

Comportamiento de indicadores técnicos en jóvenes nadadores

Hery Leyva-González

Doctor en Ciencias de la Cultura Física. Profesor Titular del Departamento de Deportes de Tiempo y Marca. Universidad de Ciencias de la Cultura Física y el Deporte. La Habana. Cuba.

<https://orcid.org/0000-0002-5900-073X>

leyvanatacion@gmail.com

Luis Michel Álvarez-Berta

Doctor en Ciencias de la Cultura Física. Profesor Titular del Departamento de Deportes de Combate. Universidad de Ciencias de la Cultura Física y el Deporte. La Habana. Cuba.

<https://orcid.org/0000-0003-0881-8571>

luismichel1977@gmail.com

Magda Mesa-Anoceto

Doctora en Ciencias de la Cultura Física. Profesora Titular del Departamento de Formación Doctoral. Universidad de Ciencias de la Cultura Física y el Deporte. La Habana. Cuba.

<https://orcid.org/0000-0002-7216-0121>

magdamesa436@gmail.com

Recibido: 02/09/2020

Aprobado: 04/10/2020

Publicado: 01/01/21

Resumen: Muchos estudios abordan el tratamiento de indicadores técnicos en atletas élites de natación, lo que permitió la obtención de modelos de referencia. Sin embargo, estos resultan insuficientes para el análisis en categorías inferiores. Cuando se analiza el comportamiento de la frecuencia de brazadas y la efectividad de nado en 151 nadadores en la categoría de 11-12 años de los cuatro estilos competitivos en la distancia de 50 metros, se demostró que en estas edades la frecuencia de brazadas no es efectiva para la evaluación de la técnica; la efectividad de nado es significativa en la técnica mariposa femenina, en la dorso y braza masculino y en la libre de ambos sexos. Para el análisis de los resultados se utilizó la estadística descriptiva, así como el coeficiente de correlación de Spearman (ρ [rho]) con sus niveles de significación. El análisis discriminante reveló que las diferencias entre los sexos con el uso de estos indicadores se encuentran en las técnicas de nado braza y libre.

Palabras clave: natación; nadadores jóvenes; frecuencia de brazadas; efectividad de nado; estilos competitivos

Technical Indicators Behavior in Young Swimmers

Abstract: The discussion of several studies allowed obtaining a reference model regarding the technical indicators treatment in swimming elite athletes. When analyzing the behavior of the stroke frequency and the swimming effectiveness in 151 swimmers of the 11-12-year-old category concerning the four competitive styles in the 50-meter distance, it was shown that at these ages, the stroke frequency is not effective when evaluating the technique; the effectiveness of swimming is significant in the female Butterfly technique, in the male

Backstroke and Breaststroke and the Freestyle of both sexes. Descriptive statistics were used for the analysis of the results, as well as the Spearman rho correlation coefficient with its levels of significance. The discriminant analysis shows the differences between the sexes with the use of these indicators found in the breaststroke and free-swimming techniques.

Keywords: swimming; young swimmers; stroke rate; swim effectiveness; competitive strokes

Comportamento de indicadores técnicos em jovens nadadores

Resumo: Muitos estudos abordam o tratamento de indicadores técnicos em atletas de natação de elite, o que possibilitou a obtenção de modelos de referência. No entanto, são insuficientes para análise em categorias inferiores. Quando se analisa o comportamento da frequência dos braçada e a efetividade de nado em 151 nadadores da categoria 11-12 anos dos quatro estilos competitivos na distância de 50 metros, foi demonstrado que nestas idades a frequência da braçada não é efetiva para a avaliação da técnica; a eficácia de nado é significativa na técnica borboleta feminina, o nado costas e nado peito masculinos e no nado livre de ambos os sexos. Para análise dos resultados foi utilizada estatística descritiva, assim como o coeficiente de correlação de *Spearman rho* com seus níveis de significância. A análise te discriminem revelou diferenças entre os sexos com a utilização destes indicadores encontrados nas técnicas de nado peito e nado livre.

Palavras-chave: natação; nadadores jovens; frequência de braçadas; efetividade de nado; estilos competitivos

Introducción

En los deportes de carácter cíclico se determina la velocidad de desplazamiento mediante la sumatoria de la longitud y frecuencia de ciclo. Pero, la natación como deporte peculiar al desarrollarse en un medio líquido implica mayores retos en cuanto a la velocidad, en comparación con los deportes practicados en superficie sólida. El agua, al ser un elemento elástico, ofrece menos resistencia a los esfuerzos propulsores, y, al mismo tiempo, opone mayor resistencia al avance, ya que su densidad es mil veces superior al aire (Maglisco, 2009). Dichas adversidades exigen un uso eficiente de la mecánica de nado para que se alcancen los resultados esperados. Por tal motivo, la efectividad basada en el desempeño técnico de la preparación de los atletas resulta un objetivo de entrenamiento y un criterio evaluativo de desarrollo físico.

El dominio del gesto deportivo, es decir, la técnica para la ejecución de los cuatro tipos de nado competitivo es una habilidad motora compleja que se aprende con maestría para que disminuya al máximo posible la resistencia que ofrece el medio líquido. El costo energético en la acción de nadar es

de los más elevados entre los deportes olímpicos (Wilmore y Costill, 2001). Se ha determinado que los mejores nadadores utilizan el 10 % de su energía para la propulsión y el 90 % restante se consume cuando hacen olas y crean ineficiencias mecánicas, mientras otros atletas menos dotados técnicamente para la realización de la misma tarea utilizan el 97 % de su energía en la producción de olas y resistencias (Laughlin y Delves, 2006).

Estudios como los de Garland *et al.* (2009); Jürimäe *et al.* (2007); Keskinen *et al.* (1989); y Kjendlie & Stallman (2011) analizan la longitud y frecuencia de brazadas como indicadores técnicos en nadadores. Por otro lado, Vorontsov & Binevsky (2002) explican que, según la relación de estos indicadores con la edad, existen dos saltos de incremento significativo en la longitud de brazadas: un primer momento a los 11-12 años y otro, a los 15-16 años. Con respecto a la frecuencia concluyen que en todos los grupos de edades aparecen nadadores con periodicidad de ciclos altos y bajos. Aunque esta investigación no contempla la evaluación, sí muestra rangos que son utilizados como referencias comparativas en estudios de semejantes objetivos.

Pelayo *et al.* (1997) cuando estudian el comportamiento de la longitud de la brazada respecto a la edad y entre los sexos encuentran diferencias significativas en el primer aspecto, pero no entre los sexos. En un estudio similar en el que se comparan niños con sujetos adultos se encontró que estos tenían bajas frecuencias de brazadas a iguales velocidades relativas que los niños, mientras que la longitud de brazadas era mayor en los adultos a velocidades submáximas, no así a velocidades máximas (Kjendlie *et al.*, 2004).

En un estudio con los mejores nadadores de Estados Unidos se encontró que para cubrir la distancia, independientemente de su extensión, los más rápidos tenían mayor longitud de brazadas. En otra investigación se obtuvo que, como regla, los nadadores más rápidos generaban menos fuerza de propulsión que otros nadadores, no porque no la produjeran, sino porque no la necesitaban; es decir, son rápidos por el espacio que recorre su cuerpo en el agua cuando este hace una brazada. Elementos estos de efectividad de nado y a su vez, de maestría deportiva (Laughlin y Delves, 2006).

Estos articulistas asumen en esta investigación el concepto de efectividad como un indicador de evaluación técnica, el cual ha sido utilizado con diversas acepciones en investigaciones sobre natación,

como las de Alberty *et al.* (2005); Craig *et al.* (2006); Laughlin y Delves (2006); Maglischo (1993); y Schnitzler *et al.* (2010).

Los términos de eficacia, efectividad y eficiencia son empleados con frecuencia como sinónimos en la literatura deportiva, dado que todos ellos representan acepciones de un mismo significado, relacionado con la capacidad para el logro o la provocación de un efecto deseado (Morantes, 2004). La técnica más efectiva se considera aquella que garantice el logro del más alto resultado (Zatsiorski, 1989), concepto que resume en pocas palabras lo que representa la preparación deportiva en cuanto a la utilidad de los modelos ideales en la acción motriz. La técnica deportiva es reconocida como aquellas acciones motoras de carácter consciente, basadas en representaciones ideales con fundamentación en la teoría, la práctica y las ciencias aplicadas, sin mostrar en su ejecución la economía de recursos (Grosser y Neumaier, 1986; Matvéev, 2001; Platonov, 2004; Schmidt, 1991; y Weineck, 2005).

Según Verkhoshanski (2001), la maestría técnico-deportiva es la habilidad del atleta para aprovechar de forma efectiva su potencial motor en condiciones de entrenamiento y competición. No obstante, este término aún no está consolidado en las edades entre los 11 y 14 años, donde comienza la formación de habilidades motoras específicas para que se alcance la fase de perfeccionamiento técnico.

Aunque se utilicen los modelos biomecánicos de atletas de élite en aras de comparar, evaluar y controlar la técnica deportiva de los atletas en formación, no siempre este método se corresponde con el desempeño de los noveles. De ahí la necesidad de encontrar indicadores que posibiliten un control más efectivo del estado de la técnica de nado mediante el desarrollo de esas habilidades. Por tal motivo, los articulistas analizan el comportamiento de indicadores técnicos en nadadores jóvenes mediante el estudio de las cuatro técnicas de nado en competencias, como referentes para el control y la evaluación de la preparación técnica.

Para este estudio son importantes indicadores como la velocidad, que es la rapidez con la que el nadador varía su situación, la cual no es constante, pues está influida por la variación de la fuerza aplicada en cada ciclo propulsivo (Schleihauf, 1974; Schleihauf, 1979; Schleihauf *et al.*, 1983; y Schleihauf *et al.*, 1988). La frecuencia de brazadas es el número de ciclos de brazos realizados por el nadador en la unidad de tiempo; se expresa en Hz (hercio o *hertz* [símbolo Hz] unidad de frecuencia del Sistema Internacional de Unidades), aunque los entrenadores manejan como indicador más práctico los

ciclos por minuto, los cuales constituyen la información necesaria para la determinación de la efectividad de nado.

Métodos

Se seleccionó una muestra de 151 nadadores en la categoría de 11-12 años, de una población de 483 nadadores que entrenan en cada uno de los centros provinciales de Cuba. La selección se escogió según la experiencia deportiva de 4 ± 2 años y que sus marcas se correspondieran con una puntuación FINA (Federación Internacional de Natación Amateur) que medía entre los 206 y los 339 puntos de acuerdo con los resultados competitivos alcanzados. De dicha muestra, 60 corresponden al sexo femenino y 91, al masculino.

Las mediciones se realizaron en los eventos de 50 metros de las cuatro técnicas de nado (esta distancia es la más corta en la natación competitiva). Para la grabación de los eventos se utilizó una cámara de video Panasonic Lumix GF2 con resolución 1920-1080 y lente de 42 milímetros, modelo que obtuvo un video nítido del objetivo. La cámara se colocó en un trípode fijo a una distancia de 20 metros del borde y a 6 metros sobre la superficie de la piscina, con un ángulo de 30 grados, para mantener un plano estable desde los 15 hasta los 40 metros en la longitud horizontal de la piscina, donde pudieran observarse todos los carriles (del uno al ocho). Es en este tramo donde se alcanza la velocidad de nado real, sin interferencia de la arrancada o la llegada. Según los preceptos de Arellano (1992) y Hay (1978), el tiempo de competición en la natación puede descomponerse en segmentos donde entre el 75 y el 90 % de la prueba, en dependencia de la distancia, se realiza en nado puro, el resto se utiliza en la salida, las vueltas y el toque.

Una vez grabados los videos de todas las series y eventos por sexo se realizó la medición de la frecuencia de brazadas en cada atleta, evento y serie, para ello se utilizó una computadora personal DELL con microprocesador Intel Core i5, donde fueron descargados los videos y visualizados mediante el programa KMPlayer. Se realizó la medición con el cronómetro especializado INVICTA sobre frecuencia tres, que realiza un cálculo instantáneo de este indicador en ese número de brazadas.

Se calculó la velocidad de nado a partir del tiempo empleado para cubrir la distancia competitiva (50 metros), donde se tuvo en cuenta la frecuencia de brazadas, y luego se determinó la efectividad de

nado mediante la ecuación: $E = (V \times 60) / FB$ Donde: E= Efectividad de nado; V= Velocidad; 60= Constante y FB= Frecuencia de brazadas

Se analizó además la velocidad media obtenida en el espacio de 50 metros. La misma se calculó a partir de la siguiente ecuación: $V=D / t$ Donde: V= Velocidad; D= Distancia y t= Tiempo

El procesamiento estadístico se efectuó mediante el programa IBM SPSS 25 donde se encuentran los estadísticos descriptivos de cada variable. Constituyó un instrumento muy útil la aplicación del estadígrafo rho de Spearman para conocer si los indicadores de frecuencia de brazadas y efectividad de nado tienen una correlación significativa con el resultado deportivo (tiempo de competencia y velocidad).

Con el objetivo de investigar si existen diferencias estadísticas entre sexos se ejecutó un estudio discriminante para: - Cada análisis de M de Box, matriz de correlaciones intragrupos, matriz de covarianzas intragrupos, matriz de covarianzas de los grupos separados, matriz de covarianzas total. - Cada función discriminante canónica: autovalores, porcentaje de varianza, correlación canónica, lambda de Wilks, chi-cuadrado. - Cada paso: probabilidades previas, coeficientes de la función de Fisher, coeficientes de función no tipificados y lambda de Wilks para cada función canónica

Finalmente, se clasificaron los datos según el sexo y se determinaron las variables independientes que marcan la mayor parte de la diferencia.

Resultados

En la tabla 1 se aprecian los valores descriptivos de las variables y las regularidades que son comunes a las características mecánicas de las técnicas de nado (en el orden descendente la velocidad mayor corresponde a la técnica libre, seguida por la mariposa, dorso y braza). Los nadadores masculinos, como media, son más rápidos que sus compañeras.

Tabla 1

Estadísticos descriptivos por técnica de nado y sexos

		N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.
	Frecuencia (ciclos/min.)		48.00	62.60	54.79	4.84
Mariposa femenino	Tiempo (s cs)	12	31.57	49.28	37.71	5.01
	Velocidad (m/s)		1.01	1.58	1.34	.16
	Efectividad(m/ciclos)		1.27	1.79	1.47	.15
	Frecuencia (ciclos/min.)		36.80	64.00	54.71	7.34
Mariposa masculino	Tiempo (s cs)	22	29.53	48.32	36.02	4.41
	Velocidad (m/s)		1.03	.69	1.41	.16
	Efectividad (m/ciclos)		1.31	1.80	1.52	.12
	Frecuencia (ciclos/min.)		40.00	58.70	45.62	4.98
Dorso Femenino	Tiempo (s cs)	15	32.41	41.94	38.79	2.66
	Velocidad (m/s)		1.19	1.54	1.29	.01
	Efectividad(m/ciclos)		1.28	1.96	1.72	.18
	Frecuencia (ciclos/min.)		38.30	58.80	47.93	4.87
Dorso masculino	Tiempo (s cs)	18	30.72	42.10	37.34	2.99
	Velocidad (m/s)		1.19	1.63	1.35	.11
	Efectividad(m/ciclos)		1.31	2.05	1.70	.22
	Frecuencia (ciclos/min.)		40.50	56.40	48.20	4.79
Braza femenino	Tiempo (s cs)	14	39.36	47.90	43.60	2.53
	Velocidad (m/s)		1.04	1.27	1.15	.07
	Efectividad(m/ciclos)		1.21	1.82	1.45	.19
	Frecuencia (ciclos/min.)		36.80	60.0	52.57	5.90
Braza masculino	Tiempo (s cs)	19	35.98	47.52	41.04	3.26
	Velocidad (m/s)		1.05	1.39	1.23	.10
	Efectividad(m/ciclos)		1.21	1.90	1.42	.17
	Frecuencia (ciclos/min.)		40.50	64.00	52.38	5.04
Libre femenino	Tiempo (s cs)	19	29.33	42.38	35.37	3.52
	Velocidad (m/s)		1.18	1.70	1.43	.14
	Efectividad(m/ciclos)		1.11	2.02	1.65	.21
	Frecuencia (ciclos/min.)		47.20	66.90	57.88	4.99
Libre masculino	Tiempo (s cs)	32	25.94	41.95	31.01	3.03
	Velocidad (m/s)		1.19	1.91	1.61	.14
	Efectividad (m/ciclos)		1.29	2.05	1.68	.18

Fuente: Elaboración propia

Nota: Esta tabla utiliza los símbolos: ciclos/min: ciclos por minuto; s: segundos; cs: centésima de segundo; m/s: metros por segundo; m/ciclos: metros por ciclos

Si se tiene en cuenta la frecuencia de brazadas, como media, entonces el orden (descendente) de las técnicas de nado se establece por sexo de la siguiente manera: Femenino: mariposa, libre, braza y dorso. Masculino: libre, mariposa, braza y dorso. Además, se obtienen rangos para la edad de este indicador que fluctúan como se muestra en la tabla no.2.

Tabla 2

Rangos de frecuencia de brazadas

	Femenino	Masculino
Mariposa	49.95-59.63	47.37-62.05
Dorso	40.64-50.6	43.06-52.8
Braza	43.41-52.99	46.67-58.47
Libre	47.34-57.42	52.89-62.87

Fuente: Elaboración propia

Se utilizó igualmente el coeficiente de correlación rho de Spearman para el análisis de la frecuencia de brazadas y efectividad de nado (ver tablas 3 y 4).

Tabla 3

Estadísticos de correlación (rho de Spearman) de la frecuencia de brazadas

Mariposa femenino				
Frecuencia de brazadas	Lugar	Tiempo	Velocidad	Efectividad
Coefficiente de correlación	-.506	-.506	.498	-.146
Sig. (bilateral)	.093	.093	.099	.650
Mariposa masculino				
Coefficiente de correlación	-.687(**)	-.687(**)	.688(**)	-.483(*)
Sig. (bilateral)	.001	.001	.001	.027
Dorso femenino				
Coefficiente de correlación	-.341	-.341	.334	-.632(*)
Sig. (bilateral)	.232	.232	.243	.015
Dorso masculino				
Coefficiente de correlación	.013	.013	-.024	-.699(**)
Sig. (bilateral)	.958	.958	.924	.001
Braza femenino				
Coefficiente de correlación	.011	.002	.003	-.808(**)
Sig. (bilateral)	.970	.994	.991	.000
Braza masculino				
Coefficiente de correlación	-.363	-.363	.355	-.614(**)
Sig. (bilateral)	.127	.127	.136	.005
Libre femenino				
Coefficiente de correlación	.057	.053	-.055	-.664(**)
Sig. (bilateral)	.818	.829	.823	.002
Libre masculino				
Coefficiente de correlación	-.320	-.316	.318	-.568(**)
Sig. (bilateral)	.079	.083	.081	.001

Fuente: Elaboración propia

Nota: Esta tabla utiliza los símbolos: ** La correlación es significativa al nivel 0.01 (bilateral). * La correlación es significativa al nivel 0.05 (bilateral)

Tabla 4

Estadísticos de correlación (rho de Spearman) de la efectividad de nado

Mariposa femenino				
Efectividad de nado	Frecuencia	Lugar	Tiempo	Velocidad
Coeficiente de correlación	-.146	-.688(*)	-.688(*)	.692(*)
Sig. (bilateral)	.650	.013	.013	.013
Mariposa masculino				
Coeficiente de correlación	-.483(*)	-.277	-.277	.275
Sig. (bilateral)	.027	.225	.225	.228
Dorso femenino				
Coeficiente de correlación	-.632(*)	-.385	-.385	.402
Sig. (bilateral)	.015	.175	.175	.154
Dorso masculino				
Coeficiente de correlación	-.699(**)	-.608(**)	-.608(**)	.619(**)
Sig. (bilateral)	.001	.007	.007	.006
Braza femenino				
Coeficiente de correlación	-.808(**)	-.521	-.513	.523
Sig. (bilateral)	.000	.056	.061	.055
Braza masculino				
Coeficiente de correlación	-.614(**)	-.461(*)	-.461(*)	.474(*)
Sig. (bilateral)	.005	.047	.047	.040
Libre femenino				
Coeficiente de correlación	-.664(**)	-.694(**)	-.693(**)	.694(**)
Sig. (bilateral)	.002	.001	.001	.001
Libre masculino				
Coeficiente de correlación	-.568(**)	-.537(**)	-.376(*)	.548(**)
Sig. (bilateral)	.001	.002	.037	.001

Fuente: Elaboración propia

Nota: Esta tabla utiliza los símbolos: ** La correlación es significativa al nivel 0.01 (bilateral). * La correlación es significativa al nivel 0.05 (bilateral)

En las tablas 3 y 4 se aprecia que los indicadores de frecuencia de brazadas y efectividad de nado no reflejan un comportamiento análogo con respecto al resultado deportivo en las cuatro técnicas de nado por sexos.

El análisis discriminante informa que el conjunto de variables (tiempo de competencia, efectividad de nado, frecuencia de brazadas y velocidad de nado) no distingue significativamente los nadadores del sexo femenino de los del sexo masculino para la técnica de nado mariposa, a partir del criterio de que el porcentaje de casos bien clasificados del total de la muestra es superior a un 75 %.

Tabla 5

Resultados de la clasificación para la técnica de nado mariposa

Sexo	Grupo de pertenencia pronosticado		Total
	Femenino	Masculino	
Femenino	3 (25.0 %)	9 (75.0 %)	12 (100 %)
Masculino	0 (0.0 %)	22 (100.0 %)	22 (100 %)

Fuente: Elaboración propia

Nota: Clasificados correctamente el 73.5 % de los casos originales agrupados

Para el estudio de la técnica de nado dorso ocurre lo mismo que en la técnica anterior. El porcentaje de casos bien clasificados del total de la muestra es inferior a un 75 %.

Tabla 6

Resultados de la clasificación para la técnica de nado dorso

Sexo	Grupo de pertenencia pronosticado		Total
	Femenino	Masculino	
Femenino	8 (53.3 %)	7(46.7 %)	15 (100 %)
Masculino	3 (16.7%)	15 (83.3 %)	18 (100 %)

Fuente: Elaboración propia

Nota: Clasificados correctamente el 69.7 % de los casos agrupados originales

En cambio, para el estudio de la técnica de braza el conjunto de variables (tiempo de competencia, efectividad de nado, frecuencia de brazadas y velocidad de nado) sí distingue los nadadores del sexo femenino de los del sexo masculino. Esos resultados se muestran en la tabla 7 donde más del 75 % del total de los casos están bien clasificados.

Tabla 7

Resultados de la clasificación para la técnica de nado braza

Sexo	Grupo de pertenencia pronosticado		Total
	Femenino	Masculino	
Femenino	11(78.6 %)	3 (21.4 %)	14 (100 %)
Masculino	5 (26.3 %)	14 (73.7 %)	19 (100 %)

Fuente: Elaboración propia

Nota: Clasificados correctamente el 75.8 % de los casos originales agrupados

En la matriz de estructura, que contiene por filas los coeficientes de correlación de las funciones discriminantes con las variables originales, se muestra que la velocidad de nado, tiempo de competencia y frecuencia de brazadas son los indicadores que más contribuyen a la discriminación entre los sexos.

Tabla 8

Matriz de estructura. Técnica de nado braza

Variabes	Función
Velocidad de nado	0.737
Tiempo de competencia	-0.723
Frecuencia de brazadas	0.672
Efectividad de nado	-0.158

Fuente: Elaboración propia

La prueba de hipótesis sobre el poder discriminante de la función encontrada (lambda de Wilks), prueba la hipótesis nula: “la función no tiene poder discriminante alguno”. En este caso no se rechaza la hipótesis nula, ya que la lambda de Wilks tiene un valor de 0.732 con una significación de $0.06 > 0.05$. El rechazo se considera si se prefija un nivel de significación de 0.10, así la función obtenida es medianamente significativa con cierto poder discriminante como informa el valor de la correlación canónica (0.518).

El mismo análisis se realizó en la técnica libre. En la matriz de estructura la frecuencia de brazadas exhibe el mayor valor, lo cual representa que la función discriminante (sexo) está más correlacionada con esta variable que con las restantes, consecuentemente es la que más contribuye a la discriminación entre los sexos.

Tabla 9

Matriz de estructura. Técnica de nado libre

Variables	Función
Frecuencia de brazadas	.701
Velocidad de nado	.590
Tiempo de competencia	-.440
Efectividad de nado	.023

Fuente: Elaboración propia

Para este caso se rechaza la hipótesis nula ya que el Lambda de Wilks tiene un valor de 0.627 con una significación de $0.000 < 0.05$.

Consecuentemente, la función obtenida es significativa y sí tiene poder discriminante como informa el valor de la correlación canónica (0.611). Puede afirmarse que el conjunto de variables (tiempo de competencia, efectividad de nado, frecuencia de brazadas y velocidad de nado) distingue significativamente los nadadores del sexo femenino de los del sexo masculino.

Esos resultados se muestran en la siguiente tabla donde se tiene más del 75 % del total de los casos bien clasificados.

Tabla 10

Resultados de la clasificación para la técnica de nado libre

Sexo	Grupo de pertenencia pronosticado		Total
	Femenino	Masculino	
Femenino	14 (73.7 %)	5 (26.3 %)	19 (100 %)
Masculino	4 (12.5 %)	28 (87.5 %)	32 (100 %)

Fuente: Elaboración propia

Nota: Clasificados correctamente el 82.4 % de los casos agrupados originales

Discusión

Cuando se revisan los resultados descriptivos se aprecia que como media en las modalidades de nado mariposa, dorso y libre los varones tienen mayor efectividad. Del mismo modo, en todas las técnicas obtienen mejores tiempos de competición, y, por ende, mayor velocidad con respecto a las féminas. Ello se explica por el hecho de que, en estas edades, aun cuando haya una similitud sorprendente en aspectos tales como la talla, peso y grasa corporal, se encuentran diferencias en el consumo máximo de oxígeno relativo entre los sexos, lo cual significa una ventaja para el rendimiento (Wilmore y Costill, 2001). Este elemento fisiológico es característico en atletas jóvenes, dado que en ellos el metabolismo aerobio comienza más pronto, como respuesta a trabajos intensos, lo que demuestra una capacidad anaeróbica reducida y una capacidad aeróbica periférica mayor, así como una preferencia mayor en la utilización oxidativa de los lípidos (Navarro, 2003).

En estudios sobre la técnica de pecho, Maglischo (2009) explica que como el movimiento de piernas es el agente propulsor dominante en esta modalidad, ello determina la efectividad del nado. Plantea asimismo que las féminas obtienen resultados semejantes a los varones en el trabajo de las

piernas. Pudieran entonces igualarse las condiciones físico-técnicas entre los géneros sobre la base de estos argumentos, al punto de que sean ligeramente superiores en el sexo femenino de la muestra investigada.

La frecuencia de brazadas en las técnicas de nado difiere según el sexo. En la técnica mariposa las féminas alcanzan mayor cantidad de ciclos por minuto con respecto a los varones, mientras que en la técnica libre ocurre todo lo contrario. Lo anterior confirma que existe un correcto aprovechamiento de la brazada femenina para la técnica mariposa; no obstante, en los análisis de correlación de la frecuencia de brazadas y la efectividad de nado no existe tal correlación, aunque no sucede de igual forma en los varones. Otros elementos técnicos, como la coordinación motora y los movimientos de piernas tienen una influencia importante en estos resultados.

En el estudio de correlación entre los indicadores técnicos y el resultado deportivo se encuentra que para la técnica mariposa en el sexo femenino la efectividad de nado tiene correlación medianamente significativa, lo cual indica que mientras mayor es la efectividad, mejor es el lugar de llegada. Sin embargo, esta correlación no es significativa para la frecuencia de brazadas, lo que revela que tiene en cuenta la efectividad de nado para la evaluación de la técnica en las nadadoras.

Para el sexo masculino hay gran significación de la frecuencia de brazadas, pues los atletas de mejores lugares ejecutan mayor cantidad de brazadas por unidad de tiempo. Este resultado no es el esperado, ya que una frecuencia alta de brazadas va acompañada de aprovechamiento técnico, elemento que se aprecia en la correlación de la efectividad de nado en el lugar de llegada, y resulta sin significación estadística.

En la técnica de dorso no existe correlación ni en la frecuencia, ni en la efectividad de nado para el sexo femenino. El sexo masculino sí presenta notable significación estadística con respecto a la efectividad de nado, no así con la frecuencia de brazadas. Por lo que sería conveniente en el sexo masculino que se utilice la efectividad de nado para esta técnica como un indicador técnico de control y de evaluación de los nadadores.

La técnica de braza muestra que no existe correlación entre la frecuencia con el lugar de llegada en ambos sexos, como tampoco para la efectividad de nado en el sexo femenino, aunque esta variable

sí es medianamente significativa en el sexo masculino. De esta manera pudiera utilizarse dicho indicador para su control efectivo en el sexo masculino.

La técnica libre es la más equitativa en cuanto al resultado de estos indicadores técnicos. En ella la frecuencia de brazadas no tiene significación con respecto al lugar de llegada para ambos sexos, mientras que la efectividad de nado sí lo es. El referido resultado demuestra que este último indicador es empleado para la evaluación técnica y el control del entrenamiento de los nadadores.

Para esta muestra de nadadores jóvenes los expresados indicadores solo tienen maestría técnica en la modalidad libre, técnica donde se encuentran resultados estadísticos que lo prueban. En el resto de las técnicas de nado esta edad ha sido insuficiente para la obtención de patrones de esa etapa deportiva.

En el análisis comparativo entre los sexos se determinó que los valores de los indicadores estudiados no resultaron suficientes para que se establezcan diferencias significativas en las técnicas de mariposa y dorso. En la técnica de braza existen diferencias medianamente significativas y en la libre son de tipo significativas.

Luego de estos resultados es difícil que se precisen conclusiones para la explicación de ese comportamiento. Se obtienen dos conjuntos que agrupa, cada cual, una técnica de nado alterna y una simultánea, en cuanto a coordinación. En ellos hay una técnica más sencilla que otra, pues en los atletas de esta edad no está constituido el patrón técnico del nado de dorso de tres picos propulsivos en la brazada, por la realización del segundo movimiento ascendente, realidad que la convierte en la más compleja de las cuatro técnicas (Maglischo, 1993). Tampoco puede deducirse que se debe al nivel de perfeccionamiento en que se encuentran, puesto que las técnicas de nado son orientadas por edades: libre y dorso se enseñan a los siete años; braza, a los ocho y mariposa, a los nueve.

Este fenómeno se debe a que aún no han ocurrido los cambios morfo-fisiológicos inherentes a la pubertad, en la cual se genera un desarrollo en cuanto a la talla, el peso y la masa muscular activa a favor de los hombres (Meinel, 1977), elementos que inciden en los factores técnicos y en el resultado deportivo, y que generan diferencias significativas en el desempeño de nado entre los dos géneros.

El criterio de varios autores, como Absaliyev y Timakova (1990); Costill *et al.* (1994); Navarro *et al.* (2003); y Pancorbo (2002) refiere que las edades comprendidas entre los 10 y los 14 años es la propicia para el perfeccionamiento de las técnicas de nado. Un estado intermedio en esta etapa, como

es el caso de la muestra investigada, no es suficiente para que se establezcan rasgos que los diferencie de manera total por el sexo.

Sería conveniente comparar los estadios de 11-12 y 13-14 años para que se conozca el comportamiento de los indicadores estudiados y se revele si ya existen rasgos que determinen diferencias entre los géneros en la etapa de perfeccionamiento técnico.

Todo ello merece que se continúen los estudios sobre estos indicadores e incluso otros, para la obtención de una mayor cantidad de información y el arribo a un mejor posicionamiento teórico.

Conclusiones

Los resultados descriptivos establecen que en las edades de 11-12 años los nadadores masculinos son más veloces y por tanto obtienen mejores tiempos de competencia que las féminas, quienes utilizan la mayor cantidad de ciclos por minuto en la técnica mariposa, mientras los varones lo hacen en la técnica libre.

El estudio de correlación entre los indicadores técnicos y el resultado deportivo demuestra que la frecuencia de brazadas no presenta correlación con el resultado deportivo en ninguna de las técnicas de nado para los dos sexos, lo cual indica que, si bien se utiliza para la comparación en un mismo individuo, no cumple los requisitos como indicador de desempeño técnico en estas edades.

El estudio de correlación entre los indicadores técnicos y el resultado deportivo demuestra que la efectividad de nado es significativa en el dorso masculino y en el libre de ambos sexos; resulta medianamente significativa en la técnica mariposa para el sexo femenino y en la técnica braza varonil.

En la comparación de las muestras a partir del análisis de los indicadores seleccionados solo se encuentran diferencias en las técnicas braza y libre. En la primera, la diferencia es medianamente significativa, por lo que las edades de 11-12 años es insuficiente desde el punto de vista estadístico para que se distinga entre los géneros.

Referencias bibliográficas

Absaliyamov, M., y Timakova, S. (1990). *Aseguramiento científico de la preparación de los nadadores*. Editorial FIS.

- Alberty, M., Sidney, M., Huot-Marchand, F., Hespel, J., & Pelayo, P. (2005). Intracyclic velocity variations and arm coordination during exhaustive exercise in front crawl stroke. *Sports Med*, 26(6), 471-475. DOI: [10.1055/s-2004-821110](https://doi.org/10.1055/s-2004-821110).
- Arellano, R. (1992). *Evaluación de la fuerza propulsiva en natación y su relación con el entrenamiento y la técnica* [Tesis doctoral]. Universidad de Granada.
- Costill, D., Maglischo, E., y Richardson, A. (1994). *Natación*. Hispano Europea.
- Craig, A., Termin, B., & Pendergast, D. (2006). Simultaneous recordings of velocity and video during swimming. *Sports Sci*, 6, 32-35.
- Garland, F., Hibbs, A., & Kleshnev, V. (2009). Analysis of speed, stroke rate, and stroke distance for world-class breaststroke swimming. *Journal of Sports Sciences*, 27(4), 373-378. <https://doi.org/10.1080/02640410802632623>
- Grosser, H., y Neumaier, A. (1986). *Técnicas de entrenamiento*. Martínez Roca.
- Hay, J. (1978). *La biomecánica de las técnicas deportivas*. Prentice-Hall. (Colección de la biblioteca Prairie Striders, 251). https://openprairie.sdstate.edu/prairiestriders_pubs/251
- Jürimäe, J., Haljaste, K., Cicchella, A., Lätt, E., Purge, P., Leppik, A., & Jürimäe, T. (2007). Analysis of swimming performance from physical, physiological, and biomechanical parameters in young swimmers. *Pediatr Exerc Sci*, 19(1), 70-81. <https://doi.org/10.1123/pes.19.1.70>
- Keskinen, K., Tilli, L., & Komi, P.V. (1989). Maximus velocity swimming: Interrelationship of stroking characteristic, force production and anthropometric variable. *Scand. J. Sport Sci*. 11(2), 87-92. <https://www.bisp-surf.de/Record/PU199205045490/RIS>
- Kjendlie, P. L., & Stallman, R. K. (2011). Size Matters: Morphology and swimming performance. In Seifert, Chollet, Mujika (eds.). *World Book of Swimming: From Science to Performance* (pp. 203-221). Nova Scientific Publishers.
- Kjendlie, P. L., Stallman, R. K., & Stray-Gundersen, J. (2004). Adults have lower stroke rate during submaximal front crawl swimming than children. *European Journal of Applied Physiology*, 91(5-6), 649-655. <https://doi.org/10.1007/s00421-003-1021-1>
- Laughlin, T., y Delves, J. (2006). *Inmersión total*. Paidotribo.
- Maglischo, E. W. (1993). *Swimming even faster*. Mayfield.

- Maglischo, E. W. (2009). *Natación. Técnica, entrenamiento y competición*. Paidotribo.
- Matvéev, L. (2001). *Teoría general del entrenamiento deportivo*. Paidotribo.
- Meinel, K. (1977). *Didáctica del movimiento*. Orbe.
- Morantes, J. (2004). La valoración de la eficacia técnica en el deporte. *Rendimiento Deportivo*.
<http://www.rendimientodeportivo.com>
- Navarro, N. (2003). *Propuesta de la planificación del entrenamiento en agua en los nadadores jóvenes* [ponencia]. XII Clínica internacional de la FMN y Expo Natación, Guerrero, México.
- Navarro, F., Oca, A., y Castañón, F. J. (2003). *El entrenamiento del nadador joven*. Gymnos.
- Pancorbo, E. (2002). Detección de talentos deportivos. Desarrollo y conducción al alto nivel. Consideraciones sobre el entrenamiento deportivo en niños y adolescentes. Importancia de la pirámide deportiva del alto rendimiento. Experiencia cubana. En *Medicina del deporte y ciencias aplicadas al alto rendimiento y la salud*. EDUCS.
- Pelayo, P., Wille, F., Sidney, M., Berthoin, S., & Lavoie, J. M. (1997). Swimming performances and stroking parameters in non-skilled grammar school pupils: relation with age, gender and some anthropometric characteristics. *J Sports Med Phys Fitness*, 37(3), 187-93.
<https://www.researchgate.net/publication/13821993>
- Platonov, V. (2004). *El sistema de preparación de atletas en los deportes olímpicos. Teoría general y sus aplicaciones prácticas*. Literatura Olímpica.
- Schleihauf, R. E. (1974). A biomechanical analysis of freestyle. *Swimming Technique*, 11, 89-96.
- Schleihauf, R. (1979). A hydrodynamic analysis of swimming propulsion. In Terauds & Bedingfield (Eds.), *Swimming III* (pp. 70–109). Baltimore.
- Schleihauf, R. E., Gray, L., & De Rose, J. (1983). Three-dimensional analysis of hand propulsion in the sprint front crawl stroke. In A. P. Hollander (Eds), *Biomechanics and medicine in swimming* (pp. 173-184). Human Kinetics Publishers, Champaign, III.
- Schleihauf, R., Higgins, J. R., Luedtke, D., Maglischo, C., & Thayer, A. (1988). Propulsive techniques: Front Crawl Stroke, Butterfly, Backstroke and Breaststroke. In B. Ungerechts, K. Wilke & K. Reischle (Eds.), *Swimming Science V* (pp. 53-59). Human Kinetics Publishers, Champaign, III.

- Schmidt, R. (1991). *Motor learning and performance: from principles to practice*. Human Kinetics, Champaign.
- Schnitzler, C., Seifert, L., Alberty, M., & Chollet, D. (2010). Hip Velocity and Arm Coordination in Front Crawl Swimming. *International Journal of Sports Medicine*, 31(12):875-881.
<https://www.thieme-connect.de/products/ejournals/abstract/10.1055/s-0030-1265149>
DOI: [10.1055/s-0030-1265149](https://doi.org/10.1055/s-0030-1265149)
- Verkhoshanski, Y. (2001). *Teoría y metodología de entrenamiento deportivo*. Paidotribo.
- Vorontsov, A. R. & Binevsky, D. A. (2002). Swimming speed, stroke rate and stroke length during maximal 100 m freestyle swim in boy-swimmers 11-16 years of age. In K.L. Keskinen, P.V. Komi, A.P. Hollander (Eds.), *Biomechanics and Medicine in Swimming. IX International Symposium Biomechanics and Medicine in Swimming*, University of Saint-Etienne, France.
- Weineck, J. (2005). *Entrenamiento total*. Paidotribo.
- Wilmore, J. H., y Costill, D. (2001). *Fisiología del esfuerzo y del deporte* (6.^a ed.). Paidotribo.
- Zatsiorsky, V. (1989). *Metrología deportiva*. Planeta, Pueblo y Educación.