PubliCE, (PubliCE) 2003

Monograph

Un Ejemplo de Evaluación de la Salud en las Modalidades de Lucha: Desaturación de los Miembros Superiores en Judo

Cristina Blasco Lafarga[1,2], Raúl P Garrido Chamorro[2] y José A Pérez Turpín[1]

[1]*Dto. De didáctica general y didácticas específicas, Universidad de Alicante.*
[2]*Servicio de Apoyo al Deportista del Centro de Tecnificación de Alicante.*

RESUMEN

En el Servicio de Apoyo al Deportista del Centro de Tecnificación de Alicante estamos estudiando los patrones de desaturación asociados a la práctica del Judo. Apoyándonos en la evidencia de que es un deporte con elevadísimas exigencias de fuerza en los miembros superiores, nos hemos preguntado si la congestión que se provoca en los antebrazos y en las manos - consecuencia de la dureza del trabajo de agarre del kimono y de tracción continua- es lo suficientemente intensa como para provocar bloqueo circulatorio e hipoxia periférica. Y si es así, cuáles son las consecuencias. Para realizar la primera fase de este estudio hemos escogido un tipo de entrenamiento fraccionado específico de Judo (explicado más adelante), que se utiliza mucho en la fase de transformación y que busca la máxima fatiga y congestión. Se ha realizado una experiencia piloto con ocho judokas jóvenes, categorías ligeras (>60 y >66 Kg) , que ya entrenan un mínimo de una sesión diaria de dos horas de alta intensidad. Su nivel de condición física es alto y la orientación de su entrenamiento es de rendimiento, pues pertenecen al grupo de Tecnificación de la Comunidad Valenciana. Se han realizado tomas post-esfuerzo de la saturación y la frecuencia cardiaca. De las 32 tomas de saturación, el 69% se encuentran por debajo del 95% de saturación del oxígeno, límite de la Normosaturación. Si nos referimos a las tomas post-combate completo de cinco minutos (las 8 tomas finales), el 100% de los valores se encuentra por debajo de este umbral de normalidad.

Palabras Clave: desaturación, fuerza resistencia específica, congestión muscular

INTRODUCCION

En el campo del entrenamiento de los deportes sociomotrices, hablamos del entrenamiento de la Resistencia Específica para referirnos a la parte del programa de entrenamiento en la que se integran las cualidades condicionales y coordinativas, junto con las exigencias técnico-tácticas etc. propias de la modalidad, y a todo ello se le dota de una estructura unitaria que se entrena en condiciones de fatiga. Las variables de la carga para esta estructura vienen dictadas por las necesidades energéticas del perfil competitivo. En esta parte del plan, fuerza y resistencia se dan la mano y buscan la máxima especificidad, integrándose en los gestos y situaciones deportivas. De ahí que podamos hablar de la "Fuerza resistencia integrada" o, de una forma más global, de la "Resistencia específica".

En este trabajo hemos realizado un primer análisis de un método de entrenamiento que se utiliza bastante en judo para mejorar esta resistencia específica. Con ello nos referimos a que busca la optimización de los elementos técnico-tácticos en situación de máxima fatiga. O dicho de otra forma, que desarrolla la resistencia de forma integral (resistencia lactácida a una fuerza útil y adaptable a los requerimientos técnico-tácticos de la situación). El método parte de la idea de los métodos fraccionados, y busca crear una fatiga en los miembros superiores mayor a la que se da en una competencia.

Modelo del esfuerzo evaluado

Grupos de 4 rivales de características semejantes. Uno de ellos se convierte en Judoka fijo. El resto de adversarios se numeran y van entrando a combatir en parciales de noventa segundos cada uno, sin descanso entre los relevos de adversario. De esta forma, el judoka fijo realiza un combate completo de cinco minutos (tiempo estándar del combate en competición), y se asegura la máxima intensidad pues sus tres adversarios trabajan frescos y desarrollan secuencias más cortas. Para igualar el trabajo, se dejan unos 3 minutos de recuperación al acabar cada bloque de cinco minutos. De esta forma se asegura algo de descanso intermedio (eliminación de lactato acumulado) antes de que pase a ser fijo el siguiente Judoka.

4 x 5 ctes/3'

Judoka Fijo: 15' = 3 x 90" (1 contra rivales 2,3,4)

Judoka Fijo: 25' = 3 x 90" (2 contra rivales 3,4,1)

Judoka Fijo: 35' = 3 x 90" (3 contra rivales 4,1,2)

Judoka Fijo: 45' = 3 x 90" (4 contra rivales 1,2,3)

Figura 1. *Total esfuerzo por bloque de trabajo analizado*

1. Combate completo (5 min) + 3x90 s (parciales)

Máxima intensidad (supraintensidad).
Trabajo de fuerza resistencia específica.
Sólo entrenamiento de dominar los agarrres y la posición.

Figura 2. *Total esfuerzo por judokas.*

A veces, para provocar mayor fatiga, se añade la realización de una serie de 20 segundos de fuerza resistencia de antebrazos ("rulo de antebrazo" -subir y bajar un disco colgando de una barra de madera con flexo extensiones de muñeca) previo al esfuerzo de 5 minutos del combate completo. De ahí que se haya decidido evaluar las dos situaciones de entrenamiento. En esta primera fase del estudio nos hemos propuesto comprobar si realmente se produce la isquemia que pensamos tras este durísimo trabajo de fuerza resistencia, y la consiguiente hipoxia.

MATERIALES Y MÉTODOS

Consumo de Oxígeno central y periférico

Cuando se realiza una ergoespirometría, se valora el volumen de oxígeno que un deportista introduce en sus pulmones por unidad de tiempo (VO_2 ml/min) Pero ésta no es la cantidad que el músculo del deportista puede utilizar durante el ejercicio (1), debido a que las diferencias entre difusión y perfusión limitan la cantidad de oxígeno (O_2) que llevan sus hematíes (1) a

nivel periférico. Para valorar la cantidad de O_2 que transporta la sangre usamos la saturación de oxígeno. La oximetría de pulso (medición no invasiva de la saturación arterial) es actualmente un importante método de la monitorización no invasiva de la saturación arterial, porque ofrece una lectura confiable y constante de la saturación de la hemoglobina arterial (4). Con ello podremos valorar la situación de oxigenación periférica.

Para realizar este trabajo se ha utilizado un pulsioxímetro portátil TuffSat de la marca Datex-Ohmeda y cuatro pulsómetros Polar 610si. Para que el reloj del pulsómetro no interfiriera en el trabajo de agarres de judo, cada judoka lo llevaba enganchado fijo en la parte posterior del cinturón de judo. Al no realizarse proyecciones ni trabajo de suelo, no interfería en la ejecución. De forma inmediata a la finalización de cada esfuerzo, los deportistas se colocaban el pulsioxímetro, anotándose datos de FC y de Saturación.

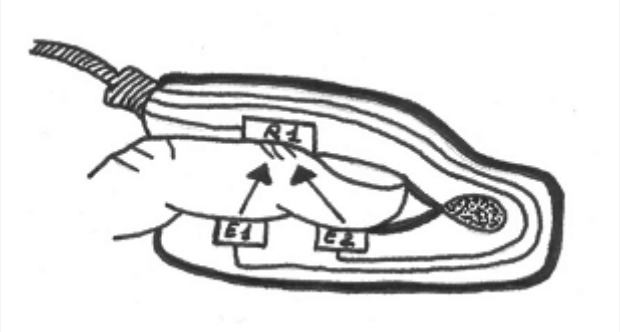


Figura 3. *Saturímetro en forma de pinza que mide la luz que absorbe la oxihemoglobina circulante. E1 y E2 son emisores de luz, R1 es el receptor.*

La saturación de oxígeno nos informa del porcentaje de oxígeno que llega a la sangre, del total inspirado (3). De esta manera, podemos valorar la eficiencia de nuestro deportista con respecto a la utilización del oxígeno (2). La oximetría percutánea pulsátil generalmente correlaciona muy bien con la oximetría que se mide en la sangre arterial obtenida mediante gasometría, con un error de 1-2 por ciento. Ambas formas de medición no presentan diferencias significativas en cuanto al valor de la saturación de oxígeno, por lo que consideramos a la medición de la saturación de la hemoglobina arterial por oximetría de pulso un buen sistema de medición de la saturación arterial, con resultados tan confiables como los realizados por la gasometría convencional (4).

Curva de disociación de la Hemoglobina

La saturación de la hemoglobina no sigue una tendencia lineal, sino que cae de forma exponencial.

Saturación de O2	PaO2 en mmHg
100 %	677
98,4 %	100
95 %	80
90 %	59
80 %	48
73 %	40
60 %	30
50 %	26
40 %	23
35 %	21
30 %	18

Tabla 1. *Relación entre la Saturación de 02 y Pa02*

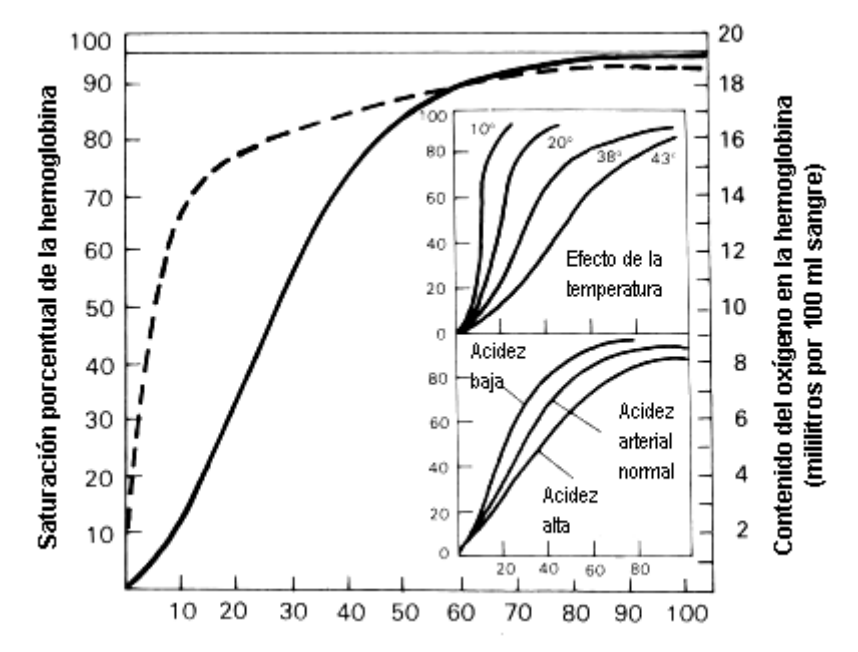


Figura 4. *Curva de disociación de la hemoglobina.*

De ahí que las pequeñas variaciones en la llegada del oxígeno y la consiguiente presión parcial del mismo puedan suponer variaciones tan grandes en su capacidad de transporte y difusión. La tabla dos nos muestra la clasificación de los valores de pérdida de Saturación o "Desaturación".

Categoría	% de Saturación
Normosaturación	> 95%
Desaturación leve	93%-95%
Desaturación moderada	88%-92%
Desaturación grave	< 88%

Tabla 2. *Clasificación de las desaturaciones.*

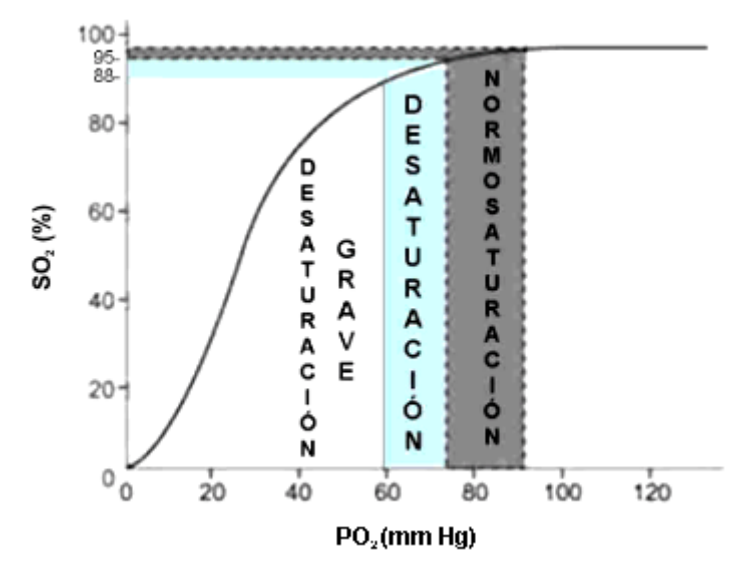


Figura 5. *Curva de Disociación del oxígeno y la saturación*

RESULTADOS

A continuación se reflejan las dos tablas de registro de datos de Frecuencia cardiaca (FC) y Desaturación (SAT). La primera tabla (tabla 3) corresponda al grupo de deportistas que realizo el bloque de esfuerzo fraccionado sin los 30 segundos previos de "rulo" (fuerza resistencia de antebrazos). La segunda (tabla 4) corresponde al bloque con pre-fatiga.

En ambos casos encontramos la tabla divida en dos partes. La parte superior se refiere a los datos de cada judoka tras su parcial de esfuerzo de 90" (el rival contra el que luchaba queda reflejado en la columna de 3 celdas que queda a la izquierda de cada dato). La parte inferior refleja los datos del combate completo (5 minutos). De ahí que sea una sola toma. En este caso el orden de sus rivales queda reflejado en al cuadrante superior a los datos.

Judoka 1			**Judoka 2**			**Judoka 3**			**Judoka 4**		
Valor Reposo	*FC*	*SAT*	**Valor Reposo**	*FC*	*SAT*	**Valor Reposo**	*FC*	*SAT*	**Valor Reposo**	*FC*	*SAT*
	70	99		120	97		135	98		96	99
Secuencias de 90" de esfuerzo (Parciales con al menos 5' de descanso entre ellos, interrumpidas por el bloque de randori completo cuando llegamos a nuestro turno de fijo)											
J 2	142	97	**J 1**	186	98	**J 1**	190	97	**J 1**	175	98
J 3	180	86	**J 3**	192	96	**J 2**	175	88	**J 2**	192	98
J 4	--	94	**J 4**	192	93	**J 4**	175	94	**J 3**	146	97
Secuencias de 300" de esfuerzo (Tiempo de combate que permanezco como Judoka Fijo contra mis tres rivales)											
Orden rivales	Rivales R -> J 2,3 y 4		**Orden rivales**	Rivales R -> J 3 ,4 y 1		**Orden rivales**	Rivales R -> J 4,1 y 2		**Orden rivales**	Rivales R -> J 1,2 y 3	
Rec 0	175	95	**Rec 0**	185	95	**Rec 0**	183	87	**Rec 0**	190	94
Rec 1	142	97	**Rec 1**	152	97	**Rec 1**	--	--	**Rec 1**	159	98

Tabla 3. *Bloque fraccionado sin fatiga previa. FC: Frecuencia Cardiaca SAT: % de desaturación J: Judoka (con su numeración). Rec 0: Tomas realizadas nada más acabar el esfuerzo Rec 1: Tomas realizadas al minuto de acabar.*

- **FC:** Frecuencia Cardiaca
- **SAT:** % de desaturación
- **J:** Judoka (con su numeración).
- **Rec 0:** Tomas realizadas nada más acabar el esfuerzo
- **Rec 1:** Tomas realizadas al minuto de acabar.

- **Tp 0 de Rec:** Tomas realizadas nada más acabar el esfuerzo

- **Rec al 1':** Tomas realizadas al minuto de acabar.

- **Nº total de muestras de saturación post-esfuerzo (realizadas de forma inmediata al fin del esfuerzo-):** 32.

Judoka 1			**Judoka 2**			**Judoka 3**			**Judoka 4**		
Valor Reposo	*FC*	*SAT*	**Valor Reposo**	*FC*	*SAT*	**Valor Reposo**	*FC*	*SAT*	**Valor Reposo**	*FC*	*SAT*
	--	98		--	98		--	93		--	98
Secuencias de 90" de esfuerzo (Parciales con al menos 5' de descanso entre ellos, interrumpidas por el bloque de randori completo cuando llegamos a nuestro turno de fijo)											
J 2	> 200	94	**J 1**	175	91	**J 1**	193	97	**J 1**	188	96
J 3	> 200	92	**J 3**	176	100*	**J 2**	200	91	**J 2**	192	95
J 4	> 200	92	**J 4**	177	88	**J 4**	196	87	**J 3**	183	93
Secuencias de 300" de esfuerzo (Tiempo de combate que permanezco como Judoka Fijo contra mis tres rivales)											
Post Rulo	--	96	**Post Rulo**	--	96	**Post Rulo**	178	99	**Post Rulo**	150	92
Orden rivales	Rivales R -> J 2,3 y 4		**Orden rivales**	Rivales R -> J 3 ,4 y 1		**Orden rivales**	Rivales R -> J 4,1 y 2		**Orden rivales**	Rivales R -> J 1,2 y 3	
Rec 0	178	86	**Rec 0**	174	90	**Rec 0**	199	90*	**Rec 0**	157	94
Rec 1	151	95	**Rec 1**	146	94	**Rec 1**	169	96	**Rec 1**	131	96

Tabla 4. *Bloque fraccionado con pre-fatiga (20 segundos de fuerza-resistencia de antebrazo, 30 segundos antes de iniciarse el combate completo). (*) Ver Conclusiones.*

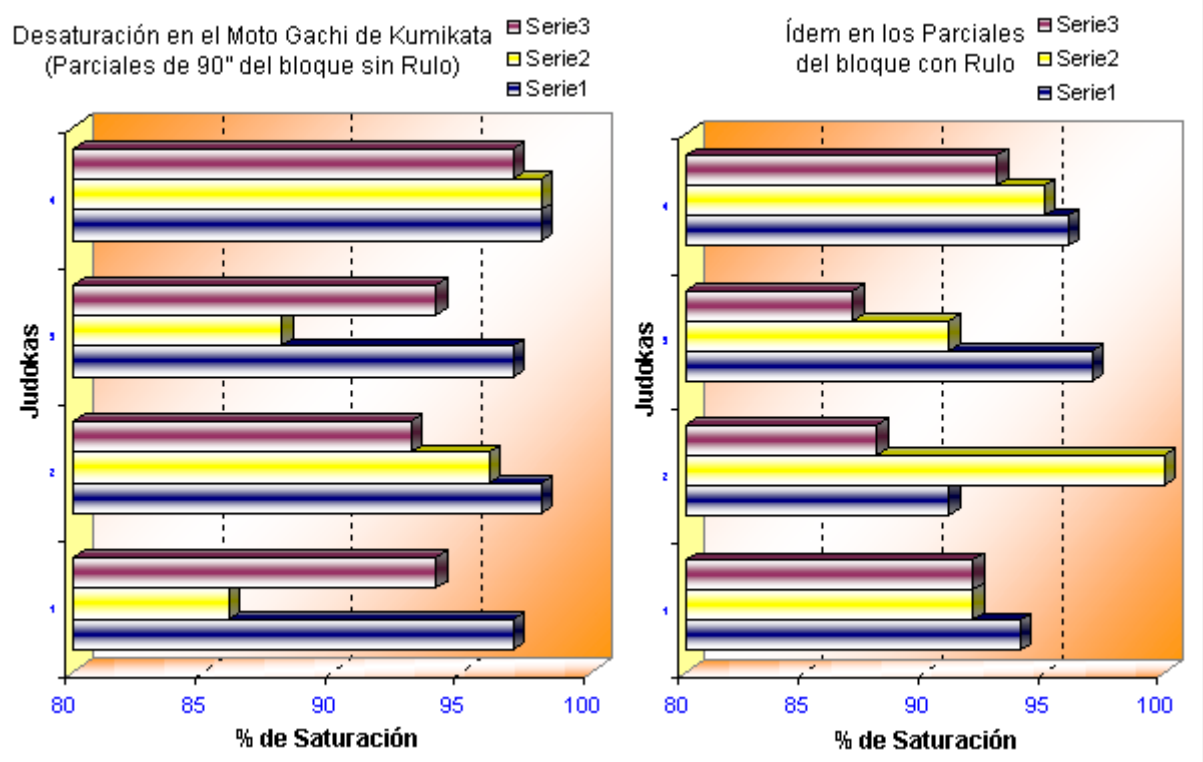


Figura 6. *Gráficas de desaturación tras los parciales de esfuerzo de 90 segundos:*

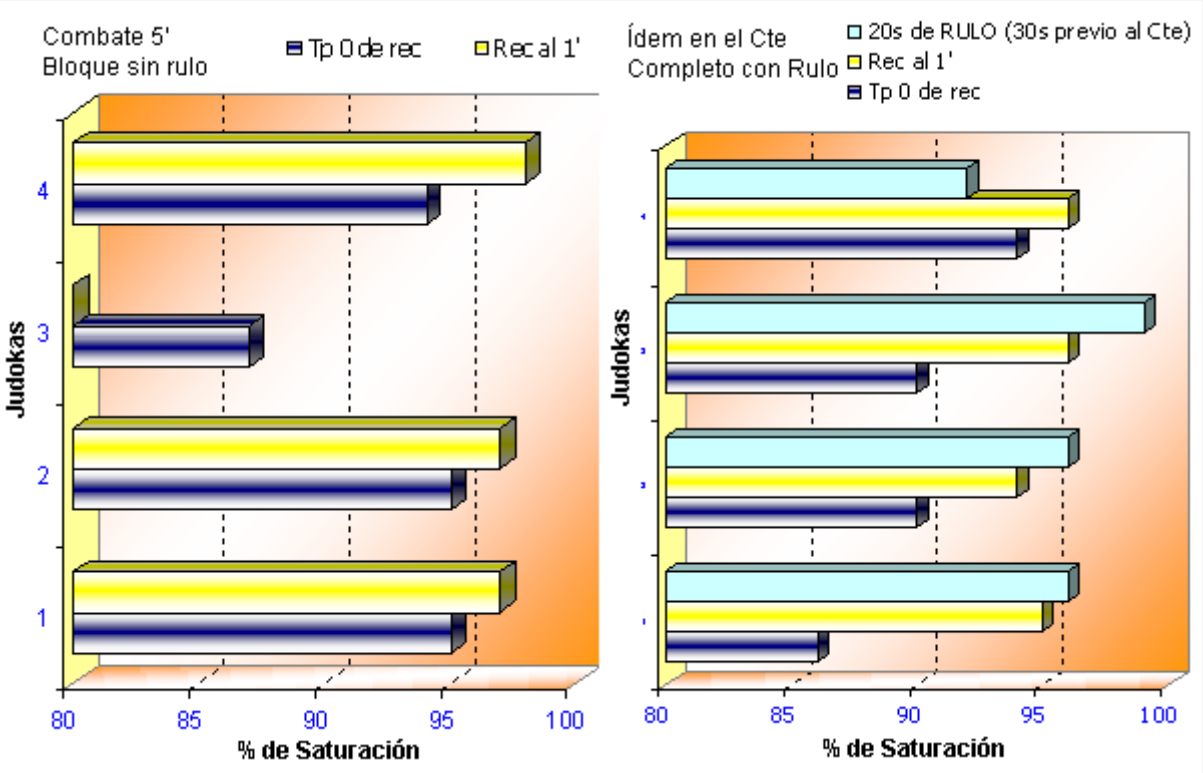


Figura 7. *Gráficas de desaturación tras combates completos de cinco minutos como judoka fijo:*

Nº de sujetos	Sexo	Edad	Grado	Categoría peso
8	Varones	17.9 ± 2.4	Negro 1 y 2 Dan	<60 y <66 kg

Tabla 5. *Valores generales de la muestra.*

Categoría	% de Saturación	Nº de muestras	% sobre la muestra
Normosaturación	> 95%	10	31.25
Desaturación leve	93%-95%	10	31.25
Desaturación moderada	88%-92%	8	25
Desaturación grave	< 88%	4	12.5

Tabla 6. *Distribución global de la muestra según categoría de desaturación:*

% de Saturación	Parciales sin pre-fatiga	% sobre la muestra	Parciales con pre-fatiga	% sobre la muestra	Fin Cte sin pre-fatiga	% sobre la muestra	Fin Cte con pre-fatiga	% sobre la muestra
> **95**%	7	21,875	3	9,375	0	0	0	0
93%-**95**%	3	9,375	3	9,375	3	9,375	1	3,125
88%-**92**%	1	3,125	5	15,625	0	0	2	6,25
< **88**%	1	3,125	1	3,125	1	3,125	1	3,125

Tabla 7. *Distribución por tipos de esfuerzo según categoría de desaturación.*

% de Saturación	8 muestras tomadas al final del Combate -5'	% sobre la muestra
> **95**% Normosaturación	0	0%
93%-**95**% Desaturación leve	4	12.5 %
88%-**92**% Desaturaciones Moderada	2	6.25 %
< **88**% Desaturación grave	2	6.25 %

Tabla 8. *Distribución de las muestras tomadas tras el combate de cinco minutos completo*

DISCUSION

1. Se confirma un nivel de desaturación en todos los casos. El único dato de 100% de saturación se da en un parcial del judoka nº 2 -* ver tabla 4-, y se explica porque su rival, el judoka nº 3, estaba al final de su Combate de cinco minutos fijo, y estaba ya tan bloqueado y con una congestión muscular tan alta que no podía casi luchar (90% de saturación).

2. Se confirma isquemia. Parece que se confirma por tanto la hipótesis de los autores que apuntaba a que estos elevadísimos niveles de tensión muscular durante secuencias de esfuerzo largas pueden provocar un bloqueo circulatorio real y la consiguiente isquemia. (El judo conlleva valores máximos de fuerza isométrica y excéntrica para impedir que nos agarren y nos proyecten; valores muy altos de fuerza concéntrica para agarrar y proyectar).

3. Se abre así un campo de trabajo sobre el que se debe investigar más a fondo, pues la isquemia más severa puede llevar

asociados problemas de salud graves como:

- El fenómeno de isquemia-perfusión reiterado es un factor desencadenante la aparición de radicales libres de oxígeno (ERO) y de procesos inflamatorios altos.
- La hipoxia, incluso anoxia a nivel periférico puede provocar muerte celular y problemas neurológicos graves.
- Ambos fenómenos se encuentran claramente descritos en la bibliografía médica asociados a lo que se conoce como "Síndrome de Crash", típico de politraumatismos graves.

Finalmente, y aunque hace falta realizar muchos más estudios de este tipo para confirmar las hipótesis y profundizar en su significado, los entrenadores de Judo deberemos investigar alternativas más saludables a esta situación propia de nuestro deporte. Por ejemplo:

- Se observa que los judokas más fuertes físicamente manifiestan desaturaciones menos acentuadas. La mejora de fuerza máxima puede ser un factor minimizador del fenómeno.
- Un trabajo más centrado en los desplazamientos corporales y en un judo más dinámico y de aprovechar la oportunidad, como forma de compensar la carga isométrica puede ser otro aspecto enriquecedor para la salud.
- Los parciales de 90 segundos provocan desaturaciones menores que los de 5 minutos. Se plantea la posibilidad de reducir los trabajos fraccionados de intensidades supracompetitivas a parciales incompletos y realizar un mayor número de ellos. De esta forma se aumentaría el nivel de fuerza máxima y resistencia con menor isquemia, y se conseguiría seguramente rebajar la isquemia que posteriormente puede aparecer en un combate de 5 minutos de intensidad similar a la de competición.

Queremos acabar este artículo señalando la posibilidad de que la medición de la saturación arterial periférica en miembros superiores puede ser un fácil indicador del estado de rendimiento en judo, por su simplicidad y su fiabilidad.

REFERENCIAS

1. Garrido Chamorro R.P., Gonzalez Lorenzo M., Garnes Ros A.F. Quiles Torregrosa, I (2003). Patrones de Desaturación durante la realización de una ergoespirometría. *Revista Cubana de Medicina del Deporte y la Cultura Física*
2. Rice A. J., A. T. Thornton, C. J. Gore, G. C. Scroop, H. W. Greville, H. Wagner, P. D. Wagner, and S. R. Hopkins (1999). Pulmonary gas exchange during exercise in highly trained cyclists with arterial hypoxemia. *J Appl Physiol, 87, 1802-1812*
3. MCardle, W. D (1990). Fisiología del ejercicio. 1ª ed. *Madrid: CSD, Alianza deporte*
4. Davis J.A (1985). Anaerobic threshold: review of the concep and directions for future research. *Med Sci Sport Exer; 17(1):6-21*
5. Jerome A. Dempsey and Peter D (1999). WagnerExercise-induced arterial hypoxemia. *J Appl Physiol; 87*
6. Williams JH, Powers SK, Stuart MK (1989). Hemoglobin desaturation in highly trained athletes at sea level. *Eur J Appl Physiol, 5:298-302*
7. Mucci P, Blondel N, Fabre C, Nourry C, Berthoin S (2004). Evidence of exercise-induced O2 arterial desaturation in non-elite sportsmen and sportswomen following high-intensity interval-training. *Int J Sports Med, 25(1):6-13*
8. Miyachi M, Katayama K (1999). Effects of maximal interval training on arterial oxygen desaturation and ventilation during heavy exercise. *Jpn J Physiol, 49(5):401-7*
9. Dempsey JA, Hanson PG, Henderson KS (1984). Exercise-induced arterial hypoxemia in hestlhy human sujets a sea level. *J physol, 355 161-175*
10. Powers SK, Dodd S, Woodyard J, Beadle RE, Churh G (1984). Hemoglobin saturation during incremental arm and leg exercise. *Br J Sport Med, 18 212-216*
11. Hopkins SR, Mckeney DC (1989). Hyposic ventilatory response and arterial desaturation during heavy exercise. *J Appl Phisiol, 67 1119-1124*
12. Benoit H, Busso T, Castells J, Denis C, Geyssant A (1999). Influence of hypoxic ventilatory response on arterial O2 saturation during maximal exercise in acute hypoxia. *Eur J Appl Physiol 72 101-105,195*
13. Harms CA Stager JM (1995). Low Chemoresponse and inadequate hyperventilation contribute to exercise induced hypoxemia. *J Appl Physiol 79 575-580*
14. Miyachi M, Tabaka I (1992). The relasionship between arterial oxygen desaturation during maximal exercise. *J Appl Physiol 73 2588-2591*
15. Norton KJ, Squires B, Norton LH, Craig NP, McGrath P, Olds TS (1995). Exercise Simulus increase ventilation from maximal to supramaximal intensity. *Eur J Appl Physiol 70 115-125*
16. Byrne-Quinn E, Weil JV, Sodal IE, Filley GF, Gover RF (1971). Ventilatory control in athlete. *J Appl Physiol 30 91-98*
17. Martin BJ Sparks KE Zwillich CW, Weill JV (1979). Low exercise ventilation in endurance. *Atheletes Med Sci Sports 11 181-185*
18. Dempsey JA (1986). Is the lung built for exercise?. *Med Sci Sports Exerc 18,143-155*
19. J. Gore, A. G. Hahn, G. C. Scroop, D. B. Watson, K. I. Norton, R. J. Wood, D. P. Campbell, and D. L (1996). Emonson Increased arterial desaturation in trained cyclists during maximal exercise at 580 m altitude. *J. Appl Physiol; 80: 2204 - 2210*
20. Jerome A. Dempsey and Peter D (1999). agner Exercise-induced arterial hypoxemia. *J Appl Physiol; 87: 1997 - 2006*

21. Moran RF, Clausen Jl, Ehrmeyer SS, Fiel M, Van Kessel Al (1990). Oxygen content, hemoglobin xigen, saturation and related quantitics in blood. *Terminology, measurement and reporting, national committe for clinical Loboratory Satndards; 525-p. 10: 1-49*
22. Schanapp LM, Cohen NH (1990). Pulse oximetry-uses and abuses. *Chest; 98: 1244-1250*
23. JP, De Cesare MS, Hess D (1990). Pulse Oximetry: instrumentation and clinical applications. *Respir Care; 35: 584-601*
24. Jubran A, Tobin MJ (1990). Relability of pulse oximetry in tritrating supplemental oxygen therapy in ventilator dependet patients. *Chest; 97: 1420-1425*
25. Task Force on Guidelines, Society of Critical Care Medicine (1991). Guideline for standards of care for patients with acute respiratory failure on mechanical ventilatory support. *Crit Care Med; 19: 275-278*
26. Misian DR, Meyerhoff ME, Collision ER (1990). Current and future directions in the technology relating to bedside testing of critically ill patients. *Chest; 97: 2045-2145*
27. Hannhart B, Michael H, Delomere N, Chaparro G, Pulo JM (1991). Reliability of six pulse oximetrs in chronic obstructive pulmonary disease. *Chest; 99: 842-846*
28. ECRI Health Devices Alert (1990). Plymouth Meeting. *PA. ECRI*
29. Chanan C, Decker MJ, Hoeckel OL, Strohl KP (1990). Agreement between noninvasive oximetric values for oxygen saturation. *Chest; 97: 814-819*
30. Hannhar B, Habberer JP, Saunier C, Laxenaire MC (1991). Accuracy and precision of fourteen pulse oximetrs. *Eur Respir Care; 4: 115-119*
31. Chelluri L, Snyder JV, Bird R (1991). Accuracy f pulse oximetry in patients winth hyperbilirubinemia. *Respir Care; 1383-1386*
32. Ries AL (1990). Position paper of the American Association of cardiovascular and pulmonary rehabilitation. *J Cardiopul Rehab; 10: 418-441*
33. Zaloga GP (1990). Evaluation of bedside testing options for the critical care unit. *Chest; 97: (5, Suppl): 1755-1905*
34. (1996). Manual del usuario. *Oxy 9800. Versión 3,2*
35. The American Collage of Surgeons (1996). Curso avanzado de apoyo vital en trauma para médicos. *Subcommite of ATLS. Commite of Trauma*
36. (1996). Manual de usuario. *Oxy 9800 versión 2.3*
37. Severinghaus JW, Astrup PB (1986). History of blood gas analysis. *VI.Oximetry.J Clin Monit; 2: 270-288*
38. Millikan GA, Papenheimer JR, Rawson AJ (1941). Continuous measurement of oxygen saturation in man. *Am J Physiolog; 133: 390*
39. Tremper KK, Barker SJ (1989). Pulse oximetry. Anesthesiology.
40. Woorons X, Mollard P, Lamberto C, Letournel M, Richalet JP (2005). Effect of acute hypoxia on maximal exercise in trained and sedentary women. *Med Sci Sports Exerc; 37 (1):147-54*
41. Connes P., Bouix D, Durand F, Kippelen P, Mercier J, Prefaut C, Brun JF, Caillaud C (2005). Is hemoglobin desaturation related to blood viscosity in athletes during exercise?. *Int J Sports Med; 25 (8): 569-74*
42. Stromvall-Larsson E, Eriksson BO, Holmgren D, Sixt R (2004). Pulmonary gas exchange during exercise in Fontan patients at a long-term follow-up. *Clin Physiol Funct Imaging; 24(6):327-34*
43. Guenette JA, Diep TT, Koehle MS, Foster GE, Richards JC, Sheel AW (2004). Acute hypoxic ventilatory response and exercise-induced arterial hypoxemia in men and women. *Respir Physiol Neurobiol, 12;143(1):37-48*
44. Jose Vicente Asensi (2005). Ventilación pulmonar y ejercicio físico. *http://html.rincondelvago.com/ventilacion-pulmonar-y-ejercicio-fisico.html*
45. Wilmore and Costill (2004). Fisiología del esfuerzo y el deporte. *ed Paidotribo 5º edición capitulo 8 pag 244-272*
46. Grataloup O, Prieur F, Busso T, Castells J, Favier FB, Denis C, Benoit H (2005). Effect of hyperoxia on maximal O(2) uptake in exercise-induced arterial hypoxaemic subjects. *Eur J Appl Physiol. 94(5-6):641-645*
47. Legrand R, Ahmaidi S, Moalla W, Chocquet D, Marles A, Prieur F, Mucci P (2005). O2 arterial desaturation in endurance athletes increases muscle deoxygenation. *Med Sci Sports Exerc. 37(5):782-8*