

¿INFLUYE COMBINAR DIFERENTES DISTANCIAS EN LA DETERMINACIÓN DE LA VELOCIDAD CRÍTICA DE NADO?

DOES COMBINE DIFFERENT DISTANCES IN THE DETERMINATION OF THE CRITICAL SWIM SPEED?

Recibido el 11 de julio de 2019 / Aceptado el 6 de abril de 2020 / DOI: 10.24310/riccafd.2020.v9i2.6620
Correspondencia: B.J. Bustos-Viviescas. bjbustos@jdc.edu.co

Bustos-Viviescas, B.J.^{1,4A-F}, Rodríguez-Acuña, L.E.^{2A-F}, Acevedo-Mindiola, A.A.^{1A-F}, Lozano-Zapata, R.E.^{3A-F}

¹Licenciado en Educación Básica con Énfasis en Educación Física, Recreación y Deportes de la Universidad de Pamplona, extensión Villa del Rosario. Docente Tiempo Completo de la Fundación Universitaria Juan de Castellanos. Colombia.

²Estudiante de la Licenciatura en Educación Básica con Énfasis en Educación Física, Recreación y Deportes de la Universidad de Pamplona, extensión Villa del Rosario. Colombia.

³PhD. Ciencias de la Actividad Física y el Deporte. Docente de Planta de la Universidad de Pamplona. Colombia.

⁴Miembro del Observatorio de Investigación en Cs de la Actividad Física y el Deporte (OICAFD) – UNELLEZ. Venezuela.

Autor para correspondencia

Responsabilidades

^A Diseño de la investigación. ^B Recolector de datos. ^C Redactor del trabajo. ^D Tratamiento estadístico. ^E Apoyo económico. ^F Idea original y coordinador de toda la investigación

RESUMEN

El objetivo del presente estudio fue determinar la influencia de utilizar diferentes combinaciones de distancias para obtener la velocidad crítica en nadadores. Este estudio descriptivo presentó un enfoque cuantitativo y una muestra a conveniencia, los participantes fueron catorce hombres (edad $15,00 \pm 1,63$ años, peso $52,36 \pm 7,80$ kg, talla $163,71 \pm 8,52$ cm, IMC $19,43 \pm 1,27$ kg/m², experiencia de entrenamiento en natación $2,57 \pm 0,53$ años) y seis mujeres (edad $14,00 \pm 1,00$ años, peso $51,33 \pm 7,23$ kg, talla $154,00 \pm 1,73$ cm, IMC $21,68 \pm 3,34$ kg/m², experiencia de entrenamiento en natación $2,33 \pm 0,58$ años). Para determinar la velocidad crítica de nado (VC) se utilizaron once posibles combinaciones de dos distancias, tres distancias y cuatro distancias de las diferentes pruebas evaluadas en este estudio (50 m, 100 m, 200 m y 400 m). Para la tabulación y análisis de datos se utilizó el paquete estadístico IBM SPSS V.22 con un nivel de



confianza del 95% y un p-valor de 0,05, se aplicaron en este el test de normalidad de Shapiro-Wilk para establecer la distribución de los datos y el Análisis de Varianza (ANOVA) para determinar diferencias significativas entre las medias de cada combinación. Después de analizar los resultados obtenidos se evidencio una distribución normal de los datos ($p > 0,05$), por otro lado, existieron diferencias significativas en hombres ($p < 0,05$) y muy significativas en mujeres ($p < 0,01$) entre las medias de las combinaciones de dos distancias con respecto a la de cuatro distancias. Se concluye que, la combinación de diferentes distancias para determinar la VC si influye significativamente en este índice.

■ PALABRAS CLAVE

evaluación deportiva, jóvenes deportistas, natación, rendimiento aeróbico.

■ ABSTRACT

The objective of the present study was to determine the influence of using different combinations of distances to get the critical speed in swimmers. This descriptive study present a quantitative approach and a convenience sample, the participants were fourteen men (age $15,00 \pm 1,63$ years old, weight $52,36 \pm 7,80$ kg, size $163,71 \pm 8,52$ cm, BMI $19,43 \pm 1,27$ kg/m², swimming training experience $2,57 \pm 0,53$ years) and six women (age $14,00 \pm 1,00$ years old, weight $51,33 \pm 7,23$ kg, size $154,00 \pm 1,73$ cm, BMI $21,68 \pm 3,34$ kg/m², swimming training experience $2,33 \pm 0,58$ years). To determine the critical speed of swimming (CS) were used 11 possible combinations of two distances, three distances and four distances for the different tests evaluated in this study (50 m, 100 m, 200 m and 400 m). For tabulation and data analysis was used the package statistical IBM SPSS V.22 with a 95% confidence level and a p-value of 0.05, applied in this the normality test of Shapiro-Wilk to establish the distribution of the data and the analysis of variance (ANOVA) to determine significant differences between the averages of each combination. After analyzing the results, where as evidence is a normal distribution of data ($p > 0,05$), on the other hand there were significant differences in men ($p < 0,05$) and very significant in women ($p < 0,01$) between the means of combinations of two distances with respect to the four distances. It is concluded that the combination of different distances to determine the CS if it significantly influences in this index.

■ KEY WORDS:

sports assessment, young athletes, swimming, aerobic performance.



■ INTRODUCCIÓN

El suministro de oxígeno es uno de los factores críticos que determinan el rendimiento de la natación¹, dado a que la natación es una modalidad deportiva realizada en el medio acuático, cuyo nivel de rendimiento se asocia a la capacidad del deportista de completar una distancia determinada en el menor tiempo posible^{2,3}, sin embargo los técnicos de este deporte se han encontrado muchas veces con graves problemas a la hora de utilizar herramientas para controlar la preparación, lo cual se debe entre otras cosas, al desconocimiento de los factores del rendimiento y la falta de pruebas que evalúen los mismos⁴, así mismo los procedimientos utilizados con el fin de establecer las velocidades de nado para el entrenamiento de la resistencia aeróbica, suelen basarse en la determinación de la relación existente entre el consumo de oxígeno (VO_2), la concentración sanguínea de lactato ($[La]$) y la frecuencia cardíaca (FC)⁵.

Las ciencias aplicadas a la actividad física y el deporte se caracterizan por su objetivo de trabajar en la optimización del rendimiento de los deportistas para obtener altos logros en la competencia, sin embargo la natación tiene unas circunstancias especiales a la hora de entrenar y monitorizar la actividad física que se lleva a cabo, por esta razón esto ha hecho que a lo largo del tiempo hayan surgido investigaciones y recursos que nos permitan controlar el proceso de entrenamiento de manera efectiva con alternativas a las variables clásicas⁶, por ende la evaluación y control de los componentes más importantes en el rendimiento de la natación hace parte de los factores más relevantes en la planificación de los entrenamientos⁷, en vista de ello para incrementar el rendimiento en nadadores competitivos es necesario el uso de diferentes medios y métodos que permitan evaluar y controlar las variables que se relacionan con el máximo potencial aeróbico en este deporte, en este mismo sentido los controles se realizan por medio de una serie de test o pruebas según la valoración deseada, entre las variables más estudiadas en la natación se encuentra la velocidad⁸.

Los procedimientos disponibles para el establecimiento de velocidades de nado con el propósito de planificar las cargas del entrenamiento de la resistencia aeróbica no siempre son fáciles de llevar a la práctica (coste elevado de equipamientos y materiales, métodos invasivos, duración excesiva de los protocolos, etc)⁵, entre estos esta la velocidad crítica, la cual es uno de los métodos más empleados por los entrenadores de natación debido a que su fácil aplicación permite establecer de forma óptima las zonas del entrenamiento e igualmente posibilita evaluar el rendimiento del nadador, puesto que la velocidad crítica es definida como la velocidad de nado que puede ser sostenida por un largo período de tiempo sin



producir extenuación⁹, e igualmente la velocidad crítica de nado también se destaca en ser una prueba no invasiva, de bajo costo y que supone un índice válido para valorar la capacidad aeróbica del nadador¹⁰⁻¹², también se sugiere que la velocidad crítica de nado puede utilizarse eficazmente para la mejora de la resistencia aeróbica en jóvenes nadadores¹³.

Teniendo en cuenta lo anterior, para llevar un control y seguimiento del entrenamiento deportivo planificado es importante realizar evaluaciones físicas¹⁴, aunque cabe destacar que existen pocos estudios sobre la influencia de la utilización de combinar diferentes distancias para la obtención de la velocidad crítica de nado, puesto que los escasos estudios en los cuales se determina esta por medio de dos y hasta cuatro distancias con diferentes combinaciones lo cual imposibilita la extra polarización de los resultados con otros estudio.

Por lo tanto, el objetivo del presente estudio es determinar la influencia de utilizar diferentes combinaciones de distancias para obtener la velocidad crítica en nadadores.

■ MATERIAL Y MÉTODOS

■ Diseño del estudio

El presente estudio presenta una investigación descriptiva de enfoque cuantitativa y un diseño de campo puesto que la recolección de datos se realizó directamente de los sujetos investigados sin manipular o controlar variable alguna¹⁵, por otro lado se desarrolló con una muestra a conveniencia debido a que la selección se realizó dada la conveniente accesibilidad y proximidad de los sujetos para los investigadores¹⁶.

■ Participantes

Los participantes de este estudio fueron catorce hombres (edad $15,00 \pm 1,63$ años, peso $52,36 \pm 7,80$ kg, talla $163,71 \pm 8,52$ cm, IMC $19,43 \pm 1,27$ kg/m², experiencia de entrenamiento $2,57 \pm 0,53$ años) y seis mujeres (edad $14,00 \pm 1,00$ años, peso $51,33 \pm 7,23$ kg, talla $154,00 \pm 1,73$ cm, IMC $21,68 \pm 3,34$ kg/m², experiencia de entrenamiento $2,33 \pm 0,58$ años), todos los sujetos estaban capacitados en el entrenamiento de la natación y se encontraban en una etapa precompetitiva realizando una frecuencia de 4 sesiones semanales y recorriendo una distancia media de 15.000 m por semana.

Todos los sujetos firmaron un consentimiento informado en el cual se informaba del objetivo del estudio, así como también de las pruebas a ser aplicadas, e igualmente la cesión de los datos con



objetivos de investigación siempre que se respetara la confidencialidad de los participantes, dado el caso que se desarrolló con jóvenes este consentimiento también fue firmado por los padres o tutores legales.

■ Protocolo experimental

El estudio se desarrolló en el complejo acuático de San José de Cúcuta, en este los participantes realizaron un calentamiento previo a las pruebas el cual consistió en una distancia aproximada de 1000 m nadados a una velocidad baja combinando ejercicios para la corrección técnica y trabajo específico de piernas, posteriormente ejecutaban un intento máximo por día de las siguientes distancias: 50 m, 100 m, 200 m y 400 m en nado estilo crol. La distancia a recorrer en el día se determinaba de forma aleatoria y con una distancia mínima de 24 horas con respecto a la anterior para permitir la adecuada recuperación, así mismo la salida se realizaba dentro de la piscina (50 m de distancia y temperatura de 26-28 °C) junto al borde, para obtener los tiempos de las pruebas con precisión de milésimas de segundos se utilizó el *Cronometro Casio Hs-80tw*.

■ Determinación de la velocidad crítica de nado

La velocidad crítica representa la regresión lineal entre la distancia y el tiempo obtenido^{9,17}, por ende se utilizaron las siguientes posibles combinaciones de dos y más distancias para determinar la velocidad crítica de nado: VC1 (50 m y 100 m), VC2 (50 y 200 m), VC3 (50 m y 400 m), VC4 (100 m y 200 m), VC5 (100 m y 400 m), VC6 (200 m y 400 m), VC7 (50 m, 100 m y 200 m), VC8 (100 m, 200 m y 400 m), VC9 (50 m, 100 m y 400 m), VC10 (50 m, 200 m y 400 m) y VC11 (50 m, 100 m, 200 m y 400 m).

■ Consideraciones éticas

Este estudio tuvo en cuenta los principios éticos para las investigaciones médicas en seres humanos expuestos en la Declaración de Helsinki de la Asociación Médica Mundial (AMM)¹⁸ y los estándares éticos establecidos para investigaciones en ciencias del deporte y del ejercicio¹⁹, igualmente se consideraron las normas científicas, técnicas y administrativas para la investigación en salud indicados en la resolución N° 008430 de 1993 del Ministerio de Salud de Colombia²⁰, clasificándose este estudio en una categoría de riesgo mayor que el mínimo.

■ Análisis de datos

Para la tabulación y análisis de datos se utilizó el paquete estadístico IBM SPSS V.22, en este software se efectuó el test de normalidad de



Shapiro-Wilk para establecer la distribución simétrica de los datos, así mismo se realizó un análisis de varianza (ANOVA) para comparar las medias de todas las combinaciones de distancias y determinar cuales se diferencian significativamente con respecto a otras, para ello se fijó un nivel de confianza del 95% y un p-valor de 0,05.

■ RESULTADOS

Los valores medios y desviaciones estándar de tiempo y velocidad en cada prueba por parte de los hombres se pueden observar en la Tabla 1, así mismo se evidencia una distribución normal de los datos ($p > 0,05$), por otra parte los histogramas de las velocidades obtenida en cada prueba con su respectiva curva de normalidad se muestran en las Figuras 1-4.

Tabla 1. Valores obtenidos en las pruebas de 50 m, 100 m, 200 m y 400 m por los hombres.

Mujeres (6)				
Variabes	50 m	100 m	200 m	400 m
Tiempo (s)	38,02±0,96	89,37±6,27	200,33±4,60	421,99±11,33
Velocidad (m/s)	1,22±0,12	1,12±0,08	1,06±0,08	0,97±0,04
Normalidad (Shapiro-Wilk)	0,4	0,08	0,35	0,63

Leyenda: *Distribución no normal ($p < 0,05$)

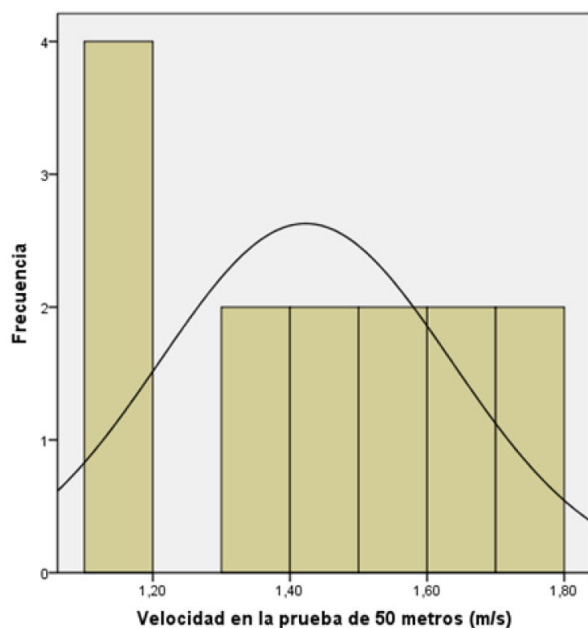


Figura 1. Velocidad en la prueba de 50 metros de los hombres.

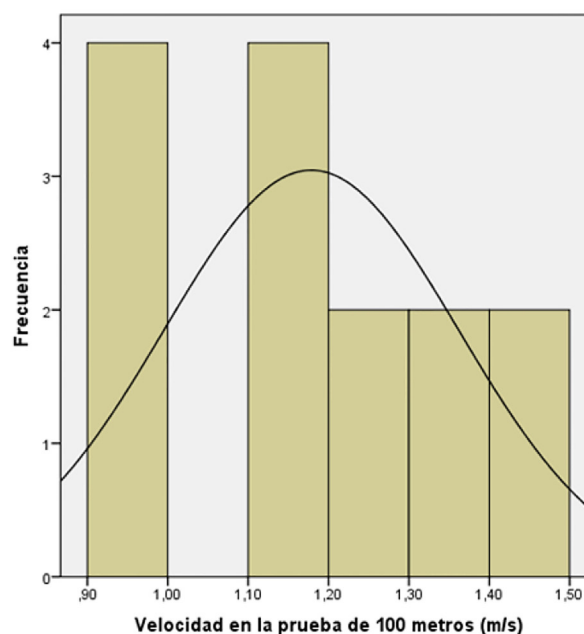


Figura 2. Velocidad en la prueba de 100 metros de los hombres.

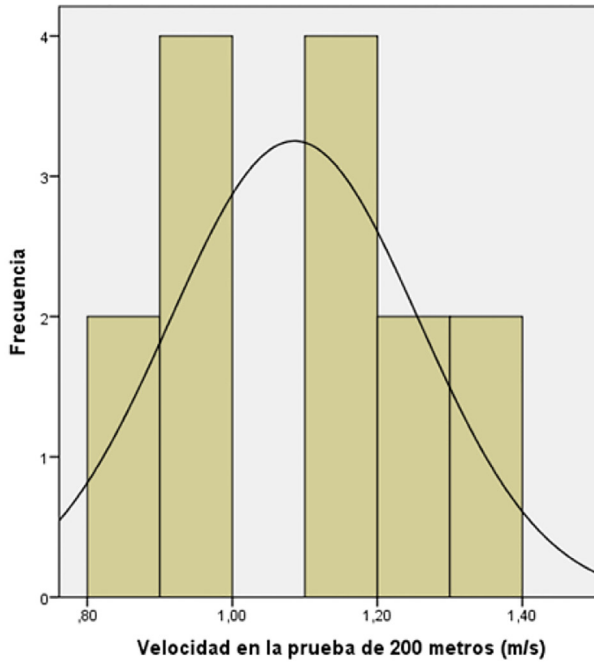


Figura 3. Velocidad en la prueba de 200 metros de los hombres.

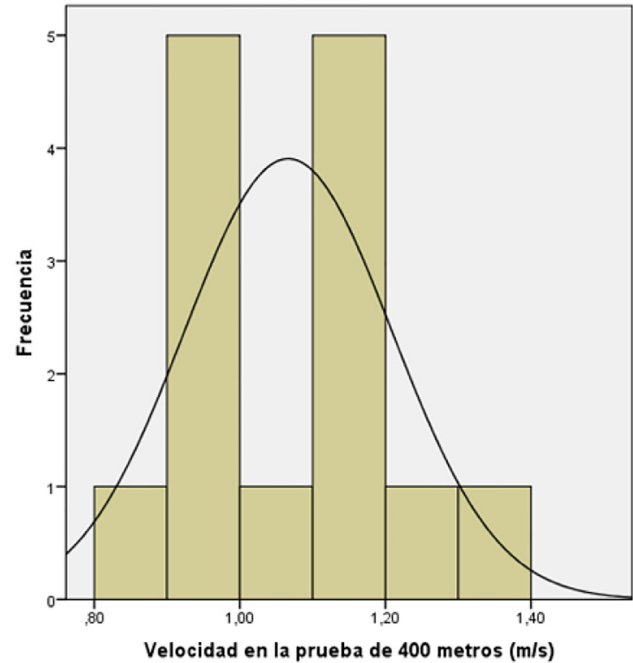


Figura 4. Velocidad en la prueba de 400 metros de los hombres.

En la Tabla 2 se pueden observar que los valores medios y desviaciones estándar de tiempo y velocidad en cada prueba por parte de las mujeres, igualmente se evidencia una distribución normal de los datos ($p > 0,05$), por otra parte los histogramas de las velocidades obtenida en cada prueba con su respectiva curva de normalidad se muestran en las Figuras 5-8.

Tabla 2. Valores obtenidos en las pruebas de 50 m, 100 m, 200 m y 400 m por las mujeres.

Variables	Mujeres (6)			
	50 m	100 m	200 m	400 m
Tiempo (s)	38,02±0,96	89,37±6,27	200,33±4,60	421,99±11,33
Velocidad (m/s)	1,22±0,12	1,12±0,08	1,06±0,08	0,97±0,04
Normalidad (Shapiro-Wilk)	0,4	0,08	0,35	0,63

Leyenda: *Distribución no normal ($p < 0,05$)

La Tabla 3 permite interpretar que la velocidad obtenida de los hombres en cada prueba no manifiesta diferencias significativas al comparar las distancias 50 m-100 m, 100 m- 200 m y 200 m-400 m ($p > 0,05$), sin embargo si existe diferencia significativa al comparar la velocidad obtenida en la prueba de 50 m con la de 100 m por parte de las mujeres ($p < 0,05$).

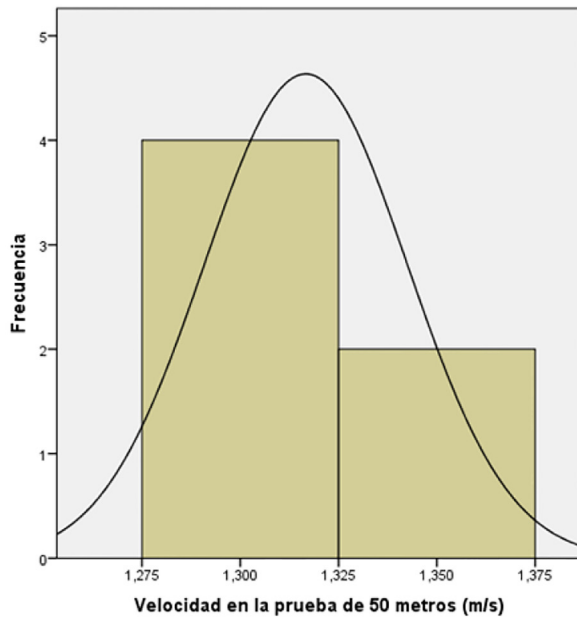


Figura 5. Velocidad en la prueba de 50 metros de las mujeres

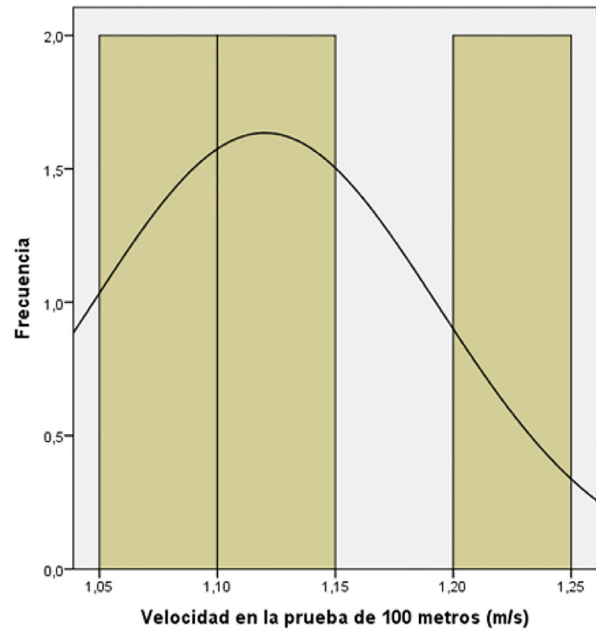


Figura 6. Velocidad en la prueba de 100 metros de las mujeres

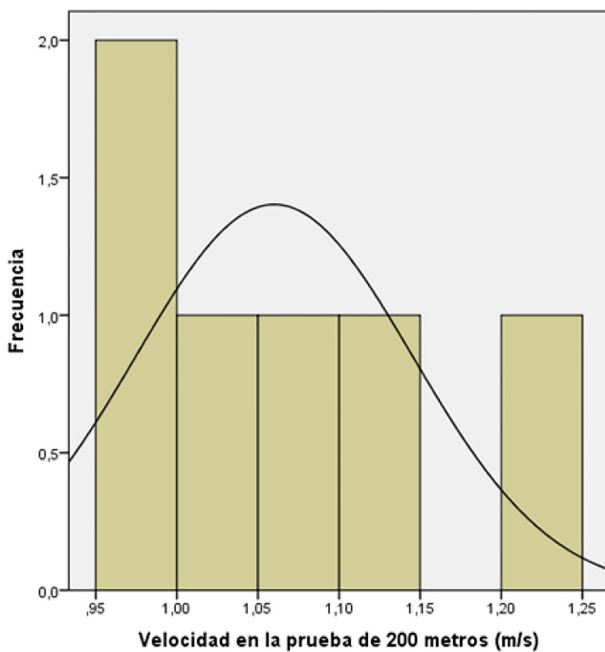


Figura 7. Velocidad en la prueba de 200 metros de las mujeres

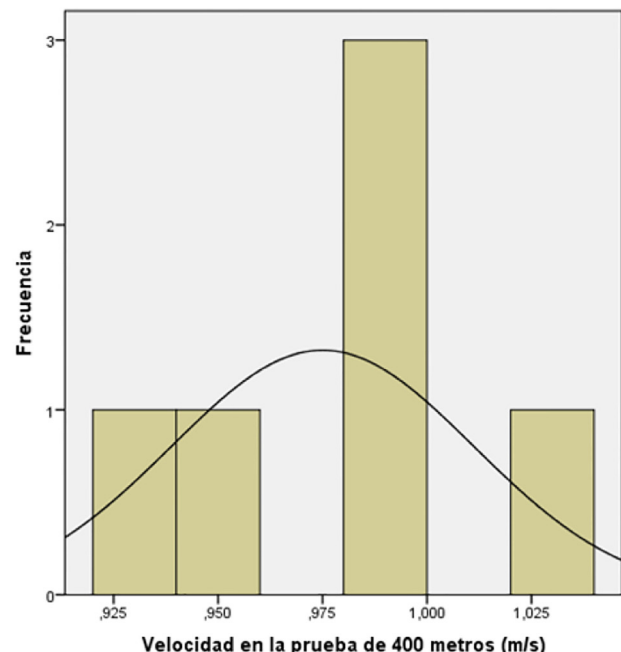


Figura 8. Velocidad en la prueba de 400 metros de las mujeres

Tabla 3. Análisis de la varianza de las velocidades en las pruebas efectuadas.

	Velocidad (m/s)		
ANOVA	50 m-100 m	100 m-200 m	200 m-400 m
Hombres (14)	0,05	0,37	0,63
Mujeres (6)	0,02*	0,07	0,08

Leyenda: *Diferencia estadísticamente significativa ($p < 0,05$)



Los valores medios y desviaciones estándar de la velocidad crítica de nado (VC) obtenida por las diferentes combinaciones de distancias se pueden observar en la Tabla 4.

Tabla 4. Resultados de la velocidad crítica de nado.

Combinaciones	VC (m/s)	
	Hombres (14)	Mujeres (6)
VC1 (50 m y 100 m)	1,01±0,19	0,98±0,11
VC2 (50 m y 200 m)	1,01±0,17	0,90±0,07
VC3 (50 m y 400 m)	1,01±0,10	0,91±0,03
VC4 (100 m y 200 m)	1,01±0,20	0,90±0,07
VC 5 (100 m y 400 m)	1,01±0,10	0,90±0,01
VC 6 (200 m y 400 m),	1,02±0,08	0,90±0,06
VC7 (50 m, 100 m y 200 m)	0,80±0,19	0,69±0,09
VC8 (100 m, 200 m y 400 m)	0,93±0,15	0,76±0,05
VC9 (50 m, 100 m y 400 m)	0,96±0,10	0,85±0,01
VC10 (50 m, 200 m y 400 m)	0,94±0,09	0,82±0,53
VC11 (50 m, 100 m, 200 m y 400 m)	0,74±0,24	0,53±0,04

Entre los resultados más destacados de la Tabla 5 se puede evidenciar de acuerdo a los datos de los hombres que todas las combinaciones de dos distancias (VC1-VC6) manifiestan diferencias significativas con respecto a la combinación de cuatro distancias (VC11) ($p < 0,05$), así mismo cabe destacar que las combinaciones VC3, VC5 y VC6 obtuvieron diferencias significativas con relación a la VC7 ($p < 0,05$).

Tabla 5. Análisis de la varianza de las velocidades críticas de nado obtenida por las combinaciones de distancias en hombres.

ANOVA	Hombres (14)										
	VC1	VC2	VC3	VC4	VC5	VC6	VC7	VC8	VC9	VC10	VC11
VC1		0,94	0,97	0,99	0,99	0,90	0,05	0,39	0,51	0,39	0,04*
VC2	0,94		0,95	0,94	0,93	0,81	0,05	0,41	0,55	0,41	0,04*
VC3	0,97	0,95		0,97	0,97	0,80	0,02*	0,27	0,36	0,22	0,02*
VC4	0,99	0,94	0,97		0,99	0,91	0,06	0,40	0,53	0,41	0,04*
VC5	0,99	0,93	0,97	0,99		0,82	0,02*	0,25	0,33	0,19	0,02*
VC6	0,90	0,81	0,80	0,91	0,82		0,01*	0,17	0,20	0,10	0,01*
VC7	0,05	0,05	0,02*	0,06	0,02*	0,01*		0,16	0,07	0,09	0,64
VC8	0,39	0,41	0,27	0,40	0,25	0,17	0,16		0,69	0,88	0,10
VC9	0,51	0,55	0,36	0,53	0,33	0,20	0,07	0,69		0,74	0,05
VC10	0,39	0,41	0,22	0,41	0,19	0,10	0,09	0,88	0,74		0,06
VC11	0,04*	0,04*	0,02*	0,04*	0,02*	0,01*	0,64	0,10	0,05	0,06	

Leyenda: *Diferencia estadísticamente significativa ($p < 0,05$)



Por otra parte en la Tabla 6 se puede observar que todas las combinaciones salvo la VC7 presentan diferencias muy significativas con respecto a VC11 ($p < 0,01$), igualmente todas las combinaciones de dos distancias (VC1-VC6) presentaron diferencias significativas al compararlas con VC7 y VC8, además la VC3, VC5, VC7 y VC8 obtuvieron medias significativamente diferentes con la obtenida en la VC9 ($p < 0,05$).

Tabla 6. Análisis de la varianza de las velocidades críticas de nado obtenida por las combinaciones de distancias en mujeres.

ANOVA	Mujeres (6)										
	VC1	VC2	VC3	VC4	VC5	VC6	VC7	VC8	VC9	VC10	VC11
VC1		0,35	0,33	0,35	0,27	0,34	0,02*	0,03*	0,10	0,08	0,00**
VC2	0,35		0,87	1,00	0,95	1,00	0,03*	0,04*	0,24	0,18	0,00**
VC3	0,33	0,87		0,87	0,58	0,85	0,01*	0,01*	0,02*	0,07	0,00**
VC4	0,35	1,00	0,87		0,95	1,00	0,03*	0,04*	0,24	0,18	0,00**
VC5	0,27	0,95	0,58	0,95		0,94	0,01*	0,01*	0,01*	0,08	0,00**
VC6	0,34	1,00	0,85	1,00	0,94		0,02*	0,03*	0,18	0,15	0,00**
VC7	0,02*	0,03*	0,01*	0,03*	0,01*	0,02*		0,32	0,04*	0,11	0,05
VC8	0,03*	0,04*	0,01*	0,04*	0,01*	0,03*	0,32		0,04*	0,25	0,00**
VC9	0,10	0,24	0,02*	0,24	0,01*	0,18	0,04*	0,04*		0,46	0,00**
VC10	0,08	0,18	0,07	0,18	0,08	0,15	0,11	0,25	0,46		0,00**
VC11	0,00**	0,00**	0,00**	0,00**	0,00**	0,00**	0,05	0,00**	0,00**	0,00**	

Leyenda: *Diferencia estadísticamente significativa ($p < 0,05$), **Diferencia estadísticamente muy significativa ($p < 0,01$)

■ DISCUSIÓN

Los principales resultados de este estudio permiten identificar que existe una gran variabilidad de la velocidad crítica obtenida al comparar las combinaciones de diferentes distancias, por ende este factor es bastante crítico cuando se estructuran las cargas del entrenamiento de acuerdo a la velocidad crítica de nado obtenida en la evaluación del nadador, dado a que la variación elevada entre las diferentes combinaciones imposibilita establecer los ritmos de velocidad acordes al objetivo de cada etapa de la planificación.

Los modelos de control pretenden establecer las velocidades de nado para mejorar la eficacia de los entrenamientos de la resistencia aeróbica, obteniendo mejores resultados⁷, así mismo los resultados de diversos estudios sugieren que la velocidad crítica de nado es un método válido, fiable, práctico y no invasivo que se puede utilizar eficazmente para mejorar la resistencia aeróbica de nadadores jóvenes^{13,21,22}, dado que una vez conocida la Velocidad crítica de nado, se pueden determinar las velocidades para el entrenamiento de la resistencia aeróbica en las distintas zonas de intensidad, aplicando un índice de corrección sobre el valor de la velocidad crítica⁵, por ende cuando la distancia de las repeticiones se incrementa de 100 a 200 y 400 m la velocidad debe reducirse en un 2% para lograr respuestas metabólicas similares²³.



Cabe destacar que la velocidad crítica de nado es un índice relacionado con la capacidad aeróbica del nadador, por ende, es crucial que los tiempos de esfuerzo utilizados para determinarla se encuentren por encima de los tres minutos²², debido a que duraciones menores de las pruebas podría influenciar este índice por el efecto de la inercia aeróbica²⁴. Por otro lado en el caso de los hombres de este estudio las distancias cortas (50 m, 100 m y 200 m) utilizadas en las combinaciones VC1, VC2, VC4 obtuvieron un tiempo medio de $163,48 \pm 71,31$ s, y, por ende no presentaron diferencias significativas con respecto a las demás combinaciones salvo la de cuatro distancias (VC11), mientras que en las mujeres las distancias cortas (50 m y 100 m) utilizada en la combinación VC1 el tiempo medio fue de $89,37 \pm 6,27$ s, esto resulto en una diferencia significativa con combinaciones VC7 y VC8. Por lo tanto posiblemente las diferencias significativas en los hombres están relacionadas con la combinación de todas las distancias cortas (50 m, 100 m y 200 m) y una prueba de media distancia (400 m) la cual presenta una duración en los participantes del estudio mayor de los tres minutos, por otra parte en las mujeres se puede deber principalmente a que la velocidad critica obtenida por distancias con tiempos inferiores a los tres minutos es significativamente diferente a aquella obtenida al combinar dos distancias inferiores a tres minutos y una superior a tres minutos (VC7) o al combinar una distancia inferior a tres minutos y dos superiores a los tres minutos (VC8).

En un estudio determinaron que la velocidad critica obtenida fue un 11% inferior que la velocidad que puede ser mantenida a expensas del consumo máximo de oxígeno del sujeto en el estilo crawl²⁵, sin embargo, fueron realizados con las siguientes distancias 45,7 m, 91,4 m y 182,9 m por lo cual no se puede predecir este mismo comportamiento entre ambas variables a mayores distancias. Por otro lado en otra investigación encontró una correlación alta entre la velocidad critica de nado y el límite anaeróbico solamente en las combinaciones de distancias que incluían la prueba de 400 m²⁶, así mismo en un estudio se pudo evidenciar una alta correlación entre las siguientes combinaciones: 50/100/200 m (VC7); 100/200/400 m (VC8); 50/100/200/400 m (VC11) y 200/400 m (VC6) con el rendimiento en la prueba de 400 m ($p < 0.01$)²⁷. Por lo cual las combinaciones VC3, VC5 y VC6 presentan diferencias significativas con VC7, VC8 y VC9, dado a que estas al combinar dos distancias y entre las cuales se encuentra la prueba de 400 metros se tiende a predecir la velocidad critica de nado asociada al límite anaeróbico, sin embargo, al comparar las medias de tres distancias cortas (VC7) o dos distancias cortas y la prueba de 400 metros (VC8 y VC9) disminuyo significativamente la velocidad de los participantes.



Teniendo en cuenta que la velocidad crítica obtenida por medio de las distancias de 50 m y 100 m no fue significativamente más alta con respecto a las demás combinaciones ($p > 0,05$) comparando con el estudio de referencia²², aunque si se obtuvo diferencias significativas entre las medias de las pruebas de 50 m y 100 m solamente en las mujeres, lo cual indica que la velocidad obtenida en la prueba de 50 m disminuyó significativamente con la obtenida en la prueba de 100 metros. En otros estudios que determinaron la velocidad crítica de nado se puede evidenciar que los muchachos presentan mejor rendimiento que las niñas debido a su mayor potencia^{22,28}, y que los valores obtenidos en la velocidad se encuentran por debajo de otros estudios^{27,29,30}, sin embargo esto posiblemente esté justificado dada la mayor experiencia en el deporte de la natación con la muestra de esos estudios, considerando que las adaptaciones al largo plazo producto de las cargas continuas del entrenamiento serán más marcadas en aquellos que tienen mayor experiencia en el deporte.

■ CONCLUSIONES

Teniendo en cuenta los resultados de este estudio, se concluye que, la combinación de diferentes distancias para determinar la velocidad crítica de nado si influye significativamente en este índice, puesto que se obtuvieron diferencias significativas de esta al comparar los valores medios en hombres ($p < 0,05$) y muy significativos en mujeres ($p < 0,01$), por lo cual la combinación de diferentes distancias para determinar la velocidad crítica de nado debe ser cuidadosamente estructurada de acuerdo a las necesidades específicas de la prueba en la que compite el deportista.

■ LIMITACIÓN DEL ESTUDIO Y RECOMENDACIONES

La principal limitación de esta investigación fue la poca existencia de artículos científicos relacionados con determinar la influencia de la combinación de diferentes distancias en la velocidad crítica de nado, en vista de ello se sugiere para futuras investigaciones relacionadas con esta temática el uso de instrumentos que permitan la evaluación de lactato sanguíneo y VO_2 max en todas las pruebas con el propósito de obtener valores más objetivos relacionados con el rendimiento anaeróbico y aeróbico de los nadadores, así mismo incluir pruebas de larga distancia para establecer las posibles diferencias significativas en la velocidad crítica de nado que se puedan reflejar en las diferentes combinaciones de distancias cortas, medias y largas, dado a que esta es utilizada para la planificación de las cargas del entrenamiento por su fiabilidad para valorar la capacidad aeróbica del nadador.



■ CONFLICTO DE INTERÉS

Los autores declaran no tener ningún conflicto de interés.

■ AGRADECIMIENTOS

Gracias a todos los deportistas que participaron voluntariamente y a la Universidad de Pamplona por apoyar este estudio.

■ REFERENCIAS

1. Sousa A, Figueiredo P, Pendergast D, Kjendlie PL, Vilas-Boas JP, Fernandes RJ. (2014). Critical evaluation of oxygen-uptake assessment in swimming. *International Journal of Sports Physiology Performance*. 2014; 9(2):190-202. doi: [10.1123/ijsp.2013-0374](https://doi.org/10.1123/ijsp.2013-0374)
2. Barbosa TM, Morais JE, Marques MC, Costa MJ, Marinho DA. The power output and sprinting performance of young swimmers. *Journal of strength and conditioning research/National Strength & Conditioning Association*. 2014; 29(2):440-450. doi: [10.1519/JSC.0000000000000626](https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000000626)
3. Willems TM, Cornelis JA, De Deurwaerder LE, Roelandt F, De Mits S. The effect of ankle muscle strength and flexibility on dolphin kick performance in competitive swimmers. *Human Movement Science*. 2014; 36:167-176. doi: [10.1016/j.humov.2014.05.004](https://doi.org/10.1016/j.humov.2014.05.004)
4. Hernández Garay, A, Sánchez Oms A, García Vázquez LA. Factores del rendimiento para el control de los nadadores escolares de resistencia. *Revista Digital EFDeportes*. 2016; Año 21 - Nº 216. Disponible en: <http://www.efdeportes.com/efd216/factores-del-rendimiento-de-los-nadadores.htm>
5. Oca Gaia A. Uso de la velocidad crítica para el entrenamiento de la resistencia aeróbica en nadadores jóvenes. 2013. Disponible en: <http://g-se.com/es/entrenamiento-en-natacion/blog/uso-de-la-velocidad-critica-para-el-entrenamiento-de-la-resistencia-aerobica-en-nadadores-jovenes>
6. Morán-Navarro R. Adaptación de los métodos de entrenamiento a las particularidades de la natación. *SPORT TK-Revista EuroAmericana de Ciencias del Deporte*. 2016; 5(1):75-80. Disponible en: <http://revistas.um.es/sportk/article/view/249141>
7. Sánchez García A, Salguero del Valle A. Valoración de la resistencia aeróbica de los nadadores a través del test de la velocidad crítica de nado (Tesis de pregrado). Universidad de León: España. 2014/2015.
8. Castañeda Tovar SM. Perfil técnico y de rendimiento en natación en cadetes y alféreces no entrenados: una aproximación en la Escuela Militar de Cadetes General José María Córdova. *Revista Científica General José María Córdova*. 2014; 12(13):321-330. Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S1900-65862014000100012&script=sci_abstract&lng=es



9. Wakayoshi K, Ikuta K, Yoshida T, Udo M, Moritani T, Mutoh Y, Miyashita M. Determinación y Validez de la Velocidad Crítica, como un Índice de Performance de Natación, en Nadadores Competitivos. PubliCE Standard. 1993. Disponible en: <https://g-se.com/es/evaluacion-deportiva/articulos/determinacion-y-validez-de-la-velocidad-critica-como-un-ndice-de-performance-de-natacion-en-nadadores-competitivos-220>
10. Costa A, Silva A, Louro H, Reis V, Garrido N, Marques M, Marinho D. Can the be used to estimate critical velocity in young competitive swimmers?. Journal of Sports Science and Medicine. 2009; 8:17-23. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24150551>
11. Ortega Díez, J. Velocidad crítica de nado. 2014. Disponible en: <http://g-se.com/es/entrenamiento-de-la-resistencia/blog/velocidad-critica-de-nado>
12. Toubekis AG, Tokmakidis SP. Metabolic responses at various intensities relative to critical swimming velocity. Journal of Strength and Conditioning Research. 2013; 27(6):1731-1741. doi: [10.1519/JSC.0b013e31828dde1e](https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e31828dde1e)
13. Toubekis AG, Tsami AP, Smilios IG, Douda HT, Tokmakidis SP. (2011b). Training-induced changes on blood lactate profile and critical velocity in young swimmers. Journal of Strength and Conditioning Research. 2011b; 25(6):1563-1570. doi: [10.1519/JSC.0b013e3181ddfafc](https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181ddfafc).
14. Acevedo-Mindiola AA, Bustos-Viviescas BJ. Correlación entre la flexibilidad de la musculatura isquiosural con la altura del salto vertical en jugadores de balonmano selección del departamento Norte de Santander. EDU-FÍSICA: Revista de Ciencias Aplicadas al Deporte. 2017; 9(20):109-120. Disponible en: <http://revistas.ut.edu.co/index.php/edufisica/article/view/1198/957>
15. Arias Odón FG. Metodología de la investigación en las ciencias aplicadas al deporte: un enfoque cuantitativo. Revista Digital EFDeportes. 2011; Año 16 - Nº 157. Disponible en: <http://www.efdeportes.com/efd157/investigacion-en-deporte-enfoque-cuantitativo.htm>
16. Scribano AO. El proceso de investigación social cualitativo. Buenos Aires, Argentina: Prometeo Libros, 2007.
17. Wakayoshi K, Yoshida T, Udo M, Kasai T, Moritani T, Mutoh Y, Miyashita M. A simple method for determining critical speed as swimming fatigue threshold in competitive swimming. International Journal of Sports Medicine. 1992; 13(5):367-371. doi: [10.1055/s-2007-1021282](https://doi.org/10.1055/s-2007-1021282)
18. Asociación Médica Mundial. Declaración de Helsinki de la AMM-Principios éticos para las investigaciones médicas en seres humanos. 2013. Disponible en: <http://www.isciii.es/ISCIII/es/contenidos/fd-investigacion/fd-evaluacion/fd-evaluacion-etica-investigacion/Declaracion-Helsinki-2013-Esp.pdf>
19. Harriss DJ, Atkinson G. Ethical standards in sport and exercise science research: 2014 update. International Journal of Sports Medicine. 2013; 34(12):1025-1028. doi: [http://dx.doi.org/10.1055/s-0033-1358756](https://doi.org/10.1055/s-0033-1358756)
20. Ministerio de salud de Colombia. Normas científicas, técnicas y administrativas



para la investigación en salud. RESOLUCIÓN N° 008430 DE 1993. Disponible en: https://www.unisabana.edu.co/fileadmin/Documentos/Investigacion/comite_de_etica/Res_8430_1993_-_Salud.pdf

21. Minganti C, Demarie S, Comotto S, Meeusen R, Piacentini F. Evaluation of critical swimming velocity in young amateur swimmers. *Sport Sciences for Health*. 2012; 7(2):87–89. doi: [10.1007/s11332-012-0118-5](https://doi.org/10.1007/s11332-012-0118-5)

22. Toubekis A, Tsami A, Tokmakidis S. Critical velocity and lactate threshold in young swimmers. *International Journal of Sports Medicine*. 2006; 27(2):117-123.

23. Toubekis AG, Vasilaki A, Douda H, Gourgoulis V, Tokmakidis S. Physiological responses during interval training at relative to critical velocity intensity in young swimmers. *Journal of Science and Medicine in Sport*. 2011a; 14(4):363-368. doi: [10.1016/j.jsams.2011.03.002](https://doi.org/10.1016/j.jsams.2011.03.002)

24. Machado MV, Junior OA, Batista AE, Triana RO, Marques AC, Altamaru LR, Junior DM. The influence of different distances on determination of critical velocity in swimmers. *Revista Brasileira de Cineantropometria y Desempenho Humano*. 2009; 11(2):190-194. doi: <http://dx.doi.org/10.5007/1980-0037.2009v11n2p190>

25. Prampero PE, Dekerle J, Capelli C, Zamparo P. The critical velocity in swimming. *European Journal of Applied Physiology*. 2008; 102(2):165-71. doi: [10.1007/s00421-007-0569-6](https://doi.org/10.1007/s00421-007-0569-6)

26. Kokubun E. Velocidade crítica como estimador do limiar anaeróbio na natação. *Revista Brasileira de Educação Física e Esporte*. 1990; 10(1):5-20. Disponible en: <http://cev.org.br/biblioteca/velocidade-critica-como-estimador-limiar-anaerobio-natacao/>

27. Altamari JM, Altamari LR, Gulak A, Chacon-Mikahil MPT. Correlações entre protocolos de determinação do limiar anaeróbio e o desempenho aeróbio em nadadores adolescentes. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*. 2007; 13(4):245-250. doi: <https://dx.doi.org/10.1590/S1517-86922007000400007>

28. Greco CC, Pelarigo JG, Figueira TR, Denadai BS. Effects of gender on stroke rates, critical speed and velocity of a 30-min swim in young swimmers. *Journal of Sports Sciences and Medicine*. 2007; 6(4):441-447. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24149476>

29. Papoti M, Zagatto AM, Mendes OC, Gobatto CA. Utilização de métodos invasivo e não invasivo na predição das performances aeróbia e anaeróbia em nadadores de nível nacional. *Revista Portuguesa de Ciências do Desporto*. 2005; 5(1):7-14. Disponible en: http://www.scielo.mec.pt/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1645-05232005000100002

30. Pessôa Filho DM, Simionato AR, Siqueira LO, Espada MA, Pestana D. Influência da composição corporal regional e total sobre o desempenho de nado e índices aeróbios. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*. 2016; 22(3):195-199. doi: <https://dx.doi.org/10.1590/1517-869220162203151766>