PubliCE, (PubliCE) 2005

Monograph

Frecuencia vs. Distancia de Remada en el Remo

Douglas S King

RESUMEN

Palabras Clave: velocidad cíclica, movimientos cíclicos, análisis de carrera

INTRODUCCION

Las características de la frecuencia de remada (SR) versus la distancia de remada (SD) en el deporte del remo no han sido examinadas en un largo período de tiempo (Celentano et al., 1974). Algunos estudios teóricos (Martin y Bernfield, 1980; Sanderson, 1986; Zatsiorsky y Yakunin; 1991, Kleshnev, 1996) han realizado ciertas sugerencias, sin embargo, dichos trabajos carecen de datos reales y, por lo tanto, no pueden asistir a los entrenadores durante su práctica.

El problema de la adecuada elección de la SR es uno de los primeros y más importantes con los que se encuentra un entrenador durante la preparación de las carreras y durante las misma carrera. Si uno opta por correr con una alta frecuencia de remada entonces debería entrenar la velocidad y la resistencia a la velocidad. Si el entrenador desea utilizar una mayor distancia de remada entonces el entrenamiento debería estar dirigido hacia el desarrollo de la fuerza, la fuerza resistencia, y la flexibilidad. La variación en la SR puede desempeñar un papel decisivo durante la carrera.

En este estudio intentaremos analizar las siguientes características del rendimiento en el remo:

- Tendencias comunes de SR y SD en relación a la velocidad de la embarcación;
- Pronóstico de la SR y SD en diferentes tipos de embarcaciones;
- Distribución de la “SR vs. SD” en ganadores de medallas;
- “SR vs. SD” durante la carrera (en los tramos inicial, medio y final);
- Características específicas de las tripulaciones de los diferentes países;
- Ciertos modelos de SR y SD.

METODOS

La perfecta organización de las regatas durante los Juegos Olímpicos de Sydney y las excelentes condiciones climáticas permitieron la realización del análisis de las estrategias de carrera, algo que no siempre es posible durante las principales regatas a nivel mundial (Kleshnev, 2001). Asimismo, los videometrajes de alta calidad obtenidos en todas las carreras permitieron realizar mediciones de la frecuencia de carrera, cuyo análisis se presenta abajo.

Las velocidades de las embarcaciones en cada cuarto de carrera fueron derivadas de los resultados oficiales de las regatas de remo de los Juegos Olímpicos de Sydney. La frecuencia de remada fue obtenida a partir de los videometrajes de las carreras.

Las mediciones fueron computadas utilizando un sistema de ocho canales diseñado por nosotros. El sistema consistió de una unidad maestra conectada a una PC a través de un puerto serial y ocho unidades menores conectadas a la unidad maestra. Cada una de estas ocho unidades contaba con dos botones, los cuales fueron utilizados para cronometrar las carreras y para obtener las mediciones de SR. Uno de los botones era oprimido al comienzo de cada remada (cuando el remo entra al agua) durante toda la carrera, esto fue llevado a cabo observando en un monitor los vídeos de las carreras. Los datos del tiempo fueron recolectados en una PC utilizando un programa diseñado por nosotros. Luego de esto se filtraron los datos y se calcularon las SR promedio para cada tramo de 500 m de carrera.

El número total de carreras medidas fue 53 (39 clasificatorias y las 14 finales A). Solo se tomaron los datos de las tres primeras embarcaciones en cada carrera, ya que los datos de las otras tripulaciones comúnmente no estaban disponibles en los tramos finales de la carrera. Se analizaron un total de 159 (53 carreras por tres pistas) valores promedio de SR a lo largo de 2000 m y 636 (159 por 4 tramos) valores sobre 500 m.

Para estimar la representación de las mediciones calculamos el cociente entre el número de remadas medidas y el número total de remadas en cada tramo de la carrera, lo cual se calculó en base al tiempo de carrera por tramo y a la SR promedio. Solo se tuvieron en cuenta para los análisis los tramos de carrera cuya frecuencia de remada medida fuera mayor al 10% (6-7 remadas) (diecinueve mediciones en 500 m fueron eliminadas). El cociente promedio de 40.9% fue suficiente para probar la validez de las mediciones.

RESULTADOS Y DISCUSION

SR y SD a Diferentes Velocidades de la Embarcación

Antes que nada, mencionemos que la velocidad de las embarcaciones tuvo una alta correlación con las SR observadas (r=0.75) y con las SD observadas (r=0.71). La Figura 1 muestra en forma gráfica estas dependencias. Esto significa que las embarcaciones más rápidas (grandes) comúnmente muestran mayores SR y SD más largas.

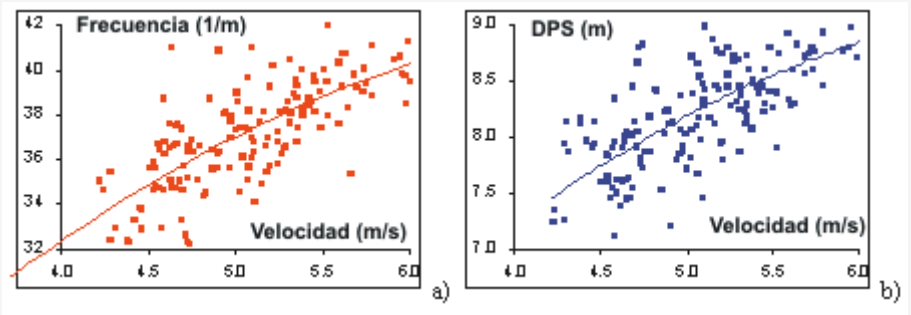


Figura 1. *Dependencia de la SR (a) y de la SD (b) con la velocidad de la embarcación (datos promedios en 2000 m). La dependencia de la SR sobre la velocidad de la embarcación puede expresarse con la siguiente ecuación* $y = -0.603813 * x^2 + 10.397554 * x$ *(1), y la ecuación para la dependencia de la SD (con la velocidad) es:* $y = -0.000586 * x^2 + 0.158820 * x$ *(2).*

Estimación de la SR y SD en Diferentes Tipos de Embarcaciones

Teniendo las regresiones previamente mencionadas y la estimación de la velocidad (“Gold Estándares”) en los diferentes tipos de embarcación podemos derivar las SR y SD.

Tipo de embar-cación	Pronosticada			Medida				Cociente Medida/Pronosticada		
	Tiempo (min:seg)	Velocidad (m/s)	Frecuencia (1/min)	SD (m)	Velocidad (m/s)	Frecuencia (1/min)	SD (m)	Velocidad (%)	Frecuencia (%)	SD (%)
W1x	7:12	4.63	35.2	7.89	4.46	33.5	7.99	96.3%	95.2%	101.2%
M1x	6:32	5.10	37.3	8.20	4.88	35.9	8.16	95.6%	96.1%	99.5%
W2-	6:53	4.84	36.2	8.03	4.63	38.4	7.24	95.6%	106.0%	90.2%
M2-	6:14	5.35	38.3	8.37	5.08	38.8	7.85	95.0%	101.3%	93.8%
W2x	6:38	5.03	37.0	8.15	4.77	35.8	7.99	95.0%	96.8%	98.1%
M2x	6:02	5.52	39.0	8.50	5.29	38.0	8.34	95.7%	97.4%	98.2%
M4-	5:44	5.81	40.0	8.71	5.61	40.1	8.39	96.4%	100.1%	96.3%
LW2x	6:46	4.93	36.6	8.08	4.72	36.8	7.70	95.8%	100.5%	95.2%
LM2x	6:11	5.39	38.5	8.40	5.22	38.9	8.05	96.8%	101.0%	95.8%
LM4-	5:48	5.75	39.8	8.66	5.52	40.5	8.18	96.0%	101.7%	94.4%
W4x	6:06	5.46	38.8	8.45	5.25	36.2	8.69	96.1%	93.4%	102.8%
M4x	5:34	5.99	40.6	8.85	5.76	40.2	8.60	96.2%	98.9%	97.2%
W8+	5:54	5.65	39.5	8.59	5.42	39.3	8.27	95.9%	99.6%	96.3%
M8+	5:20	6.25	41.1	9.06	5.99	40.7	8.83	95.8%	98.3%	97.5%

Tabla 1. *Parámetros pronosticados y medidos de ganadores de medallas con diferentes tipos de embarcaciones en los Juegos Olímpicos de Sydney.*

La columna “Cociente Medida/Pronosticada” en la tabla muestra que en algunos tipos de embarcaciones (W2-, M2-, LM2x, LM4-) la SR fue mayor, mientras que en otros (W1x, W4x) el énfasis fue puesto en la longitud de remada. Los restantes tipos de embarcaciones tuvieron un cociente SR/SD equilibrado.

Distribución de “Frecuencia vs. Longitud” de Remada entre Ganadores de Medallas

¿Qué SR y SD utilizaron los ganadores de medallas en los Juegos Olímpicos de Sydney?. Para contestar a esta pregunta, se colocaron en una matriz las desviaciones normalizadas de la SR a partir de líneas de regresiones comunes (Tabla 2). Como se podía esperar, el mayor número de ganadores de medallas (20 de 42 que representea el 47%) se encontró en la región media de la matriz (combinación balanceada de SR y longitud de remada).

	Muy Baja SR Muy Alta SD	Baja SR Alta SD	Media SR Media SD	Alta SR Baja SD	May Alta SR Muy Baja SD
Oro	W2x (-6.4%, 6.8%) W4x (-6.0%, 6.4%)	W1x (-3.7%, 3.8%) M1x (-3.7%, 3.8%) M2x (-2.5%, 2.6%) LM2x (-3.1%, 3.2%)	M4- (-1.4%, 1.4%) LW2x(0.8%, -0.8%) M4x (1.8%, -1.8%) W8+ (0.5%, -0.5%) M8+ (0.2%, -0.2%)		W2-(14.3%, -12.5%) M2- (8.4%, -7.8%) LM4-(6.4%, -6.0%)
n	2	4	5		3
Plata	W1x (-6.1%, 6.5%)	W4x (-4.3%, 4.5%) M4x (-2.0%, 2.0%)	M1x (-1.3%, 1.3%) W2- (2.0%, -2.0%) M2- (1.1%, -1.1%) W2x (-0.4%, 0.4%) M2x (-1.0%, 1.1%) LW2x(0.3%, -0.3%) LM4- (0.0%, 0.0%) W8+ (-1.4%, 1.4%) M8+ (0.8%, -0.8%)	M4- (2.4%, -2.3%) LM2x (4.9%, -4.7%)	
n	1	2	9	2	
Bronce	W4x (-6.9%, 7.5%)	W1x (-3.3%, 3.4%) M1x (-3.7%, 3.8%) M8+ (-2.8%, 2.9%)	M2- (-1.2%, 1.2%) W2x (1.5%, -1.4%) M2x (-0.9%, 0.9%) M4- (1.6%, -1.5%) LM4-(1.5%, -1.5%) M4x (-0.2%, 0.2%)	W2- (5.1%, -4.8%) LW2x(3.4%, -3.3%) LM2x(2.7%, -2.6%) W8+ (2.7%, -2.6%)	
n	1	3	6	4	
Total	4	9	20	6	3

Tabla 2. *Matriz de distribución de las desviaciones normalizadas de SR en ganadores de medallas. Las filas representan las clasificaciones de tripulaciones, las columnas representan el cociente SR/SD. Entre paréntesis las desviaciones de SR (el primero) y SD (el segundo valor) de la línea de regresión.*

La distribución en la fila de arriba está sesgada: seis medallistas de oro tuvieron un menor SR con la correspondiente mayor SD y solo tres de ellos utilizaron una frecuencia extremadamente alta. Es interesante señalar, que solo pudimos observar espadilleros en el primer grupo y barredores en el segundo.

Características Específicas de las Tripulaciones de Diferentes Países

La Tabla 2 da una impresión general acerca de cómo las diferentes tripulaciones hacen énfasis en la SR o en la SD.

	GER	AUS	ITA	ROM	USA	GBR	FRA
N	6	5	4	3	3	3	3
SR	97.8%	101.5%	102.9%	106.3%	104.3%	98.9%	106.8%
SD	102.4%	98.5%	97.3%	94.4%	95.9%	101.2%	93.7%

Tabla 3. *SR y SD promedio en los ganadores de medallas de diferentes países*

La tabla 3 muestra los valores promedio de la Frecuencia vs. el índice SD en ganadores de medallas de diferentes países. Los remeros alemanes y los británicos enfatizaron una mayor SD a una SR relativamente menor. Los remeros rumanos, franceses y americanos realizaron una mayor SR con menor SD. Los australianos y los italianos tuvieron las SR y SD más balanceadas.

SR vs. SD Durante la Carrera

¿Cómo cambian la SR y SD durante la carrera?. La Figura 2 muestra que en promedio los remeros utilizaron una mayor frecuencia en los tramos iniciales y finales de la carrera y que utilizaron una mayor SD en los tramos intermedios.

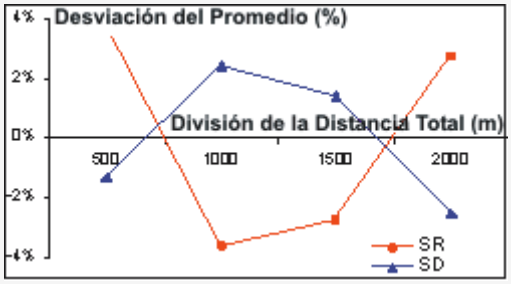


Figura 2. *Desviaciones promedio de la frecuencia y la SD a partir de las rectas de regresión sobre cada tramo de 500 m durante la carrera.*

Se observaron las siguientes diferencias entre la SR pronosticada y el promedio medido en cada tramo de 500 metros:

- +1.1 str/min en el primer tramo,
- -1.8 en el segundo,
- -1.4 en el tercero, y
- +0.7 en el cuarto.

No se hallaron diferencias significativas en estos parámetros entre los medallistas de oro y otros medallistas

Algunos Modelos de SR vs. SD

¿Cómo se corresponde el factor "Frecuencia vs. SD" con los diferentes niveles de velocidad de la embarcación?. Para obtener una imagen más entendible colocamos en un mismo gráfico (Figura 3) las desviaciones de las SR y SD pronosticadas junto con las rectas de regresión que corresponden a diferentes velocidades de la embarcación.

Los datos fueron agrupados a lo largo de la línea del 95% que refleja el nivel promedio de velocidad de la embarcación durante la regata (95.9% para pronosticar ganadores de medallas y 94.1% para todas las pruebas clasificatorias y finales medidas).

La normal a las rectas de regresión corresponde al incremento en la velocidad de la embarcación por medio de la Frecuencia y la SD. Sin embargo, uno puede incrementar la velocidad de la embarcación solamente por medio de la SR (a lo largo del eje horizontal de la gráfica) o solamente por medio de la SD (a lo largo del eje vertical). ¿Cuál de estas dos maneras de incrementar la velocidad fue la más popular?.

Para responder a esta cuestión colocamos números en cada uno de los cuatro cuadrantes, los cuales están determinados en la gráfica por el cruce de los ejes X e Y. La mayoría de los datos (87 de 159, 54.7%) se encuentran en el tercer cuadrante, el cual corresponde a desviaciones negativas tanto de la SR como de la SD. Cincuenta y cinco datos (34.6%) se encuentran en el segundo cuadrante, en el cual se encuentran desviaciones negativas de la SR y positivas de la SD. Solo diecisiete datos (10.7%) se encuentran en el cuarto cuadrante, en el cual se encuentran las desviaciones positivas de la SR y negativas de la SD. Esto significa que la mayoría de las tripulaciones utilizaron un equilibrio entre la Frecuencia y la SD, la segunda tendencia más popular fue utilizar una mayor SD y solo unas pocas tripulaciones utilizaron una mayor SR.

Nosotros analizamos la dependencia del modelo de velocidad, tanto con la SR como con la SD. La correlación entre el porcentaje de velocidad pronosticada y la desviación de la SR no fue significativa (r=-0.06). Sin embargo, su correlación con la desviación de la SD fue positiva y estuvo justo por debajo del criterio de significancia (r=0.22). Esto significa que una SD más larga a una SR suficiente es preferible para alcanzar las mayores velocidades de embarcación.

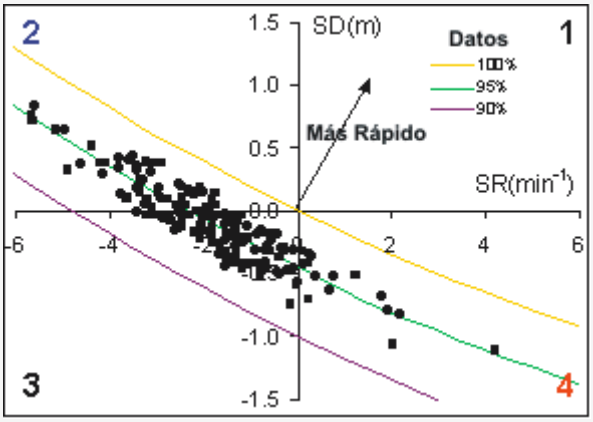


Figura 3. *Desviaciones de la Frecuencia y la SD a partir de la recta de pronóstico (datos medidos) en relación con las rectas de regresión que corresponden a diferentes velocidades de la embarcación.*

CONCLUSION

Los resultados de este artículo pueden ser útiles para los entrenadores de remo en varias formas, incluyendo:

- Las regresiones y los pronósticos de SR y SD pueden ser utilizados para una evaluación más precisa de la carrera y de los parámetros de entrenamiento en cualquier tipo de embarcación.
- El análisis mostró que los ganadores de medallas de oro ganaron utilizando una mayor SR o una SD más larga. Sin embargo, esto depende del tipo de embarcación. Las tripulaciones que utilizan el barrido utilizan la primera (SR) mientras que los espadilleros utilizan la segunda (SD);
- Se hallaron diferencias significativas entre la “SR vs. SD” en los remeros de diferentes países;
- El modelo de “SR vs. SD” da la idea de que, utilizar un equilibrio entre los dos factores o una “SD más larga” es preferible para incrementar la velocidad de la embarcación, en comparación con utilizar una “SR mas rápida”.

REFERENCIAS

1. Celentano F., Cortili G., di Prampero P. E., Cerretelli P (1974). Mechanical aspects of rowing. *Journal of Applied Physiology, 36 (6), 642-647*
2. Martin T. P., Bernfield Y. S (1980). Effect of stroke rate on velocity of a rowing shell. *Medicine and Science in Sports and Exercise, 12 (4), 250-256*
3. Kleshnev V (1996). The effects of stroke rate on biomechanical parameters and efficiency of rowing. *XIV Symposium ISBS, Proceedings, Lisboa, Portugal p. 321-325*
4. Kleshnev V (2001). Racing strategy in rowing during Sydney Olympic Games. *Australian Rowing. 24 (1), 20-23*
5. Sanderson B (1986). Towards optimizing rowing technique. *Medicine and Science in Sports and Exercise, 18 (4), 454-468*