

Monograph

Determinantes de Fuerza y Potencia del Rendimiento en el Remo

Thomas W Nesser, Chun-Jung Huang y Jeffrey E Edwards

Exercise Physiology Laboratory, Department of Physical Education, Indiana State University, Terre Haute, Estados Unidos.

RESUMEN

El remo es una actividad que involucra tanto a los miembros superiores como inferiores del cuerpo, lo que lo transforma en un ejercicio para todo el cuerpo. El propósito de este estudio consistió en determinar cuales son las variables fisiológicas que provocan la mayor variación en el rendimiento en competiciones de remo de 2000m. Diez remeros varones (edad=17,4±0,7 años, peso=75,2±11,2 kg, talla=181,4±6,1 cm) y siete remeras mujeres (edad=17,3±0,6 años, peso=72,4±14,9 kg, y altura=168,3±6,7 cm) participaron en este estudio. Las variables de rendimiento evaluadas incluyeron una prueba por tiempo en ergómetro de remo de 2000 m (8,01±0,69 min), salto vertical (42,6±10,7 cm), remo invertido (9,8±6,3 repeticiones), press de piernas (144,7±25,4 kg), y extensión de espalda (26,3±11,1 repeticiones). Se observaron correlaciones significativas ($p=0,05$) entre el rendimiento en los 2000 m de remo con el salto vertical ($r=-0,736$), remo invertido ($r=-0,624$), press de piernas ($r=-0,536$), y altura ($r=-0,837$). Un análisis de regresión múltiple escalonado reveló que la talla y press de piernas son las variables que predicen con mayor fuerza el rendimiento en los 2000 m de remo ($r^2=0,807$, $p=0,05$). Luego de quitar la altura como variable independiente, y de realizar nuevamente un análisis de regresión múltiple se identificó al salto vertical, al peso, y a la edad como las variables que mejor predicen el rendimiento en los 2000 m de remo ($r^2=0,842$, $p=0,05$). La talla y el rendimiento en el press de piernas fueron identificadas como las variables que predicen con mayor fuerza el rendimiento en los 2000 m de remo. Si se retira a la talla como variable independiente, las variables que mejor predicen el rendimiento en los 2000 m de remo son el salto vertical, el peso, y la edad. A pesar de su fuerte correlación, el remo invertido, no contribuyó adicionalmente en ninguna ecuación de predicción. Los resultados de este estudio resaltan la importancia del desarrollo de fuerza y potencia anaeróbica en remeros de sexo masculino y femenino de nivel de club.

Palabras Clave: atleta, resistencia, entrenamiento

INTRODUCCION

Remar es un movimiento continuo que requiere tanto de la producción de potencia aeróbica como anaeróbica. En la fase de propulsión del ciclo de remo, los remeros empujan con sus piernas, luego tiran con sus brazos y bajan la espalda de manera secuencial (1, 2) requiriendo tanto de fuerza muscular como de resistencia. Investigaciones previas han clasificado a los remeros *juniors* de categorías elite y club, a través de la medición de fuerza de los miembros superiores del cuerpo (3), e intentaron predecir el rendimiento de remo a través de variables antropométricas (4), de la potencia de los miembros superiores del cuerpo (5), y de la fuerza de los cuádriceps (6). Sin embargo, no está claro si la fuerza y/o resistencia muscular son factores que influyen en el rendimiento en remo, ya que ninguno de los estudios mencionados realizó una valoración de la fuerza y la resistencia al mismo tiempo.

MÉTODOS

Sujetos

Diez remeros de sexo masculino y 7 de sexo femenino de categoría de club (15-18 años) participaron voluntariamente en este estudio. En la Tabla 1, 2, y 3 se observan las características físicas de los participantes.

Procedimientos

Los participantes completaron una encuesta referente a la historia médica y firmaron un formulario de consentimiento informado antes de a la recolección de los datos. Todos los procedimientos experimentales fueron aprobados por el Comité de Revisión Institucional de la Universidad.

En dos días diferentes, los participantes realizaron cinco pruebas. El intervalo entre cada día de evaluación fue por lo menos de tres días. Se les solicitó que evitaran realizar actividad física enérgica 24 horas antes de las pruebas. Todas las pruebas fueron realizadas completamente en un lapso de dos semanas.

En el día 1, los participantes realizaron un salto vertical con contramovimiento en un dispositivo de medición de altura vertical *Vertec* (MF Athletic Corp, Cranston, RI) para medir la potencia de los miembros inferiores del cuerpo y una prueba de 2000 m en un ergómetro de remo *Concept II* (Model C, Concept II, Morrisville, VT) para medir el rendimiento. Los participantes debieron realizar una entrada en calor de 500 m con una frecuencia de remada de 18-20 remadas.min⁻¹ en un ergómetro de remo.

En el día 2, los participantes realizaron en primer término un número máximo de remos invertidos en un soporte para sentadilla (MF Athletic Corp., Cranston, RI) con una barra estándar, para medir la resistencia de la musculatura de los miembros superiores, luego realizaron una repetición máxima (1 RM) en press de piernas (Cybex. Internationa Corp, Medway, MA) para medir la fuerza de los miembros inferiores, y finalmente realizaron la mayor cantidad de extensiones de espalda posibles (PFW-560 Roman Bench, Paramount Corp., Los Angles, CA) para medir la resistencia de los músculos lumbares. Los participantes debieron realizar una entrada en calor trotando durante cinco minutos. Todas las pruebas fueron realizadas en el Centro de Medicina Deportiva de St. Vincent en Indianapolis.

El salto vertical con contramovimiento fue utilizado para medir la potencia de los miembros inferiores del cuerpo. Los participantes se colocaron frente al *Vertec* con ambos pies bien apoyados en el suelo, y se estiraron tanto como les fuera posible para determinar la altura de alcance. Luego, saltaron verticalmente tan alto como les fuera posible balanceando un brazo, pero sin dar ningún paso, y tocando la veleta en el punto más alto del salto. A la altura alcanzada durante el salto se le restó la altura de alcance, para así determinar la altura del salto vertical. Cada participante realizó tres pruebas, aunque para realizar el análisis de los datos se consideró el mejor rendimiento.

La prueba de 2000 m en ergómetro de remo fue cronometrada para medir la resistencia muscular. Se solicitó a los participantes que completaran la distancia de 2000 metros en un tiempo tan corto como les fuera posible. Los participantes trabajaron con el ergómetro *Concept II* fijado en el punto 1. Se registró el tiempo final.

Para la prueba de remo invertido, los participantes permanecieron en una posición supina debajo de una barra colocada en un soporte para sentadilla. La barra fue fijada a una altura de 3 pies (0,91 m). Los pies fueron colocados en un banco a una altura aproximada de 24 pulgadas. En la posición inicial los brazos permanecían totalmente extendidos con los puños agarrando la barra. Los sujetos debían levantarse hasta que el pecho tocara la barra. Cada nueva repetición comenzaba en el momento en que el participante alcanzara la posición inferior inicial. Los sujetos debían mantener una posición supina rígida, a lo largo de la prueba (6). Si el participante permanecía en la posición inicial por un lapso mayor a 2 segundos o no conservaba la posición rígida, la prueba se daba por finalizada. El número máximo de remos invertidos fue registrado y utilizado para el análisis de los datos.

Luego, se utilizó el press de piernas para evaluar la fuerza de los miembros inferiores del cuerpo. Los participantes se tomaban del apoya brazos del asiento, y debían mantener la columna derecha; colocaban los pies en los apoyos de la máquina, y se les pidió que flexionaran las rodillas hasta un ángulo de 90 grados. Se permitió que los individuos realizaran un calentamiento realizando 5 repeticiones con un peso liviano. Luego de un período de descanso de 1 minuto, se colocó un peso estimado que permitiera realizar 3 repeticiones. A continuación los pesos se incrementaron (30 ~ 40 libras) (14 kg - 18 kg) hasta que se determinara 1 repetición máxima (1 RM). Luego de cada serie los participantes tenían tres minutos de descanso. Si el participante no conseguía realizar el ejercicio, se disminuía la carga en 15~20 libras (7 kg - 9 kg) para el próximo intento. Aumentando o disminuyendo la carga, los participantes podían realizar 1 RM dentro de cinco series. Para el análisis de los datos se tuvo en cuenta la carga máxima.

Finalmente, se realizó la prueba de extensión de espalda en la cual los sujetos se colocaban en posición de pronación en un banco de extensión de espalda, con la cadera alineada con el borde delantero de la almohadilla. Flexionaban el torso hacia adelante formando un ángulo de 90° con la cadera, y luego levantaban el tronco hasta que el torso quedara paralelo al suelo (7). Las manos se mantenían unidas detrás de la cabeza. Cada nueva repetición comenzaba cuando el participante alcanzaba la posición inicial. Si un participante se mantenía en la posición inicial durante más de 2 segundos o no lograba alcanzar la posición paralela al suelo, la prueba se daba por finalizada. El número máximo de extensiones de espalda fue registrado y utilizado posteriormente para el análisis estadístico de los datos.

Análisis Estadísticos

La variable dependiente fue la prueba por tiempo de 2000 m, y las variables independientes fueron: salto vertical, press de piernas, extensión de espalda, y remo invertido. Para determinar cuales eran las variables que podían estimar el tiempo para los 2000 m en remo se realizó un análisis de regresión múltiple escalonado. El coeficiente de correlación de Pearson (r) fue usado para establecer la relación entre el rendimiento en los 2000 m en remo y las variables independientes. La significancia estadística fue fijada a un nivel $p \leq 0,05$.

RESULTADOS

Las variables fisiológicas y de rendimiento se presentan en las Tablas 1, 2 y 3. El coeficiente de correlación de Pearson (r) se empleó para evaluar la correlación entre el rendimiento en los 2000 m de remo y las variables edad, altura, peso, experiencia, salto vertical, remo invertido, press de piernas, y extensión de espalda (Tabla 4). Se observaron correlaciones significativas ($p=0,05$) entre el rendimiento en los 2000 de remo y las variables talla ($r=-0,837$), salto vertical ($r=-0,736$), remo invertido ($r=-0,624$), y press de piernas ($r=-0,536$). No se encontró correlación significativa para las variables edad, peso, experiencia, ni extensión de espalda.

Variables	Media	Mínimo	Máximo
Edad (años)	17,4±0,7	15,8	18,3
Talla (cm)	181,4±6,1	172,7	193
Peso (kg)	75,2±11,2	64,4	99,8
Experiencia (meses)	23,2±11,2	6	36
Salto vertical (cm)	49,5±7,1	36,8	63,5
Remo invertido (repeticiones)	13,9±4,0	8	20
Press de piernas (kg)	154,6±26,9	95,5	186,4
Extensiones de espalda (repeticiones)	29,5±13,5	13	57
Tiempo para los 2000 m (s)	452,2±25,3	416	494

Tabla 1. Variables fisiológicas y de rendimiento determinadas en los varones (n=10).

Variables	Media	Mínimo	Máximo
Edad (años)	17,3±0,6	16,7	18,1
Talla (cm)	168,3 ± 6,7	160,0	180,3
Peso (kg)	72,4±14,9	61,2	99,8
Experiencia (meses)	28,4±8,9	13	37
Salto Vertical (cm)	32,6±6,0	25,4	43,2
Remo Invertido (repeticiones)	3,9±3,4	0	9
Press de Piernas (kg)	130,5±15,3	113,6	159,1
Extensiones de Espalda (repeticiones)	21,7±3,6	16	27
Tiempo para los 2000-m (s)	521,4±19,2	486,0	551

Tabla 2. Variables fisiológicas y de rendimiento determinadas en las mujeres (n=7).

Variables	Media	Mínimo	Máximo
Edad (años)	17,4±0,6	15,8	18,3
Talla (cm)	176,0±9,0	160,0	193,0
Peso (kg)	74,0±12,5	61,2	99,8
Experiencia (meses)	25,4±10,3	6	37
Salto Vertical (cm)	42,6±10,7	25,4	63,5
Remo Invertido (repeticiones)	9,8±6,3	0	20
Press de Piernas (kg)	144,7±25,4	95,5	186,4
Extensiones de Espalda (repeticiones)	26,3±11,1	13	57
Tiempo para los 2000-m (s)	480,7±41,6	416,0	551

Tabla 3. Variables fisiológicas y de rendimiento masculinas y femeninas combinadas (n=17).

Variables	r
Edad	-0,407
Talla	-0,837*
Peso	-0,471
Experiencia	0,091
Salto vertical	-0,736*
Remo Invertido	-0,624*
Press de Piernas	-0,536*
Extensión de Espalda	-0,210

Tabla 4. Coeficientes de correlación de Pearson entre el rendimiento en los 2000 m de remo y las variables físicas y fisiológicas (n=17), * p≤0,05.

El análisis de regresión múltiple escalonado reveló que las variables talla y press de piernas son las que mejor predicen el rendimiento durante carreras de remo de 2000 m. Debido a que la talla no puede ser sometida a entrenamiento fue excluida de las variables que predicen el rendimiento. Cuando la talla fue excluida del grupo de variables independientes, el salto vertical, el peso, y la edad fueron identificadas como las variables que mejor pueden predecir el rendimiento en los 2000 m de remo. En la Tabla 5 se observan los resultados.

Variables	r	r² x 100	SEE
Talla	0,700	49	23,53
Press de piernas	0,807	65,1	19,53
Salto Vertical	0,541	29,3	29,11
Peso	0,775	60	21,10
Edad	0,842	70,9	18,33

Tabla 5. Ecuaciones de regresión que predicen el rendimiento en remo de 2000 m (n=17).

$$Y' = 1168.769 - 3.452 (X_1) - 0.556 (X_2)$$

Y' = Tiempo para completar los 2000 m en remo

X₁ = Talla (cm)

X_2 = Press de piernas (kg)
 $Y' = 1009.321 - 2.865 (X_3) - 1.328 (X_4) - 17.739 (X_5)$
 Y' = Tiempo para completar los 2000 m en remo
 X_3 = Salto Vertical (cm)
 X_4 = Peso (kg)
 X_5 = Edad (años)

DISCUSION

El objetivo de este estudio consistió en valorar diferentes variables fisiológicas para establecer cuales de ellas podían ser consideradas como variables de predicción del rendimiento durante carreras de remo de 2000 m en remeros de ambos sexos.

Un análisis de regresión múltiple escalonado reveló que la altura es la variable que predice con mayor fuerza dicho rendimiento ($p=0,05$; $r^2=0,70$).

Esto sostiene la importancia de la altura para el éxito en el rendimiento de remo tal como lo sugirieran Shephard y Astrand (4), quienes afirmaron que la resistencia es afectada por la dimensión corporal.

Ellos demostraron que cuando aumenta la talla de pie también aumentan el apalancamiento muscular y la masa corporal. A medida que se incrementa la talla también se incrementa la talla sentado (longitud del tronco), la cual se relaciona significativamente con el rendimiento en el remo.

Adicionalmente, Hirata (8) destacó que en competencias con botes simples los ganadores de medallas doradas eran consistentemente más altos que los campeones nacionales y Bourgolis et al. (9) observaron que durante el Campeonato Mundial Internacional de Remeros Menores en 1997, los remeros finalistas eran más altos que los que no llegaron a la final. Otros investigadores han observado que la talla corporal está altamente correlacionada con el rendimiento en carreras de remo de 2000 m (10, 11), debido a que los remeros más altos tienen la ventaja de producir un mayor rendimiento (12), porque la mayor talla les permite desarrollar una palada más larga.

La segunda variable identificada para predecir el rendimiento en los 2000 de remo fue el press de piernas. El press de piernas fue usado para evaluar la fuerza de los miembros inferiores, debido a su similitud con el movimiento de las piernas durante la práctica de remo. Jensen et al. (13) observaron que la fuerza de extensión de las piernas se correlacionaba con la potencia de remo de 2000 m. Hagerman (6) también encontró una correlación entre la fuerza de los cuádriceps y el rendimiento en remo, debido a la potencia proporcionada durante el movimiento de las piernas en la palada. Estos estudios apoyan el resultado que indica que la fuerza de piernas es vital para el rendimiento en el remo.

Para valorar las otras variables independientes, se eliminó la talla como posible variable de predicción del rendimiento. En este segundo análisis se identificó al salto vertical, al peso, y a la edad como variables adicionales de predicción del rendimiento en los 2000 m de remo.

El salto vertical fue utilizado para medir la potencia de los miembros inferiores del cuerpo. Yoshiga e Higuchi (10) valoraron la potencia de extensión bilateral de piernas mediante una ergometría de remo de 2000 m en 332 remeros jóvenes (edad 21 ± 2 años).

Ellos sostenían que el remo implicaría a la mayor parte de los grupos musculares del cuerpo, y que la potencia de extensión bilateral de piernas es muy importante para el rendimiento en este deporte. Gayer (14) demostró que la potencia pico era una de las características fisiológicas que permitía diferenciar de la mejor manera los remeros exitosos y los no exitosos. Además, en un estudio con remeros de sexo femenino, el 75,7% de la variación del tiempo de rendimiento en carreras de remo *indoor* de 2000 m fue predicha por la potencia media durante un test de Wingate de remo (5). Esta información indica que es necesario estimular el desarrollo de potencia máxima en el entrenamiento de los remeros.

La segunda variable en la segunda ecuación de regresión señaló al peso como variable de predicción del rendimiento en los 2000 m de remo. Russell et al. (15) afirmaron que la masa corporal se correlacionaba con el tiempo de rendimiento en 2000 m ($r=-0,41$) y que también podría ser una variable de predicción del rendimiento en los 2000 m de remo. Muchos estudios han demostrado que los remeros característicos de la categoría *open class* son altos, delgados y tienen un porcentaje elevado de masa corporal magra (especialmente fibras musculares de contracción lenta) (6, 16, 12, 17). Aunque en este estudio no se encontró una correlación significativa entre el peso y el rendimiento en los 2000 m de remo

($r=-0,471$), el peso aumentó en un 23,4% la predicción de dicho rendimiento.

La tercera variable identificada en el segundo análisis de regresión como variable de predicción del rendimiento en los 2000 m de remo, fue la edad.

Pocos estudios revisados durante esta investigación identificaron una relación entre la edad y el rendimiento en remo. Seiler et al. (18) evaluaron 2487 remeros de sexo masculino (24 a 93 años de edad) y 1615 de sexo femenino (24 a 84 años de edad), y encontraron que había una correlación moderada entre la edad y el rendimiento en remo ($r=-0,58$ para los hombres y $r=0,46$ para las mujeres).

Debido a que la edad está relacionada con muchas características antropométricas, que se la considere como una variable de predicción de rendimiento en remo, va a depender mucho de las poblaciones de remeros que se estudien.

El remo invertido fue utilizado para medir la fuerza en la parte superior de la espalda. Aunque el remo invertido no fue identificada como variable de predicción del rendimiento en remo, presentó una correlación negativa significativa con el rendimiento de remo de 2000 m ($r=-0,624$), lo que sugeriría que la fuerza de la parte superior de la espalda podría contribuir de manera importante con el rendimiento de remo de 2000 m.

Conclusiones

Los resultados de este estudio identificaron a la talla y al 1 RM en press de piernas como las mejores variables de predicción del rendimiento en los 2000 m de remo. Esto indica la importancia que tiene la longitud de las piernas y el tronco, lo cual podría aumentar de la duración de la fase de impulso. Esto podría utilizarse como posible característica de éxito en los potenciales remeros, aunque no es un aspecto que pueda entrenarse. La fuerza de piernas podría ser entrenada y aumentada en los remeros que tienen el deseo de incrementar su rendimiento. Qué tipo de entrenamiento es necesario realizar para mejorar la fuerza de las piernas y finalmente el rendimiento en el remo, va a depender del entrenador del individuo y/o del deportista. Es importante destacar que una de las limitaciones de este estudio fue el tamaño de la muestra. Debido a la poca cantidad de sujetos, los géneros tuvieron que ser combinados para el análisis estadístico. Si el número de sujetos hubiera sido mayor, el análisis se habría realizado para cada género por separado, por lo que los resultados podrían haber sido diferentes.

REFERENCIAS

1. Dawson R., Lockwood R., Wilson J., Freeman G (1998). The rowing cycle: Sources of variance and invariance in ergometer and on-the-water performance. *J. Motor Behav*; 30(1): 34-43
2. Smith R., Loschner C (2002). Biomechanics feedback for rowing. *J. Sports Sci.*, 20(10):783-791
3. Sharp N., Koutedakis Y (1986). A modified Wingate test for measuring anaerobic work of the upper body in junior rowers. *Brit. J. Sport Med.* 20(4):153-156
4. Shephard R., Astrand P (1992). Endurance in Sport. *Champaign, Illinois: Human Kinetics*
5. Riechman S., Zoeller R., Balasekaran G., Goss F., Robertson R (2002). Prediction of 2000 m indoor rowing performance using a 30 s sprint and maximal oxygen uptake. *J. Sports Sci.* 20(9):681-687
6. Hagerman F (1984). Applied physiology of rowing. *Sports Med.* 1(4):303-326
7. Pierce K (1998). Back extension & snatch pull. *J of Strength Cond.* 20(1):32
8. Hirata, K (1979). Selection of Olympic Champions. *Tokyo: Hirata Institute*
9. Bourgois J., Claessens A., Janssens M., Renterghem B., Loos R., Thomis M., Philippaerts R., Lefevre J., Vrijens J (2001). Anthropometric characteristics of elite female junior rowers. *J. Sports Sci.* 19(3):195-202
10. Yoshiga C., Higuchi M (2003). Bilateral leg extension power and fat-free mass in young oarmen. *J. Sports Sci.* 21(11):905-909
11. Yoshiga C., Higuchi M (2003). Rowing performance of female and male rowers. *Scan. J. Med. Sci. Sports.* 13(5):317-321
12. Shephard R (1998). Science and medicine of rowing: A review. *J. Sports Sci.* 16(7):603-620
13. Jensen R., Freedson P., Hamill J (1996). The prediction of power and efficiency during near-maximal rowing. *Euro. J. Appl. Phys. Occup. Phys.* 73(1/2):98-104
14. Gayer C (1994). Physiological discriminators of rowing performance in male, club rowers. *Unpublished Master's Thesis, Washington State University*
15. Russell A., Le Rossignol P., Sparrow W (1998). Prediction of elite schoolboy 2000-m rowing ergometer performance from metabolic, anthropometric and strength variables. *J. Sports Sci.* 16(8):749-754
16. Jurimae J., Abernethy P., Quigley B., Blake K., McEniery M (1997). Differences in muscle contractile characteristics among bodybuilders, endurance trainers, and control subjects. *Euro. J. Appl. Phys.* 75(4):357-362
17. Steinacker J (1993). Physiological aspects of training in rowing. *Inter. J. Sports Med.* 14(S1):S3-10
18. Seiler K., Spirduso W., Martin J (1998). Gender differences in rowing performance and power with aging. *Med. Sci. Sports Exerc.* 30(1):121

Cita Original

Chun-Jung Huang C.J., Nesser T.W., Edwards J.E. Strength and Power Determinants of Rowing Performance.. JEPonline; 10 (4): 43-50, 2007.