

Núm. Orden: 0021

Título: “La frecuencia cardiaca a lo largo del combate de judo: análisis de los porcentajes de frecuencia cardiaca máxima y de reserva a lo largo de los diferentes minutos de enfrentamiento”.

Autores: Eliseo Iglesias Soler, Jorge Dopico Calvo, Iván Clavel San Emeterio, J. Luis Tuimil López.

Procedencia: Instituto Nacional de Educación Física de Galicia. A Coruña

Correo: *eliseo@udc.es*

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS.

El establecimiento de líneas de actuación en el proceso de entrenamiento necesita de la caracterización de las demandas de la situación deportiva específica.

El análisis de las exigencias condicionales del judo permite configurar un ejercicio caracterizado por una suma de esfuerzos submáximos, máximos y supramáximos separados por pausas incompletas durante una duración superior a los 5' (en torno a 6' en categoría femenina y 7' en categoría masculina; si se consume el tiempo reglamentario) y lactacidemias postcombate superiores a los 11 mM/l.

La frecuencia cardiaca, como caracterizadora del esfuerzo del judoca, ha sido empleada por diversos autores (Sanchís y col. 1991; Ahmaidi y col. 1997; Iglesias & Dopico 1998), si bien la exposición de los resultados en valores absolutos dificultaba la comparación entre trabajos, dada la gran variabilidad individual de este parámetro. Por otro lado, los resultados de los diferentes trabajos hacen referencia a valores medios del enfrentamiento, no habiéndose establecido la evolución temporal de los mismos. Por todo ello el propósito del presente trabajo fue valorar el esfuerzo del judoca en porcentaje de frecuencia cardiaca máxima (**Fc máx.**) y de reserva (**Fc res.**), así como determinar su evolución a lo largo de los diferentes minutos del combate.

MATERIAL Y MÉTODO.

Participantes.

Para el desarrollo del trabajo contamos con seis judocas de categoría masculina, competidores expertos y que habían seguido, hasta la fecha un entrenamiento preparatorio para campeonatos de nivel estatal. Procedimos a formar parejas constituidas por deportistas que compitiesen en la misma categoría de peso, con excepción de uno de los competidores que, por ser el único perteneciente a la categoría –60 kg, se enfrentaría al más ligero de los tres judocas de la categoría –66kg.

Frecuencia cardiaca máxima y de reposo.

Se dedicó una sesión a la valoración de la frecuencia cardiaca de reposo (**Fc rep.**), así como la **Fc máx.** de los sujetos, con la finalidad de expresar los datos relativos a la frecuencia cardiaca en porcentajes de la frecuencia cardiaca de reserva (**Fc res.= Fc máx.-Fc rep.**) y máxima (**Fc máx.**).

Fc rep. fue registrada durante 10 minutos en intervalos de 5" mediante un monitor de ritmo cardiaco *Polar Vantage NTV* mientras los deportistas permanecían en posición de tendido

supino sobre una superficie blanda en una sala sin ruido. La determinación de Fc rep. fue efectuada considerándose los 6 registros sucesivos mas bajos.

La determinación de **Fc máx.** fue realizada a través de la medición de frecuencia cardiaca a lo largo de una prueba incremental, progresiva y máxima (test Course Navette). El registro mas alto obtenido por cada judoca a lo largo de esta prueba fue considerado como el dato correspondiente a la Fc máx.

Frecuencia cardiaca durante el enfrentamiento.

Se realizó en dos sesiones diferentes. En la primera, un componente de cada pareja portaba un monitor de ritmo cardiaco *Polar Vantage NTV* con el fin de registrar su frecuencia cardiaca en intervalos de 5", fijando el receptor de pulsera en el cinturón del judogui a fin de evitar condicionar las acciones del luchador a lo largo del combate. La posibilidad de que la señal de dos pulsómetros pudiese interferirse al situarse los sujetos muy próximos nos llevó a desechar la opción de obtener el registro cardiaco simultáneo de los dos contendientes.

Cada judoca realizó dos combates frente al mismo adversario, con una pausa entre intervenciones correspondiente al desarrollo de dos enfrentamientos. Cada combate tuvo lugar según las condiciones reglamentarias (espacio y normas de arbitraje) salvo en lo relativo a la puntuación límite. Dado que nuestras pretensiones eran valorar el esfuerzo correspondiente a un combate completo, y caracterizar los cinco minutos reglamentarios respecto a la frecuencia cardiaca, se estableció una norma según la cual el combate continuaría hasta consumir los 5' de tiempo real, independientemente de que uno de los luchadores lograra *ippon*.

Tras un día de descanso se procedió a repetir las condiciones de la primera sesión con los mismos enfrentamientos, pero en este caso el registro de frecuencia cardiaca correspondió al sujeto no valorado en la primera medición. En esta segunda sesión sólo contamos con 5 sujetos por lesión de uno de los judocas de categoría -66 kg, por lo que la muestra final fue de 5 competidores. En esta segunda medición el sujeto que no había sido medido en la primera sesión, y que se había enfrentado a un oponente de categoría inferior, fue evaluado en el transcurso de dos enfrentamientos ante el competidor de su misma categoría ya testado.

Análisis estadístico.

El software *Polar Precision Performance 2.1*. nos permitió hallar los valores promedio de frecuencia cardiaca, seleccionando las fracciones temporales más relevantes.

El tratamiento estadístico de los resultados fue realizado mediante el programa *SPSS 10.0 para Windows*. Estadísticos descriptivos como la media y la desviación típica fueron empleados en la exposición de los resultados.

Finalmente, la significación de los cambios entre los porcentajes medios de la Fc máx. y de la Fc res. a lo largo de las diferentes unidades temporales de un minuto fue establecida

mediante pruebas no paramétricas para muestras relacionadas, *prueba de los signos* y *prueba de los rangos con signo de Wilcoxon*

RESULTADOS.

El análisis de los datos fue efectuado tanto conjuntamente (10 combates) como diferenciando entre primer y segundo ejercicio.

Tal y como reflejamos en las tablas 1,2 y 3, los enfrentamientos de judo configuran un ejercicio con una duración superior a los 7' y que exigió unos niveles de frecuencia cardíaca de aproximadamente el 85 y 90% de Fc res. y Fc máx. respectivamente. En la diferenciación del primer y segundo enfrentamiento se puede observar valores similares, si bien los correspondientes al segundo enfrentamiento son ligeramente superiores.

	N	MINIMO	MAXIMO	MEDIA	DESV. TIP.
Duración total del combate (s)	10	424	567	455.7	41.8
Fc máx. combate (lat/min)	10	180	198	191	5.48
Fc. mínima combate (lat/min)	10	101	150	133.8	14.96
Fc. Media combate (lat/min)	10	169	189	180.6	6
% Fc res.	10	80.26	88.97	85.67	2.97
% Fc máx.	10	85.64	92.64	90.23	2.44

Tabla 1: Valores de frecuencia cardíaca para el total de enfrentamientos.

	N	MINIMO	MAXIMO	MEDIA	DESV. TIP.
Duración total del combate (s)	5	425	461	445.2	14.94
Fc máx. combate (lat/min)	5	180	197	189.2	6.22
Fc. mínima combate (lat/min)	5	101	147	129	19.12
Fc. Media combate (lat/min)	5	169	188	179.2	6.8
% Fc res.	5	80.26	88.23	84.75	3.34
% Fc máx.	5	85.64	92.15	89.53	2.83

Tabla 2: Valores de frecuencia cardíaca. Primer enfrentamiento.

	N	MINIMO	MAXIMO	MEDIA	DESV. TIP.
Duración total del combate (s)	5	424	567	466.2	58.59
Fc máx. combate (lat/min)	5	188	198	192.8	4.55
Fc. mínima combate (lat/min)	5	125	150	138.6	8.96
Fc. Media combate (lat/min)	5	176	189	182	5.48
% Fc res.	5	82.89	88.97	86.59	2.53
% Fc máx.	5	87.55	92.64	90.93	2.06

Tabla 3: Valores de frecuencia cardíaca. Segundo enfrentamiento.

La selección de los intervalos correspondientes, nos permitió obtener datos de cada minuto de combate (1º minuto de 0 a 59”, 2º minuto de 60 a 119”, etc). Estos valores, en porcentajes de **Fc máx.** y **Fc res.**, aparecen representados en los gráficos 1 y 2. apreciándose una aceleración hasta el minuto 3 y una posterior estabilización. El análisis de los datos muestra diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) entre los valores del primer al segundo minuto y del tercero al segundo.

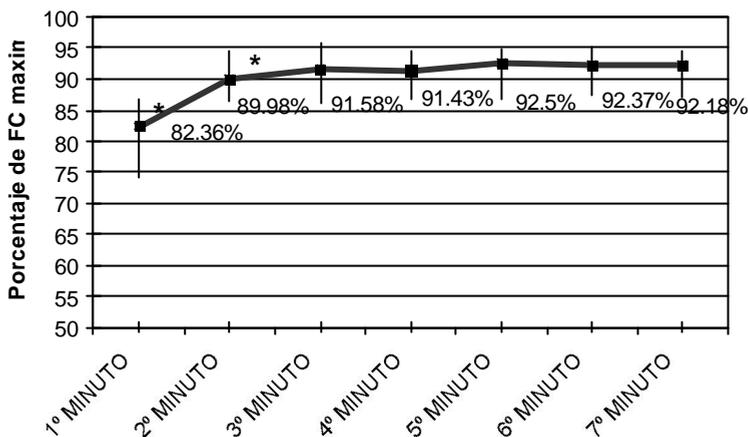


Gráfico 1: Evolución del % de Fc max. para el total de enfrentamientos. (*= estadísticamente significativo)

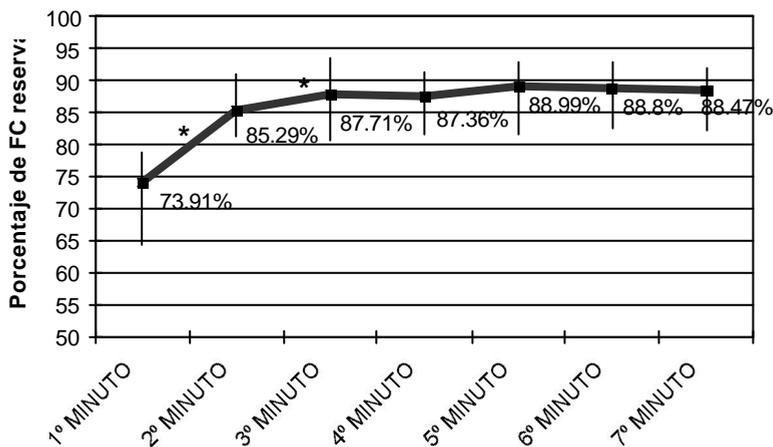


Gráfico 2: Evolución del % de Fc res. para el total de enfrentamientos. (* = estadísticamente significativo)

En las gráficas 3,4,5 y 6 se presenta el análisis de los enfrentamientos diferenciando los primeros enfrentamientos de los segundos. En ellas se observa la misma tendencia tanto en el porcentaje de **Fc máx.** como de **Fc res.**, si bien las diferencias estadísticamente significativas entre el tercero y segundo minuto no se dan en los primeros enfrentamientos.

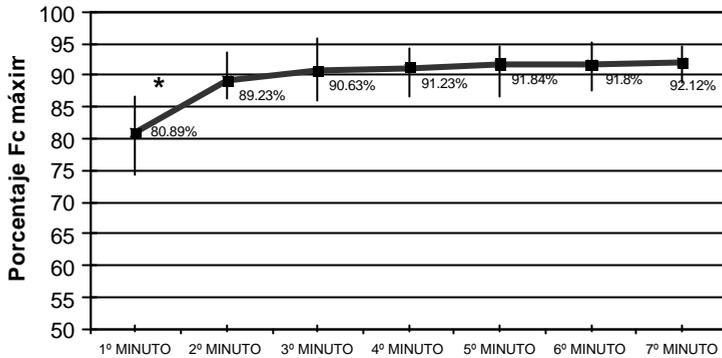


Gráfico 3: Evolución del % de Fc max en el primer enfrentamiento. (* = estadísticamente significativo)

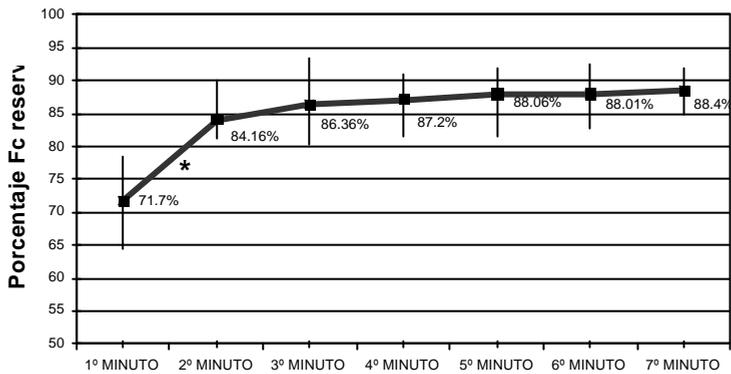


Gráfico 4: Evolución del % de Fc res. en el primer enfrentamiento.

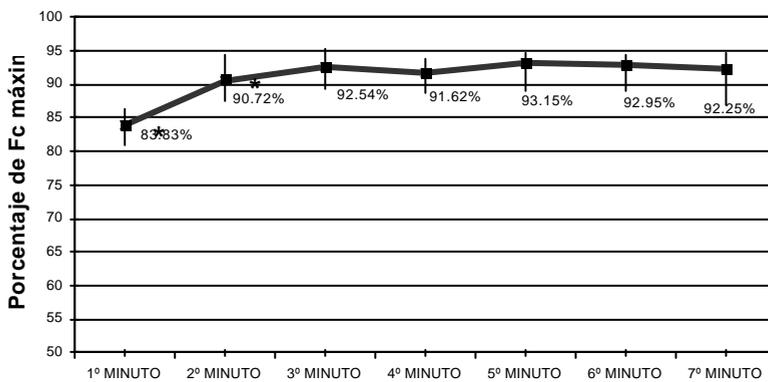
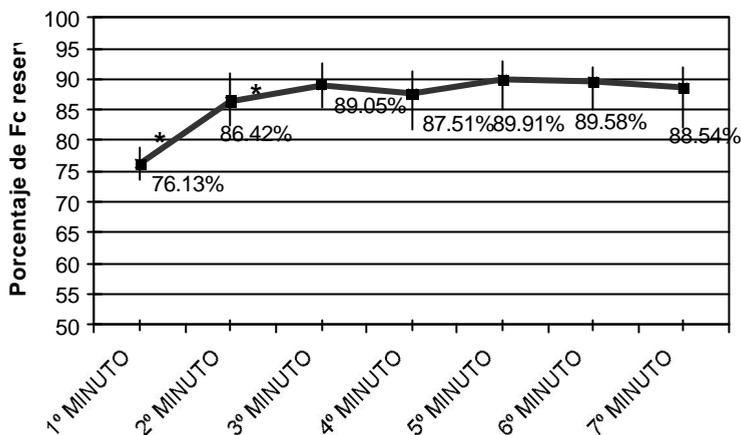


Gráfico 5: Evolución del % de Fc max. en el segundo enfrentamiento.



Graf.6: Evolución del % de Fc res. en el segundo enfrentamiento.
 (*= estadísticamente significativo)

Los valores de frecuencia cardíaca a partir del tercer minuto, en que las diferencias entre los valores no son estadísticamente significativas, se situaron en valores superiores al 88 y 92% de la Fc res. y Fc máx. para todos los niveles de análisis. (Tablas 4,5 y 6)

	N	MINIMO	MAXIMO	MEDIA	DESV. TIP.
Fc media a partir del 3º min.	10	173	193	184.4	6.13
Fc máxima en combate a partir del 3º min	10	180	198	190.7	5.64
% Fc máxima a partir del 3º min	10	88.03	94.6	92.15	2.64
% Fc reserva a partir del 3º min	10	83.55	92.02	88.48	3.48

Tabla 4: Valores de Fc obtenidos a partir del 3º minuto para el total de los enfrentamientos.

	N	MINIMO	MAXIMO	MEDIA	DESV. TIP.
Fc media a partir del 3º min.	5	173	193	184	7.18
Fc máxima en combate a partir del 3º min	5	180	197	189	6.24
% Fc máxima a partir del 3º min	5	88.03	94.6	91.92	2.94
% Fc reserva a partir del 3º min	5	83.55	91.91	88.34	3.72

Tabla 5: Valores de Fc a partir del 3º minuto. Primer enfrentamiento.

	N	MINIMO	MAXIMO	MEDIA	DESV. TIP.
Fc media a partir del 3º min.	5	177	192	184.8	5.72
Fc máxima en combate a partir del 3º min	5	187	198	192.4	5.03
% Fc máxima a partir del 3º min	5	88.51	94.35	92.38	2.64
% Fc reserva a partir del 3º min	5	84.21	92.02	88.63	3.67

Tabla 8: Valores de Fc a partir del 3º minuto. Segundo enfrentamiento

DISCUSIÓN.

El ritmo cardiaco en el conjunto de los 10 combates se correspondió con el 85,6% Fc res. y el 90% de Fc máx, lo que parece confirmar lo señalado por otros autores (Sanchís y col. 1991; Ahmaidi y col. 1997; Iglesias & Dopico 1998) en cuanto a un elevado nivel de demanda cardiovascular en el combate de judo. No obstante, en todos estos trabajos la frecuencia cardíaca es expresada en términos absolutos, lo que dada la variabilidad individual de este parámetro dificulta las comparaciones entre estudios.

Por otro lado, el conocimiento de este valor medio global no proporciona información precisa sobre la exigencia parcial existente durante las diferentes fases del combate. Así, en la determinación de los valores promedio se recogen registros correspondientes a los primeros instantes de la actividad donde el ritmo cardiaco se encuentran en fase de aceleración, lo que permite estimar que su análisis en secuencias temporales podría aportar un mayor nivel de información.

De esta manera, el cálculo de los porcentajes promedio de Fc máx. y Fc res. de los 7 minutos reales de enfrentamiento, permite determinar un incremento significativo de ambos porcentajes medios, del primero al segundo minuto y del segundo al tercero. A partir del tercer minuto los valores permanecen estables o con ligeras modificaciones, y el cálculo de los porcentajes medios de esta agrupación temporal resultó del 92.1% de la Fc máx. y del 88,5% Fc res., lo que implica que el judoca se mantiene en estos niveles a lo largo de 4 minutos. Ello parece confirmar lo señalado por Gorostiaga al estimar el coste energético medio del combate próximo al 100% del $VO_{2máx}$.

No obstante, para la predicción del porcentaje de $VO_{2máx}$. a partir de la frecuencia cardíaca sería deseable obtener la relación entre estos parámetros a partir de la situación de lucha, dado que la naturaleza del ejercicio parece influir considerablemente en la relación Fc - % $VO_{2máx}$. (Weltman y col. 1990; Collins y col. 1991; Iglesias & Rodríguez 1995; Bilodeau, Roy & Boulay, 1994; Arts & Kuipers 1994; Londeree y col. 1995; Fedel y col. 1995; Frangolias & Rhodes 1995; Billat y col.1995; Swain & Leutholtz 1997; Swain y col. 1998; Iglesias & Rodríguez 1999; Pascale y col. 2000).

CONCLUSIONES.

Como resumen de nuestro trabajo destacamos:

1. El enfrentamiento completo de judo configuró un esfuerzo de duración superior a los 7 minutos, y en el que la frecuencia cardíaca se situó en torno al 85% de la Fc res. y al 90% de la Fc máx.
2. Las frecuencias cardíacas fueron ligeramente superiores en el segundo de los enfrentamientos.
3. El análisis de la evolución de los valores promedio por minuto de enfrentamiento reflejó una aceleración de la frecuencia cardíaca estadísticamente significativa hasta el tercer minuto de combate, y un posterior mantenimiento en valores próximos al 92 y 90% de Fc máx y Fc res. respectivamente.

BIBLIOGRAFÍA.

- Aguado, X.; Izquierdo, M.; González, J.L.** "Medición y control de la validez, fiabilidad y especificidad de test de salto realizados sobre la plataforma de contactos". Capítulo 9 en *Prácticas de Biomecánica* Universidad de León. León 1995
- Ahmaidi, S., Calmet, S., Portero, P., Lantz, D., Vat, W & Libert, J.** Bioénergétique et échanges cardiorespiratoires lors de deux situations de combat en judo et en kendo. *STAPS*, 44, 1997, pp 7-16.
- Amador, F.** El entrenamiento de la fuerza para el luchador: el caso particular de la Lucha Canaria. *Ponencia al Congreso: Avances en Fuerza*. Barcelona.1993
- Arts, F & Kuipers, H.** The relation between power output, oxygen uptake and heart rate in male athletes. *International Journal Sports Medicine*, vol 15, nº 5, 1994, pp 228-231.
- Arruza, J. A.** Judo: Preparación Física específica. *Apuntes de las Jornadas de Judo. Diputación de A Coruña*.1991
- Billat, V., Palleja, P., Charlaix, Th., Rizzardo, P. & Janel, N.** Energy specificity of rock climbing and aerobic capacity in competitive sport rock climbers. *Internacional Journal of Sports Medicine and physical fitness*, 35, 1995, pp 20-24.
- Bilodeau, B., Roy, B. & Boulay, M.** Effect of drafting on hear rate in cross-country skiing. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, vol 26, nº 4.1994, pp 637-641.
- Bosco, C.** *La valutazione della forza con il test di Bosco*. Società Stampa Sportiva. Roma. 1992
- Callister, R. , Callister, R.J., Staron, R.S., Fleck, S.J., Tesch, P., Dudley, G.A..** Physiological Characteristics of elite judo athletes. *International Journal of Sports Medicine*, 2, 1991, pp 196-203.
- Carratalá, V & Carratalá E.** La fuerza. Su aplicación al Judo. En: *Recursos de actuaciones metodológicas para la enseñanza, el entrenamiento, la gestión y organización de la actividad física y del deporte. Ponencias del curso de verano del INEF de Castilla y León 1997, 1988*, pp79-101. Edita Junta de Castilla León, Valladolid.
- Castarlenas, J.L. & Planas, A.** Estudio de la estructura temporal del combate de Judo. *Apuntes: Educación Física y Deportes*, 47, 1997, pp32-39.
- Cecchini, J. A.** *El Judo y su razón kinantropológica*. G.H. Editores, S.A. Gijón.1989
- Clavel, I.; Dopico, J. & Iglesias, E.** *Propuesta metodológica para el estudio y análisis de la estructura temporal del enfrentamiento en Judo*. En: Fuentes, J. y Macías, M. (coord.), *Actas del I Congreso de la Asociación Española de Ciencias del Deporte* (1), 2000 pp. 29-33. Universidad de Extremadura. Cáceres
- Clavel, I. Iglesias, E. & Dopico, J.;** *Análise temporal e secuencial, en fracciones de 60", do enftamento deportivo en Judo*. Libro de Actas do 8º Congreso de Educação Física e Ciências do Desporto dos Países de Língua Portuguesa. Faculdade de Motricidade Humana. Lisboa 2000
- Collins, M., Curenton, K., Hill, D. & Ray, C.** Relationship of heart rate to oxygen uptake during weight lifting exercise. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, vol 23, nº5. 1991, pp 636-640.
- Çinar, G. & Tamer, K.** Lactate profiles of wrestlers who participated in 32nd European Free-Style Wrestling Championship In 1989. *The Journal os Sports Medicine and Physical Fitness*, 2, 1994, pp 156-160.
- Fedel, F., Keteyian, S., Brawner, C., Marks, C., Hakim, M. & Kataoka, T.** Cardiorespiratori responses during excise in competitive in-line skaters. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, vol 27, nº5. 1995, pp 682-687.
- Frangolias, D. & Rhodes, E.** Maximal and ventilatory threshold responses to treadmill and water immersion running. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, vol 27, nº7. 1995, ppl007-1013
- García Manso, J.M., Navarro, M. & Ruiz Caballero, J.A.** (1996). *Pruebas para la Valoración de la Capacidad Motriz en el Deporte. Evaluación de la Condición Física*. Editorial Gymnos. Madrid.1996

- González, M. & Rubio, S.** Valores ergoespirométricos en deportistas españoles de élite. *Revista de Investigación en Ciencias de la Educación Física y del Deporte*, 14, 1990, pp 9-51.
- Gorostiaga, E.M.** Coste energético del combate de judo. *Apunts*, 25, 1988, pp135-138.
- Heinisch, H.D.** L'analisi dell'allenamento e della gara nel judo. *Scuola dello Sport. Rivista di Cultura Sportiva*, 37, 1997, pp53-62.
- Iglesias, E. & J. Dopico,** Propuesta de utilización simultánea de vídeo y pulsómetro en la caracterización del esfuerzo en Judo. En: *Recursos de actuaciones metodológicas para la enseñanza, el entrenamiento, la gestión y organización de la actividad física y del deporte. Ponencias del curso de verano del INEF de Castilla y León 1997*, 1998, pp 103-117. Edita Junta de Castilla León, Valladolid.
- Iglesias, E.; Fernández del Olmo, M.; Dopico, J.; Carratalá, V.; Pablos, C.** Propuesta de organización y control del entrenamiento de fuerza del judoca. En: Fuentes, J. y Macías, M. (coord.), *Actas del I Congreso de la Asociación Española de Ciencias del Deporte* (1), 2000, pp. 227-236. Universidad de Extremadura. Cáceres.
- Iglesias, X. & Rodríguez, F.A.** Caracterización de la frecuencia cardiaca y la lactatemia en esgrimistas durante la competición. *Apunts de Medicina*, vol xxxii, 1995, pp21-32
- Iglesias, X. & Rodríguez, F.A.** Consumo de oxígeno estimado y gasto energético en competición de esgrima. *Apunts de Educación Física*, 55, 1999, pp35-46
- Leplanquais, F.; Cotinaud, M.; Lacountre, P.; Trilles, F.; Mayeur, H.** Proposition pour une musculation spécifique: exemple du judo. *Cinesiologie*, 160, 1994, pp 80-86.
- Lehmann, G.** La resistenza negli sport de combattimento. *Scola dello Sport. Rivista di Cultura Sportiva*, 37, 1997, pp19-25.
- Little, N. G.** Physical performance attributes of junior and senior women, juvenile, junior and senior men judokas. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 4, 1991, pp 510-520.
- Londeree, B., Thomas, T.; Ziogas, G.; Smith, T.; Zhang, Q.** % VO_{2max} versus HR_{max} regression for six modes of exercise. *Medicine and science in sports and exercise*, vol. 27, n° 3, 1995, pp458-461.
- Mac Dougal, J., Wenger, H. & Green, H.** *Evaluación fisiológica del deportista*. Editorial Paidotribo. Barcelona 1995
- Manno, R.** Fundamentos del Entrenamiento Deportivo. Editorial Paidotribo. Barcelona.1991
- Pascale, K., Blah, K, Viviane, E., Michel, D. & Dominique, K.** Effet de la cadence de pédalage á charge de travail constante sur la fréquence cardiaque. *Cinesiologie*, n° 194, 2000, pp 158-160
- Roquette, J.** A comparative analysis of two throwing judo techniques "O-Soto-Gari" and "Ko-Soto-Gari", through the estimation of their relative energy costs. *Motricidade humana*, vol. 8, n° 1,1992, pp 27-43.
- Sanchís, C.** Una experiencia en la valoración fisiológica de la competición en Judo. *Apunts*, 18, 1991, pp 51-58.
- Swain, D.& Leutholtz** Heart rate reserve is equivalent to % VO_2 reserve, not to % VO_{2max} . *Medicine and Science in Sports and Exercise*, vol 29, n°32. 1997, pp 410-414.
- Swain, D., Leutholtz, B., King, M., Haas, L & Branch, D.** Relationship between % heart rate reserve and VO_2 reserve in treadmill exercise. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, vol. 30, n°2 1997, pp 318-321.
- Silva, M.** Caracterização do esforço em modalidades desportivas mensuráveis e nao mensuráveis. O judo como caso exemplar. *Treino desportivo*, 1989, pp 36-46.
- Thomas, Ph.; Goubault, C.& Beau, C.** Judokas. évolution de la lactatémie au cours de randoris sucessifs. *Medicine du Sporto*, 5, 1990, pp 234-236.
- Thomas, C., Cox, M., Le Gal, Y, Verde, T., Smith, H.** Physiological Profiles of the Canadian National Judo Team. *Canadian Journal Sport and Science*, 13, 1989, pp142-147.
- Thomas, Ph, Goubault, C., Beau, C. & Brandet, J.P.** Test d'évaluation au judo, derivé du test de Léger-Mercier. *Medicine du Spor* 6, 1989, pp 286-288
- Vittori, C.** L'alentamento dela forza de sprint. *Atleticastudi*, 1-2, 1990, pp 3-25.
- Weltman, A.; Snead, D., Seip, R., Weltman, J, Rutt, R. & Rogol, A.** Percentages of maximal heart rate, heart rate reserve and $VO_2 max$ for determining endurance training intensity in male runners. *International Journal Sports Medicine*, vol 11, n°3. 1990, pp218-222