

Diseño de un programa de entrenamiento intensificado para la mejora de los virajes de estilo crol en natación

Intensified training program design for the improvement of front crawl flip turn technique

Julio Diez Ruipérez, Olga Molinero González, Abel Nogueira López, Alfonso Salguero del Valle
Universidad de León (España)

Resumen. El viraje es uno de los componentes esenciales de las pruebas de natación, siendo el gesto técnico que deberá realizar un nadador para llevar a cabo el cambio de sentido de desplazamiento en el momento que llega al final del vaso. El objetivo principal de esta investigación fue diseñar y poner en práctica un programa de entrenamiento específico que permitiera el perfeccionamiento de la técnica de los virajes de estilo crol. Participaron 14 nadadores (ocho hombres y seis mujeres), edad media 15.29 ± 2.32 años, que fueron divididos en tres grupos: *control*, *experimental 1* y *experimental 2*. Se realizó una primera sesión de grabación de virajes (Toma 1), analizando los tiempos y velocidades de aproximación y separación, así como el lugar de contacto con la pared y la posición adoptada por los pies en el momento del impulso. Posteriormente, ambos grupos experimentales, realizaron durante ocho semanas, un *Programa de Entrenamiento Intensificado de Virajes de Estilo Crol* (PEIVEC). Además, el *grupo experimental 2*, recibió un feedback sensorial intrínseco a través de unos *sensores de viraje* (SV). Finalizado el programa, se llevó a cabo una segunda grabación (Toma 2), a fin de comprobar los efectos del mismo. Los resultados obtenidos permiten afirmar que tras intervención se produjeron mejoras cuantitativas a favor de los grupos experimentales, fundamentalmente en lo referido a la fase de separación, y cualitativas, al analizar el lugar de contacto de los pies en la pared. El mayor porcentaje de mejora entre tomas se produjo en el *grupo experimental 2* (PEIVEC + SV).

Palabras clave: natación, estilo crol, viraje, *feedback* intrínseco, programa de entrenamiento.

Abstract. The crawl flip turn is one of the essential components of the swimming tests, and it is the technical skill that a swimmer must perform to carry out the change of direction of displacement at the moment he reaches the end of the pool. The main aim of this research was to design and implement a specific training program that would improve the technique of front crawl flip turns. 14 swimmers participated (eight men and six women), mean age 15.29 ± 2.32 years, which were divided into three groups: *control*, *experimental 1* and *experimental 2*. A first session of turns recording (Data 1) was carried out, analyzing times and speeds of approach and separation, as well as the place of contact with the wall and the adopted position by feet at the moment of impulse. Afterwards, both experimental groups performed an *Intensified Training Program for Front Crawl Turns* (ITPFCT) during eight weeks. In addition, *experimental group 2* received intrinsic sensory feedback through *flip-turning sensors* (FTV). At the end of the program, a second recording was made (Data 2), in order to check its effects. The results obtained allow us to affirm that the intervention produced quantitative improvements in experimental groups separation phase, and qualitatively in the place of contact of the feet on the wall. The highest percentage of improvement between intakes occurred in *experimental group 2* (ITPFCT + FTV).

Keywords: swimming, front crawl, flip turn, intrinsic feedback, training program.

Introducción

La práctica de la natación de competición tiene lugar en unas instalaciones con dimensiones estandarizadas de 25 metros (m), piscina corta, o 50 m, piscina larga, lo cual implica que, en función de la distancia a completar, el nadador tendrá que cambiar el sentido de su desplazamiento en diversas ocasiones (Morais, Marinho, Arellano & Barbosa, 2018). Arellano (2010) se refiere

a la técnica del viraje como la manera que tiene el nadador de realizar ese cambio de sentido. Este gesto técnico se considera uno de los componentes esenciales en las pruebas de la modalidad deportiva que nos ocupa, junto con la salida, el nado y la llegada (Taladriz, de la Fuente & Arellano, 2017).

Son numerosas las investigaciones que destacan la importancia del estudio y análisis del viraje, teniendo en cuenta la gran incidencia que puede tener en el resultado final de la competición (Veiga & Roig, 2017). Morais et al. (2018) señalan que este gesto técnico puede llegar a representar el 19-20% del tiempo total en

una prueba de 100 m, siendo el tiempo de viraje, después de la velocidad de nado, el parámetro que más correlaciona con el tiempo final de la prueba (Lyttle, Blanksby, Elliott & Lloyd, 1999; Mason & Cossor, 2001). Entre las pruebas donde el viraje toma mayor relevancia, destacan las de mariposa y las de estilos, así como aquellas que se realizan en piscina corta frente a piscina larga, ya que las primeras implican un mayor número de virajes (Mason & Cossor, 2001; Sanchez, 2000). Su perfeccionamiento pasará por aprovechar la velocidad de aproximación, rotar rápidamente y acelerar el cuerpo durante el impulso y nado subacuático. Por tanto, son muchos los aspectos mejorables y cada uno repercutirá en la disminución del tiempo total de viraje (Arellano, 2010).

El presente estudio se centra exclusivamente en el viraje de estilo crol, cuya técnica ha evolucionado y se ha perfeccionado notablemente en las últimas décadas. En la actualidad, el viraje más empleado en estilo crol es el denominado como vuelta americana, el cual implica la participación de los ejes transversal (180°) y longitudinal (180°) (Llana, Pérez, DelValle & Sala, 2016). Existen ciertas variantes en este gesto, dos según Weimar et al. (2019), y hasta cuatro para Pereira et al. (2015), pero a pesar de esto, podemos distinguir una serie de fases comunes a todas ellas, cuyos aspectos claves señalamos a continuación:

- *Fase de Aproximación:* ocupa los últimos metros antes de llegar al final del vaso. El propósito mecánico de esta fase debe ser el de no reducir la velocidad de nado, por lo que no se debe sacar la cabeza para respirar durante esta última brazada, ni tampoco elevarla. Así mismo, y para evitar la citada pérdida de velocidad, el brazo más retrasado se debe pegar al cuerpo sin comenzar el recobro (Arellano, 2010).

- *Fase de Giro:* en este momento se producirá un giro (180°) en el eje transversal acompañado de un giro en el eje longitudinal que tendrá su continuación en la fase de nado subacuático ($90^\circ + 90^\circ$). El propósito mecánico de esta fase debe ser el de girar lo más rápidamente posible, para lo cual será necesario agrupar el cuerpo para conseguir un mayor momento de giro, y alcanzar la pared a la distancia apropiada, con una flexión y colocación de piernas que favorezca el posterior empuje en la pared (Araujo et al., 2010; Arellano, 2010; Chollet, 2003).

- *Fase de Impulso:* los pies entrarán en contacto con la pared, y lo recomendable es que lo hagan a unos 30-40 centímetros (cm) de profundidad, a la altura de las caderas y ligeramente dirigidos hacia arriba (Maglischo,

2009). Araujo et al. (2010) señalan que un giro ejecutado con un ángulo de flexión de rodilla de entre 100° y 120° proporciona picos de fuerza óptimos para generar impulsos que permiten al nadador perder menos tiempo en el giro sin necesidad de aplicar una fuerza excesiva y con menor pérdida de energía, lo cual podría considerarse el propósito mecánico de esta fase. Teniendo en cuenta esta información, se asume que las crucetas, tal como se denominan atendiendo a las Normas NIDE (CSD, 2019), situadas en la pared y el fondo de la piscina, presentan la medida y distancia idónea para tenerse como referencia a la hora de iniciar el volteo y contactar con la pared (Thomas, 1990). Las crucetas de la pared se encuentran centradas sobre cada una de las calles en las que se divide el vaso de competición, tienen 50 cm de largo y su eje está situado 30 cm bajo la lámina de agua (CSD, 2019).

- *Fase de Nado Suabacuático/Separación:* para Mason y Cossor (2001) se trata de la fase más importante y significativa. Ocupa todo el espacio de nado subacuático hasta el momento de la emersión en superficie, o bien una distancia prefijada que se tome como referencia (5, 7.5, 10 o 15 m). Debido a la acción sobre el eje longitudinal, el nadador deberá salir de costado, con el cuerpo completamente extendido en posición hidrodinámica (Arellano, 2010). A continuación, el nadador llevará a cabo el nado subacuático a una profundidad aproximada de entre 0.4 y 0.6 m, ya que en ese punto se ha comprobado que la resistencia de oleaje se reduce muy significativamente (Blanksby, 1999, Blanksby, Simpson, Elliot, & McElroy, 1998, Lyttle, Blanksby, Elliott, & Lloyd, 1996, Maglischo, 2009). Posteriormente comenzará la transferencia al nado, no debiendo respirar en la primera brazada para evitar perder la velocidad adquirida, y debiendo emerger siempre antes de los 15 m, tal y como estipula el reglamento de la Federación Internacional de Natación Amateur (FINA 2017-21).

Durante la realización del viraje de estilo crol, es muy complicado que los nadadores reciban algún tipo de *feedback*, ya sea intrínseco o extrínseco, dificultando notablemente el grado de conocimiento de su propia ejecución técnica. Tal y como señalan Zatoñ y Szczepan (2012; 2014), la natación es una habilidad motora muy compleja, y su mejora técnica requiere un procedimiento de transmisión de información bidireccional entre el nadador y el entrenador, que estaría dificultado por los factores ambientales específicos (cabeza sumergida en el agua, gorro de baño, ruido ambiental), lo cual puede conducir a errores.

En base a lo expuesto, el objetivo principal de la

presente investigación fue diseñar e implementar un Programa de Entrenamiento Intensificado de Virajes de Estilo Crol (PEIVEC), que permitiera perfeccionar la técnica del viraje en dicho estilo. Así mismo, se ideó un sistema de transmisión de información sensorial (táctil), mediante el uso de *sensores de viraje* (SV), con el fin de comprobar si aportaría un *feedback* útil, intrínseco e inmediato, sobre del lugar de contacto de los pies en la pared durante el giro.

Partimos de la hipótesis de que los nadadores que lleven a cabo el protocolo específico de entrenamiento de forma combinada con la utilización de los SV serán aquellos que obtengan unas mejoras más significativas en los diferentes parámetros analizados.

Método

Participantes

La muestra estuvo compuesta por un total de 14 nadadores (ocho hombres y seis mujeres) de edades comprendidas entre los 13 y 20 años (15.29 ± 2.32 años), procedentes del Club de Natación León (CNL). Once de ellos tenían un nivel competitivo *regional/territorial* (participación en Campeonatos Territoriales de Castilla y León), mientras que otros tres presentaban un nivel *nacional* (participación en Campeonatos de España). La muestra fue dividida aleatoriamente en tres grupos: *control* (GC), *experimental* (GE1) 1 y *experimental* 2 (GE2), cuyas particularidades serán explicadas posteriormente.

Instrumentos y material

Se emplearon dos cámaras de video (120fps), una aérea (cámara 1 - C1: CASIO EXLIM EXZR1000) y otra subacuática (cámara 2 - C2: SJCAM5000+). El análisis cinemático de las diferentes grabaciones se efectuó a través del programa *Kinovea 0.8.24*. (Copyright © 2006–2011, Joan Charmant & Contrib). Se elaboró *ad hoc* un cuestionario *sociodemográfico*, el cual recogía distintas preguntas acerca del historial de los participantes en la modalidad deportiva que nos ocupa (edad, sexo, categoría, nivel competitivo, años de experiencia, etc.). Con el objeto de aportar un *feedback* sobre el lugar de contacto de los pies en la pared en el momento del giro, y teniendo en cuenta que el sentido de la vista quedaba descartado, se utilizaron unos dispositivos de diseño propio, que constaron de un conjunto de seis superficies adhesivas, rugosas y fabricadas en silicona flexible, con una medida de 14 cm de diámetro (ver *figura 2*). Toda la fase experimental, incluidos los procesos de grabación,

se llevaron a cabo en una piscina de entrenamiento cubierta y homologada de 25 m x 6.70 m, dividida en tres calles.

Procedimiento

Una vez concretado el objetivo, se procedió a establecer el protocolo del estudio. Previo al inicio de la fase experimental, se administró un consentimiento informado a todos los participantes. En todo momento el estudio se efectuó según las consideraciones del comité de ética de la Universidad de León, en cumplimiento de la Ley Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre, de Protección de Datos Personales y garantía de los derechos digitales, además de seguir las pautas marcadas por la Declaración de Helsinki (2013).

Se optó por emplear el Sistema de Análisis de la Competición de Arellano (2010) referido al tiempo de viraje, con algunas modificaciones y/o adaptaciones que serán descritas a continuación. La C1 se situó en el lateral de la piscina, dispuesta de forma perpendicular (a 6 m del nadador y a 5 m de la pared final del vaso) y en una posición fija sobre un trípode, lo cual permitió grabar la totalidad del viraje (aproximación, giro y separación). La C2 se ubicó bajo el agua, sobre el fondo de la piscina, en la calle colindante a la que sería utilizada por los nadadores, dispuesta a 1.5 m de la pared del vaso, con una angulación de 45° respecto a la línea del fondo de la piscina y una inclinación de 45° frente a la horizontalidad del suelo, permitiendo grabar el momento del giro y el lugar de apoyo en la pared.

Autores como Blanksby, Gathercole y Marshall (1996) consideran que el análisis de 5 m antes y después de la pared resulta una distancia muy aconsejable para el estudio del viraje, si bien otras medidas están aceptadas por distintos expertos (Sánchez, Maañón, Mon & González, 2007; Taladriz et al., 2017), los cuales también indican la necesidad o conveniencia de evaluar tanto el nado subacuático como los primeros ciclos de nado en superficie. Sánchez et al. (2007) indican que la utilización de medidas excesivamente amplias podría suponer un problema a la hora de determinar el rendimiento del viraje, si se produce un restablecimiento de la velocidad de nado. Por otro lado, trabajos como los de Veiga, Cala, Mallo y Navarro (2012), someten a estudio la tradicional consideración de medidas fijas en la evaluación de las carreras de natación, y proponen una combinación de métodos que consideren también distancias individuales, y que incluyan ciclos de nado en superficie.

Se administró el cuestionario *sociodemográfico* a todos

los participantes. Posteriormente, los nadadores realizaron un calentamiento de competición estandarizado de 30 minutos, y a continuación se efectuó la grabación de tres virajes de estilo crol a cada uno de los 14 integrantes de la muestra, con una recuperación completa entre cada intento. Atendiendo a las consideraciones aportadas por Pereira et al. (2015), Silveira et al. (2010) y Weimar et al. (2019), no se aportó ningún tipo de información técnica adicional y los nadadores partieron con una aproximación previa a la pared de giro de 15 m, lo cual les permitiría llegar con velocidad máxima a los últimos 5 m. Dicha grabación se llevó a las 16:00 horas, hora habitual de su entrenamiento de los integrantes de la muestra, y se dedicó una sesión específica e íntegra para ello.

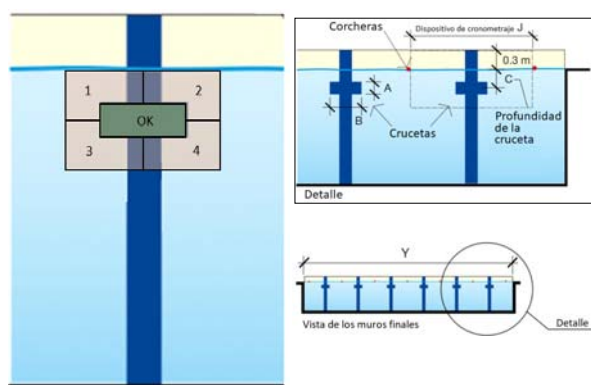


Figura 1. Representación gráfica de los muros finales del vaso y detalle de las crucetas y resto de dispositivos (traducido de Sport England, 2013).

Una vez realizadas las filmaciones, y con el fin de adquirir los datos se procedió a analizar el *Tiempo de aproximación* en 5 m (TA), *Tiempo de separación* en 5 m (TS), *Tiempo total de viraje* (TTV), *Velocidad de aproximación* en 5 m (VA), *Velocidad de separación* en 5 m (VS), *Velocidad total de viraje* (VTV), *Lugar de contacto en el viraje* (CV) y *Ángulo de los pies en el impulso* (APV). La referencia para el análisis de los tiempos y velocidades de aproximación y separación siempre fue el paso de la cabeza del nadador por el punto correspondiente, y el contacto de los pies en la pared en su caso.

Para determinar el lugar de contacto de los pies en

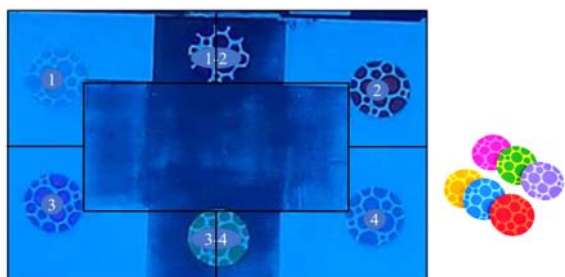


Figura 2. Lugar de contacto con los pies en el momento del viraje (izquierda), sensores de viraje (derecha arriba) y colocación de los mismos alrededor de la cruceta vertical situada en la pared del vaso (derecha abajo).

el viraje, se optó por dividir la pared en cinco zonas, considerando la zona central de la cruceta, como ya hemos comentado, el lugar óptimo de contacto.

A pesar de la existencia de diferentes variantes técnicas en el viraje del estilo crol, como ya avanzamos en la introducción, optamos por el análisis de la variante denominada *viraje de empuje lateral* (Araujo et al., 2010) dado que es el más utilizado en la actualidad. En dicha variante, el nadador, en el momento previo al impulso, justo antes de abandonar la pared, ha de estar con los pies formando un ángulo de 90° respecto a la vertical, dato que se tuvo en cuenta para analizar el APV, el cual fue analizado de forma cualitativa a partir de las grabaciones de la C2. Se establecieron tres medidas de referencia al respecto: *menos de 90°* (APV- 90°), *más de 90°* (APV+ 90°), y 90° (APV OK), siendo esta última opción la considerada como óptima.

Una vez recogidos los datos de cada uno de los tres intentos se llevó a cabo el procesamiento de los mismos. Con el fin de minimizar el margen de error de las diferentes medidas, se calculó una media del TA, TS, TTV y de la VA, VS y VTV respectivamente, así como el registro del CV y del AVP. Esta primera fase de recogida de datos se denominó *Toma 1* (T1).

Acto seguido, los nadadores fueron distribuidos, de forma aleatoria, en tres grupos:

- *Grupo control* (GC): compuesto por tres nadadores, que llevaron a cabo su rutina habitual de entrenamiento durante ocho semanas y sin ningún tipo de trabajo refuerzo adicional programado de forma específica respecto al viraje.

- *Grupo experimental 1* (GE1): integrado por seis nadadores, quienes, además de su rutina habitual de entrenamiento (el mismo del GC), llevaron a cabo, durante el citado periodo de ocho semanas, un total de 16 sesiones (dos por semana, 30 minutos por sesión), el denominado PEIVEC. Los ejercicios propuestos para cada día dentro de este programa se obtuvieron en base a la propuesta de Navarro, Díaz y González (2012). A la hora de llevar a cabo las correcciones técnicas se atendió a las consideraciones de Oca (2006), realizando en una primera fase tareas dirigidas a la concienciación de errores (grabaciones en video, tareas de contraste, etc.), pasando en una segunda fase a corregir y aprender correctamente el gesto cuando fuera preciso (progresiones, ejercicios de coordinación, sensibilización, etc.). Este trabajo, en un primer momento, se llevó a cabo en condiciones facilitadas, más tarde normalizadas y posteriormente dificultadas. Finalmente se practicó en condiciones más o menos reales de competición, y/o con tareas

a alta intensidad, para así poder comprobar la integración de la nueva técnica aprendida en el modelo real.

· *Grupo experimental 2 (GE2)*: compuesto por cinco nadadores, los cuales, además del entrenamiento habitual (mismo de los dos anteriores) y específico PEIVEC (mismo del GE1), recibieron como complemento una ayuda en forma de *feedback* a través de los ya descritos SV. Dichos elementos permitieron, por medio de una rugosidad distinta a la de la pared del vaso, que los nadadores fueran conscientes de si la zona de contacto de los pies en el momento del viraje de crol era el correcto (si no contacta con ellos) o no lo era (si se apoya en los mismos). De esta forma se pretendió se suministrar un *feedback* sensorial e intrínseco, que llegaría hasta el individuo por medio de las sensaciones experimentadas en su propio cuerpo (Schmidt & Lee, 2011).

Tras finalizar el periodo de ocho semanas de entrenamiento, se volvió a repetir el protocolo de grabación y recogida de datos, *Toma 2 (T2)*, en las mismas condiciones que en la T1, para posteriormente proceder de nuevo a calcular todas las variables expuestas.

Análisis estadístico

Una vez recopilada toda la información, se generó una base de datos utilizando el programa informático *IBM SPSS Statistics 26.0*. Por un lado, se desarrolló una estadística descriptiva para todas las variables cuantitativas (TA, TS, TTV, VS, VA y VTV), seguida de un análisis comparativo inter e intragrupo para comprobar posibles diferencias tras la aplicación del PEIVEC y la utilización de los SV entre la T1 y la T2. Asimismo, se llevó a cabo un análisis de frecuencias para el caso de las variables cualitativas CV y APV, buscando diferencias inter e intragrupo. Para comprobar la bondad de ajuste de los datos, se calcularon las puntuaciones de asimetría y kurtosis, junto con la *prueba de Shapiro-Wilks*, al ser un tamaño muestral inferior a 50 sujetos, obteniendo puntuaciones que nos permitieron afirmar que las variables se comportan bajo los supuestos de normalidad. El análisis comparativo se llevó a cabo mediante la prueba *ANOVA de un factor*, con el *posthoc Bonferroni* para la comparación entre grupos, y mediante la prueba *t-student de medidas repetidas* para comprobar las modificaciones entre tomas, utilizando en todo momento un nivel de significación de $p < .05$. Además, se comprobaron los porcentajes de mejora respecto a cada una de las tomas, a través del cálculo del porcentaje de variación (\ddot{A}), y se calculó el tamaño del efecto, mediante la *d de Cohen* (Cohen, 1998; Lakens, 2013), que permite comprobar la importancia explicativa de algunas de las diferencias

significativas sobre el resto; además de ofrecer un esbozo de la posible tendencia de los resultados (*tamaño del efecto pequeño* $.20 \leq d < .50$; *tamaño del efecto mediano* $.50 \leq d < .80$; *tamaño del efecto grande* $d \geq .80$) (Kotrlík & Williams, 2003; Lakens, 2013). Finalmente, y para una mejor comprensión, se expresó en *common language effect size (CL effect size)*; Lakens, 2013) para comprobar el porcentaje explicado por la variable.

Resultados

A continuación, mostraremos los resultados obtenidos de las distintas variables cuantitativas analizadas en función de cada grupo de estudio durante la T1 y la T2, así como el análisis comparativo entre ambos momentos y el porcentaje de variación generado (D).

Tabla 1.

Media, desviación típica (Sd.), nivel de significación (p), porcentaje de mejora (Δ) de cada una de las variables analizadas en los dos momentos de recogida de datos en función de los grupos participantes.

Grupo	Variables	Toma 1	Toma 2	t-student	p	?(%)	Effect Size	
							d Cohen	CL
GC (n=3)	TA (s)	3.66±.21	3.72±.17	-.603	.608	1,64	.412	.660
	VA (m/s)	1.37±.08	1.34±.07	.690	.562	-2,19	.533	.703
	TS (s)	2.68±.14	2.74±.12	-.569	.626	2,24	.612	.730
	VS (m/s)	1.86±.10	1.82±.08	.564	.630	-2,15	.578	.718
	TTV (s)	6.35±.29	6.46±.29	-.671	.571	1,73	.512	.696
	VTV (m/s)	1.62±.08	1.59±.07	.639	.588	-1,85	.533	.703
GE1 (n=5)	TA (s)	3.24±.25	3.25±.23	-.236	.825	0,31	.056	.522
	VA (m/s)	1.55±.13	1.54±.11	.217	.839	-0,65	.110	.544
	TS (s)	2.33±.16	2.24±.22	1.396	.235	-3,86	.595	.724
	VS (m/s)	2.15±.14	2.25±.22	-1.370	.242	4,65	.655	.744
	TTV (s)	5.57±.36	5.50±.40	.716	.514	-1,26	.247	.597
	VTV (m/s)	1.85±.11	1.90±.15	-1.130	.322	2,70	.484	.686
GE2 (n=6)	TA (s)	3.32±.19	3.28±.25	.772	.475	-1,20	.232	.592
	VA (m/s)	1.51±.09	1.53±.11	-.840	.439	1,32	.262	.603
	TS (s)	2.41±.28	2.29±.25	3.820	.012*	-4,98	.605	.728
	VS (m/s)	2.09±.24	2.20±.22	-3.411	.019*	5,26	.642	.740
	TTV (s)	5.73±.47	5.57±.49	2.289	.071	-2,79	.449	.673
	VTV (m/s)	1.80±.17	1.86±.17	-2.425	.060	3,33	.476	.683

TA: Tiempo de aproximación en 5m. VA: Velocidad de aproximación. TS: Tiempo de separación en 5m. VS: Velocidad de separación. TT: Tiempo Total. VTV: Velocidad Total. GC: Grupo Control. GE1: Grupo Experimental 1. GE2: Grupo Experimental 2.

En relación a los datos obtenidos por el GC, se puede observar que aumentó el TA en la T2 en comparación con la T1 ($\ddot{A}_{TA_{ControlT1-T2}} = 1.64\%$), y como consecuencia una disminución de la VA ($\ddot{A}_{VA_{ControlT1-T2}} = -2.19\%$). Este mismo comportamiento se manifestó también en el caso del TS y la VS ($\ddot{A}_{TS_{ControlT1-T2}} = 2.24\%$; $\ddot{A}_{VS_{ControlT1-T2}} = -2.15$), aunque las diferencias no fueron estadísticamente significativas en ninguno de los casos. Por consiguiente, el TTV sufrió un incremento de la T1 a la T2 ($\ddot{A}_{TTV_{ControlT1-T2}} = 1.73\%$), situación inversa dada en la VTV ($\ddot{A}_{VTV_{ControlT1-T2}} = -1.85\%$).

Si nos fijamos en el GE1, que recordamos realizó el entrenamiento específico (PEIVEC), apenas se observaron modificaciones en TA y VA entre tomas ($\ddot{A}_{TA_{ExperimentalT1-T2}} = 0.31\%$; $\ddot{A}_{VA_{ExperimentalT1-T2}} = -0.65\%$), pero sí se mostraron mejoras sustanciales en la fase de separación ($\ddot{A}_{TS_{ExperimentalT1-T2}} = -3.86\%$; $\ddot{A}_{VS_{ExperimentalT1-T2}} = 4.65\%$). Consecuentemente, el TTV se vio reducido entre la T1 y T2 ($\ddot{A}_{TTV_{ExperimentalT1-T2}} = -1.26\%$), mien-

tras que la VTV aumentó considerablemente ($\Delta\text{VTV}_{\text{Experimental1T1-T2}} = 2.70\%$).

En el caso del GE2, cuyos integrantes suplementaron el PEIVEC con la utilización de los SV, se observó una leve mejoría en la fase de aproximación, tanto en lo referente al TA ($\Delta\text{TA}_{\text{Experimental2T1-T2}} = -1.20\%$), como en la VA ($\Delta\text{VA}_{\text{Experimental1T2T1-T2}} = 1.32\%$). Las mejoras significativas se observaron en la segunda fase del volteo, la fase de separación, con una reducción del TS ($\Delta\text{TS}_{\text{Experimental2T1-T2}} = -4.98\%$) y un incremento de la VS ($\Delta\text{VS}_{\text{Experimental2T1-T2}} = 5.26\%$). Dicho lo cual, el TTV se redujo entre la T1 y T2 ($\Delta\text{TTV}_{\text{Experimental2T1-T2}} = -2.79\%$), mientras que en la VTT se produjo el efecto inverso ($\Delta\text{VTV}_{\text{Experimental2T1-T2}} = 3.33\%$).

La comparación entre grupos arrojó diferencias estadísticamente significativas en las diferentes variables temporales y de velocidad analizadas, a favor de ambos grupos experimentales frente al GC ($F(2)=9.148, p_{\text{TA}}=.000; F(2)=7.744, p_{\text{VA}}=.000; F(2)=8.240, p_{\text{TS}}=.004; F(2)=7.203, p_{\text{VS}}=.000$).

Tal y como indican los tamaños del efecto obtenidos, expresados en *CL effect size*, el empleo de los SV explicaría alrededor del 72% de las diferencias en el TS y el 74% de la VS.

En relación al análisis del CV, los nadadores de GC sólo consiguieron contactar un 11.1% de los intentos en el lugar idóneo en la T1, el cual se vería incrementado a un 44.4% en la T2, a pesar del empeoramiento de los tiempos y velocidades analizados, como ya mencionamos con anterioridad. En caso de los nadadores del GE1, pasaron del 26.7% al 46.7% entre ambos momentos de recogida de datos. Por último, los integrantes del GE2, evolucionaron del 22.22% al 61.11% una vez transcurridas las ocho semanas de entrenamiento.

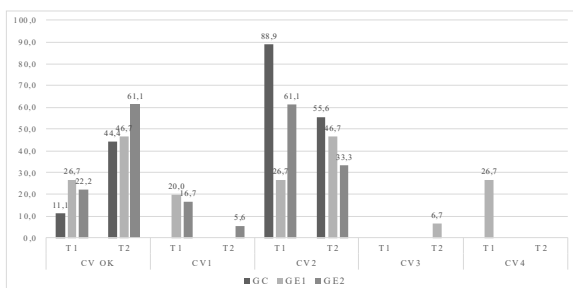


Figura 3. Frecuencia (%) del lugar de contacto en el viraje (CV) de los grupos participantes (GC, GE1 y GE2), en función del momento de recogida de datos.

Al analizar la frecuencia (%) de APV de los diferentes grupos participantes, y tal y como vemos en la figura 4, es el GC el que obtuvo una mejora más evidente, en contra de lo esperado, consiguiendo pasar de un 55.6% en la T1 a un 100% en la T2.

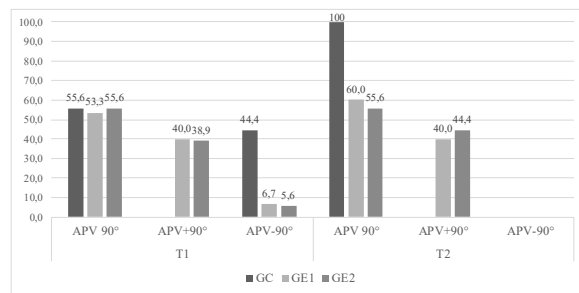


Figura 4. Frecuencia (%) del Ángulo de los pies en el impulso (APV) de los grupos participantes (GC, GE1 y GE2), en función del momento de recogida de datos.

Discusión

El objetivo principal de la presente investigación fue diseñar e implementar un *Programa de Entrenamiento Intensificado de Virajes de Estilo Crol* (PEIVEC), que permitiera perfeccionar la técnica del viraje en dicho estilo. Así mismo, se ideó un sistema de transmisión de información sensorial, mediante el uso de *sensores de viraje* (SV), con el fin de comprobar si aportaría un *feedback* útil, intrínseco e inmediato, sobre del lugar de contacto en la pared durante el giro.

Los datos recogidos en el GC arrojaron un empeoramiento de las distintas variables cuantitativas analizadas. La principal causa de esta pérdida de rendimiento en el viraje podría estar relacionada con la carencia en las rutinas de entrenamiento de ejercicios específicos con el fin de contribuir a la mejora del rendimiento de este gesto, lo que reforzaría las recomendaciones de Veiga y Roig (2017). Sin embargo, el GE1 y el GE2 obtuvieron mejoras en TT, VA y TA, y en VT, VS y TS. En la misma línea, Cuasqui y Vaca (2018) comprobaron que, al aplicar un entrenamiento específico para los virajes en jóvenes entre 11 y 12 años de edad, se obtenían mejoras sustanciales tanto en los tiempos como en las velocidades de desplazamiento. Según los resultados obtenidos a raíz de nuestra investigación, este efecto podría ser extensivo al caso de nadadores adolescentes.

Si bien el grupo que más rápido viró (TTV y VTV) en la T2 fue el GE1, el mejor resultado atendiendo a los valores porcentuales entre tomas fue para el GE2, el cual llevó a cabo el protocolo completo de entrenamiento (PEIVEC + SV). Dicha estadística refuerza la finalidad de los SV, los cuales fueron diseñados con el propósito claro de aportar al nadador un *feedback* directo, intrínseco y kinestésico acerca de su posición durante el giro en el viraje. Escobar (2013) considera que la orientación en el giro es la capacidad coordinativa que más diferencia marca en el resultado final a la hora de alcanzar un resultado óptimo en el viraje de estilo crol, as-

pecto para el cual, la información aportada por los SV puede ser de gran utilidad, al menos hasta que el deportista logre automatizar correctamente el gesto técnico.

Al comparar los resultados de los distintos grupos entre sí, se observaron diferencias estadísticamente significativas en el TS del GE2 respecto al GC, y una diferencia significativa en relación al TS y la VS del GE1 respecto al GC. Si analizamos el viraje desde la perspectiva planteada en el estudio de Mullen (2015), aquellos nadadores que realizan la fase de giro más rápidamente logran tener una mayor longitud de brazada y velocidad de nado, por lo que podríamos considerar que un menor tiempo de giro (englobado en este estudio dentro de la fase de aproximación). Atendiendo al citado estudio, y dadas las características de diseño de nuestra investigación (5 m aproximación + 5 m separación), no podríamos afirmar que ésta sea la causa de la existencia de diferencias significativas en la fase de separación de los grupos experimentales respecto al GC, pero nos anima a seguir investigando en este hecho. Por otro lado, la velocidad terminal de la acción de empuje, junto con una correcta posición hidrodinámica, han sido identificadas por diferentes autores (Blanksby, Skender, Elliott, McElroy & Landers, 2004; Clothier, 2004; Lytle et al., 1999) como unas de las más variables más determinantes en el rendimiento del viraje en nadadores de grupos de edad, como es el caso de nuestro estudio, y que tendrán su reflejo en el TS y la VS.

Si bien no se han encontrado diferencias significativas en el análisis de las variables cuantitativas entre ambos grupos experimentales, si se han observado importantes variaciones porcentuales, que dada la relevancia que pudieran tener en el resultado final de una prueba de natación, deben ser consideradas. Esta variación porcentual junto a las evidentes variaciones en los aspectos cualitativos analizados, creemos pone de manifiesto la importancia del uso de lo SV, lo cuales podrían claramente adquirir un mayor protagonismo si permitimos un mayor tiempo de familiarización con los mismos.

Al comparar los datos obtenidos entre T1 y T2, se observó una mejora en el porcentaje los nadadores que contactaban en la CV OK de la pared. Consideramos altamente destacable el hecho de que el porcentaje que más incrementó fue el del GE2 (38.89%), frente al GC (33%) y al GE1 (20%). Gracias a la continua realización de ejercicios de virajes con los SV en el GE2, consideramos que se logró una mayor transferencia sobre la posición óptima de contacto. Como ya mencionamos en la introducción, optamos por la utilización de estos sensores para tratar de evitar los inconvenientes plan-

teados en este deporte a la hora de realizar un *feedback* verbal entrenador-nadador (Zatoñ & Szczepan, 2014), y gracias a estos dispositivos, el deportista recibió información inmediata de si el contacto en la pared y posterior impulso se habían efectuado o no en la zona correcta. Pereira et al. (2015), en un estudio donde se analizaban cinemáticamente diferentes variables del volteo del estilo crol, optaron por un *feedback* verbal inmediato, pero posterior a la ejecución, el cual consideramos que, aunque útil, quizás sea menos efectivo.

Uno de los objetivos específicos del estudio fue comprobar la existencia de mejoras en el APV una vez finalizado el protocolo planteado. El propósito, tal y como plantea Arellano (2010), es que el nadador, al contactar con los pies en la pared del vaso, y antes de perder contacto con la pared, consiga un ángulo de 90° entre éstos y la vertical. En contra de lo esperado, el GC registró una mejora del 44.44% entre tomas; el GE1, una mejora del 6.67%; y en el GE2 no se registraron mejoras en este aspecto. Reflexionando sobre esta circunstancia, es posible que el hecho de prestar atención a la búsqueda de la CV OK haya influido negativamente en la variable APV, pero pensamos que este inconveniente podría subsanarse a medio/largo plazo, una vez automatizada la zona de contacto adecuada, y prestando más atención, en el entrenamiento específico, sobre esta fase concreta, focalizando la atención del nadador hacia los efectos del movimiento (Camacho, 2019). Insistimos en la importancia de trabajar sobre este aspecto, ya que como ya señaló Counsilman (1984), la posición lateral del cuerpo durante el contacto con la pared favorecerá un despegue más efectivo. Teel (1998) añadió que el giro se realizaría de forma más rápida al utilizar el soporte dorsal que favorece la posición lateral descrita, ya que cuando los pies apuntan hacia arriba, si bien el giro es más rápido, el nadador necesitará de un mayor tiempo para justar su posición para realizar el impulso posterior, por lo que, en su conjunto, el viraje será más lento.

Conclusiones

Tras la aplicación del PEIVEC se pudo comprobar una mejora a nivel cuantitativo, fundamentalmente en lo referido a la fase de separación (TS y VS) del GE1 y GE2 respecto al GC. Si bien el GE1 fue el que obtuvo mejores resultados en la T2 teniendo en cuenta que fueron los que consiguieron un mejor TTV, el mayor porcentaje de mejora se obtuvo en el GE2, por lo que podemos señalar que nuestra hipótesis inicial se ha cum-

plido parcialmente.

Atendiendo a los aspectos cualitativos analizados, el GE2 adquirió un mayor porcentaje de mejora en el CV que los otros dos grupos, lo cual pone de manifiesto la relevancia y utilidad de nuestro programa de entrenamiento, así como de los SV a la hora de aportar el tan ansiado *feedback* intrínseco e inmediato sobre su ejecución, utilizando el sentido del tacto como medio de transmisión. En cuanto a la angulación adoptada por los pies, el grupo que mayores avances obtuvo fue el GC como consecuencia probable de estar compuesto por un menor número de nadadores. Sin embargo, este hecho no se puede considerar del todo positivo si no es analizado de forma conjunta con el lugar correcto de apoyo de los pies.

Limitaciones del estudio y futuras líneas de investigación

En primera instancia se trató de analizar la influencia del nado subacuático en la fase de separación y comprobar si este también mejoraba con el protocolo planteado. Sin embargo, al delimitar solo la zona de 5 m posterior al viraje, muchos nadadores emergían a la superficie sobrepasada esa distancia. Por lo tanto, sería interesante aumentar la zona a 15 m para cerciorarse si realmente el entrenamiento influye en el nado subacuático, y de esta forma, tal y como planteamos en la discusión, hacer más énfasis dentro del programa de entrenamiento sobre la fase de impulso, reforzado también por la medición del ángulo de las rodillas en este momento (Araujo et al., 2010). También consideramos que sería relevante incrementar el tamaño y nivel competitivo de la muestra, así como extender el periodo de entrenamiento.

Resulta cuanto menos útil continuar con esta investigación, ya que pensamos que los beneficios podrían llegar a ser bastante significativos. Una de las posibles líneas de investigación podría radicar en el empleo del PEIVEC con nadadores invidentes, utilizando los SV como un *feedback* de tipo sensorial táctil que pueda indicarles de manera precisa el lugar óptimo de contacto con la pared. Por otro lado, se podría transferir este protocolo y el uso de los SV al resto de estilos para transmitir el *feedback* al contacto de las manos con la pared en el lugar adecuado en el caso de los estilos de braza y mariposa. Por último, y tal y como señalan autores como Araujo et al. (2010), Lyttle et al. (1999), Pereira et al. (2015), Weimar et al. (2019), entre otros, sería interesante completar estos estudios incluyendo el análisis de otro tipo de variables cuantitativas de carácter cinético, de tal forma que se puedan analizar las fuerzas aplicadas en la pared durante el viraje.

Referencias

- Araujo, L., Pereira, S., Gatti, R., Freitas, E., Jacomel, G., Roesler, H., & Villas-Boas, J.P. (2010). Analysis of the lateral push-off in the freestyle flip turn. *Journal of Sports Sciences*, 28(11), 1175–1181. doi: 10.1080/02640414.2010.485207
- Arellano, R. (2010). *Entrenamiento técnico de natación*. Madrid: Culturalibros.
- Blanksby, B. (1999). Gaining or turns. In R.H. Sanders and B.J. Gibson (Eds.) *Scientific Proceedings: ISBS'99: XVII Symposium on Biomechanics in Sports*. Hamilton Hill, Pk Print. 349- 352.
- Blanksby, B.A., Gathercole, D.G., & Marshall, R.N. (1996). Force Plate and Video Analysis of the Tumble Turns by Age-Group. *Swimmers. Journal of Swimming Research*, 11, 40-45.
- Blanksby, B., Simpson, J., Elliot, B. & McElroy (1998). Biomechanical factors influencing breaststroke turns by aged-group swimmers. *Journal of Applied Biomechanics*, 14, 180-189.
- Blanksby, B., Skender, S., Elliott, B., McElroy, K., & Landers, G. (2004). An analysis of rollover backstroke turn by age-group swimmers. *Sports Biomechanics*, 3, 1–14. doi:10.1080/14763140408522826
- Camacho, P. (2019). Efecto del foco atencional sobre el aprendizaje de las habilidades deportivas individuales. *Retos. Nuevas tendencias en Educación Física, Deportes y Recreación*, 36, 561-566. doi.org/10.47197/retos.v36i36.69105
- Casanova, M.A. (1992). *La evaluación, garantía de calidad para el centro educativo*. Zaragoza: Editorial Luis Vives.
- Chollet, D. (2003). *Natación deportiva*. Barcelona: Inde.
- Clothier, J. (2004). *Underwater kicking following the freestyle tumbleturn* (Unpublished doctoral thesis). University of Ballarat, Ballarat, Victoria, Australia.
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences (2a ed.)*. Erlbaum: Hillsdale.
- Consejo Superior de Deportes (CSD) (2019). *Normas NIDE 3. Normas Reglamentarias de Piscinas*. Madrid: Ministerio de Cultura y Deporte. Consejo Superior de Deportes.
- Counsilman, J. (1984). *The swimming: Science and technique for champions*. Rio de Janeiro: Interamericana.
- Cuasqui, R.L. & Vaca, R. (2018). Perfeccionamiento técnico de la vuelta libre profunda en nadadores entre 11-12 años. *Lecturas: Educación física y deportes*, 22(238), 41-51. <https://www.efdeportes.com/efdeportes/index.php/EFDeportes/article/view/294> [Recuperado 30/11/2021]
- Escobar, M.J. (2013). *Relación de las capacidades coordinativas, ritmo, acoplamiento, reacción, equilibrio y orientación, en la ejecución de las distintas fases del viraje de voltereta en el estilo libre en el deporte de la natación una perspectiva teórica*. Tesis Doctoral. Universidad del Valle (Santiago de Chile).
- Federation Internationale de Natation (FINA) (2017). *FINA*

- Swimming Rules*. Lausanne: FINA Office.
- Fritz, C., Morris, P., & Richler, J. (2012). Effect size estimates: current use, calculations, and interpretation. *Journal of Experimental Psychology: General*, *141*(1), 2. Doi: 10.1037/a0024338
- Kotrlík, J.W., & Williams, H.A. (2003). The incorporation of effect size in information technology, learning, information technology, learning, and performance research and performance research. *Information Technology, Learning, and Performance Journal*, *21*(1), 1-7.
- Lakens, D. (2013). Calculating and reporting effect sizes to facilitate cumulative science: a practical primer for t-tests and ANOVAs. *Frontiers in Psychology*, *4*, 863. doi:10.3389/fpsyg.2013.00863
- Llana, S., Pérez, P., DelValle, A., & Sala, P. (2012). Historia de la Natación 2: Desde el Renacimiento hasta la aparición de los actuales estilos de competición. *Citius, Altius, Fortius*, *5*(1), 9-43.
- Lytle, A.D., Blanksby, B.A., Elliott, B.C., & Lloyd, D.G. (1999). Investigating Kinetics in the Freestyle Flip Turn Push-Off. *Journal of Applied Biomechanics*, *15*, 242-252. doi: 10.1123/jab.15.3.242
- Lytle, A.D., Blanksby, B.A., Elliott, B.C. & Lloyd, D. (1996). The effect of depth and velocity on drag during the streamlined glide. *Journal of Swimming Research*, *13*, 15-22.
- Maglischo, E.W. (2009). *Natación: técnica, entrenamiento y competición*. Barcelona: Paidotribo.
- Mason, B.R., & Cossor, J.M. (2001). Swim turn performances at the Sydney 2000 Olympic Games. In J. Blackwell & R. H. Sanders (Eds.), *Proceedings of swim sessions: XIX International symposium on biomechanics in sports* (pp. 65–69). San Francisco, CA: International Society of Biomechanics in Sports.
- Morais, J.E., Marinho, D.A., Arellano, R., & Barbosa, T.M. (2018). Start and turn performances of elite sprinters at the 2016 European Championships in swimming. *Sports Biomechanics*, *18*(1), 1-15. doi: 10.1080/14763141.2018.1435713
- Mullen, J. (2015). *Race analysis: How Ning Zetao won the 100-m freestyle at World Championships*. <http://www.swimmingscience.net/2015/10/race-analysis-how-ning-zetao-won-the-100-m-freestyle-at-world-championships.html> Consultado 29/06/2021.
- Navarro, F., Díaz, G., & González, M.J. (2012). *Cómo nadar bien*. Barcelona: EDITEC RED.
- Oca, A. (2006). La corrección de errores de la técnica en los nadadores de Castilla La Mancha. *NSW: Natación, Saltos/ Sincro, Waterpolo*, *3*, 25-30.
- Pereira, S.M., Ruschel, C., Hubert, M., Machado, L., Roesler, H., Fernandes, R.J., & Vilas-Boas, J.P. (2015). Kinematic, Kinetic and EMG Analysis of Four Front Crawl Flip Turn Techniques. *Journal of Sports Sciences*, *33*(19), 2006-2015. doi: 10.1080/02640414.2015.1026374
- Sánchez, J.A. (2000). *Análisis de la actividad competitiva en natación: diferencias en función de la longitud del vaso, el nivel de ejecución, el sexo, el estilo y la distancia de la prueba* (Tesis doctoral). Universidad de Granada, Granada.
- Sánchez, J.A., Maañón, R., Mon, J., & González, S. (2007). Procedimientos para la evaluación y mejora de los virajes en natación. *Swimming Science I*, 125-134.
- Silveira, G.A., Shütz, G.R., Gassenferth Araujo, L., Dos Santos Freitas, E., Fernandes Jacomel, G., & Roesler, H. (2010). Determinação do número adequado de repetições para a avaliação da virada no nado livre. *Revista Brasileira de Ciências do Esporte*, *32*(2-4), 217-228. doi:10.1590/S0101-32892010000200015
- Schmidt, R.A., & Lee, T. (2011). *Motor Control and Learning: A Behavioral Emphasis*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Sport England (2019). *Swimming Pools. Swimming Pools. Appendix 1 Pool types and technical design issues. Design Guidance Note. Design Guidance Note*. Londres: Sport England.
- Taladriz, S., de la Fuente, B., & Arellano, R. (2017). Ventral swimming starts, changes and recent evolution: A systematic review. *Retos*, *32*, 279-288. doi: 10.47197/retos.v0i32.49535
- Teel, D. (1998). *Biomechanical analysis of the freestyle flip turn* (Unpublished master's thesis). Southern Connecticut State University, New Haven, Connecticut, USA.
- Thomas, D.G. (1990). *Advanced Swimming. Steps to Success*. Leeds: Human Kinetics Publishers.
- Veiga, S., Cala, A., Mallo, J., & Navarro, E. (2013). A new procedure for race analysis in swimming based on individual distance measurements. *Journal of Sports Sciences*, *31*(2), 159-165. doi: 10.1080/02640414.2012.723130
- Veiga, S., & Roig, A. (2017). Effect of the starting and turning performances on the subsequent swimming parameters of elite swimmers. *Sports Biomechanics*, *16*(1), 34-44. doi: 10.1080/14763141.2016.1179782
- Weimar, W., Sumner, A., Romer, B., Fox, J., Rehm, J., Decoux, B., & Patel, J. (2019). Kinetic Analysis of Swimming Flip-Turn Push-Off Techniques. *Sports*, *7*(2), 32. doi: 10.3390/sports7020032
- Zatoñ, K. & Szczepan, S. (2012). The Effect of Immediate Verbal Feedback on the Efficiency and the Effectiveness of Swimming. *Baltic Journal of Health and Physical Activity*, *4*(2), 91-103. doi: 10.2478/v10131-012-0010-3
- Zatoñ, K. & Szczepan, S. (2014). The Impact of Immediate Verbal Feedback on the Improvement of Swimming Technique. *Journal of Human Kinetics*, *41*, 143-154. doi: 10.2478/hukin-2014-0042