

Monograph

Seguimiento del Rendimiento de Nadadores de Nivel Mundial

José A Bragada^{1,4}, Tiago M Barbosa^{1,4}, Mário J Costa^{1,3,4}, Daniel A Marinho^{2,4}, Vítor M Reis^{3,4}, António J Silva^{3,4} y Mário C Marques^{2,4}

¹*Department of Sport Sciences, Polytechnic Institute of Bragança, Bragança, Portugal.*

²*Department of Sport Sciences, University of Beira Interior, Covilhã, Portugal*

³*Department of Sport Sciences, Exercise and Health, University of Trás-os-Montes and Alto Douro, Vila Real, Portugal.*

⁴*Research Centre in Sports Science, Health and Human Development, Vila Real, Portugal.*

RESUMEN

Realizar el seguimiento del rendimiento en natación es importante para analizar su progreso y estabilidad entre las competencias y ayudar a los entrenadores a definir objetivos realistas y seleccionar métodos de entrenamiento apropiados. El objetivo de este estudio ha sido realizar el seguimiento del rendimiento de nadadores masculinos clasificados a nivel mundial durante cinco temporadas consecutivas (desde 2003/2004 a 2007/2008) en eventos olímpicos de estilo libre. Se analizó a un total de 477 nadadores y los 2385 mejores rendimientos de la temporada. En cada evento se consultó a las 150 mejores clasificaciones masculinas de la FINA en piletta larga en la temporada 2007-2008 a fin de identificar a los nadadores incluidos. Los mejores rendimientos se recogieron de las tablas de clasificación que proporcionaron las Federaciones Nacionales de Natación o, cuando fue apropiado, a través de una base de datos de Internet (www.swimranking.net). La evaluación longitudinal se llevó a cabo según dos métodos: (i) estabilidad promedio (estadística descriptiva y mediciones de ANOVA para medidas repetidas, seguidas del test *post-hoc* de Bonferroni) y (ii) estabilidad normativa (coeficiente de correlación de Pearson e índice de seguimiento de Kappa de Cohen). Se observaron variaciones significativas en el rendimiento promedio de nado en todos los eventos entre todas las temporadas. La mejora en el rendimiento fue de aproximadamente 0.6 a 1 % entre las temporadas que precedían a las Olimpiadas y aproximadamente de 3 a 4 % para el marco de tiempo total analizado. La estabilidad del rendimiento en el marco de tiempo total fue moderada para todos los eventos de estilo libre, excepto en la prueba de 50 m ($K = 0.39 \pm 0.05$), donde fue más baja. Las autocorrelaciones variaron entre una estabilidad moderada ($0.30 \leq r < 0.60$) y alta ($r \geq 0.60$). Asimismo, hubo una mejora del rendimiento durante las cinco temporadas analizadas. Al utilizar marcos de tiempo más estrictos, el análisis de la estabilidad del rendimiento de natación reveló un incremento en la tercera temporada. Por lo que los entrenadores deberían tener una visión a largo plazo en lo que respecta al diseño del entrenamiento y la periodización de los nadadores clasificados a nivel mundial, colocando la tercera temporada del ciclo olímpico como un marco de tiempo determinante, debido a la estabilidad del rendimiento hasta la temporada de los Juegos Olímpicos.

Palabras Clave: evaluación longitudinal, estilo libre, natación, nadadores de elite

INTRODUCCION

La mayoría de los estudios de la "ciencia" de la natación tienen un carácter de diseño transversal. De hecho, no consideran a la estabilidad y el cambio del rendimiento como resultado, por ejemplo, del desarrollo individual, de nuevos métodos de entrenamiento y/o de la sofisticación tecnológica. Por otro lado, los métodos longitudinales con respecto a la natación

competitiva son pocos. Algunos artículos apuntaban a obtener un conocimiento exhaustivo sobre la función de las cuestiones bioenergéticas (Pyne et al., 2001; Thompson et al., 2006) y biomecánicas (Craig et al., 1985; Arellano et al., 1994; Huot-Marchand et al., 2005) en la mejora del rendimiento. Otros han intentado establecer relaciones entre estos dos terrenos y el rendimiento en el nado (Anderson et al., 2008; Latt et al., 2009a; 2009b). Sin embargo, se han realizado pocas investigaciones enfocadas en la progresión anual del rendimiento (Pyne et al., 2004; Stewart y Hopkins, 2000; Trewin et al., 2004).

Se ha demostrado que la evaluación longitudinal del rendimiento es importante para ayudar a los entrenadores a definir objetivos y métodos de entrenamiento realistas (Pyne et al., 2004). Por lo tanto, la evaluación longitudinal puede desarrollarse mediante el seguimiento del rendimiento de los nadadores durante un periodo de tiempo determinado, analizando su progresión entre las competencias y/o las temporadas. Esta información puede utilizarse para: (i) describir y calcular la progresión y la variabilidad del rendimiento durante y entre las temporadas; (ii) hallar puntos cronológicos hipotéticos determinantes para predecir el rendimiento del nadador/a a lo largo de su carrera o un marco de tiempo determinado; y, (iii) determinar la probabilidad del nadador de llegar a las instancias finales o ganar medallas en competencias importantes.

La natación ha experimentado un desarrollo muy rápido en todos los eventos, pues las marcas mundiales se han roto a menudo. Además, su máxima expresión se ha alcanzado en el marco de tiempo entre los Juegos Olímpicos de Atenas 2004 y Beijing 2008. Sin embargo, hasta ahora ningún estudio científico ha intentado cuantificar y/o describir de manera sistemática estas mejoras del rendimiento en las escasas últimas temporadas.

Se han hecho muy pocos intentos para realizar un seguimiento del rendimiento competitivo de los nadadores. Pyne et al. (2004), en un estudio de un marco de tiempo de 12 meses, realizaron un intento de comprender el comportamiento del rendimiento de los nadadores previo a los Juegos Olímpicos del 2000. Se informó que para confrontar por una medalla, un/a nadador/a olímpico de Sydney 2000 debía mejorar su rendimiento en aproximadamente el 1% dentro de la competencia y por aproximadamente el 1% dentro del año previo a las Olimpiadas. Los autores también sostuvieron que supuestamente una mejora adicional del 0.4 % incrementaría de manera sustancial las posibilidades de un nadador de ganar una medalla (Pyne et al., 2004). Se han realizado algunos intentos para predecir también el rendimiento en el nado. Trewin et al. (2004) verificaron que al analizar la relación entre la clasificación mundial y el rendimiento olímpico del 2000, la mayoría de los medallistas olímpicos (87 %) obtuvo una clasificación entre los 10 mejores del mundo en el año de las Olimpiadas.

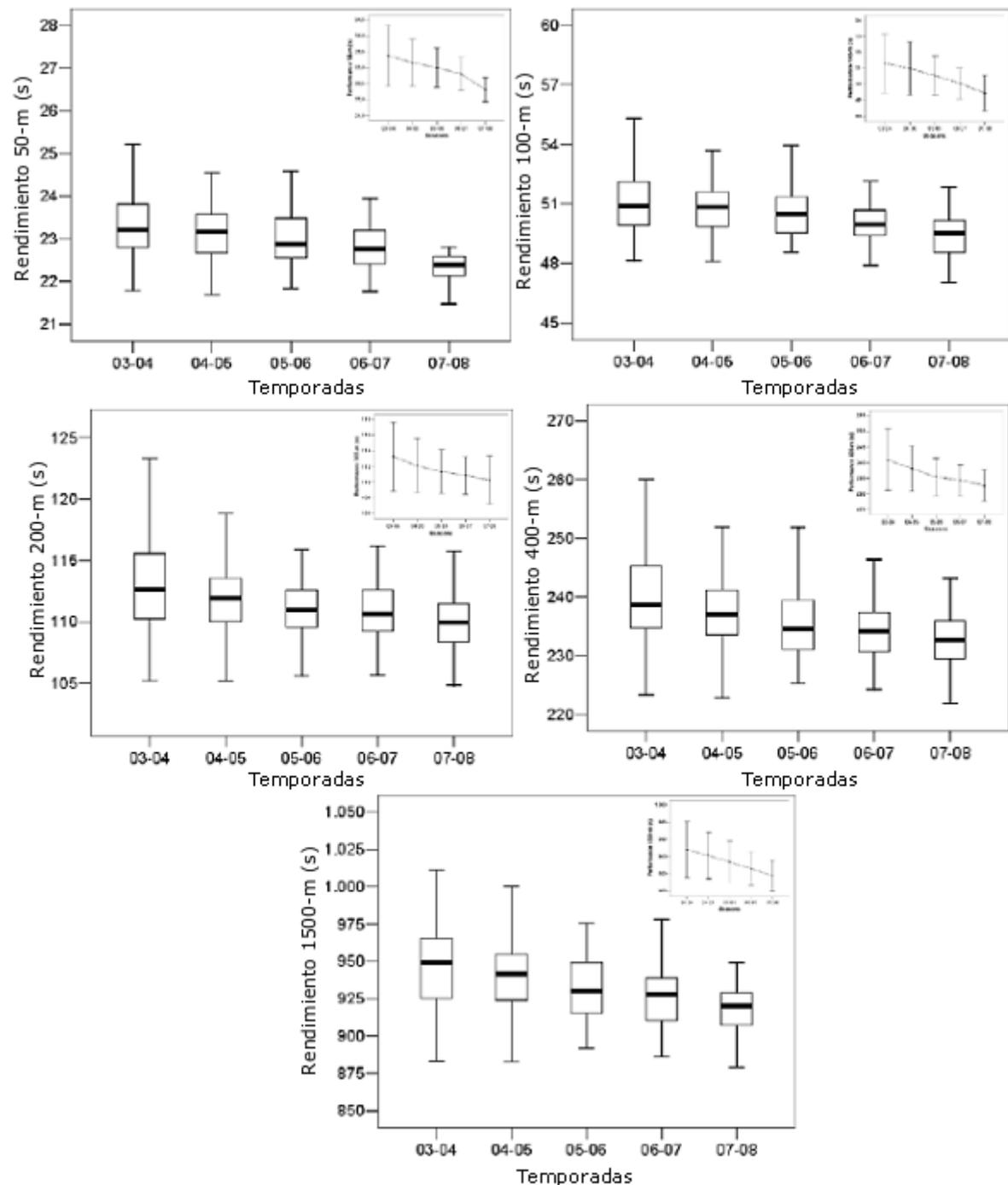


Figura 1. Variación del rendimiento en natación durante cinco temporadas consecutivas en eventos de estilo libre.

Sokolovas (2006) reportó que la mitad de los mejores 100 nadadores norteamericanos con 18 años de edad nunca han estado en esa cima a edades menores, por ejemplo antes de los 10 y los 12 años. No obstante, al parecer no existe hasta ahora ninguna investigación que analice el cambio y la estabilidad del rendimiento de los nadadores clasificados a nivel mundial que utilice el método de seguimiento. El propósito de este estudio ha sido analizar la estabilidad y el cambio del rendimiento de nadadores masculinos clasificados a nivel mundial en eventos olímpicos de estilo libre durante cinco temporadas consecutivas, concretamente entre los Juegos Olímpicos de 2004 y 2008.

MÉTODOS

Procedimientos

Se consideró como criterio de inclusión estar entre los 150 mejores nadadores masculinos del mundo en pileta larga según la clasificación de la FINA durante la temporada 2007-2008, en cualquiera de los eventos de estilo libre que se presentaron en el calendario olímpico (eventos de 50 m, 100 m, 200 m, 400 m y 1500 m). Por el contrario, se consideró un criterio de exclusión: (i) estar entre los 150 mejores nadadores de la FINA, pero que los autores no tuvieran acceso al mejor rendimiento de la temporada en las cinco temporadas consecutivas; (ii) estar entre los 150 mejores nadadores de la FINA sin haber nadado en el evento al menos una vez por temporada desde 2003-2004 hasta 2007-2008 durante alguna temporada. Se analizó un total de 477 nadadores y un total de 2385 mejores rendimientos de la temporada.

	Entre las Temporadas				Marco de Tiempo Total
	03/04 04/05	04/05 05/06	05/06 06/07	06/07 07/08	03-08
50 m	0.84 (2.08)	0.68 (1.71)	0.83 (1.62)	2.13 (1.79)	4.48 (3.78)
100 m	0.60 (1.53)	0.82 (1.67)	0.96 (1.29)	1.19 (1.43)	3.58 (3.37)
200 m	0.94 (1.64)	0.66 (1.56)	0.46 (1.28)	0.48 (1.65)	2.54 (3.40)
400 m	1.14 (1.78)	1.08 (1.50)	0.42 (1.64)	0.68 (1.53)	3.33 (3.73)
1500 m	0.70 (1.44)	0.79 (1.53)	0.77 (1.80)	0.89 (1.39)	3.16 (2.90)

Tabla 1. Cambios (%) en el tiempo de rendimiento promedio entre las temporadas y en el marco de tiempo total analizado. Los datos son medias (\pm DE).

Las tablas de clasificación que proporcionó la Federación Nacional de Natación de cada nadador identificado entre los 150 mejores de la FINA también se utilizaron para reunir el mejor rendimiento de la temporada entre 2003-2004 (temporada de los Juegos Olímpicos de Atenas) y 2007-2008 (temporada de los Juegos Olímpicos de Beijing). Cuando resultó adecuado o apropiado, también se recopilaron los tiempos de carrera de una base de datos pública de nado (www.swimrankings.net, Agosto de 2009).

Análisis Estadísticos

La normalidad de las distribuciones se evaluó con el test de Shapiro-Wilk, considerando como hipótesis nula que la población está distribuida normalmente. Para todos los eventos, los datos presentaron una distribución normal. La evaluación longitudinal se realizó en base a dos métodos: (i) estabilidad promedio; (ii) estabilidad normativa. Para la estabilidad promedio, se calculó la media más una desviación estándar y los cuartiles para cada temporada y un evento determinado. También se reportó la frecuencia relativa de la variación del rendimiento (i.e. porcentaje de la mejora en el rendimiento) entre las temporadas consecutivas y entre la primera y la última temporada. La variación de los datos se analizó utilizando el análisis de varianza ANOVA para medidas repetidas seguido de un test *post-hoc* (test de Bonferroni). Se tuvieron en cuenta todas las suposiciones para realizar el análisis de ANOVA (i.e., independencia, normalidad y homocedasticidad). La estabilidad normativa se analizó con el Kappa de Cohen (K) más una desviación estándar, con un intervalo de confianza del 95%. La interpretación cualitativa del valor K se realizó según la sugerencia de Landis y Koch (1977), donde la estabilidad es: (i) excelente si $K \geq 0.75$; (ii) moderada si $0.40 \leq K < 0.75$ y; (iii) baja si $K < 0.40$. El coeficiente de correlación de Pearson entre los rendimientos apareados a lo largo de las cinco temporadas también se calculó como otro parámetro de estabilidad normativa. Cualitativamente, se consideró que la estabilidad era: (i) alta si $r \geq 0.60$; (ii) moderada si $0.30 \leq r < 0.60$ y; (iii) baja si $r < 0.30$, como sugirió Malina (2001).

Todos los procedimientos estadísticos se calcularon utilizando el programa SPSS (v. 13.0, Apache Software Foundation, Chicago, IL, EUA). Sin embargo, el valor de K se calculó con el programa de Análisis de Datos Longitudinales (v. 3.2, Dallas, EUA). El nivel de significancia estadística se estableció en $P \leq 0.05$.

RESULTADOS

Tanto en la Figura 1 como en la Tabla 1 se observa una variación y mejora en el rendimiento durante las cinco temporadas consecutivas en todos los eventos de estilo libre. Además, el análisis de varianza ANOVA para medidas repetidas reveló variaciones significativas en el rendimiento del nado en el evento de 50 m [$F_{1,93} = 57.91$; $P < 0.01$, potencia = 1.00], el evento de 100 m [$F_{1,97} = 105.34$; $P < 0.01$, potencia = 1.00], el evento de 200 m [$F_{1,98} = 55.45$; $P < 0.01$, potencia = 1.00], el evento de 400 m [$F_{1,91} = 67.89$; $P < 0.01$, potencia = 1.00] y el evento de 1500 m [$F_{1,90} = 91.81$; $P < 0.01$, potencia = 1.00]. Además, los tests *post-hoc* de Bonferroni verificaron diferencias significativas entre todas las temporadas en todos los eventos de estilo libre ($p < 0.01$). La única excepción fue para la comparación por pareja entre la tercera y la quinta temporada en el evento de 400 m, que no fue significativa. La mejora promedio entre las temporadas varió entre el 1.12 % para el evento de 50 m y el 0.64 % para el evento de estilo libre de 200 m. La mejora promedio del rendimiento general fue entre el 4.48 % para los 50 m y el 2.54 % para los 200 m.

La Tabla 2 presenta la estabilidad en el rendimiento del nado en base al valor de K, que expresa la estabilidad a lo largo del total de las temporadas analizadas. Y fue bastante baja en el evento de los 50m ($K = 0.39 \pm 0.05$). No obstante, en los eventos de 100 m ($K = 0.46 \pm 0.05$), 200 m ($K = 0.49 \pm 0.04$), 400 m ($K = 0.43 \pm 0.05$) y 500 m ($K = 0.44 \pm 0.05$) fue moderada. Por lo que, en base a los valores generales del seguimiento de las cinco temporadas consecutivas, se puede considerar una estabilidad y predicción moderadas del rendimiento en el nado.

Evento	K	CI 95%
50-m	0.39	0.34 - 0.43
100-m	0.46	0.42 - 0.51
200-m	0.49	0.45 - 0.54
400-m	0.43	0.38 - 0.48
1500-m	0.44	0.39 - 0.48

Tabla 2. Valores de Kappa de Cohen (K) e intervalos de confianza del 95% (CI) en los eventos de estilo libre analizados.

La Tabla 3 presenta los valores apareados del coeficiente de correlación de Pearson para las temporadas entre 2003-2004 y 2007-2008. Las correlaciones de Pearson fueron significativas en todos los datos apareados ($p < 0.05$). Puede afirmarse que a lo largo de las cinco temporadas, las correlaciones variaron de una estabilidad moderada ($0.30 \leq r < 0.60$) a una alta ($r \geq 0.60$). De hecho, la mayoría de las correlaciones por pareja fueron $r \geq 0.60$. Parece haber una estabilidad alta en lo que respecta al rendimiento en nadadores de nivel mundial cuando se utilizan marcos de tiempo más estrictos. Haciendo un análisis en base a la temporada del rendimiento pico (i.e., temporada 2007-2008, Juegos Olímpicos de Beijing), se verificó que cuanto más próximos estuvieron los nadadores a las Olimpiadas del 2008, más elevada fue la estabilidad del rendimiento. La estabilidad elevada se alcanza desde la segunda a la tercera temporada en el evento de 100m ($r = 0.65$), el evento de 200 m ($r = 0.63$) y el evento de 1500 m ($r = 0.61$); desde la tercer a la cuarta temporada en el evento de 50 m ($r = 0.63$) y el evento de 400 m ($r = 0.73$). Por lo que, durante la primera temporada del ciclo olímpico hubo una estabilidad más baja en el rendimiento de nado si se tiene en cuenta su progresión hasta la temporada de los Juegos Olímpicos. Por lo tanto, la temporada previa a los Juegos Olímpicos es determinante para alcanzar rendimientos elevados.

50-m	03-04	04-05	05-06	06-07	07-08	100-m	03-04	04-05	05-06	06-07	07-08
03-04	1					03-04	1				
04-05	0.85*	1				04-05	0.90*	1			
05-06	0.65*	0.83*	1			05-06	0.75*	0.85*	1		
06-07	0.49*	0.65*	0.79*	1		06-07	0.64*	0.73*	0.84*	1	
07-08	0.28*	0.46*	0.55*	0.62*	1	07-08	0.37*	0.49*	0.65*	0.76*	1
200-m	03-04	04-05	05-06	06-07	07-08	400-m	03-04	04-05	05-06	06-07	07-08
03-04	1					03-04	1				
04-05	0.90*	1				04-05	0.90*	1			
05-06	0.73*	0.85*	1			05-06	0.71*	0.86*	1		
06-07	0.62*	0.76*	0.85*	1		06-07	0.49*	0.68*	0.76*	1	
07-08	0.47*	0.59*	0.63*	0.79*	1	07-08	0.35*	0.46*	0.58*	0.73*	1
1500-m	03-04	04-05	05-06	06-07	07-08						
03-04	1										
04-05	0.91*	1									
05-06	0.72*	0.84*	1								
06-07	0.44*	0.61*	0.69*	1							
07-08	0.49*	0.58*	0.61*	0.75*	1						

Tabla 3. Coeficientes de correlación de Pearson a lo largo de todas las temporadas analizadas en los eventos de estilo libre. * $p < 0.05$.

DISCUSION

El propósito de este estudio ha sido analizar la estabilidad y el cambio del rendimiento de nadadores masculinos clasificados a nivel mundial en eventos olímpicos de estilo libre durante cinco temporadas consecutivas desde 2003/2004 hasta 2007/2008. Hubo una clara mejoría en el rendimiento durante el periodo de tiempo analizado. En base a los valores generales del seguimiento de las cinco temporadas consecutivas, la estabilidad en el rendimiento fue moderada. Cuando se utilizaron marcos de tiempo más estrictos, la estabilidad del rendimiento del nado aumentó comenzando en la tercera temporada del ciclo olímpico.

El análisis de varianza ANOVA para medidas repetidas reveló variaciones significativas en el rendimiento a lo largo de las cinco temporadas en todos los eventos. El test *post-hoc* de Bonferroni confirmó una significativa mejora en el rendimiento en el periodo de tiempo analizado en todos los eventos de estilo libre, excepto para la comparación apareada entre la tercera y la cuarta temporada en el evento de 400 m. Anderson et al. (2008) reportaron datos similares para 3.6 ± 2.5 años. La mejora del rendimiento durante el periodo analizado podría asociarse a algunos aspectos destacados científicos tales como las características *cineantropométricas* (Zamparo et al., 1996), los factores psicológicos (Robazza et al., 2008), el perfil energético (Fernandes, 2006), la capacidad biomecánica/técnica (Barbosa et al., 2008), la hidrodinámica (Kjendlie et al., 2008; Silva et al., 2008), los antecedentes genéticos (Costa et al., 2009) o las cuestiones nutricionales (Zajac et al., 2009), todos reportados recientemente en la literatura.

Un hecho que se demuestra de manera sistemática es que los procedimientos de entrenamiento y periodización de los nadadores se diseñan de manera cuidadosa para alcanzar el pico de rendimiento en las competencias más importantes (Aspenes et al., 2009). Los nadadores que se prepararon para los Juegos Olímpicos del 2000 obtuvieron una mejora en el rendimiento del 2.2% durante las últimas tres semanas de preparación (Mujika et al., 2002). En consecuencia, el modelo de reducción de carga del entrenamiento adoptado tiene un efecto mayor sobre el rendimiento de los nadadores. Sin embargo, varios investigadores prestan atención a otras cuestiones del entrenamiento que pueden mejorar el rendimiento de natación, tales como la entrada en calor (Zochowski et al., 2007), los ejercicios de natación (Konstantaki et al., 2008) o el tipo de recuperación entre las series (Toubekis et al., 2008). Asimismo se puede especular que esta mejor preparación, junto con un mayor apoyo financiero, permite que los nadadores cuenten con mejores condiciones de entrenamiento, y podría, en algunos casos, contribuir a un mejor entorno profesional para alcanzar mejores rendimientos.

Otra explicación para esta mejora en el rendimiento puede ser que la sofisticación tecnológica entorno a la natación se ajusta a este período de tiempo específico. Se sabe que los trajes de baño, que cubren grandes partes del cuerpo de los nadadores con materiales especiales, podrían mejorar el rendimiento. El tipo de materiales de los trajes, como el

poliuretano, los métodos para coser las piezas de los materiales, los tipos y tamaños de los trajes, el efecto del traje de baño sobre las masas corporales blandas y la compresión corporal podrían explicar las ventajas principales de usarlos (Marinho et al., 2009). No obstante, no existen reportes científicos independientes sobre los efectos de estos trajes de baño sobre el rendimiento.

Para un intervalo de confianza (IC) del 95%, los datos del análisis Kappa de Cohen, que expresan la estabilidad a lo largo del total del período analizado, en realidad fueron moderados. En base a las cinco temporadas consecutivas analizadas, queda claro que la estabilidad del rendimiento de los nadadores es bastante difícil de mantener en un nivel elevado. Esta estabilidad y predicción moderadas podrían asociarse a los diferentes períodos en el plan de tiempo de la carrera del nadador. Para cada evento y durante el período de tiempo analizado, algunos nadadores están más cerca del nivel más elevado de sus carreras, mientras que otros aún no han alcanzado el nivel más elevado de su carrera y los que restan se encuentran en el final de sus carreras. Además, existen varios episodios que también pueden cumplir una función importante en la estabilidad del rendimiento durante un marco de tiempo de cinco años, tal como una lesión aguda o crónica (Bak, 1996). Casi el 90% de los nadadores en algún momento de la carrera experimenta una dolencia (Fricker et al., 2000) que afecta de algún modo su rendimiento. La mayoría de los nadadores de elite norteamericanos a la edad de 18 años eran desconocidos en los mejores 100 en edades menores, tales como 10-12 años de edad (Sokolovas 2006). En este sentido, es posible que con el análisis del marco de tiempo creciente, el nivel de estabilidad pueda disminuir.

Para todos los eventos, la mayoría de las correlaciones apareadas fueron $r \geq 0.60$. Por lo que, cuando se utilizan marcos de tiempo más estrictos, se puede considerar una estabilidad de rendimiento mayor. De hecho, durante el período consecutivo de dos temporadas, se verificó que se puede obtener una alta estabilidad y predicción del rendimiento tanto en nadadoras jóvenes (Latt et al., 2009a) como en nadadores jóvenes (Latt et al., 2009b) en los eventos de estilo libre de 400 m. Durante la primera temporada del ciclo olímpico hubo una estabilidad más baja en base a la temporada de los Juegos Olímpicos. Estos datos sugieren que varios nadadores clasificados a nivel mundial toman algunas decisiones críticas al comienzo de un nuevo ciclo olímpico, tales como: (i) adoptar un período de descanso más prolongado entre la cuarta temporada del ciclo olímpico y la primera temporada del nuevo, principalmente por razones físicas y psicológicas, lo que reduce las posibilidades de mejorar el rendimiento; (ii) intentar hacer cambios más profundos en la técnica a fin de mejorar la eficacia del nado o; (iii) cambiar los objetivos para los eventos de natación nuevos, requiriendo una adaptación a nuevos modelos de entrenamiento.

Cuando el análisis se realiza en base a las temporadas 2007-2008 (Juegos Olímpicos de Beijing), se observa una desaceleración que comienza en la tercera temporada, mientras que la estabilidad del rendimiento aumenta. La estabilidad alta se logra desde la segunda a la tercera temporada en los eventos de 100 m, 200 m y 1500 m; desde la tercera a la cuarta temporada en los eventos de 50 m y 400 m. Estos datos, de alguna manera, concuerdan con el hecho de que un nadador olímpico debería mejorar su rendimiento en aproximadamente el 1% dentro del año anterior a las Olimpiadas (Pyne et al, 2004). De hecho, en esta investigación se ha hallado que la mejora promedio entre las temporadas varió entre el 1.12 % para el evento de 50 m y el 0.64 % para el evento de estilo libre de 200m. Además, la mejora promedio entre las temporadas varió entre el 1.12 % para el evento de 50 m y el 0.64 % para el evento de estilo libre de 200 m. Por lo que, al parecer, los presentes datos de algún modo concuerdan con los resultados de Pyne et al. (2004).

Analizando la relación entre los nadadores de clasificación mundial en la temporada de las Olimpiadas, con el rendimiento de los Juegos Olímpicos del 2000, la mayoría de los medallistas (87%) obtuvo una clasificación entre los mejores 10 del mundo ese año (Trewin et al., 2004). En este sentido, la temporada previa a los Juegos Olímpicos es determinante para alcanzar rendimientos elevados en la mayoría de los eventos.

CONCLUSION

El rendimiento de los nadadores clasificados a nivel mundial mostró una gran mejora entre las temporadas de 2003/2004 y 2007/2008 en todos los eventos de estilo libre. El rendimiento de los nadadores clasificados a nivel mundial aumentó aproximadamente del 0.6 % al 1% entre las temporadas, y del 3 % al 4% en el marco de tiempo total. Por lo tanto, la estabilidad y predicción del rendimiento de los nadadores en base al total del período del ciclo olímpico fueron moderadas. Cuando se utilizaron marcos de tiempo más estrictos, la estabilidad del rendimiento del nado aumentó, comenzando en la tercera temporada del ciclo olímpico.

Puntos Clave

- El rendimiento de los nadadores clasificados a nivel mundial aumentó en cada temporada en aproximadamente el 0.6 al 1% durante las cinco temporadas consecutivas analizadas.

- La estabilidad del rendimiento de los nadadores en base al total del período del ciclo olímpico fue moderada.

Los entrenadores deberían establecer la tercera temporada del ciclo olímpico como hito determinante. En esa temporada específica, el rendimiento resulta ser elevado cuando se tiene como meta principal los Juegos Olímpicos.

REFERENCIAS

1. Anderson, M., Hopkins, W., Roberts, A. and Pyne, D (2008). Ability of test measures to predict competitive performance in elite swimmers. *Journal of Sports Sciences* 26, 123-130
2. Arellano, R., Brown, P., Cappaert, J. and Nelson, R.C (1994). Analysis of 50-m, 10-m and 200-m Freestyle swimmers at the 1992 Olympic Games. *Journal of Applied Biomechanics* 10, 189-199
3. Aspenes, S., Kjendlie, P.L., Hoff, J. and Helgerud, J (2009). Combined strength and endurance training in competitive swimmers. *Journal of Sport Science and Medicine* 8, 357-365
4. Bak, B (1996). Nontraumatic glenohumeral instability and coracoacromial impingement in swimmers. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports* 6, 132-44
5. Barbosa, T.M., Bragada, J.A., Reis, V.M., Marinho, D.A., Carvalho, C. and Silva, A.J (2010). Energetics and biomechanics as determining factors of swimming performance: updating the state of the art. *Journal of Science and Medicine in Sport* 13, 262-269
6. Costa, A.M., Silva, A.J., Garrido, N.D., Louro, H., Marinho, D.A., Marques, M.C. and Breitenfeld, L (2009). Angiotensin converting enzyme genotype affects skeletal muscle strength in elite athletes. *Journal of Sport Science and Medicine* 8, 410-418
7. Craig, A., Skehan, P., Pawelczyk, J. and Boomer, W (1985). Velocity, stroke rate and distance per stroke during elite swimming competition. *Medicine and Science in Sports Exercise* 17, 625-634
8. Fricker, P.A., Gleeson, M. and Flanagan, A (2000). A clinical snapshot: do elite swimmers experience more upper respiratory illness than non-athletes?. *Journal of Clinical Exercise and Physiology* 2, 155-158
9. Huot-Marchand, F., Nesi, X., Sidney, M., Alberty, M. and Pelayo, P (2005). Variations of stroking parameters associated with 200-m competitive performance improvement in top-standard front crawl swimmers. *Sports Biomechanics* 4, 89-99
10. Kjendlie, P-L. and Stallman, R.K (2008). Drag characteristics of competitive swimming children and adults. *Journal of Applied Biomechanics* 24, 35-42
11. Konstantaki, M., Winter, E. and Swaine, I (2008). Effects of arms-only swimming training on performance, movement economy, and aerobic power. *International Journal of Sports Physiology and Performance* 3, 294-304
12. Landis, J. and Koch, G (1977). The measurement of observer agreement for categorical data. *Biometrics* 33, 159-174
13. Latt, E., Jurimae, J., Haljaste, K., Cicchella, A., Purge, P. and Jurimae, T (2009). Physical development and swimming performance during biological maturation in young female swimmers. *Collegium Antropologicum* 33, 117-122
14. Latt, E., Jurimae, J. and Haljaste, K., T (2009). Longitudinal development of physical and performance parameters during biological maturation of young male swimmers. *Perceptual and Motor Skills* 108, 297-307
15. Malina, R.M (2001). Adherence to physical activity from childhood to adulthood: a perspective from tracking studies. *Quest* 53, 346-355
16. Marinho, D.A., Barbosa, T.M., Kjendlie, P-L., Vilas-Boas, J.P., Alves, F.B., Rouboa, A.I. and Silva, A.J (2009). Lecture notes in computational science and engineering in computational fluid dynamics for sport simulation. In: *Swimming simulation: a new tool for swimming research and practical applications*. Ed: Peters, M. Berlin: Springer. 33-62
17. Martin, L., Nevill, A.M. and Thompson, K.G (2007). Diurnal variation in swim performance remains, irrespective of training once or twice daily. *International Journal of Sports Physiology and Performance* 2, 192-200
18. Mujika, I., Padilla, S. and Pyne, D (2002). Swimming performance changes during the final 3 weeks of training leading to the Sydney 2000 Olympic Games. *International Journal of Sports Medicine* 23, 582-587
19. Pyne, D., Lee, H. and Swanwick, K (2001). Monitoring the lactate threshold in world-ranked swimmers. *Medicine and Science in Sports Exercise* 33, 291-297
20. Pyne, D., Trewin, C. and Hopkins, W (2004). Progression and variability of competitive performance of Olympic swimmers. *Journal of Sports Sciences* 22, 613-620
21. Pyne, D., Mujika I. and Reilly, T (2009). Peaking for optimal performance: research limitations and future directions. *Journal of Sports Sciences* 27, 195-202
22. Robazza, C., Pellizzari, M., Bertollo, M. and Hanin, Y.L (2008). Functional impact of emotions on athletic performance: comparing the IZOF model and the directional perception approach. *Journal of Sports Sciences* 26, 1033-1047
23. Silva, A.J., Costa, A.M., Oliveira, P.M., Reis, V.M., Saavedra, J., Perl, J., Rouboa, A. and Marinho, D.A (2007). The use of neural network technology to model swimming performance. *Journal of Sports Science and Medicine* 6, 117-125
24. Silva, A.J., Rouba, A., Moreira, A., Reis, V.M., Alves, F., Vilas-Boas, J.P., Marinho, D.A (2008). Analysis of drafting effects in swimming using computational fluid dynamics. *Journal of Sport Science and Medicine* 7, 60-66
25. Sokolovas, G (2006). Analysis of USA swimmers all-time top 100 times. In: *Biomechanics and Medicine in Swimming X*. In: *Biomechanics and Medicine in Swimming X*. Ed: Vilas-Boas JP, Alves F and Marques A. Porto: Portuguese Journal of Sport Science. 315-317
26. Stewart, A. and Hopkins, W (2000). Consistency of swimming performance within and between competitions. *Medicine and*

27. Thompson, K., Garland, S. and Lothian, F (2006). Assessment of an international breaststroke swimmers using the 7 x 200-m Step-Test. *International Journal of Sports Physiology and Performance 1*, 172-175
28. Toubekis, A.G., Tsolaki, A., Smilios, I., Douda, H.T., Kourtesis, T. and Tokmakidis, S.P (2008). Swimming performance after passive and active recovery of various durations. *International Journal of Sports Physiology and Performance 3*, 375-386
29. Trewin, C.B., Hopkins, W.G. and Pyne, D.B (2004). Relationship between world ranking and Olympic performance in swimmers. *Journal of Sports Sciences 22*, 339-345
30. Zajac, A., Cholewa, J., Poprzecki, S., Waśkiewicz, Z. and Langfort, J (2009). Effects of sodium bicarbonate ingestion on swim performance in youth athletes. *of Sports Science and Medicine 8*, 45-50
31. Zamparo, P., Antonutto, G., Capelli, C., Francescato, M.P., Girardis, M., Sangoi, R., Soule, R.G. and Pendergast, D.R (1996). Effects of body size, body density, gender and growth on underwater torque. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports 6*, 273-80
32. Zochowski, T., Johnson, E. and Sleivert, G.G (2007). Effects of varying post-warm-up recovery time on 200-m time-trial swim performance. *International Journal of Sports Physiology and Performance 2*, 201-211

Cita Original

Mário J. Costa, Daniel A. Marinho, Victor M. Reis, António J. Silva, Mário C. Marques, José A. Bragada and Tiago M. Barbosa. Tracking the Performance of World-Ranked Swimmers. *Journal of Sports Science and Medicine* (2010) 9, 411 - 417