

EFFECTOS DEL ENTRENAMIENTO DE BALANCE SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS CINEMÁTICAS DE LA BATIDA DE CROL EN NADADORES JUVENILES

Luis Benavides-Roca¹ y Hernán Maureira-Pareja²

¹ Universidad Santo Tomas, Talca, Chile, ² Universidad Católica del Maule, Chile.

OPEN ACCES

***Correspondencia:**
Luis Benavides-Roca
Primavera #0175, Linares, Chile
benavides.roca@gmail.com,
+569 99268137

Funciones de los autores:
Todas las funciones fueron ejecutadas por ambos autores

Recibido: 21/02/2020
Aceptado: 22/07/2020
Publicado: 30/09/2020

Citación:
Benavides-Roca, L., & Maureira-Pareja, H. (2020). Efectos del entrenamiento de balance sobre las características cinemáticas de la batida de crol en nadadores juveniles. *Revista de Investigación en Actividades Acuáticas*, 4(8), 99-104.
<https://doi.org/10.21134/riaa.v4i8.1313>


Creative Commons License
Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-Compartir-Igual 4.0 Internacional

Resumen

Antecedentes: En la natación la técnica de batida crol tiene un efecto propulsivo y estabilizador del desplazamiento del nadador

Objetivos: Por tanto, el objetivo del presente estudio fue determinar los efectos de un programa de entrenamiento de balance sobre las características cinemáticas de batida en los nadadores juveniles.

Método: La metodología utilizada es cuasi-experimental, donde se trabajó con 15 sujetos (8=grupo A y 7=grupo B), con una edad promedio de 12,6 años, un peso de 44,6±3,9 kg y una estatura de 154±3,8 cm.

Resultados: Los resultados indicaron que el entrenamiento de balance disminuye las velocidades y distancias del movimiento del centro de gravedad y consigue reducir el tamaño del área vórtice producido por la batida crol.

Conclusiones: En conclusión, el balance contribuye en el entrenamiento del desarrollo de la técnica de batida.

Palabras clave: Natación, acuático, batida crol y rendimiento

Title: Effects of balance training on the kinematic characteristics of flutter kicking in juvenile swimmers

Abstract

Background: In swimming the crawl technique has a propulsive and stabilizing effect on the swimmer's movement.

Goals: Therefore, the aim of this study is to determine the effects of a dynamic balance training program on the kinematic characteristics of flutter kick technique in young swimmers.

Method: The methodology used was cuasi-experimental, where 15 subjects (8 = group A and 7 = group B) with a mean age of 12.6 years, a weight of 44.6 ± 3.9 kg and a height of 154 ± 3.8 cm.

Results: The results indicate that with balance training decreases the distance and the velocity of movement of the center of gravity and manages to reduce the size of the vortex produced by flutter kick.

Conclusions: In conclusion, the balance contributes in training for the development of flutter kick.

Keywords: Swimming, aquatic, flutter kick, and performance

Título: Efeitos do treinamento nas características cinemáticas da batida do crawl em nadadores juvenis

Resumo

Introdução: Na natação, a técnica de perna crawl tem um efeito propulsor e estabilizador no deslocamento do nadador.

Objetivos: Portanto, o objetivo do estudo é determinar os efeitos de um programa de treinamento do equilíbrio nas características cinemáticas do chute crawl em nadadores jovens.

Método: A metodologia utilizada é quase experimental, onde trabalhou com 15 sujeitos (8=grupo A e 7=grupo B), com idade média de 12,6 anos, peso de 44,6 ± 3,9 kg e altura 154 ± 3,8 cm.

Resultados: Os resultados indicaram que o treinamento do equilíbrio diminui as velocidades e as distâncias do movimento do centro de gravidade e redução do tamanho da área do vórtice.

Conclusões: Em conclusão, o equilíbrio contribui para o treinamento do desenvolvimento da técnica de perna crawl.

Palavras chaves: natação, aquático, perna crawl e desempenho.

Introducción

La natación competitiva requiere de componentes que generen un buen desempeño en el deportista, donde la velocidad de traslación y la técnica de nado son primordiales a la hora de analizar esta disciplina. La precisión del gesto técnico optimiza el gasto energético y provoca la eficiencia mecánica para la obtención de altas velocidades durante un periodo de tiempo determinado (Hochstein & Blickhan, 2011).

Es conocido que el nadador se enfrenta a diversos factores que potencian o disminuyen su rendimiento, los cuales estarán relacionados con los patrones de la técnica de nado que subyacen al fenómeno neural (McCabe & Psycharakis, 2011), debido a la sincronización de los movimientos de brazos y piernas (Wannier et al., 2001). Por tanto, una de las habilidades acuáticas que involucra este componente es la batida crol, la cual debe ser desarrollada en etapas básicas de un nadador (Domínguez et al., 2001).

De manera específica, la cuantificación del aporte de la batida no ha sido determinado del todo, pues, la evidencia señala que la forma más utilizada de medición, son las propuestas de Counsilman (1968), a través de la máquina de remolque; la de Holmer (1974), mediante el consumo máximo de oxígeno y la de Bucher (1975), que estimó el aporte de las piernas a partir de la utilización solo de los brazos.

El gesto técnico de batida crol comienza en la cadera, con un impulso del muslo ascendente y descendente que arrastra consigo la pierna y el pie. Durante el primer movimiento existe una leve flexión de rodilla, mientras que en el segundo, esta articulación debe estar completamente extendida para producir un flujo determinado con una mayor presión sobre el medio acuoso (Von Loebbecke et al., 2009).

A partir de lo anterior, Arellano (1999) estudió el flujo generado por distintas técnicas de la natación, utilizando como referencias las burbujas producidas alrededor del cuerpo al momento de ejecutar el nado, observando que los deportistas que presentaban un mejor desempeño, provocaban un menor tamaño de la burbuja. No obstante, el objetivo de los principales estudios de este tipo está orientado a determinar la dirección que adoptan y no el tamaño, por lo cual esta investigación tiene como característica de medición del área de la burbuja (vórtice) generado por el tobillo del nadador.

Conocer la eficacia del nado de acuerdo a la ejecución de la batida crol, es necesario, debido a que posee un componente motriz asociado a contrarrestar el momento de hundimiento producido por el movimiento de los brazos (Nakashima, 2007), por ende, se establecen entrenamientos que potencien el tren inferior y la zona media (Lema-Yáñez, 2016).

Concretamente, el balance es una capacidad que reúne los requisitos mínimos para estimular el desarrollo técnico de la batida crol y es capaz de generar transmisiones de fuerza asociadas al desempeño y a la prevención de lesiones (Ellenbecker & Roetert, 2003; Batalha et al., 2015).

Según Horak (2006), el balance es el estado en el que las fuerzas que actúan sobre el cuerpo están equilibradas, manteniendo la posición y orientación deseada. Por lo cual, las características de la batida y el entrenamiento de balance tienen un punto en común ligado a la sinergia muscular, vinculado al sistema neuromuscular que favorece la interrelación entre los músculos y las articulaciones que cumplen este movimiento (Bertoldi et al., 2013). Resulta pertinente esta conjugación del balance con la propulsión de piernas dada la funcionalidad de la cadera y el tobillo principalmente (Avella, 2011). En consecuencia, es necesario conocer como repercute el balance en aspectos técnicos de los nadadores, por tanto, el objetivo del presente estudio, es

determinar los efectos del entrenamiento de balance sobre las características cinemáticas de la batida crol en nadadores juveniles.

Método

Participantes

Se ha realizado un estudio de tipo cuasi-experimental, con 15 nadadores entre los 11 y 13 años de edad, que presentaban una experiencia de 2 años aproximadamente de práctica en este deporte, con características antropométricas normales para la intervención, tal como lo muestra la Tabla 1. Los sujetos fueron seleccionados de manera no probabilística por conveniencia, pertenecientes a los clubes de natación de la zona central de Chile.

El desarrollo del trabajo contó con la distribución de dos grupos (GA y GB) de manera aleatoria, los cuales fueron sometidos a 3 semanas de entrenamiento de balance en distintos momentos del estudio, con el objetivo de generar un grupo experimental y control en distintas temporalidades.

Los participantes presentaban condiciones óptimas para ser evaluados e intervenidos. Junto con esto cada nadador presentó un consentimiento informado respaldado por sus padres.

Tabla 1. Datos descriptivos de los nadadores.

	n	Edad	Talla	Peso	Años de experiencia
GA	8	12,8±0,7	153,6±3,8	44,6±4,	2,1±0,5
GB	7	11,9±0,5	155,1±3,6	42.3±3,7	1,7±0,24

Medidas

Las evaluaciones realizadas fueron enfocadas en la capacidad de balance y en las características cinemáticas de la batida crol. Ambas se efectuaron previo al entrenamiento de natación.

Para medir el balance se utilizó el test de posturografía, el cual consiste en posicionar al sujeto durante 30 segundos de manera unipodal con una flexión de 90° en cadera y rodilla, tanto con ojos abiertos (OA) como cerrados (OC) y con la pierna derecha (MD) e izquierda (MI). La medición fue efectuada a través de la plataforma de fuerza marca Kistler, la que recoge estímulos de presión a través de sensores que expresan valores numéricos de velocidad media (VM), distancia total (TD), rango, y Elipse.

Las características cinemáticas de la batida crol, se evidenciaron a través del tamaño de la burbuja (vórtice), producida por el desplazamiento descendente del pie en la acción de batida en la zona del tercio distal de la pierna tal como lo expresa Bagrash et al. (1973).

La medición fue efectuada a través de dos cámaras sub acuáticas marca Go Pro hero 4, ubicadas de manera perpendicular a 160 cm del punto de interacción, con una profundidad sub acuática de 180 cm, tal como lo muestra la Figura 1.

Para la cuantificación de las dimensiones se utilizó como referencia métrica el pie del deportista, desde el hallux hasta el talón, posterior a esto con la herramienta Contorno se delimito la burbuja producida por la batida crol tal como se puede apreciar en la Figura 2 donde se marca el área en rojo.

Figura 1. Posicionamiento de las cámaras.

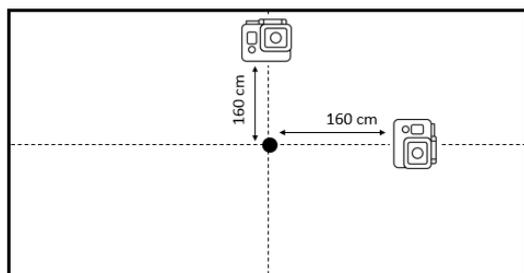
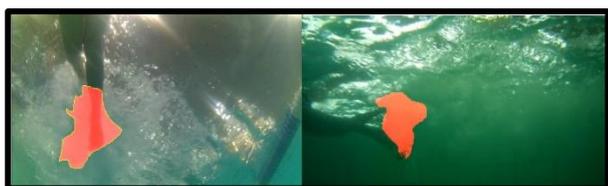


Figura 2. Cuantificación del área de la burbuja.



Cabe destacar que las condiciones de la piscina eran las óptimas para la recolección de datos y la medición siempre se manejó dentro de un horario determinado para que los efectos de la luz en el agua afectaran lo menos posible.

Procedimiento

En primera instancia ambos grupos fueron sometidos a un test diagnóstico, tanto de posturografía como de las características cinemáticas de la batida crol, posterior a eso el GA fue sometido a entrenamientos de balance y el GB participaba como grupo control, luego de las 3 semanas de intervención se realizaba una segunda evaluación (intermedia) que permitía generar una semana de blanqueamiento de los datos. Una vez finalizada esta etapa se procedía a cambiar los roles de los grupos pasando a ser el GB el estimulado con entrenamiento de balance y el GA el control, como es posible de apreciar en la Tabla 2 con la distribución de los grupos y los momentos de evaluación e intervención.

Tabla 2. Temporalidad de las fases del estudio.

Grupo	1 semana	3 semanas	1 semana	3 semanas	1 semana
A	Evaluación	Balance	Evaluación	Control	Evaluación
B	Evaluación	Control	Evaluación	Balance	Evaluación

Las características del entrenamiento de balance consistían en ejecutar ejercicios en posición unipodal y ejercicios asociados al gesto técnico de batida, en condiciones de ojos abiertos y cerrados, superficies irregulares y posiciones inestables.

En torno a la dinámica de cargas, se utilizaba un circuito de 5 estaciones, el cual era trabajado con la modalidad de 1:1 (30 segundo balance con 30 segundo de descanso), alcanzado a ejecutar 5 a 6 series por 3 días de entrenamiento durante la semana (9 sesiones).

Análisis de datos

Se realizó un análisis descriptivo y comparativo intergrupo, a través de la media y desviación estándar de las variables. Se utilizó la prueba de

Shapiro- Wilk, para determinar la normalidad de los datos. La comparación de las variables se procedió con la prueba de análisis de varianza (Anova de dos colas) donde el valor de significancia es $P < 0,05$. Lo anterior fue analizado en el programa estadístico SPSS en su versión 19.

Resultados

Los datos de posturografía representan el comportamiento del centro de masa en relación con las fuerzas aplicadas en la plataforma, a partir de esto es posible evidenciarlas en la Tabla 3 las variables específicas del balance (VM, TD, Rango y Elipse).

Velocidad Media (VM)

El Grupo A, en presencia del entrenamiento de balance presenta una disminución de la VM entre la evaluación inicial y final con la condición de OA pie izquierdo ($p=0,02$) y OC pie derecho ($p=0,02$). Junto con esto se aprecian una disminución significativa entre las evaluaciones intermedia y finales de la condición de OA pie derecho ($p=0,01$) y OC pie izquierdo ($p=0,007$).

Distancia Total (TD)

El grupo A en presencia del estímulo de balance presenta una disminución significativa de la TD en la evaluación inicial y final, respecto de la condición de OA pie izquierdo ($p=0,02$) y OC pie derecho ($p=0,02$), junto con esto también existió un descenso entre la evaluación intermedia y final en relación pie derecho OC y OA ($p=0,03$; $p=0,01$) y OA pie izquierdo ($p=0,007$).

Rango

El grupo A con presencia del entrenamiento de balance disminuye su valor, presentando diferencias significativas en la condición de OC pie derecho respecto a las comparaciones de las evaluaciones inicial e intermedia ($p=0,01$) y las evaluaciones inicial y final ($p=0,05$).

Las características cinemáticas de la batida crol, son expresados en la tabla 4 a partir de los datos del área del vórtice.

Tabla 3. Valoración del área (mm^2) de la burbuja.

	Pierna	Instancias De evaluación		
		Inicial	Intermedia	Final
Grupo A	Derecha	504,7±343,2	291,9±99,9	294,9±102,4
	Izquierda	512,2±270,3	312,6±95,7a	300,2±99c
Grupo B	Derecha	270±25,3	274±42,3	281±52,3
	Izquierda	393,3±76,6	323±139,7	306,6±129c

Nota: Dif. Significativas a = intermedio<inicial; b = final<Intermedio; c = final<inicial.

La Tabla 4 muestra, que el grupo A con el entrenamiento de balance consigue disminuir el área de vórtice en la pierna izquierda, entre las evaluaciones inicial e intermedia ($p=0,03$) y las evaluaciones intermedia y final ($p=0,03$). Por su parte el grupo B, muestra que el entrenamiento de balance, producen una disminución del área de vórtice entre las evaluaciones inicial y final ($p=0,05$).

Tabla 4. datos de posturografía según instancia de evaluación.

		Grupo a				Grupo b			
		Derecho (MD)		Izquierdo (MI)		Derecho (MD)		Izquierdo (MI)	
		OA	OC	OA	OC	OA	OC	OA	OC
MV (mm/S)	Inicial	38,8±10,8	48,7±13,1	37,7±12	42,2±10,5	38,6±8,8	48,5±12,7	36,7±7,2	42,2±10,7
	Intermedio	46±17,4	42,6±10,5	40,9±11,5	37±7	41,5±6,7	48,6±7,6	37,6±6,1	45,2±3,9
	Final	36,6±9,6b	39,7±8,2c	33,3±7,3bc	38,8±7,5	40,9±9,9	49,4±8,9	35,6±9,4	45,8±8,6
TD (mm)	Inicial	1164,2±325,1	1460,3±319,5	1129,2±360,5	1265,5±313,9	1161,6±266,2	1455,1±380,3	1101,4±215,3	1266,1±319,9
	Intermedio	1382,2±520,5	1276,6±315,7	1227,9±343,8	1111±209,2	1244,4±200,5	1458,6±227,8	1126,5±182	1355,4±117,7
	Final	1100,3±287,7b	1189,4±246bc	998±218,9bc	1164,8±225,1	1226,6±296,9	1480,4±266,2	1067,4±282,8	1369,4±261
Rango (mm/S)	Inicial	36,1±9,3	64,3±24,8	47±29,5	52,2±25,2	38,3±9,5	57,6±23,4	40,5±8,8	57,3±32,8
	Intermedio	35,2±8,4	43,1±12,4a	35,3±9,4	40,4±12,5	42,3±12	52,6±16,1	41,9±10,9	52,4±12
	Final	36,2±7,5	42,7±9,9c	36,8±10,7	43,2±12,1	39,2±7,2	48,1±11,3	38,6±8,6	50,7±12,5
Elipse (mm ²)	Inicial	762,6±251,9	1356±767,6	872,3±249,5	957,3±453,2	839,6±147,1	1729,7±776,5	1009±320,5	1504±553
	Intermedio	766,9±211,4	1149,6±349,6	780±267,8	994,5±237,3	905,8±243,3	1702,5±475,4	915,6±186,7	1645,146,9
	Final	781,9±191,6	1125,5±298,6	839,6±311,8	1157,2±266,8	892,7±154,5	1425,1±458,6	882,7±300,7	1549,2±377,2

Nota: Dif. Significativas **a** = intermedio<inicial; **b** = final<Intermedio; **c** = final<inicial

Discusión

El presente estudio tiene como objetivo determinar los efectos de un programa de entrenamiento de balance sobre las características cinemáticas de la batida crol en nadadores juveniles.

Se realizará un contraste de ideas, entre la literatura y las planteadas en esta investigación, a partir de los temas referentes a balance y cinemática de la batida crol.

Entrenamiento de balance

Kılınc, Temur, & Mollaogulları, (2019) señalan que el entrenamiento en la natación presenta una concepción muy delimitada de lo que se busca desarrollar. Por consiguiente, los estímulos que se deseen abordar deben poseer especificidad técnica, tal como se empleó en el presente estudio, donde se planteó un entrenamiento de balance asociado a acciones técnicas de la batida crol y aspectos propioceptivos de tobillo, los cuales son elementos básicos para la propulsión del nadador.

En la investigación de Weston et al, (2014), se trabajó estabilidad de Core dirigida a las estructuras de pelvis y tronco, impactando en el aumento de la velocidad de los deportistas en un 2% de su rendimiento. En la presente investigación, se plantea la idea de establecer el balance como una capacidad a potenciar en el desarrollo del nadador.

Por su parte Vera-García et al., (2008), mencionan que el entrenamiento del balance es fundamental en la natación, ya que su desarrollo proporciona un alineamiento corporal que beneficia el posicionamiento hidrodinámico, disminuye el riesgo de lesión y dolencias. De la misma forma Vera-García, et al (2015), sostiene que el

entrenamiento de balance genera un desarrollo de las capacidades de resistencia y fuerza, las que son propias para el desarrollo de un nadador en etapa iniciada, así mismo, Peter, Martina & Romana (2020), señalan que el entrenamiento de fuerza específica provoca la disminución de la frecuencia y el aumento de la velocidad en una carrera de 50 metros, lo que se relaciona con la presente investigación, dado que los entrenamientos de balance generan un aumento en el desempeño de nadadores a partir de la disminución de los vórtices.

En la investigación de Roth et al., (2006) evidencian los efectos del balance, sobre el medio acuático y terrestre, donde existen mejoras de la elipse en el medio acuático y en el terrestre en posición unipodal de $120 \pm 0,23 \text{ mm}^2$ y de $160 \pm 0,18 \text{ mm}^2$ respectivamente, lo que al compararlo con el presente estudio los nadadores tienen un mayor desarrollo de esta variable, específicamente del grupo A tiene una mejora del aproximadamente $417 \pm 0,12 \text{ mm}^2$ y el grupo B de aproximadamente $429 \pm 0,23 \text{ mm}^2$.

Wada et al., (2011), mostró resultados de la TD en el test de posturografía en deportistas de nado sincronizado, los de elite presentan en OA $261,5 \pm 7.96 \text{ mm}$ y OC $363,2 \pm 11.36 \text{ mm}$, los juniors con OA $304,8 \pm 7.43 \text{ mm}$ y OC $360,4 \pm 10.35 \text{ mm}$. Estos datos reflejan un mayor desempeño que los participantes del presente estudio, lo cual puede estar dado por las características propias del deporte.

Se entiende, que el balance es un elemento básico del entrenamiento de natación o deportes acuáticos, ya que proporciona detalles del control neuromuscular, mediante las oscilaciones posturales en el plano frontal y sagital, la información que se puede obtener representa índices objetivos con respecto a la capacidad estructural de los deportistas (Ilie & Adela, 2017).

Características cinemáticas del batido crol

Se hace necesario asociar las características cinemáticas de la batida crol al tamaño del área del vórtice, dado que el análisis de la presente investigación recae sobre las dimensiones de la masa de aire que ingresa al agua durante la acción propulsiva de las piernas (Arellano, 1999). No obstante, tenemos en claro que la contribución de la batida será específica para cada deportista (Gourgoulis et al., 2014).

Del punto de vista del vórtice, existe evidencia de las direcciones que adquiere durante la batida, sin embargo, el tamaño de este aún no tiene tantas referencias.

La contribución de la pierna en la propulsión, está determinada por la velocidad de interacción de los segmentos con el flujo acuático, dado por la superficie y los coeficientes hidrodinámicos (Zatsiorsky, 2008; Gatta et al., 2012).

A partir de esto, el estudio de Belokovsky y Kuznetsov (1976) demostraron que los pies generan más fuerzas hidrodinámicas que los brazos, dado por una mayor área de superficie de propulsión y la potencia de grupos musculares de miembro inferior (Onoprienko 1981). En la investigación de Onoprienko (1981), se compara el área superficial producida por el vórtice, donde se obtiene una relación de la fuerza hidrodinámica y el incremento en la velocidad; al vincular estos conceptos con los resultados del presente estudio, se permite asociar las reducciones del vórtice con la eficiencia en el rendimiento.

En la formación de vórtices, es preciso señalar que la propulsión va estar dado por la profundidad que alcancen los vórtices formados, por lo cual, una batida amplia contribuye en el ritmo de la técnica, obteniendo un impulso propulsivo adicional dado por el componente angular de la pierna (Silveira et al., 2017; Michaela et al., (2016), no obstante, la batida alternada interrumpe la formación completa del vórtice (Colwin 2002), a partir de esta referencia en el presente estudio, se observa que el área del vórtice al presentarse en menor tamaño, estaría asociada a un mayor nivel de eficiencia, dado por la amplitud y el ritmo en la ejecución técnica.

De manera específica Andersen y Sanders (2018), hacen referencia a la importancia del tobillo en la capacidad de capturar el vórtice generado por el otro pie, visualizando giros durante la patada hacia abajo alcanzando el volumen máximo de agua en rotación cuando la patada hacia arriba recién comenzaba por lo cual se hace relevante el entrenamiento de balance asociado a la propiocepción del tobillo para la generación de vórtices más pequeños.

Zatsiorsky (2008), propone que una batida rápida y estrecha de pierna, proporciona una alta velocidad de la interacción del pie con el flujo de agua y reduce el efecto negativo de las fuerzas de resistencia y la fuerza de inercia, lo cual provoca un flujo menor a la hora de generar la batida crol, al igual que en la presente investigación, donde los sujetos que mejoran su rendimiento producen dimensiones menores de los vórtices, junto con esto, es posible de asociar al estudio (Yamakawa et al., 2020) en el cual se plantea que la eficiencia de la ondulación sub acuática está dada por la generación de flujos simples o pequeños.

Finalmente se entiende que el aporte de la batida está determinado por la velocidad del sujeto, sin embargo, la técnica de la batida crol va estar influenciada en mayor medida por los componentes cinemáticos del gesto, como la amplitud, la frecuencia y profundidad, lo cual establece la medición de vórtice como un parámetro aceptable para la cuantificación técnica de un deportista.

Conclusiones

A partir de los datos de este estudio, se señala que los efectos del entrenamiento de balance generan una disminución del área de la burbuja en los nadadores iniciados de la selección de Talca.

Se sugiere la implementación del entrenamiento de balance durante la practica regular de natación en deportistas de categoría iniciado, ya que produce efectos positivos en aspectos específicos de la técnica de batida.

Contribución e implicaciones prácticas

Se cree que los resultados obtenidos, permiten generar un desarrollo en el área del entrenamiento de jóvenes, tanto a nivel deportivo como personal. Junto con esto, se logró establecer herramientas de entrenamiento para la natación, que involucraban componentes asociados al balance, los cuales pueden ser ejecutados durante los procesos de preparación deportiva.

Agradecimientos

En primera instancia agradecer al club de natación UCM de Talca, Chile, por facilitar los recintos deportivos y la muestra del estudio. En segunda instancia, a los miembros del Laboratorio de Biomecánica de la Universidad Católica del Maule por el apoyo y la gestión.

Referencias

- Andersen, J. T., & Sanders, R. H. (2018). A systematic review of propulsion from the flutter kick—What can we learn from the dolphin kick? *Journal of sports sciences*, 36(18), 2068-2075.
- Arellano, R. (1999). Vortices and Propulsion. In R. Sanders & J. Linsten (Eds.), *SWIMMING: Applied Proceedings of the XVII International Symposium on Biomechanics in Sports* (1 ed., Vol. 1, pp. 53-66). Perth, Western Australia: School of Biomedical and Sports Science.
- Avella, S. (2011). Sistema de sensores y adquisición de datos para movimientos en nadadores, [tesis de maestría, Universidad de Bogotá] Repositorio Institucional.
- Bagrash, L.F., Minenkov, V.V. & Chubarov, M.M. (1973). Tensiometrical studies of swimmers' efforts. *Theory and Practice of Physical Culture* 4, 27-31.
- Batalha, N., Raimundo, A., Tomas-Carus, P., Paulo, J., Simão, R., & Silva, A. J. (2015). Does a land-based compensatory strength-training programme influences the rotator cuff balance of young competitive swimmers? *European journal of sport science*, 15(8), 764-772.
- Belokovsky, V. V., & Kuznetsov, V. V. (1976). Analysis of dynamic forces in crawl stroke swimming. *Biomechanics VB*, 235-242.
- Bertoldi, F. Meneses J, A. & Faganello-Navega, F. (2013). Influência do fortalecimento muscular no equilíbrio e qualidade de vida em indivíduos com doença de Parkinson. *Fisioter. Pesqui*, 20 (2),117-122.
- Bucher, W. (1975). The influence of the leg kick and the arm stroke on the total speed during the crawl stroke. *Swimming II*, 180-187.
- Colwin, C. (2002). Breakthrough swimming. Champagne, IL: *Human Kinetics*.
- Counsilman, J. (1982). *La natación ciencia y técnica*, Barcelona, España, Hispano Europea.
- Domínguez P., Lezeta, X., & Espeso, E. (2001). La enseñanza de la natación a través del juego. *Rev.int.med.cienc.act.fis.deporte*, 1(3),205-214.
- Ellenbecker, T. S., & Roetert, E. P. (2003). Age specific isokinetic glenohumeral internal and external rotation strength in elite junior tennis players. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 6(1), 63-70.
- Gatta, G., Cortesi, M., & Di Michele, R. (2012). Power production of the lower limbs in flutter-kick swimming. *Sports biomechanics*, 11(4), 480-491.

- Gourgoulis, V., Boli, A., Aggeloussis, N., Toubekis, A., Antoniou, P., Kasimatis, P., Vezos, N., Michalopoulou, M., Kambas, A., Mavromatis, G., (2014). The effect of leg kick on sprint front crawl swimming. *J. Sports Sci*, 32, 278-289.
- Hochstein, S & Blickhan, R. (2011). Vortex re-capturing and kinematics in human underwater oscillatory swimming. *Human movement Science*, 30, 998-1007.
- Holmer, I. (1974). Energy cost of arm stroke, leg kick, and the whole stroke in competitive swimming. *European Journal of Applied Physiology*, 33,105-118.
- Horak, F. (2006). Postural orientation and equilibrium: what do we need to know about neural control of balance to prevent falls? *Age and Ageing*, 35 (2), 7-11.
- Ilie, M., & Adela, P. A. M. (2017). Aspects of balance ability in Swimming. *Journal of Physical Education and Sport*, 17, 2290-2296.
- Kilinc, H., Temur, H. B., & Mollaoğullari, H. (2019). The effect of 10-week swimming and bosu exercises on dynamic balance parameter in 8-10 years old boys. *Journal of Human Sciences*, 16(3), 807-814.
- Lema-Yáñez, D. G. (2016). Las estrategias metodológicas en la enseñanza de la técnica del estilo crol en los seleccionados de natación en la Unidad Educativa Suizo de la ciudad de Ambato [tesis de Maestría, Universidad Técnico de Ambato]. Repositorio Institucional.
- McCabe C. y Psycharakis, S. (2011). Shoulder and hip roll differences between breathing and non-breathing conditions in front crawl swimming. *Journal of Biomechanics* 44, 1752–1756.
- Michaela B, Jaroslav M, Jan Š, Hana L. (2016). Biomechanical analysis of front crawl arm stroke and leg kick by tachograph measuring system. *Ovidius Univ Ann Ser Phys Educ SportScience Mov Health*. 16, 293-299.
- Nakashima, M., (2007). Mechanical study of standard six beat front crawl swimming by using swimming human simulation model. *Journal of Fluid Science and Technology* 2, 290-301.
- Onoprienko, B.I. (1981) Biomechanics of Swimming. Zdorov'ya, Kiev.
- Peter, M., Martina, M., & Romana, P. (2020). The impact of special strength intervention in water on the flutter kicking performance in swimming. *Journal of Physical Education and Sport*, 20(1), 108-115.
- Roth, A. E., Miller, M. G., Ricard, M., Ritenour, D., & Chapman, B. L. (2006). Comparisons of static and dynamic balance following training in aquatic and land environments. *Journal of Sport Rehabilitation*, 15(4), 299-311.
- Silveira, R. P., de Souza Castro, F. A., Figueiredo, P., Vilas-Boas, J. P., & Zamparo, P. (2017). The effects of leg kick on swimming speed and arm-stroke efficiency in the front crawl. *International journal of sports physiology and performance*, 12(6), 728-735.
- Vera-García, F. J., Barbado, D., Moreno-Pérez, V., Hernández-Sánchez, S., Juan-Recio, C., & Elvira, J. L. L. (2015). Core stability. Concepto y aportaciones al entrenamiento y la prevención de lesiones. *Revista Andaluza de Medicina del Deporte*, 8(2), 79-85.
- Vera-García, F. J., Flores-Parodi, B., & Llana Belloch, S. (2008). El entrenamiento de la zona central (core training) en la natación de competición. *NSW*, 30(2), 7-16.
- Von Loebbecke, A., Mittal, R., Fish, F., & Mark, R. (2009). A comparison of the kinematics of the dolphin kick in humans and cetaceans. *Human Movement Science*, 28, 99–112.
- Wada, T., Ohishi, K., Yamamoto, N., Tago, T., Shintaku, Y., Isaka, T., & Matsumoto, T. (2011). Changes in the postural sway in elite synchronized swimmers. *ISB Brussels*. 1-2.
- Wannier, T., Bastiaanse, C., Colombo, G., & Dietz, V. (2001). Arm to leg coordination in humans during walking, creeping and swimming activities. *Experimental brain research*, 141(3), 375-379.
- Weston, M. Hibbs, A. E, Thompson, K. G. & Spears, I. (2014). Isolated Core training improves sprint performance in national-level junior swimmers. *International Journal of sport physiology and performance*, 10(2),240-210.
- Yamakawa, K. K., Homoto, K., Shimojo, H., Sengoku, Y., & Takagi, H. (2020). Changes of kinematics during underwater undulatory swimming with increasing swimming velocity. *ISBS Proceedings Archive*, 38(1), 160-163.
- Zamparo P. (2006). Effects of age and gender on the propelling efficiency of the arm stroke. *Eur J Appl Physiol*, 94, 134-144.
- Zatsiorsky, V (2008). *The Encyclopaedia of Sports Medicine: An IOC Medical Commission Publication, Biomechanics in Sport: Performance Enhancement and Injury Prevention* (Vol. 9). John Wiley & Sons.