7.33
	tercer set	4.70	1.95	1.65	9.62
	cuarto set	4.76	2.73	1.05	11.40
	Total	4.32	2.05	.92	11.40

TABLA IV.-
Análisis descriptivo
de la concentración
de lactato en sangre
(mmol/l) en todos los
puestos, con relación
al orden del set.

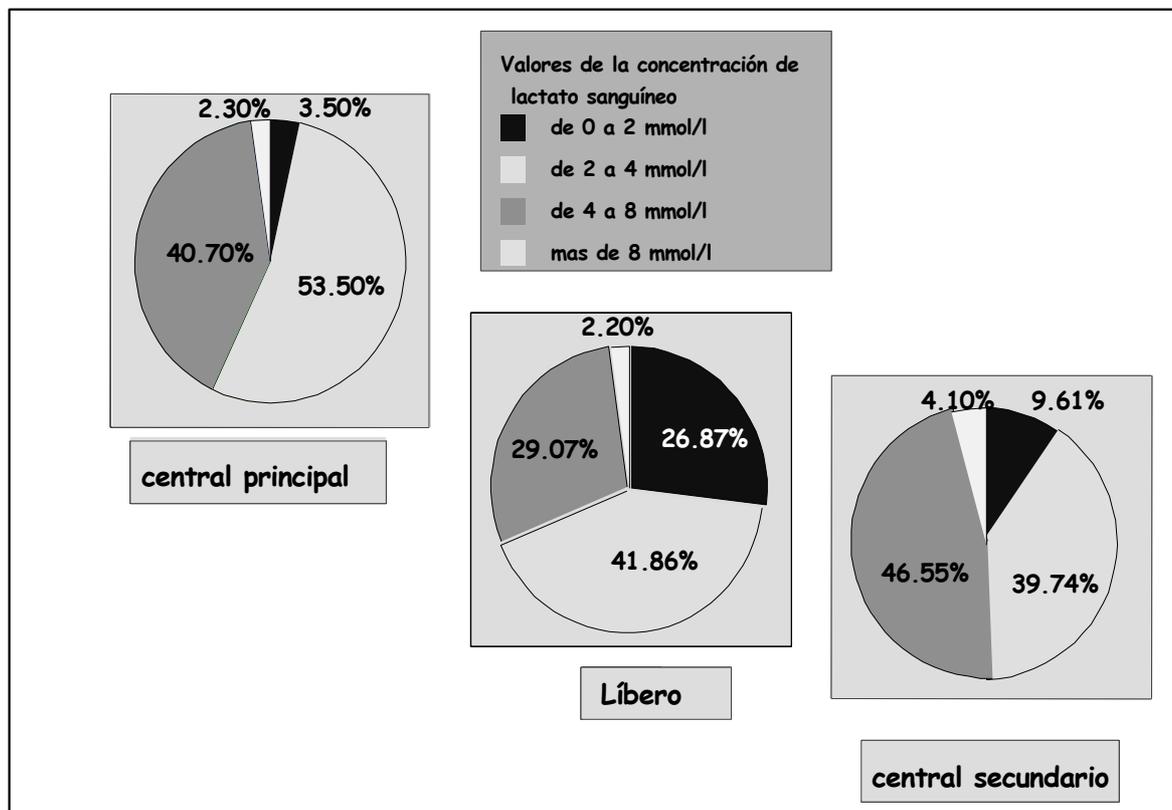


FIGURA 1.- Porcentajes de los diferentes valores de la concentración de lactato sanguíneo (mmol/l) en cada puesto.

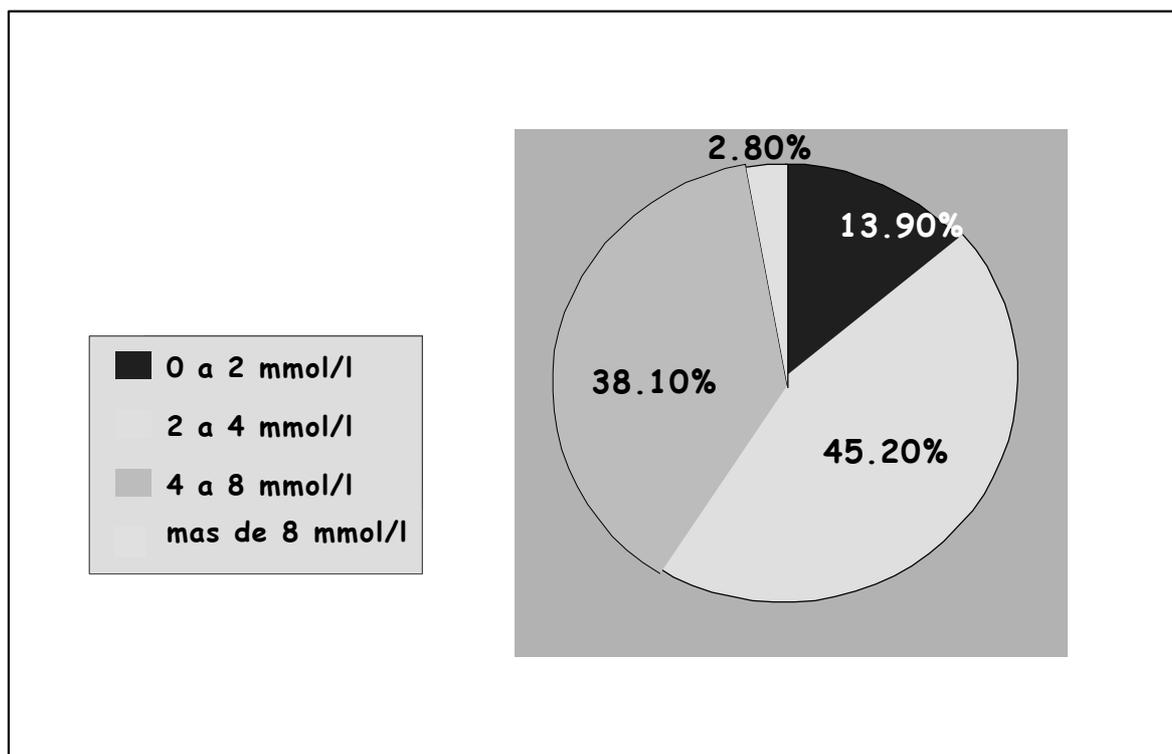


FIGURA 2.- Porcentajes de los valores de la concentración de lactato sanguíneo (mmol/l) en todas las tomas realizadas a todos los jugadores.

se sitúan por encima del umbral aeróbico/anaeróbico. Entre ambos puestos las diferencias más acentuadas se encuentran en los valores más extremos. Así, en el central secundario, se obtiene un 9.61% de los valores entre 0 y 2 mmol/l, frente al 3.5% del central principal. En las concentraciones superiores a los 8 mmol/l, el central secundario tiene mayor porcentaje, 4.10%, que el central principal, 2.30%. Es decir, que el central secundario tiene un mayor porcentaje en las concentraciones más elevadas y, también, en las más bajas, por lo tanto es el que presenta mayores fluctuaciones en sus concentraciones.

En general, hay que destacar que, aunque en porcentajes pequeños, se han encontrado valores elevados, superiores a los 8mmol/l en todos los puestos, que suponen el 2.20% en el líbero, el 2.30% en el central principal y el 4.10% en el central secundario.

Si se observan todas las concentraciones de lactato sanguíneo obtenidas en este estudio sin diferenciar los puestos, se puede advertir que el 59.10% de los valores son inferiores a los 4 mmol/l y el 40.90% corresponden a valores superiores a los 4 mmol/l. Estos datos son muy superiores a los referidos en estudios anteriores (3.05 mmol/l,⁽²⁾ 2.61 mmol/l,⁽¹⁾ 2 mmol/l,⁽³⁾ 2.48,⁽⁵⁾ 1.0 mmol/l,⁽⁴⁾). En la mayoría de ellos las concentraciones de lactato sanguíneo encontradas han sido bajas. Esto es debido, fundamentalmente al momento en el que se realiza la toma de sangre. En la mayoría de los estudios realizados en el voleibol, referenciados con anterioridad, las tomas de sangre se realizaron al finalizar el partido o entre sets, y por lo tanto, sólo representan la actividad anterior a la misma.⁽¹²⁾

La nueva normativa ha permitido llevar a cabo las extracciones cuando se realizaban las sustituciones del líbero por los centrales, sin tener que alterar la dinámica de la propia competición. Además, hay que destacar que los jugadores que ocupan el puesto de central son sustituidos por el líbero una vez finalizado su paso por la zona de red, donde las acciones realizadas son de mayor intensidad, lo que ha posibilitado encontrar concentraciones de lactato elevadas, ya que se ha demostrado que éstas están relacionadas con la elevada intensidad de las acciones realizadas en los momentos anteriores a las tomas.⁽¹³⁾

Por otro lado, al ser ilimitadas las sustituciones del

líbero, se han podido realizar numerosas tomas a cada jugador (entre 2 y 3 en cada set y de 8 a 11 en todo el partido), lo que puede dar una buena indicación del tipo de esfuerzo que el jugador analizado realiza durante todo el partido.⁽¹⁴⁾

También se ha encontrado una gran variabilidad en los valores de lactato obtenidos en los jugadores que ocupan el mismo puesto. Así, algunos jugadores que ocupan el puesto de líbero presentan valores de 1.21 mmol/l, y otros de hasta 8 mmol/l. En los centrales las variaciones son más acentuadas, pudiendo oscilar entre 0.82 a 11.40 mmol/l. Sin embargo esta variación en las tomas se observa, incluso, en el mismo set al mismo jugador (2.44 a 8.19 mmol/l). Esto se debe a la relación existente entre el valor obtenido y la intensidad de las acciones anteriores a la toma, y a que las fases en las que los jugadores están fuera del campo, permiten una eliminación rápida del elevado lactato muscular acumulado en algunas ocasiones.

Esta rápida eliminación a la que acabamos de referirnos, es también la razón que explica el que no se hayan encontrado diferencias significativas entre el primer y el último set en las tomas realizadas a todos los jugadores. Esto parece confirmar que el ácido láctico no es un factor que por sí mismo en voleibol, induzca a la fatiga; sino que, además hay otros factores que en conjunto causan la misma; como los aspectos de tipo nervioso^(16,17) o la reducción del glucógeno muscular.⁽⁴⁾

Los valores de lactato sanguíneo encontrados en este estudio, permiten afirmar que en el voleibol sí se producen concentraciones elevadas de éste, contrariamente a lo que afirmaban otros autores en estudios anteriores^(1, 2, 3, 4, 5), que relacionaban las concentraciones bajas de lactato encontradas, con la duración de las fases activas, indicando que su brevedad impedía que éstas fueran elevadas. Sin embargo, existe suficiente evidencia científica para afirmar que la producción de ácido láctico comienza desde los inicios de la actividad,^(18,19, 20 21,22) y que la degradación de Fosfocreatina y la glucólisis anaeróbica se activan desde el principio de la actividad de alta intensidad.^(19, 20)

Si bien, no hay que olvidar que aunque se han encontrado valores elevados de lactato sanguíneo, probablemente la producción real de lactato sea

mayor, especialmente en los músculos más implicados (miembros inferiores), ya que no todo el lactato producido después de un ejercicio de elevada intensidad aparece en la sangre. ^(23, 24)

Por último, destacar que, aunque en estudios anteriores ^(1, 2, 3, 4, 5) se ha concluido que las concentraciones de ácido láctico encontradas en la competición de

voleibol eran inferiores a las de otros deportes de características similares, en este estudio, tanto los valores elevados encontrados, como las diferencias significativas entre los diferentes puestos y la gran variabilidad entre los datos de un mismo jugador, coinciden con resultados similares en otros deportes de carácter intermitente (Fútbol, Baloncesto, Balonmano, Rugby).

B I B L I O G R A F Í A

- 1 KÜNTSLINGER, U., LUDWIG, H., STEGEMAN, J.: "Metabolic changes during volleyball matches". *International Journal Sports Medicine*, 1987; 8: 315-322.
- 2 VITTASALO, J.T., RUSKO, H., PAJALA, O., RAHKILA, P., AHILA, M., MONTONEN, H.: "Endurance requirements in volleyball". *Canadian Journal of Applied Sports Science*, 1987; 12: 194-201.
- 3 VOIGH, H-F. y DE MAREES, H.: "Zur muskulären Beanspruchung im volleyball". *Dtsch Z Sportmed*, 1985; 6: 163-170.
- 4 CONLEE, R. ROBINSON, K., MCGOWN, C., FISHER, A., DALSKY, G.: "Physiological effects of power volleyball". *Physician and Sports Medicine*, 1982; 10(2): 93-97.
- 5 BUTTI, L.F.E.: "Perfil do lactato no voleibol: interrelações entre tests de campo e desempenho em jogo simulado". Tesis Doctoral, Universidade Estadual Paulista, 1990.
- 6 DYBA, W.: "Physiological and activity characteristics of volleyball". *Volleyball Tech*, 1982; 6 (3): 33-51.
- 7 BOSCO, C.: "La preparación física en el voleibol y el desarrollo de la fuerza en deportes de carácter explosivo-balístico". *Revista Voley*, 1987.
- 8 FELL, J.W., RAYFIELD, J.M., GULBIN, J.P., GAFFNEY, P.T.: "Evaluation of the Accusport Lactate Analyser". *International Journal of Sports Medicine*, 1998; 19: 199-204.
- 9 BISHOP, P. A., SMITH, J. F., KIME, J. C., MAYO, J. M., TIN, Y. H.: "Comparison of a manual and an automated enzymatic technique for determining blood lactate concentrations". *International Journal of Sports Medicine*, 1992; 13(1): 36-39.
- 10 RODRIGUEZ, F.A., BANQUELLS, M., PONS, V., DROBNIC, F., GALILEA, P.A.: "Estudio comparativo de diferentes métodos analíticos de lactato sanguíneo". *Apunts: Medicina de l'Esport*, 1991; 28(107): 41-50.
- 11 VAN GOOL, D.: "De fysieke belasting tijdens een voetbalwedstrijd: studie van af geledige afstand, hartfrequentie, energieverbruik en lactaatbepalingen" (thesis). University of Leuven, Leuven, Netherlands, 1987.
- 12 BANGSBO, J., NORREGAARD, L., THORSOE, F.: "Activity profile of competition soccer". *Canadian Journal Sports Science*, 1991; 16: 110-116.
- 13 EKBLÖM, B.: "The applied physiology of soccer". *Sports Medicine*, 1986; 3: 50-60.
- 14 CHRISTMAS, M., RICHMOND, S., CABLE, N., ARTHUR, P., HARTMANN, P.: "Exercise intensity and metabolic response in singles tennis". *Journal of Sports Sciences*, 1998; 16: 739-747.
- 15 ESSEN, B., HAGENFELDT, L., KAIJSER, L.: "Utilization of blood-borne and intramuscular substrates during continuous and intermittent exercise in man". *Journal Physiology*, 1977; 265: 489-506.
- 16 UREÑA, A., PALAO, J.M., SAENZ, B.: "La fatiga en voleibol". *Lecturas en Educación Física y Deportes. Revista Digital* año 6- n° 30-febrero, 2001. Consulta: 16 febrero, 2001 de la World, Wide Web: <http://www.efdeportes.com/efd30a/voley.htm>
- 17 DRAUCHKE, K., KRÖGER, C., SCHULZ, A., UTZ, M.: "El entrenador de voleibol". 1994; Paidotribo. Barcelona.
- 18 HIRVONEN, J., REHUNEN, S., RUSKO, H., HARKONEN, D.: "Breakdown of high-energy phosphate compounds and lactate accumulation during short supramaximal exercise". *European Journal of Applied Physiology*, 1987; 56: 253-259.
- 19 SPRIET, L.L.: "Anaerobic metabolism during high-intensity", en "Exercise metabolism" de Hargreaves, M. 1995; 1-40. Champaign, Illinois, Human Kinetics.
- 20 BONGBELE, J. y GUTIERREZ, A.: "Bases bioquímicas de la fatiga muscular durante esfuerzos máximos de tipo anaeróbico (0 a 30 segundos)". *Archivos de Medicina del Deporte*, 1989; Vol VI, 21: 399-405.
- 21 NAVARRO, F.: "La resistencia". 1998; 32. Gymnos. Madrid.
- 22 MCARDLE, W., KATCH, F., KATCH, V.: "Essentials of Exercise Physiology". 2000. Lippincott Williams & Wilkins. Philadelphia.
- 23 BOOBIS, L.H.: "Metabolic aspects of fatigue during sprinting". En "Exercise. Benefits, limits and adaptations", de: MacLead, D., Maughan, R., Nimmo, M., Reilly, T. y Williams, T.C. 1987. E. & F.N. London / New York.
- 24 BANGSBO, J., GRAHAM, T.E., KIENS, B., SALTIN, B.: "Elevated muscle glycogen and anaerobic energy production during exhaustive exercise in man". *Journal Physiology*, 1992; 451: 205-222.