

Article

# Evaluación de Rendimiento de Natación en Atletas Sometidos a Diferentes Tipos de Entrenamiento de Fuerza

Edvander Bertoleti Junior<sup>1</sup>, Felipe J. Aidar<sup>1,2,3,4</sup>, Raphael Fabricio de Souza<sup>2,3,5</sup>, Dihogo Gama de Matos<sup>1,4</sup>, Milena Barbosa Camara<sup>6,7</sup>, Adriane Aline Batista Gomes<sup>4</sup>, Osvaldo Costa Moreira<sup>8,9</sup>, Breno Guilherme Araújo Tinoco Cabral<sup>7,10</sup> y Nuno Domingos Garrido<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade de Trás os Montes e Alto Douro, Vila Real, Portugal

<sup>2</sup>Departamento de Educação Física, Universidade Federal de Sergipe - UFS, São Cristóvão, Sergipe, Brasil

<sup>3</sup>Programa de Pós-graduação em Mestrado em Educação Física, Universidade Federal de Sergipe - UFS, São Cristóvão, Sergipe, Brasil

<sup>4</sup>Grupo de Estudos e Investigação de Rendimiento, Deporte, Salud y Deportes Paralímpicos - GEPEPS, Universidade Federal de Sergipe - UFS, São Cristóvão, Sergipe, Brasil

<sup>5</sup>Racing Club em Universidade Federal de Sergipe - UFS, São Cristóvão, Sergipe, Brasil

<sup>6</sup>Universidade de Portiguar, Natal, Brasil

<sup>7</sup>Laboratório de Movimento Humano, Universidade Federal de Rio Grande do Norte - UFRN, Natal, Brasil

<sup>8</sup>Instituto de Ciência Biológica y Salud - Universidade Federal de Viçosa - Florestal Campus - Florestal - Minas Gerais - Brasil

<sup>9</sup>Instituto de Biomedicina- Universidade de Leon - León - España

<sup>10</sup>Universidade Federal de Rio Grande do Norte - UFRN, Natal, Brasil

## RESUMEN

Junior EB, Aidar FJ, de Souza RF, de Matos DG, Camara MB, Gomes AAB, Moreira OC, Cabral BGAT, Garrido ND. Evaluación de Rendimiento de Natación en Atletas Sometidos a Diferentes Tipos de Entrenamiento de Fuerza. JEPonline 2016; 19(6):1-9. El propósito de este estudio fue comparar los efectos que tiene el entrenamiento de fuerza tradicional, el entrenamiento con una correa hecha de goma unida a un cinturón alrededor de la cintura del nadador en el agua, y un entrenamiento sólo en el agua sin entrenamiento de fuerza adicional, en el rendimiento de atletas jóvenes en 25 m y 50 m de estilo libre. Los sujetos consistieron en 24 atletas masculinos de 15 a 16 años de edad. Se dividieron en 3 grupos: (a) 7 nadadores atados por un dispositivo de goma en el agua (GA); (b) 7 nadadores que hicieron el programa de entrenamiento de fuerza (EF); y (c) 7 nadadores que comprendieron el grupo de control (GC). Los resultados indican que no hubo diferencias en las respuestas post-test entre el grupo que entrenó atado al dispositivo de goma y el grupo que realizó el programa de entrenamiento de fuerza tradicional. Sin embargo, hubo diferencias entre los grupos que realizaron entrenamiento de fuerza comparados con el grupo de control antes y después de la prueba. Por lo tanto, es razonable concluir que ambos métodos de entrenamiento de fuerza utilizados en este estudio tendieron a promover mejoras en la velocidad, especialmente para distancias más cortas.

**Palabras Clave:** Natación, Entrenamiento, Entrenamiento de Fuerza

# INTRODUCCIÓN

---

La fuerza muscular se puede definir como la fuerza máxima que producen los músculos para crear un patrón específico de movimiento que a menudo se define por una cierta velocidad (4). En las últimas décadas, la fuerza muscular, en particular, se ha reconocido como un componente clave en la aptitud física de los nadadores. Por lo tanto, el entrenamiento de la fuerza muscular se considera una parte importante en la mayoría de los programas de entrenamiento en la natación competitiva (7). Aspenes y sus colegas (1) indican que el aumento de la fuerza muscular en el tren superior se correlaciona con la velocidad del nado.

Por lo tanto, una mejora en la fuerza de los músculos de los miembros superiores puede dar lugar a un aumento de las acciones propulsoras que permiten un tiempo de natación más rápido, especialmente en distancias cortas (14). El principal método para el aumento de la fuerza muscular es a través del entrenamiento de fuerza (EF), que se utiliza para mejorar el rendimiento muscular. Si se supervisa y practica de forma sistemática, el entrenamiento de fuerza produce importantes adaptaciones intracelulares que dan lugar a hipertrofia muscular (5), aumento de la fuerza máxima, potencia y resistencia (17).

Aplicado en el entrenamiento de nadadores, tanto dentro como fuera del agua, el objetivo de un programa de entrenamiento de fuerza es aumentar la fuerza muscular mediante la sobrecarga de los músculos utilizados en la natación (7). Este punto no es nuevo, dado que los programas de entrenamiento de fuerza han sido utilizados por los entrenadores de natación durante muchos años. Los entrenadores y los atletas por igual creen que el entrenamiento de fuerza es una parte integral de la preparación de la natación competitiva. Es tan importante que se han sugerido numerosas variaciones en los métodos aplicados al entrenamiento de fuerza para los nadadores. Sin embargo, curiosamente, los beneficios que resultan del entrenamiento de fuerza dependen de la manipulación de varios factores, como la correcta selección de los medios (ejercicios), los métodos (ejecución de ejercicios), la organización (periodización) y su aplicación (7).

Sin embargo, con frecuencia, hay una falta de claridad en cuanto a la mejor combinación de los factores antes mencionados para el desarrollo de entrenamiento de fuerza en los nadadores. Tal vez, es por eso que los modelos de prescripción de entrenamiento de fuerza para esta población de atletas no están bien establecidos. Además, los resultados de los experimentos disponibles en la bibliografía relacionados al aumento de la fuerza muscular y el rendimiento de la natación aún no son concluyentes (5). Por lo tanto, el propósito de este estudio fue comparar los efectos que tiene un programa tradicional de entrenamiento de fuerza, un entrenamiento que utiliza un dispositivo de goma conectado a un nadador en el agua y el entrenamiento sólo en agua sin los medios de entrenamiento de fuerza adicional, en el rendimiento de atletas jóvenes en 25 m y 50 m de estilo libre.

## MÉTODOS

---

### Sujetos

Los sujetos consistieron en 24 atletas masculinos de 15 a 16 años de edad. Todos los sujetos eran nadadores federados y participantes en más de 3 años de natación competitiva y habían participado en competiciones nacionales. También se registraron en la Federación de Deportes Acuáticos de Mato Grosso do Sul (FEDAMS) en la región Centro-Oeste de Brasil.

Este estudio se realizó de acuerdo con las normas éticas en deporte e investigación de ciencias del ejercicio, y el protocolo fue plenamente aprobado por el Comité de Ética en Investigación con Seres Humanos. Antes de la participación, los procedimientos, riesgos y beneficios aprobados fueron explicados a todos los nadadores. Sus padres dieron el consentimiento informado como parte de sus requerimientos deportivos, que es consistente con las políticas institucionales para el reclutamiento de sujetos. Los individuos que informaron de lesión músculo-esquelética y/o restricción de ejercicio en los tres meses previos al inicio del estudio, fueron excluidos del programa.

Todos los sujetos fueron informados del estudio y firmaron el formulario de autorización (consentimiento informado) de acuerdo con la Resolución 466/2012 del Comité Nacional de Ética - CONEP, Consejo Nacional de Salud, y con los principios éticos expresados en la Declaración de Helsinki (1964, Reformado en 1975, 1983, 1989, 1996 y 2000), Asociación Médica Mundial.

### Procedimientos

El estudio se realizó en una piscina semi-olímpica (25 m) con una temperatura entre 26° y 27° en un club privado en la ciudad de Campo Grande, Mato Grosso do Sul, Brasil. Para el marcado del tiempo en agilidad y pruebas de velocidad, se utilizó un cronómetro digital (Casio Sports Stop Watch HS-50W, Cassio, Japón).

El nivel de maduración de los sujetos se obtuvo utilizando la escala de maduración de Tanner (21), que utiliza una clasificación basada en dos elementos: vello púbico (P); y Genitales (G). Cada uno de los ítems fue subdividido en 5 fases: (a) la Etapa 1 indica el estado de desarrollo pre-puberal, P-1 o G-1; (b) La Etapa 2 muestra el desarrollo inicial de cada característica; (c) Las etapas 3 y 4 indican la maduración continuada de cada característica que es más difícil de evaluar; y (d) la Etapa 5 (P-5 y G-5) indica el estado adulto o maduro.

En este estudio se conectó a los atletas a un dispositivo de goma atado a una longitud de 3 m, siguiendo las dimensiones descritas en la Tabla 1.

**Tabla 1.** Diámetro de la Goma (mm).

Size	200	201	202	203	204	205	206	210
<b>Diámetro Interno (mm)</b>	3.0	4.0	4.0	6.0	6.0	8.0	8.0	16.5
<b>Diámetro Externo (mm)</b>	5.5	5.5	8.0	9.0	11.5	12.0	13.5	18.0

Los sujetos fueron divididos al azar en 3 grupos: (a) 7 nadadores que fueron atados por un dispositivo de goma en el agua (GA); (B) 7 nadadores que realizaron un programa tradicional de entrenamiento de fuerza (EF); Y (c) 7 nadadores que comprendieron el grupo de control (GC).

Se utilizó la escala de maduración de Tanner (una escala de desarrollo físico en niños, adolescentes y adultos) para evaluar la maduración de los sujetos. Dado que los sujetos estaban en la fase de pubertad (que se asocia con varios niveles hormonales), fue importante analizar el grado de maduración de la muestra para comprender mejor la influencia de las variables de tratamiento (3).

### **Familiarización**

Se presentaron a los sujetos dos sesiones de familiarización que incluyeron: (a) las pruebas acuáticas; Y (b) los procedimientos de entrenamiento de fuerza (13).

### **Evaluaciones**

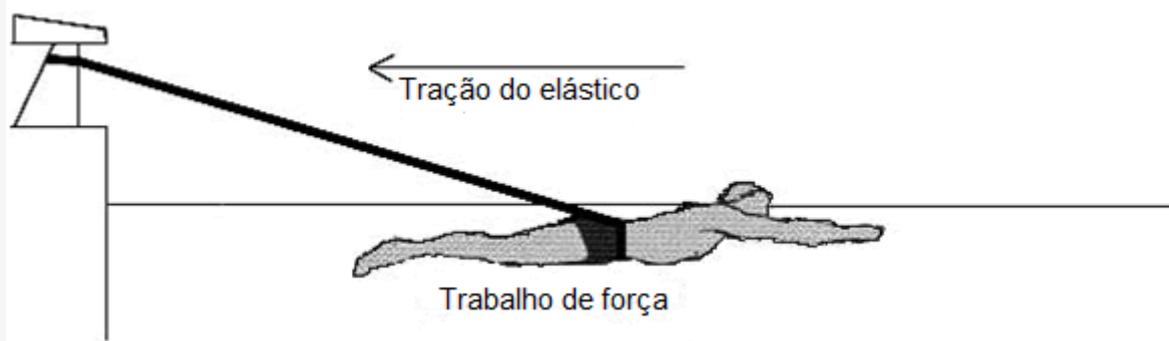
Los procedimientos de prueba de rendimiento de natación, resistencia y potencia se examinaron en tres etapas: (a) al inicio del programa (T1); (b) después de 4 semanas de entrenamiento combinado de fuerza y entrenamiento acuático (T2); y (c) después de 8 semanas de entrenamiento (T3). Todos los grupos fueron evaluados al mismo tiempo.

### **Entrenamiento de Natación**

Durante 8 semanas de entrenamiento, todas los sujetos completaron 40 sesiones de entrenamiento en el agua (5 sesiones·sem-1). El entrenamiento en la piscina consistió en lo siguiente: (a) 1200 m de calentamiento; (b) ejercicios educativos de 500 m; (c) ejercicios de velocidad de 300 m; y (d) 1.800 m, que fue la parte principal del entrenamiento de los sujetos (con 500 patadas y 200 m de salida)

### **Entrenamiento de Fuerza**

Además de las sesiones regulares de entrenamiento de natación en la piscina, los 7 nadadores que estaban atados por un dispositivo de goma en el agua (GA) fueron sometidos a 8 semanas de natación con el mismo (en 2 sesiones·sem-1 el martes y el viernes de cada semana). Los sujetos de GA fueron supervisados por dos expertos en entrenamiento de fuerza y el entrenador del equipo. El entrenamiento de GA estuvo compuesto por 3 series de las cuales cada una consistía en 2 series de 30 segundos de aplicación y 10 segundos con un descanso de 2 min (según la Figura 1).



**Figura 1.** Situación en el Grupo GA, Realización de la Fuerza de Trabajo durante el Programa de Ejercicio.

El grupo EF realizó 3 series de 10 repeticiones para cada ejercicio a una carga del 60% a 80% de 1RM (15), donde la fase concéntrica se mantuvo en el tiempo (seg) y dos tiempos la excéntrica (seg). El programa estaba compuesto por la prensa de pierna horizontal, el press de banca, la flexión de rodilla, la polea al pecho, y la cuerda de tríceps, todo hecho en un módulo tipo Multi Power de la marca Venus (Venus, Brasil).

### Control de Intensidad

Para actividades de seguridad, se utilizó la Escala de Percepción Subjetiva del Esfuerzo de Borg en sus niveles de "14 a 17" puntos (2). La Escala se les presentó a los sujetos durante la familiarización con las actividades y éstas dieron lugar a un valor numérico en la escala correspondiente a su percepción global del esfuerzo en ese momento. Los valores se fijaron en la familiarización con los valores deseados y se ajustaron durante la intervención.

### Desempeño del Nado

El proceso de evaluación se llevó a cabo en una piscina de 25 m. El tiempo de ejecución fue determinado por dos individuos entrenados con un cronómetro. Se obtuvo el promedio de dos lecturas para cada prueba. Después de un calentamiento de 500 m de crawl todos los nadadores hicieron un esfuerzo máximo durante los 25 m y 50 m de crawl con un intervalo de 2 días entre ellos. Todos los nadadores realizaron dos pruebas máximas de 25 m y 50 m, con un periodo de 15 min de recuperación pasiva entre las dos pruebas y el valor medio se utilizó para el análisis (6).

### Test de 1RM

En cuanto al entrenamiento de la fuerza de los sujetos, la carga se determinó mediante la prueba de 1RM de los miembros superiores e inferiores (10). Los sujetos realizaron de 3 a 5 minutos de actividad ligera que involucró el grupo muscular probado, que fue seguida por 1 min de estiramiento leve y un calentamiento con 8 repeticiones al 50% de 1RM y, a continuación, 3 repeticiones al 70% de 1RM. Después de un intervalo de 5 minutos, si era necesario, se añadía de 0,4 a 5 kg, totalizando de 3 a 5 intentos, que se registró como la carga máxima que se elevó en un solo movimiento.

### Análisis estadísticos

La estadística descriptiva se realizó para obtener medidas de tendencia central y media  $\pm$  desviación estándar. El análisis estadístico se realizó mediante el paquete informático Paquete Estadístico para las Ciencias Sociales (SPSS) versión 20. Para verificar la normalidad de las variables, se utilizó el test de Shapiro-Wilk, dado el tamaño de la muestra. Para evaluar el rendimiento en el agua entre los grupos, se realizó un ANOVA unidireccional con Tukey. Foi seguido de un análisis post hoc. El nivel de significación estadística se estableció en  $P < 0,05$ . Para comprobar el tamaño del efecto, se utilizó la prueba de Cohen  $f^2$ , de la cual los puntos de corte adoptados fueron de 0,02 a 0,15 como pequeños, de 0,15 a 0,35 como promedio y superiores a 0,35 como grandes.

## RESULTADOS

Los resultados del rendimiento acuático antes y después de la prueba se muestran en las Tablas 2 y 3. No hay diferencia en las respuestas post-prueba entre el grupo que estaba atado a un dispositivo de goma en el agua (GA) y el grupo que participó del entrenamiento de fuerza tradicional. Se observaron diferencias en los métodos de entrenamiento en ambos grupos GA y EF en comparación con el grupo control en ambos puntos de tiempo (antes y después del test). Se descubrió que no hubo diferencias en el pre y post-test entre los grupos, ya sea el que se entrenó con el dispositivo de goma atado, el de entrenamiento de fuerza tradicional o el grupo de control.

**Tabla 2.** Datos de Atletas sometidos al Entrenamiento de Fuerza a través de un Dispositivo de Goma atado, Entrenamiento de Fuerza Tradicional, y el Grupo de Control en relación con el Rendimiento en el Agua en Estilo Libre de 25 m.

25 m	Pre-Test	Post-Test	f <sup>2</sup> de Cohen
Control	13.15 ± 0.54	13.13 ± 0.47	
Banda de Goma	13.10 ± 0.65	12.70 ± 0.46*	0.158
Tradicional	13.12 ± 0.64	12.85 ± 0.38*	0.034

\*P<0.05

**Tabla 3.** Detalles de los Atletas Sometidos al Entrenamiento de Fuerza con el Dispositivo de Goma atado, Entrenamiento de Fuerza Tradicional, y el Grupo de Control en relación con el Rendimiento en el Agua en Estilo Libre de 50 m.

	Pre-Test	Post-Test	f <sup>2</sup> de Cohen
Control	27.55 ± 0.54	27.51 ± 0.92	
Banda de Goma	27.50 ± 0.75	27.13 ± 0.72	0.042
Tradicional	27.52 ± 0.44	27.14 ± 0.64	0.013

## DISCUSIÓN

La mayoría de los atletas se benefician del entrenamiento de fuerza. El aumento de la fuerza muscular, la potencia y la resistencia ayudan en el aprendizaje de habilidades deportivas y en la realización de deportes. Ambos métodos de entrenamiento de fuerza utilizados en el presente estudio tienden a promover mejoras en la velocidad, especialmente para la distancia más corta (25 m estilo libre). Los programas de entrenamiento de fuerza no tuvieron influencia significativa sobre el tiempo en los 50 m estilo libre.

Tal vez, parte de la explicación de que los programas de entrenamiento de fuerza no tuvieron ningún efecto sobre el tiempo en los 50 m estilo libre es que los sujetos en ambos grupos de entrenamiento de fuerza simplemente no podrían generar una mayor fuerza motriz minimizando el roce en el agua. Esta perspectiva puede explicarse por la falta de mejoría en la condición física de los sujetos. Otras consideraciones incluyen la incapacidad de los sujetos para mejorar su desempeño biomecánico, la composición corporal (11), la flexibilidad del tobillo (9), la fuerza de los músculos de las extremidades inferiores y las habilidades de natación en general (8).

Es interesante saber que muchos atletas y entrenadores no aceptan el trabajo de entrenamiento de fuerza para mejorar su técnica de natación y el tiempo. Sin embargo, en general, está claro que (es decir, aparte de las habilidades de natación de los atletas), cuanto más fuertes sean los atletas, mejor será su rendimiento. Por lo tanto, los estudios sobre entrenamiento

de fuerza en nadadores jóvenes han sido importantes en la mejora de su fuerza y rendimiento en el agua (16).

Corroborando nuestros resultados, Strass (19) encontró una mejoría de 0,04 a 0,08 m·s<sup>-1</sup> a velocidad media en nadadores adultos a una distancia de 50 m después de participar en entrenamiento de fuerza con pesas. Esto demuestra la importancia de la fuerza en los nadadores. En concordancia con esto, Hawley y sus colaboradores (8), en un estudio con 22 nadadores, encontraron relaciones significativas entre la velocidad del sprint en nado y la potencia media de los brazos y piernas. Marinho (12) y Sharp et al. (18) también han demostrado una alta correlación entre la potencia y la velocidad (12, 18, 20).

Tanaka y sus colaboradores (20) evaluaron el valor del entrenamiento de resistencia en tierra firme en el rendimiento de natación de crawl. Durante una temporada de competición de 14 semanas, los nadadores fueron divididos en un grupo de entrenamiento de natación (SWIM) y un grupo combinado de entrenamiento de natación y resistencia (COMBO). El grupo COMBO participó en 8 semanas del programa de entrenamiento de resistencia 3 d·sem<sup>-1</sup>. Los autores informaron que no se observó ningún cambio en la distancia por carrera a lo largo del curso del entrenamiento, y no se encontraron diferencias significativas entre los grupos en ninguna de las pruebas de rendimiento y potencia de natación. La falta de una transferencia positiva entre las ganancias de fuerza en la tierra seca y la fuerza propulsora de la natación puede deberse a la especificidad del entrenamiento. Sin embargo, la especificidad del dispositivo atado en el presente estudio resultó en una diferencia en las respuestas post-prueba entre los grupos.

## CONCLUSIÓN

---

Los resultados indican que no hubo diferencias en las respuestas post-prueba entre el grupo que entrenó mientras estaba atado al dispositivo de goma y el grupo que participó en un programa tradicional de entrenamiento de fuerza. Sin embargo, hubo diferencias en ambos grupos que participaron en entrenamiento de fuerza en comparación con el grupo de control en ambos puntos de tiempo (antes y después de la prueba). Por lo tanto, es razonable concluir que ambos métodos de entrenamiento de fuerza utilizados en este estudio tendieron a promover mejoras en la velocidad, especialmente para distancias más cortas.

**Dirección de correo:** Felipe José Aida - Cidade Universitária Prof. José Aloísio de Campos - Avenida Marechal Rondon, s/n Jardim Rosa Elze - CEP 49100-000 - São Cristóvão/SE - (79) 2105-6600, (79) 2105-6537, Email: [fjaidar@gmail.com](mailto:fjaidar@gmail.com)

## REFERENCIAS

---

1. Aspenes S, Kjendlie PL, Hoff J, Helgerud J. (2009). Combined strength and endurance training in competitive swimmers. *J Sport Sci Med.* 2009;8:357-365.
2. Borg G. (2000). Borg Scales for Pain and Perceived Exertion. *São Paulo: Manole*
3. Chan NPT, Sung RYT, Nelson EAS, So HK, Tse YK, Kong APS. (2010). Measurement of pubertal status with a Chinese self-report pubertal development scale. *Mat and Child Health J.* 2010;14(3):466-473.
4. Cormier P, Mcguigan MR, Newton RU. (2011). Developing maximal neuromuscular power. *Sports Med.* 2011;41(1):17-38.
5. Fredmann-Bette B, Bauer T, Kinscherf R, Vorwald S, Klute K, Bischoff D. (2010). Effect of strength training with eccentric overload on muscle adaptation in male athletes. *Eur J Appl Physiol.* 2010;108:821-836.
6. Garrido N, Marinho DA, Reis VM, Van Den Tillaar R, Costa AM, Silva AJ, Marques MC. (2010). Does combined dry land strength and aerobic training inhibit performance of young competitive swimmers? *J Sports Science & Med.* 2010;9(2):300-310.
7. Girold S, Maurim D, Dugue B, Chatard JC, Millet G. (2007). Effects of dry-land vs. *resisted and assisted-sprint exercises on swimming sprint performance.* *J Strength and Cond Res.* 2007;21:599-605.
8. Hawley JA, Williams MM, Vickovic MM, Handcock PJ. (1992). Muscle power predicts freestyle swimming. *Br J Sports Med.* 1992;26:151-155.
9. Hull M. The flutter kick. (1997). *Swimming Technique.* 1997;24:27-30.
10. Kraemer WJ, Ratamess NA. (2004). Fundamentals of resistance training: Progression and exercise prescription. *Med Sci Sports Exerc.* 2004;36(4):674-688.
11. Maglischo EW. (1999). *Swimming Even Faster.* São Paulo, Manole
12. Marinho PCS. (2002). Tethered Swimming: Measurement of the Driving Force and Its Relation to the Basic Speed of Competitive Swimmers. *Master degree - Campinas: Universidade Estadual de Campinas*
13. McCurdy K. (2004). The reliability of 1-and 3RM tests of unilateral strength in trained and untrained men and women. *J Sports Science Med.* 2004;3(3):190-196.
14. Morouço P, Keskinen KL, Vilas-Boas JP, Fernanded, R.J. (2011). Relationship between tethered forces and the four swimming

- techniques performance. *J Appl Biomech.* 2011;7:133-138.
15. Newton RU, Jones J, Kraemer WJ, Wardle H. (2002). Strength and power training of Australian olympic swimmers. *Nat Strength Cond.* 2002;24(3):7-15.
  16. Ozmun JC, Mikesky AE, Surburg PR. (1994). Neuromuscular adaptations following prepubescent strength training. *Med Sci Sports Exerc.* 1994;26:510-514.
  17. Putman CT, Xu X, Gillies E, Maclean IM, Bell GL. (2004). Effects of strength, endurance and combined training on myosin heavy chain content and fiber-type distribution in humans. *Eur J Appl Physiol.* 2004;92:376-384.
  18. Sharp RL, Troup JP, Costill DL. (2000). Relationship between power and sprint freestyle swimming. *Med Sci Sports and Exerc.* 2000;14(1):53-56.
  19. Strass D. (1988). Effects of maximal strength training on sprint performance of competitive swimmers. *Intern Series Sport Sci.* 1988;18:149-156.
  20. Tanaka H, Costill DL, Thomas R, Fink WJ, Widrick JJ. (1993). Dry-land resistance training for competitive swimming. *Med Sci Sports Exerc.* 1993;25(8):952-959.
  21. Tanner JM. (1962). Growth at Adolescence. (2nd Edition). Oxford: Blackwell Scientific