



apunts

MEDICINA DE L'ESPORT

www.apunts.org



ORIGINAL

La respuesta cardiaca durante la competición de balonmano playa femenino

Daniel Lara Cobos

Entrenador, Granollers, Barcelona, España

Recibido el 15 de marzo de 2010; aceptado el 9 de septiembre de 2010

Disponible en Internet el 3 de abril de 2011

PALABRAS CLAVE

Balonmano playa;
Esfuerzo;
Intensidad;
Frecuencia cardiaca;
Femenino

Resumen

Objetivo: El objetivo de este estudio es determinar la intensidad del esfuerzo en competición mediante la medición de la frecuencia cardiaca en jugadoras de balonmano playa.

Material y método: Se utilizó una muestra de 6 jugadoras pertenecientes a un equipo de ámbito nacional. Durante la celebración de 13 partidos de categoría nacional, la frecuencia cardiaca se registró a todas las jugadoras por telemetría a lo largo de los encuentros en periodos de 5 segundos.

Resultados: Los valores medios de la frecuencia cardiaca registrados en la primera parte fueron de $149,94 \pm 11,96$ latidos por minuto (lpm), lo que supone un 80% de la frecuencia cardiaca máxima (FC_{máx}), con una mínima de $113,20 \pm 13,65$ lpm y una máxima de $172,16 \pm 9,97$ lpm. En la segunda parte fueron de $156,08 \pm 11,43$ lpm, lo que supone un 83% de la FC_{máx} de referencia, con una mínima de $125,16 \pm 14,99$ lpm y una máxima de $175,94 \pm 8,94$ lpm.

Siguiendo la clasificación de intensidad de la actividad física propuesta por el American College of Sports Medicine (ACSM), se registró que durante la primera parte se empleaba el $41,57 \pm 19,7\%$ del tiempo en una actividad definida como vigorosa y el $26,1 \pm 26,5\%$ como muy vigorosa, mientras que en la segunda parte se reduce el porcentaje de tiempo de actividad moderada para aumentar el porcentaje de actividad muy vigorosa al $40,8 \pm 25,5\%$.

Conclusión: Los resultados sugieren que la práctica del balonmano playa en jugadoras de nivel nacional supone un nivel de intensidad vigoroso y muy vigoroso durante el 70% del tiempo, y que los registros de frecuencia cardiaca se mantendrán entre 150 y 157 lpm, lo que supone el 80-83% de la FC_{máx}.

© 2010 Consell Català de l'Esport. Generalitat de Catalunya. Publicado por Elsevier España, S.L. Todos los derechos reservados.

Correo electrónico: Daniel.lara14@hotmail.com

KEYWORDS

Beach handball;
Effort;
Intensity;
Heart rate;
Female

Analysis of heart rate in female beach handball players**Abstract**

Objective: The aim of this study is to determine the intensity of competitive effort by measuring heart rate during beach handball in female players. We used a sample of six players belonging at the same team.

Material and methods: During the course of 13 national level category matches, heart rate was recorded for all players by telemetry in periods of 5 seconds.

Results: The average heart rates recorded in the first half was 149.94 ± 11.96 bpm representing 80% reference HRmax (Heart Rate maximum) with a minimum of 113.20 ± 13.65 bpm and maximum 172.16 ± 9.97 bpm, while in the second half it was 156.08 ± 11.43 bpm representing 83% reference HRmax, with a minimum 125.16 ± 14.99 bpm and maximum of 175.94 ± 8.94 bpm.

Following the classification of intensity of physical activity proposed by the American College of Sports Medicine (ACSM) we registered that $41.57 \pm 19.7\%$ was defined as vigorous activity during the activity time in first half and $26.1 \pm 26.5\%$ as very vigorous; while in the second half the percentage of moderate activity was reduced as the percentage of very vigorous activity increased to $40.8 \pm 25.5\%$.

Conclusion: The results suggest that the practice of beach handball is a vigorous and very vigorous activity in the 70% of the total activity time. Heart rates were maintained between 150 and 157 bpm, representing 80-83% reference HRmax.

© 2010 Consell Català de l'Esport. Generalitat de Catalunya. Published by Elsevier España, S.L. All rights reserved.

Introducción

El balonmano playa en la actualidad es una modalidad completamente reconocida por las federaciones internacionales y totalmente introducida en todo el mundo, con aproximadamente 400.000 practicantes. Normalmente los participantes son jugadores de balonmano *indoor* que en la época estival continúan practicando su deporte en esta modalidad.

Este deporte tiene sus inicios en los años ochenta en Holanda e Italia, curiosamente dos países con poca tradición en balonmano. Las federaciones gradualmente han ido participando más en este deporte popular, llegándose a formalizar la reglamentación tanto deportiva como organizativa en 2002¹.

El balonmano playa se desarrolla en un campo de 15×12 m cuya superficie es de arena. Cada equipo está compuesto por un portero y 3 jugadores, y compite en dos partes de 10 min. El juego se apoya en la normativa del balonmano pista, exceptuando la zona de cambio, que es toda una banda por equipo, y que los goles del portero tienen un valor doble².

Conocer la intensidad de una actividad física es fundamental para determinar los objetivos del entrenamiento y su posterior planificación. Ante la imposibilidad de aplicar las condiciones de un test de laboratorio a una actividad como puede ser un deporte colectivo, la solución es el registro de la frecuencia cardiaca. Sabiendo a qué exigencia trabaja nuestro corazón podremos determinar el gasto energético que supondrá esa actividad y determinar los objetivos de entrenamiento para ser más eficientes a ese esfuerzo requerido. En la bibliografía hay estudios sobre fútbol^{3,4}, hockey⁵, baloncesto^{6,7} y tenis^{8,9}. En todos ellos se registró la frecuencia cardiaca por telemetría, un sistema de medición válido¹⁰⁻¹² y que nos da información a la respuesta

cardiaca en ejercicios que expresan una enorme variabilidad de intensidades¹³ y, a su vez, nos puede dar una estimación energética del ejercicio realizado¹⁴.

En el estudio de la intensidad en el balonmano playa encontramos un vacío conceptual y experimental; no obstante, sí existen diferentes estudios referentes a su modalidad en pista.

Artículos como el de Alexander y Boreskie¹⁵, o el de Loftin¹⁶, muy utilizados en la bibliografía, hacen referencia a lo que entendemos como pelota vasca en nuestro país (*handball* en Estados Unidos). Es por ello que la primera referencia es la de Rannou et al¹⁷, con jugadores de nivel nacional e internacional. A este estudio se unieron el de Gorostiaga et al¹⁸ —aunque el propósito de estudio no fuese el control de la intensidad del esfuerzo— y los de Buchheit et al¹⁹ y Gintaré Onusaitytè²⁰, donde sí se estudia de forma concreta la respuesta cardiaca a esta actividad física. Especial mención al estudio de Gintaré²⁰, pues realiza la misma propuesta que nuestro estudio pero en la modalidad de balonmano *indoor*.

Método**Muestra**

La muestra se ha extraído de un equipo femenino de ámbito nacional constituido por 6 jugadoras pertenecientes a un mismo equipo, como determinaban los criterios de inclusión al estudio.

En la **tabla 1** se analizan las características de la muestra que participó en este estudio.

La intensidad de trabajo se clasificó siguiendo los criterios definidos por Wolford y Angove²¹ y las recomendaciones

Tabla 1 Características de las participantes en el estudio

Participante	Edad	Altura	Peso	Mets	VO _{2max}	IMC
1	19	164	51	14,5	50,75	31,1
2	23	182	73	16,4	57,4	40,1
3	38	174	107	14,1	49,35	61,5
4	18	166	60	16,4	57,4	36,1
5	27	171	67	14,5	50,75	39,2
6	21	172	79	14,1	49,35	45,9
Media	24,3 ± 7,4	171,4 ± 6,37	77,83 ± 19,39	14,9	52,5 ± 3,85	42,31 ± 10,58

de la ACSM: actividad muy vigorosa (>85% FC_{máx}), actividad moderada (80-65% FC_{máx}) y baja intensidad (<60% FC_{máx}) (Armstrong et al)²² (tabla 2).

Diseño

El diseño utilizado en esta investigación es pre-experimental, con estudios descriptivos de grupos. Se tomaron medidas durante los partidos.

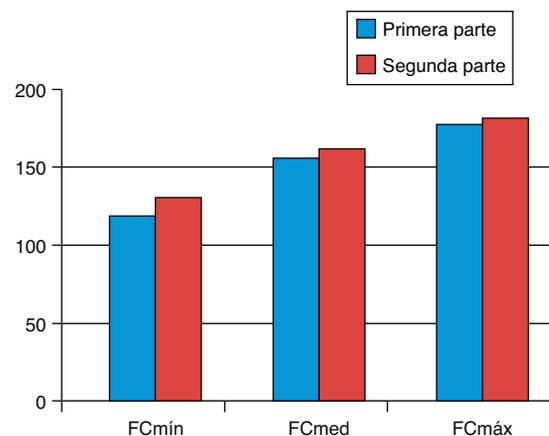
Instrumental

Para la obtención de la frecuencia cardiaca se utilizaron pulsómetros Polar S625X; la fiabilidad y la validez de este tipo de pulsómetros han sido estudiadas en sus modelos anteriores con gran efectividad²³. La unidad de medida Polar IrDA USB permitió introducir los datos en un ordenador Modelo iMac con procesador 2.4GHz Intel Core 2 Duo (Parallel) y obtener la evolución de la frecuencia cardiaca a lo largo de todo el partido mediante el software Polar Protrainer 5.

La frecuencia cardiaca máxima de referencia de cada sujeto se obtuvo mediante prueba de esfuerzo en tapiz rodante modelo Daum Electronic Ergo.Run Premium 8. Se utilizó un protocolo de diseño propio, con incrementos progresivos de velocidad de 0,5 km/h y pendiente 2% cada uno de esfuerzo hasta la extenuación. Se monitorizó el ECG de esfuerzo con un electrocardiógrafo Schiller AT.104PC. El VO_{2max} se obtuvo mediante cálculos específicos en relación con el diseño del test.

Procedimiento

Los datos fueron recogidos durante la celebración de 3 torneos clasificatorios de ámbito nacional y el campeonato de

**Figura 1** Medias de la frecuencia mínima, media y máxima.

España de Balonmano Playa 2009. En total se analizaron 13 partidos completados por las 6 jugadoras participantes.

En el presente estudio se ha aplicado un análisis estadístico descriptivo, utilizando medias, desviaciones típicas, máximos y mínimos.

El análisis de los datos ha sido tratado con el paquete estadístico SPSS versión 17.0 y Microsoft Excel 2005.

Resultados

En los 13 partidos analizados, la media de la primera parte fue de 149,94 ± 11,96 latidos por minuto (lpm), lo que supone el 80% de la FC_{máx} de referencia, mientras que en la segunda parte se registró una media de frecuencia cardiaca de 156,08 ± 11,43 lpm, lo que supone el 83% de la FC_{máx} de referencia.

En la figura 1 podemos ver cómo se distribuyen las medias de la frecuencia mínima, media y máxima.

Tabla 2 Clasificación de la intensidad de trabajo

Participante	FC _{máx}	> 80%	Entre 80-70%	< 60%
1	183	146,4	128,1	109,8
2	177	141,6	123,9	106,2
3	210	168	147	126
4	192	153,6	134,4	115,2
5	186	148,8	130,2	110,6
6	184	147,2	128,8	110,4
Media	188,66 ± 11,5	150,93 ± 9,21	132,06 ± 8,06	113,03 ± 6,96

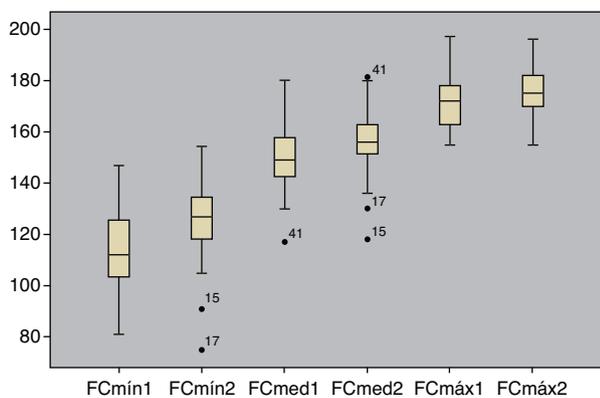


Figura 2 Diferencia entre frecuencia cardiaca mínima, media y máxima y su comparativa entre la primera y segunda parte registrada.

En la primera parte la FCmín es de $113,20 \pm 13,65$ lpm y la la FCmáx de $172,16 \pm 9,97$ lpm, mientras que en la segunda parte la FCmín es de $125,16 \pm 14,59$ lpm y la FCmáx de $175,94 \pm 8,94$ lpm.

En la **figura 2** podemos ver la diferencia entre FC mínima, media y máxima, y su comparativa entre la primera y la segunda parte registradas.

Podemos constatar una respuesta cardiaca superior en las segundas partes.

La correlación entre la media de la frecuencia cardiaca de la primera parte y la segunda parte es de 0,234 demostrando que no hay una relación entre ambas medias.

La **figura 3** se ha elaborado siguiendo la clasificación de la ACSM en la definición de intensidades de una actividad física muy vigorosa (> 85% FCmáx), actividad moderada (80-65% FCmáx) y baja intensidad (< 60% FCmáx) (Armstrong et al)²².

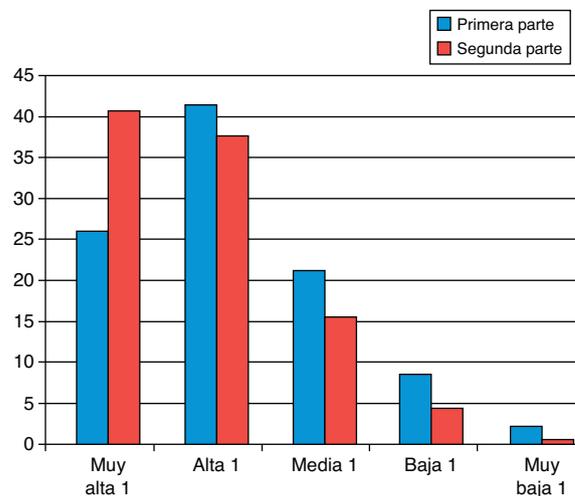


Figura 4 Cuantificación del tiempo en diversas frecuencias cardiacas. En la primera parte el $26,1 \pm 26,5\%$ del tiempo está en una actividad muy vigorosa, la mayor parte del tiempo está ($41,57 \pm 19,7\%$) está en una actividad vigorosa y el $21,2 \pm 12,6\%$ en una intensidad moderada. En cambio, en la segunda parte desciende el porcentaje en la franja moderada ($15,7 \pm 11,8\%$) y aumenta el porcentaje de actividad muy vigorosa, con el $40,8 \pm 25,5\%$.

Cuantificamos el tiempo en estas frecuencias cardiacas. Vemos que en la primera parte el $26,1 \pm 26,5\%$ del tiempo está en una actividad muy vigorosa, y el $21,2 \pm 12,6\%$ en una actividad moderada. En cambio, en la segunda parte desciende el porcentaje en la franja moderada ($15,7 \pm 11,8\%$) y aumenta el porcentaje de actividad muy vigorosa, con el $40,8 \pm 25,5\%$ (**fig. 4**).

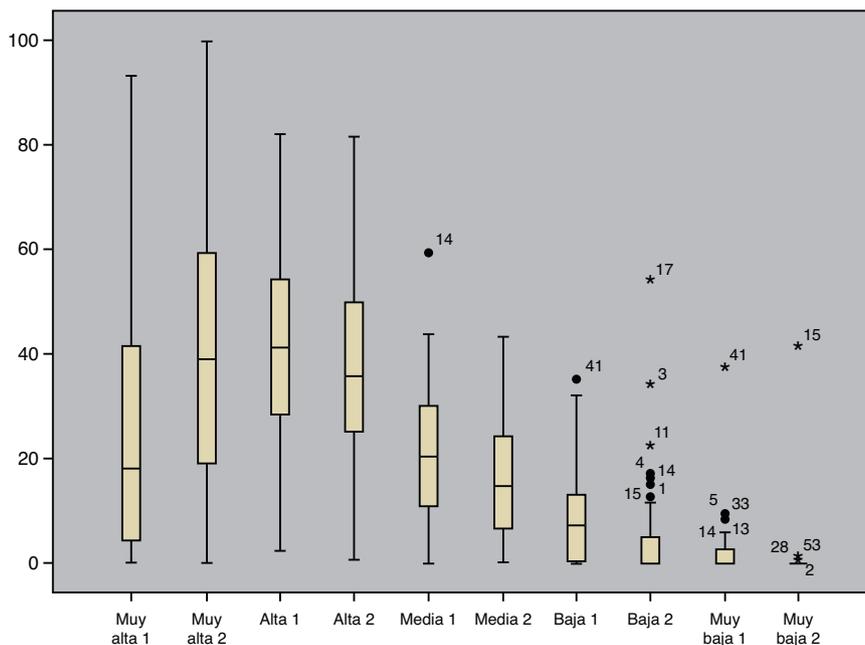


Figura 3 Clasificación de la ACSM en la definición de intensidades de una actividad física muy vigorosa (> 85% FCmáx), actividad moderada (80-65% FCmáx) y baja intensidad (< 60% FCmáx)²².

Discusión

En la revisión bibliográfica efectuada no hemos encontrado artículos que tratasen el objeto de nuestro estudio, y por ello llevarlo a cabo era una necesidad. Pese a que el balonmano playa no posee unas características fisiológicas parecidas al balonmano pista, hemos creído oportuna la comparación con la aproximación más cercana, dado que la reglamentación y las connotaciones físico-técnicas implicadas son las mismas.

Deportes *indoor* parecidos al balonmano pista como el fútbol sala³ muestran una media de frecuencia cardiaca de 172 lpm, con el 83% del tiempo de acción en franjas de frecuencia cardiaca definidas como «muy vigorosas». Este estudio, al igual que otros estudios encontrados, detecta una diferencia en las medias de las frecuencias cardiacas superior en la primera parte versus la segunda parte. Mientras que en la primera parte se registra 176 lpm como media, que significa el 91,1% de la FC_{máx}, en la segunda parte se registró una media sensiblemente inferior (172 lpm), lo que suponía el 88,1% de la FC_{máx}, un efecto que se registró en jugadores de baloncesto⁷ en el tiempo total de juego con un $87 \pm 2\%$ de la FC_{máx}, con una media de 165 ± 9 lpm.

En un estudio con jugadoras de baloncesto, Matthew y Delextrat⁶ evidenciaron que en el tiempo real de juego la frecuencia cardiaca estaba en torno al 92,3% de la FC_{máx}, dando una media de 170 ± 8 lpm. Este mismo autor encontró que en jugadoras de baloncesto durante el tiempo total de juego se registraba un 89,1% de la FC_{máx}, lo que suponía una media de 165 ± 9 lpm. Datos que anteriormente McInnes et al⁷ habían evidenciado en el $89 \pm 2\%$ de la FC_{máx}, superior a una media de 168 ± 9 lpm.

Konarski et al⁵ realizaron el mismo estudio en jugadores de hockey, encontrando la misma relación en la primera y la segunda parte pero con registros menos importantes ($130,70 \pm 8,52$ lpm y $123,70 \pm 10,04$ lpm).

Las referencias del balonmano pista nos remiten a valores aproximados de frecuencia cardiaca de trabajo en torno a 140-150 lpm²⁴. El estudio más representativo, dado que es la aproximación técnica más cercana «balonmano pista» y fisiológicamente debido a que la población de estudio son mujeres, es el presentado por Gintaré Onusaitytè²⁰. Se registraron 10 partidos de nivel internacional sobre un puesto específico de un equipo como es el central. Gintaré registró valores de 147 hasta 193 lpm en las primeras partes, mientras que en las segundas partes registró valores de 141 hasta 192 lpm. Como vemos, en nuestro estudio los registros de las primeras partes superaban a los registros de las segundas partes, lo que fisiológicamente nos lleva a la conclusión es que era a causa de la fatiga en las jugadoras estudiadas.

Si comparamos la capacidad aeróbica de nuestra muestra ($52,5 \pm 3,85$ VO_{2max}) con los estudios en chicos como los de Chaouachi et al²⁵, con una media de $52,83 \pm 5,48$ VO_{2max}; el de Rannou et al¹⁷, con jugadores de ámbito nacional, con $53,2 \pm 5$ ml/kg/min, o el de Monte et al²⁴, con $53,2 \pm 5$ ml/kg/min, vemos que nuestra muestra tiene un perfil similar, dado que todas las jugadoras estudiadas son jugadoras de balonmano *indoor*.

Otro estudio aproximado lo llevaron a cabo Buchheit et al¹⁹ al evaluar la respuesta cardiaca en formas de jugadas en balonmano pista, y en este tipo de prácticas de entrenamiento observaron medias de FC de 175 lpm.

Pese a todo, no es correcto comparar el balonmano playa con el balonmano pista, ya que estos deportes se desarrollan sobre una superficie y dimensiones diferentes, pero la evidencia científica está más evolucionada en este último caso (balonmano pista) y dispondremos de unos valores referenciales de intensidad con los que comparar el nivel de esfuerzo.

Queda patente que el objeto de estudio es la frecuencia cardiaca durante todo un partido en su fase de juego (se descartaron la fase de descanso entre partes) y no se hace diferenciación a los tiempos de pausa durante el transcurso del partido, una de las variables que se debería tener en cuenta para futuros estudios, además de la diferenciación del puesto específico que desarrolle el/la jugador/a durante el encuentro, ya que las connotaciones de esfuerzo físico son muy diferentes.

Conclusión

Los resultados sugieren que la práctica del balonmano playa en jugadoras de nivel nacional supone un nivel de intensidad vigoroso y muy vigoroso durante el 70% del tiempo, y que los registros de frecuencia cardiaca se mantendrán entre 150 y 157 lpm, lo que supone el 80-83% de la FC_{máx}.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Agradecimientos

Agradecemos su participación a las integrantes del Equipo Balonmano Playa Team G-Solà, así como al Centre de Medicina de l'Esport del Ayuntamiento de Granollers, bajo la colaboración del médico especialista en Medicina Deportiva, la Dra. Doñate.

Bibliografía

1. European Handball Federation. Beach handball history [Presentation]. EHF Course no. 4 Beach Handball Referee Candidates. Balatonboglar; 2005a.
2. European Handball Federation. Beach handball Rules of The Game. Paper presented at the EHF Course no. 4 for EHF Beach Handball Referee Candidates. Balatonboglar; 2005b.
3. Barbero-Alvarez J, Soto VM, Barbero-Alvarez V, Granda-Vera J. Match analysis and heart rate of futsal players during competition. *J Sports Sci.* 2008;26:63-73.
4. Esposito F, Impellizzeri FM, Margonato V, Vanni R, Pizzini G, Veicsteinas A. Validity of heart rate as an indicator of aerobic demand during soccer activities in amateur soccer players. *Eur J Appl Physiol.* 2004;93:167-72.
5. Konarski J, Matuszynski M, Strzelczyk R. Different team defense tactics and heart rate during a field hockey match. *Studies in Physical Culture & Tourism.* 2006;13:145-7.
6. Matthew D, Delextrat A. Heart rate, blood lactate concentration, and time-motion analysis of female basketball players during competition. *J Sports Sci.* 2009;27:813-21.
7. McInnes SE, Carlson JS, Jones CJ, McKenna MJ. The physiological load imposed on basketball players during competition.

- La charge physiologique imposée aux joueurs de basket-ball en compétition. *J Sports Sci.* 1995;13:387–97.
8. Christmass MA, Richmond SE, Cable NT, Arthur PG, Hartmann PE. Exercise intensity and metabolic response in singles tennis. Intensité de l'effort et réponse métabolique au cours de matchs de tennis en simple. *J Sports Sci.* 1998;16:739–47.
 9. Nunan D, Donovan G, Jakovljevic DG, Hodges LD, Sandercock GR, Brodie DA. Validity and reliability of short-term heart-rate variability from the Polar S810. *Med Sci Sports Exerc.* 2009;41:243–50.
 10. Laukkanen RMT, Virtanen PK. Heart rate monitors: state of the art. Les instruments de contrôle de la fréquence cardiaque: état des connaissances. *J Sports Sci.* 1998;16:S3–7.
 11. Noakes TD, Lambert MI, Gleeson M. Heart rate monitoring and exercise: challenges for the future. *J Sports Sci.* 1998;16:S105–6.
 12. Terbizan DJ, Dolezal BA, Albano C. Validity of seven commercially available heart rate monitors. Measurement in Physical Education & Exercise Science. 2002;6:243–7.
 13. Moore Jr AD, Lee SM, Greenisen MC, Bishop P. Validity of a heart rate monitor during work in the laboratory and on the Space Shuttle. *American Industrial Hygiene Association Journal.* 1997;58:299–301.
 14. Fudge BW, Wilson J, Easton C, Irwin L, Clark J, Haddow O, et al. Estimation of oxygen uptake during fast running using accelerometry and heart rate. *Med Sci Sports Exerc.* 2007;39:192–8.
 15. Alexander MJ, Boreskie SL. An analysis of fitness and time-range characteristics of handball. *Am J Sports Med.* 1989;17:76–82.
 16. Loftin M, Anderson P, Lytton L, Pittman P, Warren B. Heart rate response during handball singles match-play and selected physical fitness components of experienced male handball players. *J Sports Med Phys Fitness.* 1996;36:95–9.
 17. Rannou F, Prioux J, Zouhal H, Gratas-Delamarche A, Delamarche P. Physiological profile of handball players. Profil physiologique de joueurs de handball. *J Sports Med Phys Fitness.* 2001;41:349–53.
 18. Gorostiaga EM, Granados C, Ibanez J, Izquierdo M. Differences in physical fitness and throwing velocity among elite and amateur male handball players. *Int J Sports Med.* 2005;26:225–32.
 19. Buchheit M, Lepretre PM, Behaegel AL, Millet GP, Cuvelier G, Ahmaidi S. Cardiorespiratory responses during running and sport-specific exercises in handball players. *J Sci Med Sport.* 2009;12:399–405.
 20. Gintarė Onusaitytė AS. Didelio meistriskumo rankininkės izaidijos darbo intensyvumo kaita rungtyniaujant. *Ugdymas Kūno Kultūra Sportas.* 2009;2:73.
 21. Wolford S, Angove M. A comparison of training techniques and game intensity among elite level netball players. *Sports Coach.* 1991;14:18–21.
 22. Armstrong L, Balady GJ, Berry MJ, Davis SE, Davy BM, Davy KM, et al. ACSM's guidelines for exercise testing and prescription. 7.^a ed. Baltimore: American College of Sports Medicine; 2006.
 23. Gamelin FX, Berthoin S, Bosquet L. Validity of the polar S810 heart rate monitor to measure R-R intervals at rest. *Med Sci Sports Exerc.* 2006;38:887–93.
 24. Monte AD, Gallozi C, Lupo S, Marcos E, Menchinelli C. Evaluación funcional del jugador de baloncesto y balonmano. *Apunts.* 1987;24:243–51.
 25. Chaouachi A, Brughelli M, Levin G, Boudhina NBB, Cronin J, Chamari K. Anthropometric, physiological and performance characteristics of elite team-handball players. *J Sports Sci.* 2009;27:151–7.