



RENDIMIENTO FÍSICO, RESPUESTAS FISIOLÓGICAS Y PERCEPCIÓN SUBJETIVA DEL ESFUERZO EN EL MULTI-STAGE FITNESS TEST EN JUGADORES DE BALONCESTO EN SILLA DE RUEDAS

PHYSICAL PERFORMANCE, PHYSIOLOGICAL RESPONSES AND PERCEIVED EXERTION EFFORT IN MULTI-STAGE FITNESS TEST IN WHEELCHAIR BASKETBALL PLAYERS

Aitor Iturricastillo¹, Javier Yanci¹, Cristina Granados¹

¹Universidad del País Vasco, España. E-mail: cristina.granados@ehu.es.

RESUMEN

El objetivo de este estudio fue analizar la respuesta fisiológica y percepción subjetiva del esfuerzo (RPE) durante el multi-stage fitness test (MSFT) en jugadores de baloncesto en silla de ruedas. Para ello 8 jugadores masculinos ($34,8 \pm 10,8$ años) de primera división de la Liga española participaron en este estudio. Se registró la frecuencia cardiaca máxima (FCmax), la velocidad máxima, la distancia total recorrida, el consumo máximo de oxígeno (VO_2max), la concentración de lactato capilar (LA), la temperatura corporal pre y post-test, y el RPE. Los jugadores presentaron unos valores de FCmax media de $179,33 \pm 11,4$ lat·min⁻¹ y un VO_2max de $30,2 \pm 15,1$ ml·kg·min⁻¹. Se observó un aumento en el LA tras la realización del MSFT ($p < 0,005$, $d = 3,80$), así como en la temperatura timpánica ($p > 0,005$, $d = 0,39$). Los valores de RPE fueron algo mayor que los encontrados en otros test de resistencia. Los entrenadores tendrían que tener en cuenta no solo la carga interna (FCmax) del MSFT, sino también la carga subjetiva (RPE) del mismo.

PALABRAS CLAVE: baloncesto en silla de ruedas, FCmax, VO_2max , lactato, temperatura timpánica, RPE.

ABSTRACT

The purpose of this study was to analyze physiological responses and perceived exertion effort (RPE) during multi-stage fitness test (MSFT) in wheelchair basketball players. Eight male WB players ($34,8 \pm 10,8$ years) of the first division of the Spanish League participated in this study. During MSFT, maximal heart rate (HRmax), maximal speed, recovery distance, maximal oxygen consumption (VO_2max), blood lactate concentration (LA) and tympanic temperature before (pre) and after (post), and RPE were obtained. The players showed $179,33 \pm 11,4$ beat·min⁻¹ in HRmax and $30,2 \pm 15,1$ ml·kg·min⁻¹ in VO_2max . After MSFT an increase in LA was observed ($p < 0,005$, $d = 3,80$), as well as in tympanic temperature ($p > 0,005$, $d = 0,39$). The RPE values were a little higher than others observed in another endurance test. Coaches should be in account not only the internal load (HRmax), but also the subjective load (RPE) during the MSFT.

KEYWORDS: wheelchair basketball, HRmax, VO_2max , lactate, tympanic temperature, RPE.

1. INTRODUCCIÓN

El baloncesto en silla de ruedas (BSR) es un deporte intermitente, caracterizado por situaciones decisivas de carácter anaeróbico (lanzamientos, sprints, cambios de dirección, etc.)¹, que a su vez intercala periodos de recuperación de carácter aeróbico (paradas, desplazamientos suaves etc.)². De hecho, se ha observado que poseer una alta capacidad aeróbica puede permitir una recuperación más rápida entre las distintas actividades de alta intensidad^{3, 4}.

Uno de los test más utilizados en el deporte en general⁵ y por los entrenadores en baloncesto convencional⁶ para predecir la capacidad aeróbica es el multi-stage fitness test (MSFT)⁷. Dicho test tiene como objetivo predecir el consumo máximo de oxígeno (VO₂max)⁸ de una manera fácil y de bajo coste⁹.

En este sentido, y a pesar de la importancia que puede tener la capacidad aeróbica en la recuperación durante el juego, son pocos los estudios que han analizado este aspecto específicamente en jugadores de BSR⁹.

Por lo tanto, el objetivo de este estudio fue, analizar los parámetros de rendimiento físico, las respuesta fisiológicas y la percepción subjetiva del esfuerzo (RPE) durante el multi-stage fitness test en jugadores de baloncesto en silla de ruedas.

¹ DELESTRAT A & COHEN D. Strength, power, speed, and agility of women basketball players according to playing position. En: *Journal of Strength and Conditioning Research*, 2009, num. 23(7), pp. 1974-81.

² DRINKWATER EJ, PYNE DB & MCKENNA MJ. Design and interpretation of anthropometric and fitness testing of basketball players. En: *Sports Medicine*, 2008, num. 38(7), pp. 565-78.

³ CASTAGNA C, ABT G, MANZI V, ANNINO G, PADUA E & D'OTTAVIO S. Effect of recovery mode on repeated sprint ability in young basketball players. En: *Journal of Strength and Conditioning Research*, 2008, num. 22(3), pp. 923-9.

⁴ TOMLIN DL & WENGER HA. The relationship between aerobic fitness and recovery from high intensity intermittent exercise. En: *Sports Medicine*, 2001, num. 31(1), pp. 1-11.

⁵ LÉGER LA, MERCIER D, GADOURY C & LAMBERT J. The multistage 20 meter shuttle run test for aerobic fitness. En: *Journal of Sports Sciences*, 1988, num. 6(2), pp. 93-101.

⁶ KÖKLÜ Y, ALEMDAROĞLU U, KOÇAK FÜ, EROL AE & FİNDİKOĞLU G. Comparison of chosen physical fitness characteristics of Turkish professional basketball players by division and playing position. En: *Journal of Human Kinetics*, 2011, num. 30, pp. 99-106.

⁷ OLDS T, TOMKINSON G, LÉGER L & CAZORLA G. Worldwide variation in the performance of children and adolescents: an analysis of 109 studies of the 20-m shuttle run test in 37 countries. En: *Journal of Sports Sciences*, 2006, num. 24(10), pp. 1025-38.

⁸ LÉGER L & GADOURY C. Validity of the 20 m shuttle run test with 1 min stages to predict VO₂max in adults. En: *Canadian Journal of Sport Sciences*, 1989, num. 14(1), pp. 21-6.

⁹ GOOSEY-TOLFREY VL & TOLFREY K. The multi-stage fitness test as a predictor of endurance fitness in wheelchair athletes. En: *Journal of Sports Sciences*, 2008, num. 26(5), pp. 511-7.

2. MÉTODO

Participantes

Ocho jugadores masculinos de baloncesto en silla de ruedas ($34,8 \pm 10,9$ años), que competían en un equipo de la primera división de la Liga española de BSR participaron en este estudio. Todos los participantes entrenaban dos sesiones y disputaban un partido oficial cada semana durante el periodo competitivo. A todos los participantes se les explicaron los riesgos y beneficios de la participación en el estudio, firmaron el preceptivo consentimiento informado y podían retirarse del mismo en cualquier momento. El estudio fue aprobado por el Comité de Ética de la Universidad del País Vasco, UPV/EHU.

Procedimiento

La prueba se realizó en la cancha de baloncesto donde asiduamente entrenaba el equipo, durante la temporada oficial de competición (diciembre). Los jugadores fueron instruidos para realizar la prueba a la máxima intensidad. El test se realizó en una única sesión midiéndose, antes y después del multi-stage fitness test, el lactato en sangre capilar y la temperatura timpánica. Nada más acabar dicho test, se les preguntó por la percepción subjetiva del esfuerzo, tanto respiratoria (RPE_{res}) como muscular (RPE_{mus}). Previo a la realización del test se realizó un calentamiento estándar que consistía en 5 min de desplazamiento a baja intensidad con la silla de ruedas, dos aceleraciones de 10 m y dos aceleraciones de 10 m con cambio de dirección. Todos los participantes realizaron las pruebas con su silla deportiva habitual.

Multi-stage fitness test (MSFT)

El protocolo del MSFT fue similar al descrito previamente por Brewer et al.¹⁰, la única diferencia fue que los participantes lo realizaron en silla de ruedas. El test consistió en recorrer tramos de 20 m a velocidad creciente en cada palier de 1 minuto, siendo indicado el ritmo creciente mediante señales sonoras. Los jugadores debían desplazarse en línea recta hasta la línea contraria y pisarla con la rueda en el momento que sonaba la señal acústica. Los participantes debían repetirlo hasta que no podían llegar a pisar la línea en el momento que sonaba la señal. La prueba finalizaba cuando el jugador no era capaz de ajustar la velocidad de desplazamiento a la señal acústica de audio por dos veces consecutivas y se quedaba a una distancia

¹⁰ BREWER J, RAMSBOTTOM R & WILLIAMS C. (1988) Multistage fitness test. Leeds: National Coaching Foundation.

de más de 3 metros de la línea. Se calculó la distancia total recorrida durante el test y se estimó el consumo máximo de oxígeno ($VO_2\text{max}$)¹¹. Además, se monitorizó la frecuencia cardíaca (FC) cada 5 s durante toda la prueba mediante telemetría (Polar Team Sport System®, Polar Electro Oy, Finland), obteniéndose los datos de FCmax.

Antes (pre) y después (post) de la realización del test se obtuvo una muestra de sangre del lóbulo de la oreja (Lactate Pro LT-1710®, Arkray Inc Ltd, Kyoto, Japón) con el fin de analizar la concentración de lactato sanguíneo [LA], y se registró la temperatura timpánica¹² de todos los participantes con un termómetro (ThermoScan® IRT 4520 5, Braun GmbH, Kronberg, Germany). Así mismo, se solicitó a todos los jugadores la percepción subjetiva del esfuerzo a nivel respiratorio (RPEres) y muscular (RPEmus) atendiendo a las consideraciones realizadas por Los Arcos et al. (2014)¹³.

Análisis estadístico

Los resultados se presentan como media \pm desviación típica (DT). La normalidad de los datos se analizó mediante las pruebas de Kolmogorov-Smirnov con el fin de verificar la necesidad de pruebas paramétricas o no paramétricas. El coeficiente de variación (CV) entre el mejor resultado obtenido por cada jugador con respecto al resto de participantes (CV inter sujeto) se calculó mediante la fórmula propuesta por Atkinson y Nevill¹⁴: $(CV) = (SD/Promedio) \times 100$. Para determinar las diferencias entre pre y post test se utilizó la prueba no paramétrica de Wilcoxon. El tamaño del efecto (TE) se calculó atendiendo al método propuesto por Cohen¹⁵.

Tamaños del efecto menores a 0,2, entre 0,2-0,5, entre 0,5-0,8 o mayores de 0,8 fueron considerados trivial, bajo, moderado o alto, respectivamente. El análisis estadístico se realizó con el programa Statistical Package for Social Sciences (SPSS Inc, versión 20,0 Chicago, IL, EE.UU.). La significatividad estadística se estableció en $p < 0,05$.

¹¹ LÉGER L & GADOURY C. Validity of the 20 m shuttle run test with 1 min stages to predict $VO_2\text{max}$ in adults. En: *Canadian Journal of Sport Sciences*, 1989, num. 14(1), pp. 21-6.

¹² HAMILTON PA, MARCOS LS & SECIC M. Performance of infrared ear and forehead thermometers: a comparative study in 205 febrile and afebrile children. En: *Journal of Clinical Nursing*, 2013, num. 22, pp. 2509–2518.

¹³ LOS ARCOS A, YANCI J, MENDIGUCHIA J & GOROSTIAGA EM. Rating of muscular and respiratory perceived exertion in professional soccer players. En: *Journal of Strength and Conditioning Research*, 2014, num. 28(11), pp. 3280-3288.

¹⁴ ATKINSON G & NEVILL AM. Statistical methods for assessing measurement error (reliability) in variables relevant to sports medicine. En: *Sports Medicine*, 1998, num. 26(4), pp. 217-238

¹⁵ COHEN J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioural sciences*. New York: Academic Press.

3. RESULTADOS

Los resultados de los parámetros de rendimiento en el MSFT de cada uno de los jugadores y la media (DE) de todo el grupo se representa en la tabla 1. Se observó una FCmax media de $179,33 \pm 11,4$ lat·min⁻¹ y un VO₂max de $30,2 \pm 15,1$ ml·kg·min⁻¹. El CV inter sujeto (variación entre los distintos participantes) fue mayor que 6,36%.

Tabla 1. Valores de rendimiento físico en el multi-stage fitness test de cada uno de los jugadores y la media (DE) de todo el grupo.

JUGADOR	EDAD (años)	CLASE	FCmax (lat·min ⁻¹)	VEL (m·s ⁻¹)	Distancia (m)	VO ₂ max (ml·kg·min ⁻¹)
1	35	3,5	165	9	300	26,6
2	40	4	191	10,5	720	35,6
3	35	4	179	10,5	720	35,6
4	48	1	189	9	240	26,6
5	16	1	180	9	300	26,6
6	33	3,5	172	9,5	400	29,6
7	30	1	165	8,5	140	23,6
8	17	4,5	194	10	560	32,6
Media ± DE	34,8 ± 10,85	2,7 ± 1,53	179,33 ± 11,4	9,6 ± 0,76	456,0 ± 220,24	30,2 ± 4,54
CV	31,17	56,81	6,36	7,87	48,30	15,02

FCmax = frecuencia cardíaca máxima, VEL = velocidad, VO₂max = consumo máximo de oxígeno, CV = coeficiente de variación.

La tabla 2 muestra los resultados en la concentración de lactato capilar, temperatura timpánica y RPE de cada uno de los jugadores y la media (DE) de todo el grupo. Como era de esperar, se registro un aumento en la concentración de lactato tras la realización del MSFT de un 83% ($p < 0,005$, $d = 3,80$), así como en la temperatura timpánica de un 1% ($p > 0,005$, $d = 0,39$). Sin embargo, no se observaron diferencias significativas entre el RPE_{res} y el RPE_{mus} ($p > 0,005$, $d = 0,28$). El CV inter sujeto (variación entre los distintos participantes) fue mayor que 1,51%.

Tabla 2. Valores de las respuestas fisiológicas y de la percepción subjetiva del esfuerzo en el multi-stage fitness test de cada uno de los jugadores y la media (DE) de todo el grupo.

JUGADOR	L _{Apre} (mmol·l ⁻¹)	L _{Apost} (mmol·l ⁻¹)	T° pre (°C)	T° post (°C)	RPE resp (AU)	RPE musc (AU)
1	1,3	7,9	36,5	36,3	6	8
2	1,6	9,1	36,5	36,4	10	6
3	0,9	9	36,3	37	5	8
4	0,7	8,3	36,6	37,1	5	5
5	1,6	6,8	35,2	36	8	9

6	1,9	4,4	36,1	35,8	5	6
7	1,6	13,5	36,8	36,2	10	10
8	2,3	9,5	35,6	36,4	6,5	8
Media ± DE	1,49 ± 0,52	8,56 ± 2,58*	36,2 ± 0,55	36,4 ± 0,45	6,94 ± 2,15	7,50 ± 1,69
CV	34,74	30,16	1,51	1,24	30,92	22,54

LA = concentración de lactato, T° = temperatura timpánica, RPE = percepción subjetiva del esfuerzo, pre = antes del test, post = después del test, CV = coeficiente de variación.

4. DISCUSIÓN

El análisis de la respuesta fisiológica y la percepción subjetiva del esfuerzo en jugadores de BSR durante el MSFT puede aportar una información relevante sobre su capacidad aeróbica. El principal objetivo de este estudio fue analizar los parámetros de rendimiento físico, las respuestas fisiológicas y de RPE durante el multi-stage fitness test.

Los resultados observados en nuestro estudio en los parámetros de rendimiento físico muestran menores valores que los obtenidos en otros estudios realizados con jugadores de BSR¹⁶, esto puede ser debido a la diferencia de nivel entre ambos estudios, ya que los jugadores de Gossey-Tolfrey y Tolfrey¹⁷ son de nivel internacional, mientras que los nuestros son de nivel nacional. En cuanto a la respuesta fisiológica, similares valores de concentración de lactato han sido observados en otros test de resistencia aeróbica¹⁸. Sin embargo, en nuestro estudio se observaron mayores valores de RPE, tanto respiratorio como muscular, que los registrados en dicho estudio¹⁹, posiblemente debido a las diferencias que hay en el incremento de velocidad entre ambos test y como resultado de que el jugador adopta diferentes estrategias de propulsión para poder mantener el ritmo marcado²⁰. Este aspecto podría indicar que a nivel de percepción subjetiva del esfuerzo, el MSFT podría resultar más intenso que otros test de resistencia.

¹⁶ GOOSEY-TOLFREY VL & TOLFREY K. The multi-stage fitness test as a predictor of endurance fitness in wheelchair athletes. En: *Journal of Sports Sciences*, 2008, num. 26(5), pp. 511-7.

¹⁷ GOOSEY-TOLFREY VL & TOLFREY K. The multi-stage fitness test as a predictor of endurance fitness in wheelchair athletes. En: *Journal of Sports Sciences*, 2008, num. 26(5), pp. 511-7.

¹⁸ YANCI J, GRANADOS C, OTERO M, BADIOLA A, OLASAGASTI J, BIDAURAZAGALETONA I, ITURRICASTILLO A & GIL S. Sprint, agility, strength and endurance capacity in wheelchair basketball players. En: *Biology of Sport*, 2015, num. 32(1), pp. 71-8.

¹⁹ YANCI J, GRANADOS C, OTERO M, BADIOLA A, OLASAGASTI J, BIDAURAZAGALETONA I, ITURRICASTILLO A & GIL S. Sprint, agility, strength and endurance capacity in wheelchair basketball players. En: *Biology of Sport*, 2015, num. 32(1), pp. 71-8.

²⁰ GOOSEY-TOLFREY VL & TOLFREY K. The multi-stage fitness test as a predictor of endurance fitness in wheelchair athletes. En: *Journal of Sports Sciences*, 2008, num. 26(5), pp. 511-7.

Por otro lado, a pesar de que la temperatura timpánica aumentó en un 1%, este aumento no fue significativo. Diversos autores han observado que los atletas que padecen alguna discapacidad física tienen una capacidad menor de termorregulación²¹, lo que supondría ligeros aumento de temperatura a pesar del aumento de intensidad de ejercicio.

La variación de los resultados en un mismo test en los parámetros de rendimiento físico entre los distintos jugadores (CV inter sujeto) fue alta (6,36-48,30%). Este aspecto pone de manifiesto que dentro de un equipo de BSR los resultados en un mismo test pueden variar considerablemente, posiblemente debido a las diferencias individuales y a la disparidad de las clases funcionales²².

5. CONCLUSIÓN

El MSFT puede ser un test válido y útil en la evaluación de la capacidad aeróbica de los jugadores de BSR. Las respuestas fisiológicas son similares a las observadas en otros test de resistencia, sin embargo, la percepción del esfuerzo subjetivo es algo mayor. Los entrenadores tendrían que tener en cuenta no solo la carga interna (FCmax) de dicho test, sino también la carga subjetiva (RPE) del mismo, ya que al haber grandes variaciones individuales entre jugadores, este parámetro nos podría dar una información interesante de dicho test.

BIBLIOGRAFÍA

- ATKINSON G y NEVILL AM. Statistical methods for assessing measurement error (reliability) in variables relevant to sports medicine. En: *Sports Medicine*, 1998, num. 26(4), pp. 217-238.
- BREWER J, RAMSBOTTOM R y WILLIAMS C. Multistage fitness test. Leeds: National Coaching Foundation, 1988.

²¹ TURBANSKI S & SCHMIDTBLEICHER D. Effects of Heavy Resistance Training on Strength and Power in Upper Extremities in Wheelchair Athletes. En: *Journal of Strength and Conditioning Research*, 2010, num. 24, pp. 8-16.

²² YANCI J, GRANADOS C, OTERO M, BADIOLA A, OLASAGASTI J, BIDAURAZAGA-LETONA I, ITURRICASTILLO A & GIL S. Sprint, agility, strength and endurance capacity in wheelchair basketball players. En: *Biology of Sport*, 2015, num. 32(1), pp. 71-8.

- CASTAGNA C, ABT G, MANZI V, ANNINO G, PADUA E y D'OTTAVIO S. Effect of recovery mode on repeated sprint ability in young basketball players. En: *Journal of Strength and Conditioning Research*, 2008, num. 22(3), pp. 923-9. Doi: 10.1519/JSC.0b013e31816a4281.
- COHEN J. Statistical power analysis for the behavioural sciences. New York: Academic Press, 1988.
- DELESTRAT A & COHEN D. Strength, power, speed, and agility of women basketball players according to playing position. En: *Journal of Strength and Conditioning Research*, 2009, num. 23(7), pp. 1974-81. Doi: 10.1519/JSC.0b013e3181b86a7e.
- DRINKWATER EJ, PYNE DB & MCKENNA MJ. Design and interpretation of anthropometric and fitness testing of basketball players. En: *Sports Medicine*, 2008, num. 38(7), pp. 565-78. Doi: 10.2165/00007256-200838070-00004.
- GOOSEY-TOLFREY VL & TOLFREY K. The multi-stage fitness test as a predictor of endurance fitness in wheelchair athletes. En: *Journal of Sports Sciences*, 2008, num. 26(5), pp. 511-7. Doi: 10.1080/02640410701624531.
- HAMILTON PA, MARCOS LS & SECIC M. Performance of infrared ear and forehead thermometers: a comparative study in 205 febrile and afebrile children. En: *Journal of Clinical Nursing*, 2013, num. 22, pp. 2509–2518. Doi: 10.1111/jocn.12060.
- KÖKLÜ Y, ALEMDAROĞLU U, KOÇAK FÜ, EROL AE & FİNDİKOĞLU G. Comparison of chosen physical fitness characteristics of Turkish professional basketball players by division and playing position. En: *Journal of Human Kinetics*, 2011, num. 30, pp. 99-106. Doi: 10.2478/v10078-011-0077-y.
- LÉGER LA, MERCIER D, GADOURY C & LAMBERT J. The multistage 20 meter shuttle run test for aerobic fitness. En: *Journal of Sports Sciences*, 1988, num. 6(2), pp. 93-101.

- LÉGER L & GADOURY C. Validity of the 20 m shuttle run test with 1 min stages to predict VO_2 max in adults. En: *Canadian Journal of Sport Sciences*, 1989, num. 14(1), pp. 21-6.
- LOS ARCOS A, YANCI J, MENDIGUCHIA J & GOROSTIAGA EM. Rating of muscular and respiratory perceived exertion in professional soccer players. En: *Journal of Strength and Conditioning Research*, 2014, num. 28(11), pp. 3280-3288. Doi: 10.1519/JSC.0000000000000540.
- OLDS T, TOMKINSON G, LÉGER L & CAZORLA G. Worldwide variation in the performance of children and adolescents: an analysis of 109 studies of the 20-m shuttle run test in 37 countries. En: *Journal of Sports Sciences*, 2006, num. 24(10), pp. 1025-38. Doi: 10.1080/02640410500432193.
- TOMLIN DL & WENGER HA. The relationship between aerobic fitness and recovery from high intensity intermittent exercise. En: *Sports Medicine*, 2001, num. 31(1), pp. 1-11.
- TURBANSKI S & SCHMIDTBLEICHER D. Effects of Heavy Resistance Training on Strength and Power in Upper Extremities in Wheelchair Athletes. En: *Journal of Strength and Conditioning Research*, 2010, num. 24, pp. 8-16. Doi: 10.1519/JSC.0b013e3181bdddda.
- YANCI J, GRANADOS C, OTERO M, BADIOLA A, OLASAGASTI J, BIDAURAZAGA-LETONA I, ITURRICASTILLO A & GIL S. Sprint, agility, strength and endurance capacity in wheelchair basketball players. En: *Biology of Sport*, 2015, num. 32(1), pp. 71-8. Doi: 10.5604/20831862.1127285.