

Article

# Demandas Fisiológicas del Baloncesto en Silla de Ruedas

Poliana Piovezana dos Santos<sup>1</sup>, Gislaine Cristina de Souza<sup>2</sup>, Danilo Leonel Alves<sup>2</sup>, André Luiz Felix Rodacki<sup>2</sup>, Adriano Eduardo Lima-Silva<sup>3</sup> y Fernando Roberto De-Oliveira<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Educación Física, Centro Universitario Luterano de Ji-Paraná, Rondônia, Brasil

<sup>2</sup>Departamento de Educación Física, Universidad Federal de Paraná, Paraná, Brasil

<sup>3</sup>Departamento de Educación Física, Universidad Federal Tecnológica de Paraná, Paraná, Brasil

<sup>4</sup>Departamento de Educación Física, Universidad Federal de Lavras, Minas Gerais, Brasil

## RESUMEN

Este estudio cuantificó el tiempo invertido en cada dominio de intensidad del ejercicio durante un partido oficial de baloncesto en silla de ruedas (BSR). Diez jugadores de BSR masculinos ( $30,5 \pm 7,9$  años) participaron en una prueba de campo incremental adaptada para la determinación de la frecuencia cardíaca (FC) y el primer y segundo umbral de lactato (UL1 y UL2, respectivamente). Luego, los deportistas jugaron partidos oficiales con monitoreo continuo de FC, en el cual se determinó el tiempo invertido durante cada dominio de intensidad del ejercicio (moderado, intenso y severo) desde la FC en UL1 y UL2. No se encontraron diferencias significativas entre los tres dominios de intensidad del ejercicio cuando el tiempo se expresó en valores absolutos y relativos ( $P > 0,05$ ). La velocidad en LL1 se asoció positivamente con el tiempo relativo empleado durante la intensidad moderada del ejercicio, pero se asoció inversamente con el dominio intenso. En conclusión, el tiempo invertido en las intensidades de ejercicio moderadas, intensas y severas es similar (~33%). Sin embargo, los deportistas con un mejor acondicionamiento aeróbico pueden permanecer más tiempo con una intensidad de ejercicio moderada, mientras que los deportistas con un acondicionamiento aeróbico deficiente pasan más tiempo con la intensidad de ejercicio intensa.

## INTRODUCCIÓN

El baloncesto en silla de ruedas (BSR) es un deporte paralímpico para personas con discapacidades físicas permanentes en la parte inferior del cuerpo. Las principales características físicas relacionadas con el rendimiento del BSR incluyen resistencia, fuerza, velocidad, coordinación y movilidad (8). En particular, la aptitud aeróbica también es importante porque un partido típico dura alrededor de 65 min (3).

La determinación de los umbrales de lactato es una herramienta ampliamente utilizada para la evaluación de la aptitud aeróbica (11). El primer y segundo umbral de lactato (UL1 y UL2, respectivamente) pueden separar el ejercicio aeróbico en tres dominios diferentes de intensidad de ejercicio: moderado, intenso y severo (6). Al monitorear el lactato sanguíneo durante un partido, es posible establecer el tiempo invertido en cada uno de los dominios de intensidad del ejercicio (10,12), que luego se puede utilizar para mejorar la prescripción de entrenamiento de los deportistas.

La medición del lactato sanguíneo durante un partido de BSR es difícil, dado que agrega complejidad operativa para determinar el tiempo invertido en cada dominio de intensidad del ejercicio. Una alternativa es la medición de la frecuencia cardíaca (FC). Ha sido ampliamente utilizada para monitorear deportistas durante un partido de BSR (7). Los estudios han

demostrado que la FC media durante un partido es entre 132 y 151 latidos·min<sup>-1</sup> (3,13). Sin embargo, aún se desconoce cuál es el período de tiempo en cada dominio de intensidad del ejercicio durante un partido oficial de BSR. Esto es importante porque la cuantificación de la carga interna a la que se someten los atletas durante un partido de BSR ayudará a comprender sus necesidades fisiológicas durante las sesiones de entrenamiento.

Por lo tanto, el propósito de este estudio fue cuantificar el tiempo empleado durante cada dominio de intensidad del ejercicio (moderado, intenso y severo desde la FC en UL1 y UL2) en un partido oficial de BSR.

## MÉTODOS

### Sujetos

Diez jugadores de BSR masculinos (edad: 30,5 ± 7,9 años, experiencia de entrenamiento: 3,2 ± 3,7 años) que compitieron en juegos del campeonato regional fueron los sujetos en este estudio. Se clasificaron según la Federación Internacional de Baloncesto en Silla de Ruedas (IWBF) según el nivel de discapacidad (Tabla 1). Para ser parte del estudio, los sujetos: (a) tenían que haber competido en el campeonato regional de BSR; y (b) no podrían tener enfermedad cardíaca, hipertensión y/o usar medicamentos que pudieran alterar la FC. Todos los sujetos firmaron el formulario de consentimiento de acuerdo con los parámetros propuestos por la Declaración de Helsinki (5). El Comité de Ética de la Universidad Federal de Santa Catarina aprobó el estudio.

### Procedimientos

Los sujetos fueron sometidos a una prueba de campo incremental adaptada para BSR (18). Se tomaron muestras de sangre al final de cada etapa de la prueba para la posterior determinación de UL1 y UL2. La FC fue monitoreada a lo largo de la prueba. A los 7 y 15 días después, los deportistas jugaron partidos oficiales en el campeonato regional con monitoreo continuo de la FC. Tanto la prueba de campo incremental como el partido, se llevaron a cabo a la misma hora del día. Se aconsejó a los sujetos que eviten participar en actividades intensas y consumir alcohol y cafeína 24 horas antes de las evaluaciones. Además, se recomendó que los sujetos ingieran su última comida al menos 2 horas antes de las pruebas. Después de este tiempo, solo se permitió agua.

**Tabla 1.** Datos Descriptivos de los Jugadores de Baloncesto en Silla de Ruedas.

Jugador	Edad (años)	Lesión	Clasificación IWBF
1	43	Enfermedad Viral (polio)	1.5
2	28	Lesión Medular T3	1.5
3	18	Lesión Medular T12	2.0
4	40	Lesión Medular T12	2.0
5	32	Enfermedad Viral (polio)	2.5
6	32	Enfermedad Viral (polio)	3.5
7	36	Enfermedad Viral (polio)	3.5
8	22	Amputación	4.0
9	24	Amputación	4.5
10	30	Amputación	4.5

**IWBF** = Federación Internacional de Baloncesto en Silla de Ruedas

### Prueba de Campo Incremental Adaptada

Los deportistas realizaron la prueba de campo incremental en sus propias sillas de ruedas de partido (18). Estas sillas fueron hechas de material estándar y construidas para cada deportista, con un peso de ~15 kg. Las pruebas se llevaron a cabo en un gimnasio con piso de madera (temperatura: 25,4 ± 2,2°C, humedad relativa: 62,6 ± 14,2%). Los deportistas fueron instruidos para moverse entre dos conos separados por 20 m, con velocidad controlada por sonidos a través de un

software (Sphera Portable Server Software®). La prueba comenzó a 4,0 km·h<sup>-1</sup> con incrementos de 0,5 km·h<sup>-1</sup> cada minuto. Se realizaron pausas de 30 segundos cada dos etapas para la recolección de muestras de sangre del lóbulo de la oreja (25 µl de sangre arterializada). La prueba se interrumpió cuando los sujetos no pudieron mantener el ritmo impuesto, con tres retrasos sucesivos de aproximadamente 1 m del cono objetivo. La frecuencia cardíaca se registró cada 5 segundos durante la prueba (Polar® modelo S810i). Las muestras de sangre se analizaron inmediatamente después de la recolección para medir el [La] sanguíneo (Yellow Springs Instruments®, lactímetro modelo 1500 Sport). La FC máxima y el [La] sanguíneo máximo (FC<sub>máx</sub> y [La]<sub>máx</sub>) se identificaron al final de la prueba. La velocidad máxima (VM) se identificó como la velocidad máxima alcanzada durante la prueba, que se corrigió mediante el tiempo invertido en la última etapa incompleta (9).

### Umbral de Lactato

Las medidas de [La] se trazaron frente a la velocidad correspondiente. Los valores para las etapas en las que no se tomaron muestras de sangre se estimaron mediante interpolación lineal de las dos etapas adyacentes. Se calculó un ajuste de tres líneas rectas mediante regresión lineal con dos intercepciones inicialmente desconocidas calculadas a partir de cada intersección posible entre los puntos de tiempo. La primera y la segunda intersección que mejor compartió la curva en tres segmentos lineales se consideró como LL1 y LL2, respectivamente (14,15). Las respectivas velocidades y la FC se estimaron por interpolación lineal.

### Tiempo Empleado en Cada Dominio de Intensidad del Ejercicio Durante el Partido

Dos deportistas controlaron su FC por partido utilizando un monitor de FC (Polar® modelo S810i). Los datos de FC versus los datos del tiempo se analizaron y se determinó el tiempo empleado en el dominio moderado (valores de FC por debajo de LL1), intenso (valores de FC entre LL1 y LL2), y severo (valores de FC por encima de LL2). El tiempo empleado en cada dominio de intensidad del ejercicio se expresó en absoluto (min) y relativo (%) con respecto al tiempo total del partido. También se registró la FC<sub>máx</sub>, la FC media y la FC mínima, pero solo en los períodos en los que el deportista estuvo en la cancha.

### Análisis Estadísticos

La normalidad de los datos se probó usando la prueba de Shapiro-Wilk. Debido a que no hubo distribución normal, se utilizó el ANOVA de Friedman seguido de la prueba de Wilcoxon para comparar el tiempo invertido en las tres intensidades de ejercicio. La posible relación entre el tiempo empleado en un dominio de intensidad del ejercicio dado y los umbrales se identificó utilizando la correlación de Spearman-Rank. La significancia estadística se estableció en un nivel alfa de P<0,05.

## RESULTADOS

Los deportistas alcanzaron 175 ± 12 latidos·min<sup>-1</sup> de la FC<sub>máx</sub>, 10,4 ± 0,8 km·h<sup>-1</sup> de VM, y 9,1 ± 2,2 mmol·L<sup>-1</sup> del [La]<sub>máx</sub>. Los LL1 y LL2 identificados se informan en la Tabla 2.

**Tabla 2.** Valores Absolutos y Relativos de la Velocidad y la FC en los Umbrales de Lactato en la Prueba Incremental Adaptada para el Baloncesto en Silla de Ruedas.

	<b>Velocidad</b> (km·h <sup>-1</sup> )	<b>VM</b> (%)	<b>FC</b> (latidos·min <sup>-1</sup> )	<b>FC<sub>máx</sub></b> (%)
<b>LL<sub>1</sub></b>	6,7 ± 0,6	64,4 ± 7,2	111 ± 8	63,4 ± 5,4
<b>LL<sub>2</sub></b>	8,5 ± 0,5	82,0 ± 7,2	148 ± 16	84,9 ± 7,0

**VM** = Velocidad Máxima; **FC** = Frecuencia Cardíaca; **FC<sub>máx</sub>** = Frecuencia Cardíaca Máxima; **LL1** = Primer Umbral de Lactato; **LL2** = Segundo Umbral de Lactato

Durante los partidos, la FC<sub>máx</sub> fue de 180 ± 16 latidos·min<sup>-1</sup>, la frecuencia cardíaca media fue de 163 ± 21 latidos·min<sup>-1</sup>, y la frecuencia cardíaca mínima fue de 91 ± 13 latidos·min<sup>-1</sup>. No se encontraron diferencias significativas entre los tres dominios de intensidad del ejercicio cuando el tiempo se expresó en valores absolutos ( $\chi^2(2) = 0,0001$ , P>0,05) y valores relativos ( $\chi^2(2) = 0,0001$ , P>0,05) (Figura 1).

La velocidad en LL1 se asoció positivamente con el tiempo relativo empleado durante la intensidad moderada del ejercicio, pero inversamente asociado con el tiempo relativo empleado durante el dominio intenso (Tabla 3). No hubo correlaciones significativas entre el tiempo absoluto a una intensidad de ejercicio dada y los umbrales.

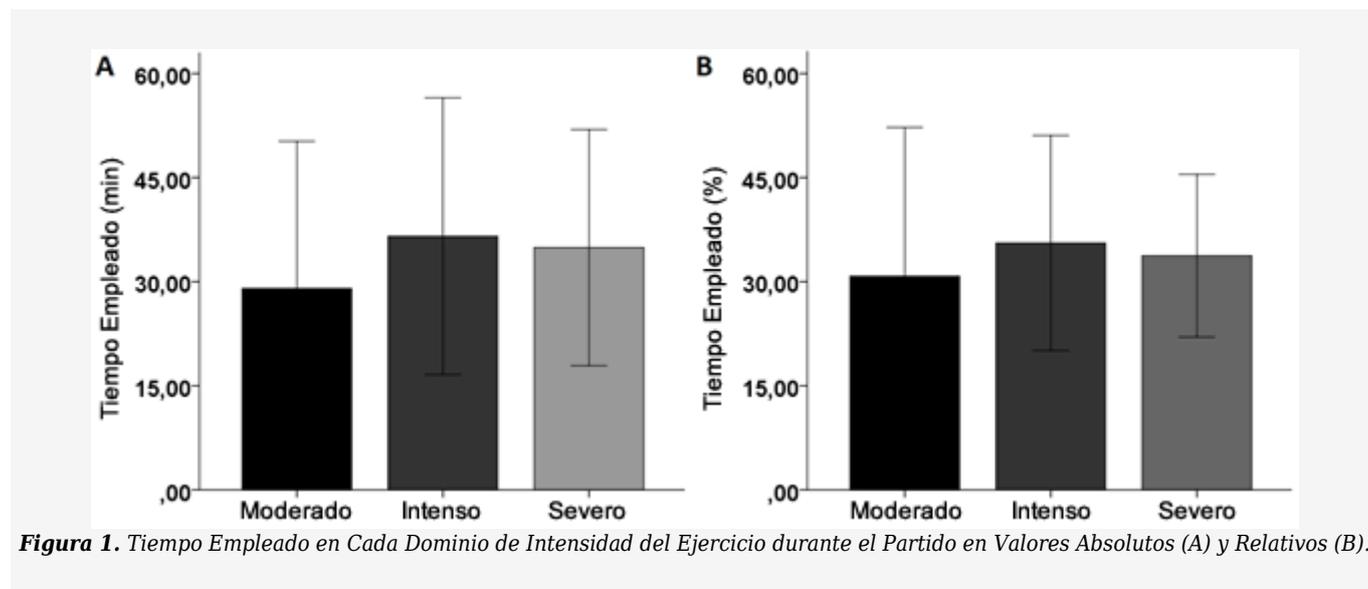


Figura 1. Tiempo Empleado en Cada Dominio de Intensidad del Ejercicio durante el Partido en Valores Absolutos (A) y Relativos (B).

Tabla 3. Correlaciones entre el Tiempo de Permanencia Relativo en Cada Dominio de Intensidad del Partido y la Velocidad de los Umbrales de Lactato.

		Tiempo					
		Moderado		Intenso		Severo	
		min	%	min	%	min	%
Velocidad (km·h <sup>-1</sup> )	LL <sub>1</sub>	0,45	0,70*	-0,53	-0,75*	-0,56	-0,34
	LL <sub>2</sub>	-0,17	0,19	-0,27	0,04	-0,62	-0,46

LL<sub>1</sub> = Primer Umbral de Lactato; LL<sub>2</sub> = Segundo Umbral de Lactato; min = Minutos. \*Correlación Significativa (P<0,05).

## DISCUSIÓN

Los principales hallazgos del presente estudio fueron: (a) los deportistas emplearon un tiempo similar en los tres dominios de intensidad del ejercicio durante un partido de BSR (~33% en cada intensidad del ejercicio); y (b) el tiempo relativo pero no el absoluto empleado en los dominios de intensidad del ejercicio moderado e intenso se asoció con la velocidad en LL1.

La FC en UL1 y UL2 fue de 111 ± 8 y 148 ± 16 latidos·min<sup>-1</sup>, respectivamente. Los valores para UL2 fueron similares a los encontrados por Croft et al. (4), que identificó un valor de FC en UL2 de 148 ± 4 latidos·min<sup>-1</sup>, aunque la FC en LL1 (130 ± 12 latidos·min<sup>-1</sup>) y la FC<sub>máx</sub> (194 ± 9 latidos·min<sup>-1</sup>) fueron mayores que en el presente estudio. El [La]<sub>máx</sub> en el presente estudio fue similar a un estudio previo que identificó el [La]<sub>máx</sub> en una prueba específica de cinta caminadora para BSR (10,2 ± 2,1 mmol·L<sup>-1</sup>) (8).

Durante un partido de BSR de alto nivel, la FC media está normalmente en el rango de 132 a 151 latidos·min<sup>-1</sup> (3,13). En el presente estudio, la FC media de los sujetos fue mayor (163 ± 21 latidos·min<sup>-1</sup>). Este hallazgo probablemente se deba a la aptitud física de los deportistas. El estado físico de los deportistas a nivel regional es normalmente más bajo que el de los atletas a nivel internacional (3,13) que exige una alta respuesta cardiovascular. Curiosamente, Zamunér et al. (19) informaron que los deportistas de BSR presentan un promedio menor de FC en reposo y FC de ejercicio debido al aumento en el nivel de entrenamiento y competencia (19).

Se ha establecido que los atletas de BSR tienen demandas metabólicas similares al baloncesto, con movimientos de alta intensidad intercalados con pausas (20). En el presente estudio, no hubo diferencia en el tiempo mantenido en los dominios de intensidad del ejercicio moderado, intenso y severo durante un partido oficial de BSR. Este es el primer estudio que muestra que los deportistas discapacitados demostraron un tiempo similar en cada uno de los tres dominios de intensidad del ejercicio durante un partido oficial. Sin embargo, el tiempo empleado en cada intensidad del ejercicio fue independiente del acondicionamiento aeróbico del deportista (2,16). Por ejemplo, mientras que la velocidad en LL1 se relacionó positivamente con el tiempo relativo empleado en el dominio del ejercicio moderado, se relacionó inversamente con el tiempo relativo en el dominio del ejercicio intenso.

Estos hallazgos sugieren que los deportistas con mejor acondicionamiento aeróbico pasaron más tiempo en la zona menos exigente, mientras que los deportistas con peor acondicionamiento aeróbico pasaron más tiempo en la zona más intensa. Por lo tanto, esto significa que los deportistas menos entrenados experimentarán un mayor estrés fisiológico durante el partido (2). Esto es consistente con la interpretación de que los umbrales de transición fisiológica pueden ayudar a predecir el rendimiento en equipos deportivos como el BSR, que tiene la característica de realizar sprints repetidos con tiempo empleado en diferentes zonas de entrenamiento (1).

### Limitaciones del Estudio

Vale la pena señalar que el presente estudio presenta algunas limitaciones. Los deportistas tenían una variedad de niveles de lesión y deficiencias (17), lo que por sí podría afectar el tiempo empleado en cada dominio de intensidad del ejercicio. Sin embargo, es importante señalar que incluso con esta limitación, los resultados deberían ayudar a los entrenadores a entender las demandas fisiológicas que el BSR requiere y en consecuencia, desarrollar la prescripción de entrenamiento.

## CONCLUSIONES

---

El tiempo invertido en intensidades del ejercicio moderadas, intensas y severas es similar (~33%). Sin embargo, los deportistas con un mejor acondicionamiento aeróbico pueden desempeñarse durante un período de tiempo más largo con una intensidad del ejercicio moderada, mientras que los deportistas con un acondicionamiento aeróbico deficiente pasarán más tiempo con la intensidad del ejercicio intensa.

**Dirección de correo:** Gislaïne Cristina de Souza, Department of Physical Education of Federal University of Parana, Parana, Brazil. Street Sagrado Coração de Jesus, Phone (55) 41 99145-4389, Email: gicsouzafla@gmail.com

## REFERENCIAS

---

1. Bishop D, Girard O, Mendez-Villanueva A. (2011). Repeated-sprint ability -- Part II. *Sports Med.* 2011;41:741-756.
2. Bogdanis GC, Nevill ME, Boobis LH, Lakomy H. (1996). Contribution of phosphocreatine and aerobic metabolism to energy supply during repeated sprint exercise. *J Appl Physiol.* 1996;80:876-884.
3. Coutts K. (1988). Heart rates of participants in wheelchair sports. *Spinal Cord.* 1988;26:43-49.
4. Croft L, Dybrus S, Lenton J, Goosey-Tolfrey V. (2010). A comparison of the physiological demands of wheelchair basketball and wheelchair tennis. *Inter J Sports Physiol Perform.* 2010;5:301-315.
5. Declaration of Helsinki. (2013). World Medical Association Declaration of Helsinki: Ethical principles for medical research involving human subjects. *JAMA.* 2013;310:2191.
6. Faude O, Kindermann W, Meyer T. (2009). Lactate threshold concepts: How valid are they? *Sports Med.* 2009;39:469.
7. Iturricastillo A, Granados C, Yanci J. (2016). The intensity and match load comparison between high spinal cord injury and non-spinal cord injury wheelchair basketball players: A case report. *Spinal Cord Ser Cases.* 2016;2.
8. Knechtle B, Köpfl W. (2001). Treadmill exercise testing with increasing inclination as exercise protocol for wheelchair athletes. *Spinal Cord.* 2001;39:633.
9. Kuipers H, Verstappen F, Keizer H, Geurten P, Van Kranenburg G. (1985). Variability of aerobic performance in the laboratory and its physiologic correlates. *Inter J Sports Med.* 1985;6:197-201.
10. Lucía A, Hoyos J, Pérez M, Chicharro JL. (2000). Heart rate and performance parameters in elite cyclists: A longitudinal study. *Med Sci Sports Exer.* 2000;32:1777-1782.
11. Midgley AW, McNaughton LR, Jones AM. (2007). Training to enhance the physiological determinants of long-distance running performance. *Sports Med.* 2007;37:857-880.
12. Padilla S, Mujika I, Orbananos J, Angulo F. (2000). Exercise intensity during competition time trials in professional road cycling. *Med Sci Sports Exer.* 2000;32:850-856.

13. Perez J, Rabadan M, Pacheco J, Sampedro J. (2007). Heart rate assessment during wheelchair basketball competition: Its relationship with functional classification and specific training design. *Sport Pers With Disabil Perspect.* 2007;151-174.
14. Ribeiro J, Yang J, Adams R, Kuca B, Knutten H. (1985). Effect of different incremental exercise protocols on the determination of lactate and ventilatory thresholds. *Brazilian J Medical Biolog Res.* 1985;19:109-117.
15. Ribeiro JP, Hughes V, Fielding RA, Holden W, Evans W, Knuttgen HG. (1986). Metabolic and ventilatory responses to steady state exercise relative to lactate thresholds. *Europ J Appl Physiol Occupat Physiol.* 1986;55:215-221.
16. Spencer M, Bishop D, Dawson B, Goodman C. (2005). Physiological and metabolic responses of repeated-sprint activities. *Sports Med.* 2005;35:1025-1044.
17. Vanlandewijck YC, Evaggelidou C, Daly DD, Van Houtte S, Verellen J, Aspeslagh V, Hendrickx R, Piessens T, Zwakhoven B. (2003). Proportionality in wheelchair basketball classification. *Adapt Phys Activ Q.* 2003;20:369-380.
18. Vinet A, Le Gallais D, Bouges S, Bernard P, Poulain M, Varray A, Micallef J. (2002). Prediction of VO<sub>2</sub>peak in wheelchair-dependent athletes from the adapted Leger and Boucher test. *Spinal Cord.* 2002;40:507.
19. Zamunér AR, Silva E, Teodori RM, Catai AM, Moreno MA. (2013). Autonomic modulation of heart rate in paraplegic wheelchair basketball players: Linear and nonlinear analysis. *J Sports Sci.* 2013;31:396-404.
20. Ziv G, Lidor R. (2009). Physical attributes, physiological characteristics, on-court performances and nutritional strategies of female and male basketball players. *Sports Med.* 2009;39:547-568.

### **Cita Original**

Piovezana P, Souza GC, Alves DL, Rodacki ALF, Lima-Silva AE, De-Oliveira FR. Demandas Fisiológicas del Baloncesto en Silla de Ruedas. *JEPonline* 2017;20(5):52-59.