

Allometric scaling for normalizing maximal oxygen uptake in elite rugby union players

Alicia S. Canda, Luis F. Agorreta, Manuel Marina-Breyse, Lucía Sainz, Manuel Rabadán

Centro de Medicina del Deporte. Agencia Española de Protección de la Salud en el Deporte. Consejo Superior de Deportes. Madrid.

doi: 10.18176/archmeddeporte.00122

Recibido: 03/12/2021
Aceptado: 11/11/2022

Summary

Introduction: The relation of a biological variable to body mass is typically characterized by an allometric scaling law. The purpose of this study was to evaluate the relationship between oxygen consumption (VO_{2max}), as a parameter of aerobic exercise performance, and body composition in rugby players.

Material and method: The sample included one hundred and seven males of the Spanish rugby team. Age: 25.1 ± 3.4 years; body mass (BM): 89.8 ± 11.7 kg, height: 182.4 ± 6.5 cm; 52 backs (BR) and 55 forwards (FR). Maximum oxygen consumption (VO_{2max} , $l \cdot min^{-1}$) was measured during treadmill exercise test with progressive workload. Anthropometrical measurements were performed to estimate the fat-free mass (FFM) and muscle mass (MM). The allometric exponent "b" was determined from equation $y = a \cdot x^b$; where "y" is VO_{2max} and "x" is the corresponding mass (BM, FFM or MM) and "a" is one constant.

Results: The VO_{2max} was 4.87 ± 0.56 $l \cdot min^{-1}$, BR vs FR, 4.67 ± 0.48 $l \cdot min^{-1}$ vs 5.06 ± 0.06 $l \cdot min^{-1}$; FFM: 77.5 ± 7.7 kg, 73.5 ± 7 kg vs 81.3 ± 6.3 kg; and MM: 52.9 ± 6.5 kg, 49.6 ± 5.6 kg vs 56.1 ± 5.8 kg. The allometric exponents ($p < 0.0001$; $R^2 = 0.4$) were: 0.58 for BM (95% CI: 0.45 - 0.72); 0.71 for FFM (95% CI: 0.53 - 0.90); and 0.58 for MM (95% CI: 0.43 - 0.73). Significant differences ($p < 0.0001$) were found BR vs FR according to their anthropometric characteristics and VO_{2max} with respect to BM and MM without allometric scaling. While the VO_{2max} indexed by means of allometric scaling was similar between BR and FR.

Conclusions: In comparative studies, the VO_{2max} should be expressed proportional to the 0.58 power of body mass or related to FFM in order to take into account the variability in of body composition in rugby players.

Key words:

Allometric. Body size. Oxygen uptake.
Rugby union. Body composition.
Maximal aerobic capacity. Team sports.

Normalización del consumo de oxígeno máximo por escala alométrica en jugadores de rugby unión de élite

Resumen

Introducción: La relación de una variable biológica con la masa corporal se caracteriza típicamente por una ley de escala alométrica. El propósito del estudio fue evaluar la relación entre el consumo máximo de oxígeno (VO_{2max}), como parámetro de rendimiento aeróbico, y la composición corporal en jugadores de rugby.

Material y método: La muestra incluyó a 107 varones de la selección española de rugby. Edad: $25,1 \pm 3,4$ años; masa corporal (MC): $89,8 \pm 11,7$ kg, talla: $182,4 \pm 6,5$ cm; 52 defensas (DF) y 55 delanteros (DL). El VO_{2max} ($l \cdot min^{-1}$) se determinó en tapiz con carga progresiva hasta el máximo esfuerzo. Mediante técnica antropométrica se estimó la masa libre de grasa (MLG) y la masa muscular (MM). El exponente alométrico "b" se determinó por la ecuación $y = a \cdot x^b$; donde "y" es VO_{2max} "x" es la masa correspondiente (MC, MLG o MM) y "a" es una constante.

Resultados: El VO_{2max} fue $4,87 \pm 0,56$ $l \cdot min^{-1}$, DF vs DL, $4,67 \pm 0,48$ $l \cdot min^{-1}$ vs $5,06 \pm 0,06$ $l \cdot min^{-1}$; MLG: $77,5 \pm 7,7$ kg, $73,5 \pm 7$ kg vs $81,3 \pm 6,3$ kg; y MM: $52,9 \pm 6,5$ kg, $49,6 \pm 5,6$ kg vs $56,1 \pm 5,8$ kg. Los exponentes alométricos ($p < 0,0001$; $R^2 = 0,4$) fueron: 0,58 para MC (IC 95%: 0,45 - 0,72); 0,71 para MLG (IC del 95%: 0,53 - 0,90); y 0,58 para MM (IC del 95%: 0,43 - 0,73). Se encontraron diferencias significativas ($p < 0,0001$) DF vs DL según sus características antropométricas y VO_{2max} con respecto a BM y MM sin escalado alométrico. Mientras que el VO_{2max} indexado mediante escalado alométrico fue similar entre DF y DL.

Conclusiones: En estudios comparativos el VO_{2max} debería expresarse a la potencia de 0.58 de MC o con MLG debido a la variabilidad de la composición corporal en jugadores de rugby.

Palabras clave:

Alométrico. Tamaño corporal.
Consumo de oxígeno. Rugby unión.
Composición corporal.
Capacidad aeróbica máxima.
Deportes de equipo.

Correspondencia: Alicia S. Canda
E-mail: alicia.canda@csd.gob.es