



Biomecánica de la fase de impulso durante el viraje en el estilo libre Biomechanics of the impulse phase during the turn in freestyle swimming

Jorge Luis Pentón López¹

Email: jpenton@uniss.edu.cu

 <https://orcid.org/0000-0001-6052-7021>

Luis Ángel García Vásquez²

Email: lgarcia@uclv.edu.cu

 <https://orcid.org/0000-0002-5122-101X>

Luis Alberto González Duarte²

Email: lagonzalez@uclv.edu.cu

 <https://orcid.org/0000-0001-5393-3558>

¹Universidad de Sancti Spíritus “José Martí Pérez”. Sancti Spíritus, Cuba.

²Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas. Facultad de Cultura Física. Santa Clara, Cuba.

¿Cómo citar este artículo?

Pentón López, J. L., García Vásquez, L. Á. y González Duarte, L. A. (2023). Biomecánica de la fase de impulso durante el viraje en el estilo libre. *Pedagogía y Sociedad*, 26 (68), 141-158. <http://revistas.uniss.edu.cu/index.php/pedagogia-y-sociedad/article/view/1748>

RESUMEN

Introducción: El estudio refiere un análisis de la fase de impulso, en la acción del viraje del estilo libre en nadadoras escolares.

Objetivo: Describir los errores técnicos de la fase de impulso y las variables temporales cinemáticas durante la acción del viraje en nadadoras de la categoría escolar.

Métodos: Se empleó la observación científica y la medición. Se utilizaron dos cámaras de videos ubicadas en serie y una cámara subacuática. Para el análisis temporal se requirió del software Kinovea ver 0.9.3. Se aplicó el test de 15 metros.

Resultados: Se comprobó que los errores más comunes se resumieron en la formación de ángulos muy abiertos de las piernas al momento de iniciar el impulso, que favoreció al déficit en la utilización de la potencia de las piernas, así como la mala posición hidrodinámica del cuerpo durante el deslizamiento, aspectos que propiciaron un menor desempeño en la rentabilidad del viraje.

Conclusiones: La fuerza de empuje de las piernas sobre la pared, correlacionó estadísticamente fuerte con el resultado final del test de 15 metros, lo que sugiere que es un elemento a mejorar, haciendo énfasis en la potencia de las piernas como vía fundamental para mejorar la rentabilidad del viraje.

Palabras clave: biofísica; natación; rentabilidad.

ABSTRACT

Introduction: This study refers an analysis of the impulse phase, in the action of the freestyle turn in school swimmers.

Objective: To describe the technical errors of the impulse phase and the kinematic temporal variables during the turning action in school swimmers.

Methods: From the empirical level: scientific observation and measurement. Two video cameras placed in series and an underwater camera were used. For temporal analysis, Kinovea software ver 0.9.3 was required. The 15-meter test was applied.

Results: It was found that the most common errors were the formation of very open angles of the legs at the moment of starting the impulse, which favored the deficit in the use of the legs power, as well as the bad hydrodynamic position of the body during the glide, aspects that had a negative impact on turn performance.

Conclusions: The leg thrust power on the wall correlated statistically strongly with the final result of the 15-meter test, which suggests that it is an element to be enhanced, emphasizing leg power as a fundamental way to improve turn performance.

Keywords: biophysics; performance; swimming.

Introducción

Si se habla de deportes que necesiten un trabajo arduo en el uso de las ciencias, se pueden mencionar muchos, pero entre todos se distingue por su belleza, potencia, armonía y fortaleza, sin dudas: la natación.

La necesidad de optimizar el rendimiento deportivo en nadadores escolares, ha originado nuevas investigaciones en función de alcanzar mayores beneficios en los aspectos técnicos y condicionales.

La natación es uno de los deportes que acreditan mayor tradición. Es la disciplina que permite al hombre manejarse en el medio acuático con solvencia, naturalidad y con altos grados de economía en el esfuerzo. Llevado al plano del deporte de competición, las exigencias para llegar a óptimos resultados son de carácter sistemático y riguroso. Aun así, no garantizan el éxito del nadador, sino una posible mejora en sus rendimientos. Por eso es que la natación es un deporte en el que el sacrificio, la autodisciplina y concentración se ponen en juego en gran escala.

Cuando se inicia en el deporte de natación, primeramente se habla de aprender a nadar, luego de perfeccionar la técnica de los estilos y más tarde de la preparación física en su integralidad para obtener altos resultados deportivos; al referirse a las fases de la técnica de un estilo, se prioriza con mucha fuerza todo el accionar para producir propulsión y desplazarse por dentro del agua, y resulta difícil encontrar sobre todo en los inicios, la proyección planificada de la enseñanza de las fases de la técnica de las vueltas y las arrancadas.

En la totalidad de los deportes, las habilidades técnicas, la fuerza y la potencia muscular son los factores determinantes para obtener buena eficiencia en las competiciones, generalmente se presta atención, cuando se observa en una competencia, que una u otra acción técnica está afectando el resultado y en no pocas ocasiones, ambas.

Los estilos en la natación poseen varios elementos que se integran y conforman el ejercicio competitivo en su conjunto, los cuales combinan movimientos acíclicos y

cíclicos, a pesar de ser este último, el movimiento de mayor prevalencia durante la realización de la actividad competitiva, ha existido un gradual interés por la ejecución de los movimientos acíclicos, representados por la acción de la arrancada y los virajes. Estudios realizados por Guaman Totoy (2018), demuestran que hasta un 15%, corresponden a estos movimientos en un evento de 100 metros.

De los movimientos acíclicos, sin dudas, el viraje posee una mayor incidencia en el resultado deportivo (Born et al., 2021). Datos recogidos durante varios años concluyen que, como promedio, las salidas pueden llegar a representar el 19-20% del tiempo total en una prueba de 100 m (Morais et al., 2018), siendo el tiempo de viraje, después de la velocidad de nado, el parámetro que más correlaciona con el tiempo final de la prueba.

En la actualidad se observan en las competencias élites, la paridad en el rendimiento de los atletas durante los distintos eventos, estos se deciden por pequeñas fracciones de segundo, de ahí que los desplazamientos que se obtienen durante el impulso de la pared en la ejecución del viraje, es decisivo en no pocas ocasiones para ganar el evento o imponer una nueva marca.

Según Maglischo (1982, p. 205.), “datos recogidos durante varios años, destacan que, como promedio, los virajes eficientes logran una disminución del tiempo en 0,2 segundos” (p. 205) y en la medida que aumenta la distancia a nadar o competir en piscina de curso corto, existe un aumento de la cantidad de virajes, reduciendo hasta 0,6 segundos en una prueba de 100 metros.

Entonces se hace necesario prestar mayor atención y perfeccionar los virajes desde el punto de vista técnico y físico en función de la mejora del resultado deportivo en cualquiera de las pruebas de la natación competitiva.

Para el logro eficaz del viraje existen dos factores determinantes: La potencia de las piernas y la ejecución técnica, esta última, define en gran medida la eficiencia del empuje sobre la pared para realizar un desplazamiento óptimo y minimizar las posibles demoras, que van en detrimento del resultado deportivo, a la vez que garantizan en gran medida la calidad del gesto técnico.

Los indicadores establecidos para la evaluación del viraje, poseen cierto grado de complejidad, la poca relevancia que generalmente se le ha concedido durante la preparación, y teniendo en consideración el criterio de los autores referenciados, se hace necesario la aplicación de estudios y planteamientos de nuevas soluciones pedagógicas, dirigidas a aminorar la problemática expuesta si se tiene presente que el incremento del número de deportistas de alta calificación, depende en gran medida de que se solucionen correctamente las cuestiones del desarrollo físico y técnico desde la base.

A partir del análisis anterior, se formuló el siguiente objetivo: Describir los errores técnicos de la fase de impulso y las variables temporales cinemáticas durante la acción del viraje en nadadoras de la categoría escolar.

Marco teórico o referentes conceptuales

El déficit de fuerza específica de las piernas en los deportes acuáticos no es exclusivo de la natación, en estudio reciente referente a la fuerza especial en agua en atletas de polo acuático, se concluye que, el 80 % de ellos, presentan deficiencias en el trabajo de la fuerza especial en agua (Ramos Rojas et al., 2020), se resalta la pobre dosificación de estos ejercicios en los entrenamientos y la carencia de actualización de los ejercicios novedosos de fuerza para mejorar el resultado deportivo.

Estudios referentes a la preparación de los nadadores, dejan claro que el mejoramiento de la fuerza y la potencia de las piernas es un factor concluyente para optimizar el rendimiento de los nadadores (Ramírez, 2015; Pentón López et al., 2022), proyectando su beneficio fundamentalmente durante la acción de la arrancada y el viraje para generar propulsión durante la competencia. Esto ha generado la necesidad de desarrollar investigaciones como las de Fernández Yero et al. (2016) y Nugent et al. (2018), encaminadas a demostrar la eficacia de novedosos programas para alcanzar el perfeccionamiento técnico y mejoramiento de la fuerza de piernas respectivamente, en los nadadores.

Es indudable que, durante los últimos años, se ha acentuado el interés de los estudios científicos, específicamente los relativos al comportamiento de los

nadadores durante el viraje, matizado por un marcado énfasis en el tiempo de contacto de los pies en la pared, el impulso generado por la aplicación de la potencia de las piernas y el deslizamiento por debajo del agua. Estos estudios demuestran que, son las variables fundamentales que definen la rentabilidad de la acción del viraje.

Takeda et al. (2022), certifican la utilidad de los análisis subacuáticos en las fases técnicas de la salida y el viraje, ya que, permiten obtener información cinemática de los factores que afectan la velocidad de avance inicial y la desaceleración durante el deslizamiento bajo el agua.

Gonjo y Olstad (2020), establecieron relaciones entre la cinemática subacuática seleccionada y los rendimientos en las arrancadas y los virajes, agrupando sus esfuerzos en conocer la velocidad media y distancia alcanzada durante el deslizamiento subacuático, después del impulso en la arrancada y el viraje, donde se obtuvieron correlaciones de -0,70 con el tiempo en los 15 metros y de -0,95 con los 25 metros, concluyen que es un factor relevante para el logro de una buena rentabilidad de las fases en estudio.

Stosic et al. (2021), explican que es de vital importancia lograr una postura aerodinámica, propiamente ejecutada durante el deslizamiento subacuático y la profundidad alcanzada como vía para la salida a la superficie de forma óptima, y así, minimizar los efectos de arrastres.

En otro sentido, Nicol et al. (2018), concluyen, que la distancia de salida a la superficie después del impulso es un buen indicador para mejorar la rentabilidad durante el viraje, en la medida en que la distancia subacuática aumente, el tiempo de viraje tiende a ser menor, ante ello, se recomienda que los nadadores de nivel internacional deberían intentar utilizar la fase subacuática en la medida en que las reglas de la Federación Internacional de Natación (FINA) lo permitan.

Por su parte, Sánchez et al. (2016), plantean que es a partir del impulso donde se hallan las principales razones de preocupación, en la medida en que influye sobre la evolución del fluido durante el deslizamiento y en las acciones propulsoras posteriores, sin olvidar que la velocidad final del impulso depende de la fuerza

aplicada durante el mismo.

En este sentido, Weimar et al. (2019), estudiaron las influencias de dos empujes diferentes de las piernas contra la pared en tierra y en agua. El primero consistió en un empuje sin contra movimiento, caracterizado por la extensión rápida de rodillas y caderas hacia la pared, y el segundo empuje con contra movimiento, donde el nadador flexiona las rodillas a un ángulo de 90°. Hallan que, la mayor cantidad de fuerza aplicada, se manifestó en el empuje con contra movimiento en tierra, siendo muy inferiores los valores de fuerzas aplicadas dentro del agua.

Este resultado pudo estar influenciado por las leyes de la física que se ponen de manifiesto cuando un cuerpo se introduce dentro del agua, cada movimiento estará limitado por la acción de la resistencia del agua, la pérdida de peso que experimenta el cuerpo, explicado por el principio de Arquímedes; lo que hace pensar que las aplicaciones de las fuerzas difieran.

Donoghue et al. (2011) en estudio similar concluyen que, obtuvieron reducciones significantes en las fuerzas de impacto, en un 33%-54%; de impulso del 19%-54% y la cantidad de fuerza desarrollada, en un 33%-62% en agua, comparada con sus equivalentes en la tierra, en la mayoría de ejercicios en estudio, y explican, que el nivel de reducción puede estar influenciado por la técnica de salto y amortiguación, la profundidad del agua, la talla y composición del cuerpo del participante.

Otros estudios concernientes a la acción del viraje centran su atención al ángulo eficaz de las piernas durante el giro y el tiempo de contacto de la pared, como premisa en la utilización óptima del empuje de las piernas, (Costa de Oliveira et al., 2014; Skyriene et al., 2017), concluyendo que, cuanto mayor sea el ángulo que forman las piernas durante el contacto con la pared, el tiempo de la fase de empuje se acorta, por otra parte, los atletas que se acercaron más a la pared, tuvieron que disminuir el ángulo de las piernas aumentando el tiempo de contacto con la pared, aspecto que va en detrimento del tiempo total de la ejecución de la vuelta.

En este sentido, es donde el atleta durante el viraje se encuentra con el primer

problema a resolver, la percepción del momento adecuado para comenzar el giro, de ello depende establecer un ángulo adecuado, para efectuar un empuje óptimo. Quedar con las piernas muy flexionadas o muy extendidas puede influir negativamente en la rentabilidad de la vuelta, (Skyriene et al., 2017).

Metodología empleada

Para la realización de la investigación se utilizó al equipo de natación femenino de la categoría 13-14 años de la EIDE de Sancti Spíritus, compuesto por seis nadadoras, que presentan una talla promedio de 164 cm y un peso promedio de 59.3 kg.

Se utilizó una guía de observación donde se evaluaron los siguientes indicadores técnicos: (Chollet, 2003).

Fase de impulso.

1. Ubicación de los pies: Pies arriba, Pies centro, Pies profundos.
2. Ángulo de las articulaciones, cadera, rodilla, tobillo: -90° , 90° , $+90^\circ$.
3. Salida al deslizamiento: Salida de ventral, Salida lateral.
4. Posición de los brazos: brazos extendidos al frente.
5. Evaluación final: Para apoyar el nivel de la información se utilizó la técnica video gráfica, tomando imágenes subacuáticas haciendo énfasis en la fase del impulso.

Se utilizó el test de 15 metros, para el análisis de la rentabilidad de la vuelta propuesto por Absaliamov y Timakov (1990), empleado en eventos élites, tales como los campeonatos mundiales de Roma 1994 y Barcelona 2003 y en los juegos Olímpicos de Atlanta 96.

Se registró el tiempo total realizado desde los 7.5 metros antes de la pared y 7.5 metros después de la pared, siempre teniendo como referencia la cabeza del nadador. Para el análisis temporal se utilizó una cámara de video sobre los 7,5 metros, para obtener el tiempo total del test, se ubicó también una cámara subacuática para obtener el resultado del tiempo de contacto de los pies en la pared, y el tiempo de impulso, así como la velocidad y la aceleración lineal durante el impulso en de la pared.

Se obtuvieron los ángulos formados por las articulaciones de tobillos, rodillas y cadera en el momento de comenzar el impulso a la pared, la fuerza aplicada sobre la pared durante el impulso, se determinó por el método indirecto, aplicando la 2.^a ley de Newton, se puede representar con la siguiente ecuación $F_{neto} = m \times a$, donde F_{neto} es la fuerza total que actúa sobre el objeto, (m), es la masa del objeto y (a), es su aceleración. La unidad de medida se representa en Newtons.

En las filmaciones subacuáticas, se analizaron los siguientes indicadores:

- Tiempo de contacto (desde el inicio del contacto de los pies en la pared hasta iniciar el impulso).
- Tiempo de impulso (desde el inicio del empuje de las piernas hasta el finalizar el contacto con la pared).
- Tiempo Total en 15 metros (Tiempo transcurrido desde que la cabeza pasa por la línea de 7.5 metros antes de la pared y los 7.5 metros después del viraje).

Para el análisis de los indicadores propuestos se utilizó el software de análisis del movimiento deportivo Kinovea, donde se pudo controlar el tiempo empleado en cada uno de ellos. Fue posible obtener los resultados de la aceleración expresada en m/s^2 . Para la toma del tiempo total de los 15 metros, se utilizó un cronómetro digital, para comparar y calibrar el software.

Para el procesamiento de los datos se utilizó el procesador estadístico SPSS ver 22.00.

Se determinaron los valores de la media, desviación estándar, la correlación de Pearson entre los indicadores evaluados y el resultado final del test de 15 metros.

Resultados y Discusión

Regularidades de la valoración cualitativa de la técnica de ejecución de la vuelta de libre. Parrilla de observación.

Durante la aproximación a la pared se constató que solo una atleta disminuyó el ritmo de la brazada y respiró al instante de comenzar el giro, aspecto este que ocasiona una pérdida de tiempo y descoordinación en la fluidez del movimiento. Esta acción es propia de atletas noveles, al intentar reajustar los movimientos para

comenzar el giro.

Al evaluar la distancia óptima de realizar el giro con respecto a la pared, se observa que hay una percepción correcta en este sentido, introduciendo la cabeza con rapidez, logrando ángulos aceptables al momento de apoyar los pies en la pared de la piscina.

Durante el apoyo de los pies, solo dos atletas lo hicieron en profundidad más de lo anormal, perdiendo tiempo en la ubicación del cuerpo para comenzar el impulso desde posición ventral, acción que obliga a los nadadores a realizar movimientos de brazos para lograr la sostenibilidad de la posición, creando turbulencia frente al cuerpo y aumentando el tiempo de ejecución. Se considera que la acción de comenzar el impulso en posición lateral y buscar la posición ventral durante la última fase del impulso y el inicio del deslizamiento es una vía de mejorar la rentabilidad del viraje.

Durante el deslizamiento se confirma que solo dos atletas logran aprovechar al máximo el impulso de la pared, saliendo a la superficie después de los 7,5 metros, todos para mantener la velocidad de avance utilizaron el movimiento de las piernas de delfín, manteniendo una buena posición del cuerpo, la salida a la superficie se realiza adecuadamente y respirando en el segundo ciclo de brazada, lo que proporcionó una excelente fluidez de los movimientos durante esta importante fase, momento en que se produce la conexión para continuar con los movimientos de piernas y brazos durante el nado.

En resumen, se puede señalar que, el grupo investigado posee una ejecución técnica de la vuelta de libre, aceptable, teniendo presente la edad, donde la maestría deportiva aún no se ha concretado. Los ángulos que forman las piernas al momento de comenzar el impulso de la pared fue el elemento que más heterogeneidad mostró, lo que pudiera ser un elemento a considerar, ya que, superiores a los 90°, demandan mayor capacidad de fuerza reactiva de los músculos extensores de los pies, considerando que aún no están desarrollados en total plenitud en estas edades.

Tabla 1

Indicadores temporales evaluados de la vuelta de libre

Atletas	Peso kg	Ángulos °	T. Contacto	T. Impulso	T final 15mts
1	60	108	0.43	0.16	9.38
2	58	110	0.20	0.12	9.42
3	61	90	0.48	0.20	9.45
4	56	100	0.24	0.18	10.02
5	62	85	0.31	0.32	10.11
6	59	90	0.30	0.23	10.06
X	59.3	97.17	0.33	0.20	9.74
Ds	2.16	10.40	0.11	0.07	0.36
		-0.64		0.72*	r

Al analizar los valores temporales de los diferentes indicadores medidos, se destaca que, es durante el impulso donde se obtienen los valores más bajos de la desviación estándar, revelando que existe una homogeneidad en el tiempo de ejecución de este indicador, momento que define la cantidad de fuerza que se aplica durante el empuje contra la pared. Este resultado tiene una incidencia directa con los ángulos formados por las piernas en el momento de contacto con la pared, indicador que mostró la mayor desviación, lo que pudiera afectar la fuerza reactiva aplicada a la pared, otros estudios han demostrado que, en categorías escolares o atletas donde aún predomina un déficit de la fuerza rápida en las piernas, no es aconsejable manifestar ángulos superiores a los 90° (Skyriene et al., 2017).

Se manifestaron correlaciones fuertes con una tendencia positiva con el tiempo utilizado para el impulso, que demuestra una disminución del tiempo utilizado para este y se relaciona con una disminución del resultado final de la distancia de 15 metros; por otra parte, los ángulos de las piernas, con el resultado final del test, mostró una correlación estadística media, con una dependencia negativa que explica que a mayor ángulo mejor relación con la mejora del resultado final del test.

Es necesario explicar que en categorías escolares, existe una tendencia a

comenzar el giro más cerca de la pared, que puedan quedar en el momento de iniciar el impulso en un ángulo entre 90° y 95°, lo que propiciaría un mayor espacio de aceleración, intentando aplicar mayor fuerza hacia delante durante el empuje de la pared; a expensas de mayor tiempo de ejecución, generalmente no ocurre así en categorías élites, donde la fuerza explosiva reactiva de las piernas, se encuentra más desarrollada y la velocidad de nado es mayor durante la aproximación a la pared, esto permite al nadador comenzar el giro más lejos de la pared y adoptar ángulos más amplios, siendo más eficiente en la utilización de la fuerza reactiva generada por los músculos de las piernas y así reducir el tiempo empleado para el viraje.

Es recomendable tener presente las características individuales de los atletas al establecer la distancia óptima para comenzar el giro, como elemento concluyente para el posterior impulso.

Tabla 2

La fuerza aplicada durante el impulso de la pared

Atletas	Velocidad m/s	Aceleración m/s²	Fuerza N
1	2.92	16.22	973
2	2.10	12.26	711
3	2.44	14.92	910
4	2.30	11.10	622
5	2.50	11.86	735
6	2.36	11.58	683
X	2.44	12.99	772.4
DS	0.27	2.07	137.9
r	0.76*	0.99**	

* Nivel de significación al 0,05.** Nivel de significación al 0,01.

En la tabla 2 se observan los valores registrados de los indicadores cinemáticos evaluados durante el impulso.

Se aprecian los valores picos de las variables cinemáticas de velocidad y aceleración que se obtienen durante la fase final del impulso, momento en que el

predominio de la fuerza aplicada, corresponde a la capacidad explosiva reactiva de los músculos de las piernas, resultado que demuestra la importancia de tener presente en la planificación y preparación de los nadadores, el desarrollo de esta capacidad.

Los valores de la desviación estándar de la fuerza aplicada durante el impulso se presentan con tendencia a la heterogeneidad, indicando que existen deficiencias en la fuerza reactiva de las piernas, factor que indudablemente actúa de forma negativa en el resultado de la rentabilidad de la vuelta.

Resalta la correlación obtenida entre la aceleración y el valor de la magnitud de fuerza aplicada durante el empuje de la pared, que expresó una relación estadística fuerte y altamente significativa, con sentido positivo. Demuestra que, en la medida que el nadador empuje con más fuerza, se desarrollará un aumento de la aceleración, igual sucede con la correlación entre la velocidad y la fuerza aplicada, pero en menor medida, debido a que la velocidad lograda depende de otros factores, como el nivel de resistencia que ofrece el agua directamente con el cuerpo del nadador, provocada por la posición del cuerpo durante el empuje y el deslizamiento subacuático.

Tabla 3

Correlación de los diferentes indicadores evaluados con el resultado final

	Velocidad m/s	Aceleración m/s²	Fuerza N
r Tiempo final 15 metros	-0.22	-0.78	-0.72

En la tabla 3, se muestran los valores derivados de la correlación entre los indicadores cinemáticos y el resultado final del test, que evalúa la rentabilidad de la vuelta.

Se observan correlaciones estadísticas fuertes con un sentido negativo, es decir, el aumento de sus valores propicia una disminución del tiempo de ejecución del viraje, lo que indica, desde la perspectiva de la condición física, que la potencia generada por las piernas durante el empuje sobre la pared, es un factor de

importancia para el logro de un viraje efectivo y rentable.

El nivel de correlación de la velocidad, se mostró débil, revelando que existen deficiencias en la posición del cuerpo durante el deslizamiento.

Los resultados arrojados demuestran, que se hace necesario prestar mayor interés durante la preparación de los nadadores al mejoramiento de la fuerza de las piernas, no solo en función del desempeño de la propulsión durante la fase de nado, aspecto muy recurrente en atletas escolares, sino que se deben diseñar y aplicar además, ejercicios generales y especiales para el mejoramiento de la potencia de las piernas en función del progreso de rentabilidad del viraje.

Conclusiones

Se comprobó que las atletas investigadas poseen una buena técnica de ejecución durante la fase de impulso, siendo los errores más comunes: el apoyo de los pies profundo y ángulos de las piernas muy abiertos, no muy aconsejables en las edades comprendidas en el estudio, que comprometen la aplicación de fuerza necesaria para un deslizamiento subacuático eficaz.

Al realizar la evaluación del test aplicado, se constató que existen deficiencias en la aplicación de la potencia de las piernas durante el impulso en la pared, que propiciaron un menor desempeño en la rentabilidad del viraje en las nadadoras estudiadas.

Se constataron deficiencias en la posición del cuerpo durante el impulso, aspecto que propició una disminución de la velocidad de salida de la pared, debido al aumento de la resistencia frontal.

La fuerza de empuje de las piernas sobre la pared, correlacionó muy fuerte con el resultado final del test de 15 metros, lo que sugiere que es un elemento a mejorar, haciendo énfasis en la potencia de las piernas como vía fundamental para mejorar la rentabilidad del viraje.

Referencias bibliográficas

Absaliyamov, T. y Timakov, S. (1990). Análisis de la actividad competitiva del nadador. En *Aseguramiento científico de la preparación de nadadores* (pp. 51-58). Vneshtorgizdat.

- Born, D. P., Kuger, J., Polach, M. y Romann, M. (2021). Turn Fast and Win: The Importance of Acyclic Phases in Top-Elite Female Swimmers. *Sports*, 9(9).
<https://www.mdpi.com/2075-4663/9/9/122>
- Costa de Oliveira, T., Torriani-Pasi, C., Letícia Silva, S., Alvares, R., Madureira, F., Roberto Apol, M. & Cesar Correa, U. (2014). The spatiotemporal constraint on the swimmer's decision making of turning. *Motricidade*, 10(3), 90-98.
<https://www.redalyc.org/pdf/2730/273032047011.pdf>
- Chollet, D. (2003). *La natación deportiva*. INDE.
- Donoghue, O. A., Shimojo, H. y Takagi, H. (2011). Impact Forces of Plyometric Exercises Performed on Land and in Water. *Sports Health*, 3(3), 303-309.
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3445157/>
- Fernández Yero, L. V., Tamayo-Rodríguez, R. y Guerra-Martínez, R. (2016). Sistema de ejercicios para perfeccionar los virajes del combinado individual en nadadores 9-10 años provincia Granma. *OLIMPIA*, 13(41), 169-178.
<https://revistas.udg.co.cu/index.php/olimpia/article/view/1300/2341>
- Gonjo, T. & Olstad, B. H. (2020). Start and Turn Performances of Competitive Swimmers in Sprint Butterfly Swimming. *Journal of sports sciecie & medicine*, 19(4), 727-734.
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7675631/>
- Guaman Totoy, H. D. (2018). *Análisis cuantitativo en los tipos de virajes de las pruebas de natación en nadadores velocistas "Club de Natación ESNAT"*. [Tesis doctoral, Universidad de las Fuerzas Armadas].
<http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/14854/1/T-ESPE-040371.pdf>
- Maglischo, E. (1982). *Nadar más rápido*. Hispano Europea.
- Morais, J. E., Marinho, D. A., Arellano, R. y Barbosa, T. M. (2018). Start and turn performances of elite sprinters at the 2016 European Championships in swimming. *Sports Biomechanics*, 18(1), 1-15.
<https://ubibliorum.ubi.pt/bitstream/10400.6/9218/1/22%20-%20morais2018.pdf>
- Nicol, E., Tor, E. & Ball, K. (10-14 de febrero de 2018). *The characteristics of an*

- elite swimming turn. 36th Conference of the International Society of Biomechanics in Sports.* Auckland, New Zealand: NMU Commons.
<https://commons.nmu.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1376&context=isbs>
- Nugent, F. J., Comyns, T. M. & Warrington, G. D. (2018). Effects of increased training volume during a ten-day training camp on competitive performance in national level youth swimmers. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 58(12), 1728-1734.
https://www.researchgate.net/publication/321534190_Effects_of_increased_training_volume_during_a_ten-day_training_camp_on_competitive_performance_in_national_level_youth_swimmers
- Pentón López, J. L., García Vásquez, L. Á., González Duarte, L. A., Cruz Carrera, A. y Marín Rojas, A. (2022). La rentabilidad del viraje en nadadoras del estilo libre. *Podium*, 17(1), 106-119.
<https://podium.upr.edu.cu/index.php/podium/article/view/1173/html>
- Ramírez, E. (2015). Análisis de las variables determinantes del rendimiento en la prueba de 50 metros libres en la natación competitiva. *Lecturas: Educación Física y Deportes*, 20(205). <https://www.efdeportes.com/efd205/rendimiento-en-50-metros-libres-en-natacion.htm>
- Ramos Rojas, M., Miló Dubé, M. y González Corrales, S. C. (2020). Diagnóstico para perfeccionar la fuerza especial en agua de polo acuático en Pinar del Río. *Podium*, 15(2), 250-262.
<https://podium.upr.edu.cu/index.php/podium/article/view/915>
- Sánchez, J. A., Maañón, R., Mon, J. y González, S. (2016). Procedimientos para la evaluación y mejora de los virajes en natación. *Swimming Science I*.
https://www.researchgate.net/publication/292977360_Procedimientos_para_la_evaluacion_y_mejora_de_los_virajes_en_natacion
- Skyriene, V., Dubosiene, M., Dubosas, M. & Eidukeviciute, M. (2017). The relationship between different age swimmers' flip turn temporal and kinematic characteristics. *MECHANIKA*, 23(4), 604-609.

https://www.researchgate.net/publication/319600885_The_Relationship_between_Different_Age_Swimmers'_Flip_Turn_Temporal_and_Kinematic_Characteristics/link/59e6f148a6fdcc0e882aa8ae/download

Stosic, J., Veiga, S., Trinidad, A. y Navarro, E. (2021). How Should the Transition from Underwater to Surface Swimming Be Performed by Competitive Swimmers? *Applied Sciences*, 11(1), 122-131. <https://www.mdpi.com/2076-3417/11/1/122>

Takeda, T., Sakai, S. & Takagi, H. (2022). Underwater flutter kicking causes deceleration in start and turn segments of front crawl. *Sports Biomechanics*, 21(10), 1224–1233. <https://doi.org/10.1080/14763141.2020.1747528>

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), 32-41. <https://doi.org/10.3390/sports7020032>

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener conflictos de intereses.

Contribución de los autores

J.L.P.L.: Búsqueda y revisión de literatura, aplicación de instrumentos, recopilación de la información resultado de los instrumentos aplicados, análisis estadístico, confección de tablas, gráficos e imágenes, redacción del original, revisión y versión final del artículo, revisión de la aplicación de la norma bibliográfica aplicada.

L.A.G.V.: Búsqueda y revisión de literatura, aplicación de instrumentos, análisis estadístico, revisión y versión final del artículo, revisión de la aplicación de la norma bibliográfica aplicada.

L.A.G.D.: Búsqueda y revisión de literatura, aplicación de instrumentos, análisis estadístico, revisión y versión final del artículo.

Pedagogía y Sociedad publica sus artículos bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)



<https://revistas.uniss.edu.cu/index.php/pedagogia-y-sociedad/pedagogiasociedad@uniss.edu.cu>