

ANÁLISIS TÉCNICO DEL ESTILO DE NADO CROL TECHNICAL ANALYSIS CRAWL SWIMMING STYLE

Pino Aguilera, Sebastián & Vega Enero, Yasser

Universidad Santo Tomás, Dirección de Investigación y Postgrado. Chile

PINO AGUILERA, S & VEGA ENERO, Y. (2015). Análisis Técnico Del Estilo De Nado Crol. *Mot, Hum.* 16(1) : 41-46.

RESUMEN

El propósito de esta investigación fue determinar las fases de la técnica del nado de crol y el análisis del gesto deportivo. Para ello se realizó una revisión bibliográfica utilizando las palabras claves: "Biomecánica, Biomechanics, swimming, Crawl y Phases" en diferentes bases de datos electrónicas.

El nado de crol es una acción coordinada de brazos, piernas y tronco, cuyo propósito principal es alcanzar la máxima velocidad de desplazamiento del nadador a través del agua. Este estilo de nado se puede dividir en 4 fases principales: desplazamiento, empuje, final del empuje y recuperación. Al realizar el análisis del gesto deportivo, se determinó que la actividad de los músculos motores primarios era similar en todas las fases del gesto, los músculos identificados fueron: deltoides, romboides, trapecio superior, tríceps crural, bíceps, flexor cubital del carpo, extensor cubital del carpo, psoas iliaco, cuádriceps y tríceps sural.

Autores demostraron en sus estudios que el nadador como respuesta individual a las limitaciones fisiológicas asociados al ritmo de carrera, resistencia del agua y velocidad de la carrera, fue el aumento del índice de coordinación entre las extremidades y la respiración. Y entre los errores más frecuentes en la ejecución de la técnica, se encuentran la posición del codo en la fase de recuperación y empuje, la posición de la mano al entrar al agua y su recorrido durante la fase de empuje.

Palabras claves: Biomecánica, gesto deportivo, fases, crol, natación, técnica.

ABSTRACT

The purpose of this study was to determine phases of the front crawl swimming technique and the analysis of sporting gesture. For this was conducted a literature review using the key words: "Biomechanics, Biomechanics, swimming, Crawl and Phases" in different electronic databases.

Swim front crawl is the coordinated action of the arms, legs and trunk, whose main purpose is to achieve maximum traveling speed of the swimmer across the water. This swimming style can be divided into four main phases: glide, pull, pull end and recovery. When analyzing the sporting gesture was determined that the activity of the muscles primary motor was similar in all phases of the gesture, the muscles identified were: the Deltoid, Rhomboids, upper Trapezius, Triceps crural, Biceps, Flexor carpi ulnaris, Extensor ulnaris, Psoas iliac, Triceps Sural and Quadriceps.

Authors demonstrated in his studies that the swimmer as response individual to physiological limitations associated race rhythm, water resistance and speed of the race, was increasing the rate of coordination between the limbs and breathing. Between the most frequent mistakes in the execution of the technique are the elbow position in the recovery phase and Pull, and the hand position to enter the water and its route during the Pull phase.

Keywords: biomechanics, sportive gesture, phases, crawl swimming technique.

INTRODUCCIÓN

Los estilos reglamentados por la F.I.N.A (Federación Mundial de Natación) son cuatro, mariposa, espalda, braza o pecho y estilo libre. El estilo libre no está definido por reglamento, sino que, “se deberá interpretar como cualquier estilo menos la braza, la espalda o mariposa” (Belloch et al., 2012).

Es aquí en donde entra la técnica denominada Crol, del inglés “crawl”, cuyo significado es reptar. A su vez, esta se puede definir como “El desplazamiento humano en el agua caracterizado por una posición ventral del cuerpo y movimiento alternativo y coordinado de las extremidades superiores e inferiores, siendo el movimiento de las primeras una circunducción completa y el de las segundas un batido, con una rotación de la cabeza, coordinada con los miembros superiores para realizar la inspiración” (López et al., 1992).

Actualmente, es la técnica que primero se imparte a los nadadores ya que abarca una gran cantidad de grupos musculares, logrando con esto se estimular y potenciar los movimientos coordinados y específicos. Sin embargo, no siempre fue así, en sus comienzos, Frank Sullivan entrenador estado

anídense, escribió en su libro, *The Science of Swimming* (1927), “Opino que la persona que aprende a nadar con el crol se convierte en un simple navegador” en referencia a enseñar inicialmente, muy aferrado a la tradición, otras técnicas utilizadas en la época para el estilo libre”.

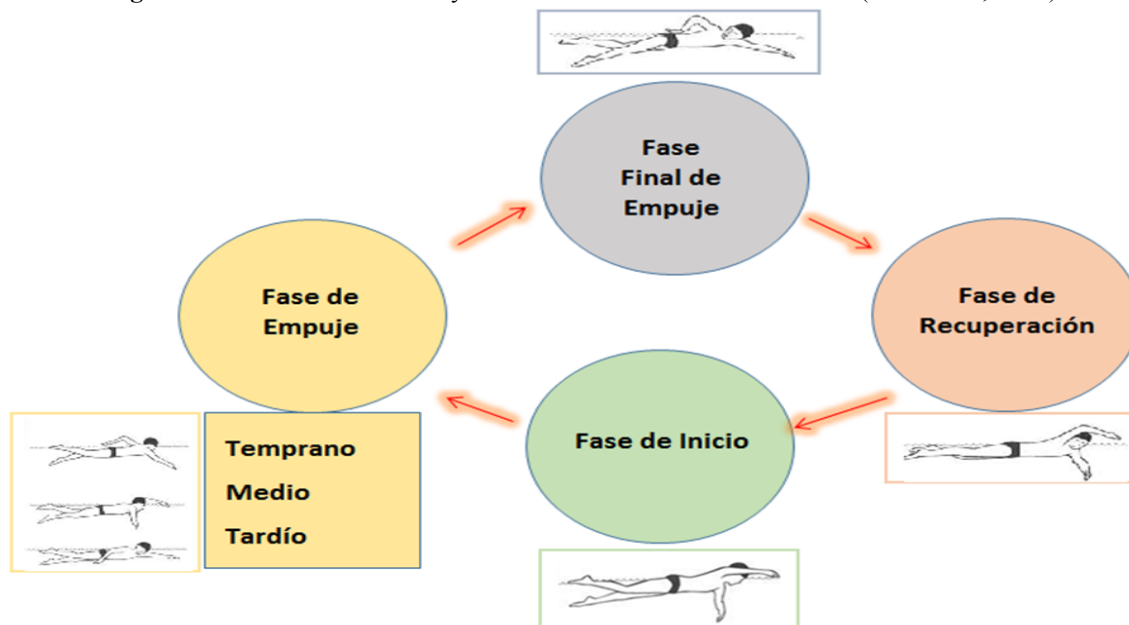
Importante, entonces, es analizar en profundidad los segmentos corporales, sus características y movimientos, para que el desarrollo de la técnica deportiva mejore, logrando con esto un aumento en el avance del desempeño de los competidores.

Es por aquello que esta investigación busca analizar las fases del miembro superior e inferior de la técnica de nado crol. Para así, lograr un mayor entendimiento de este, y posteriormente lograr una enseñanza óptima y un incremento de resultados positivos en el entrenamiento, como también en las competiciones.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se realizó una búsqueda de artículos en diferentes bases de datos: Pubmed, Hebsco, ProQuest, ScienceDirect y también una revisión de libros en Google Books. Utilizando palabras claves: Biomecánica, Biomechanics, nado, swimming, fases, phases, estilo libre, crawl, crol.

Figura 1. Reúne todas las fases y sub fases de la técnica de nado crol. (Scott et al., 2010).



La fase de inicio del nado comienza cuando la mano derecha entra en el agua y el brazo se mantiene hacia adelante y perpendicular a la cabeza (Spigelman, 2009).

La fase de empuje-temprano, comienza cuando el brazo se mueve hacia abajo y finaliza cuando el mismo brazo se encuentra perpendicular al eje del cuerpo, casi a los 90 ° de flexión, y la punta de los dedos de la mano del mismo brazo apuntan directamente hacia el suelo de la piscina. Durante esta fase el codo sigue elevado en la misma dirección de la superficie del agua, mientras el hombro gira internamente, se extiende y aduce. La rotación del cuerpo en su eje longitudinal causa que la mano y el antebrazo se muevan de lateral hacia medial. La combinación de la fuerza de los rotadores del hombro más la posición del codo y la musculatura del dorso, mueven el cuerpo del nadador hacia adelante (Sumant et al., 2004). El propósito mecánico de esta fase es empujar el cuerpo del nadador hacia adelante. Es evidente que la fuerza máxima de empuje es durante esta fase y la fuerza mínima se produce durante la fase de empuje tardío (Formosa et al., 2010).

La fase de Empuje-Medio se produce cuando el antebrazo está apuntando hacia abajo en dirección del suelo de la piscina. Esta es una fase de transición entre las fases del Empuje-Temprano y Tardío (Scott et al., 2010).

La fase de Empuje-Tardío se produce a partir de los 90 ° de flexión de hombro hasta cuando la mano sale del agua (Sumant et al., 2004). La fase Final de Empuje es una transición hacia la fase de recuperación (Scott et al., 2010).

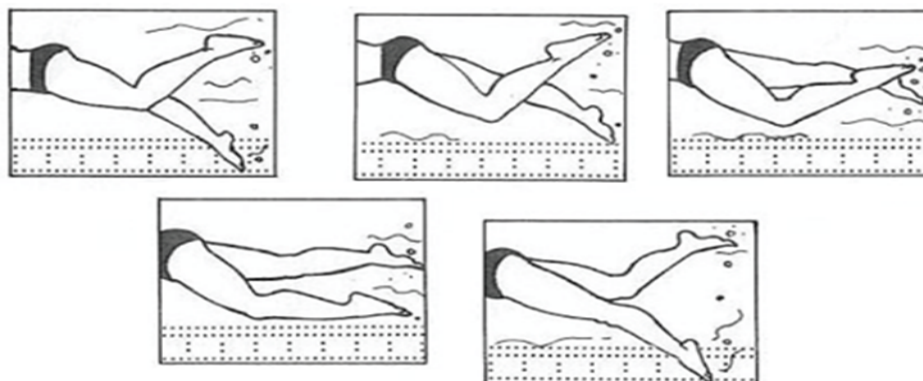
En el nado de estilo libre, la fase de recuperación tiene una duración más corta en comparación con la de la fase de Empuje, debido a que no existe la resistencia que ejerce el agua y que tiende a retardar el movimiento del brazo. Esta fase representa el 30-35% del ciclo total del nado libre, cuando el codo asciende y sale del agua, el brazo se extiende abduce y al igual que la mano se mantienen en rotación interna (Sumant et al., 2004).

El batido de piernas, o también llamado pateo, proporciona al atleta un impulso ascendente y una propulsión en sentido anterior, agregando a esto equilibrio en el agua. Realizando esta acción en posición vertical, con una amplitud optima que oscila entre 50 y 80 cm (Costill et al., 1998), dependiendo de la antropometría, frecuencia de patada y ritmo del deportista (Gerhard, 1983).

La fase de pateo se puede dividir en dos sub-fases, una descendente y otra ascendente. En la primera, el movimiento es similar a un latigazo, la cadera realiza los movimientos de flexión y rotación interna, en donde, diferentes músculos tienen acciones sinergistas, como el recto femoral, que también participa en la extensión de la rodilla apoyado por el tensor de la fascia lata, que a su vez también participa en la rotación interna de cadera junto al psoas. La articulación del tobillo siempre mantiene la posición flexion-plantar, ejerciendo la acción de aleta.

En la posición final, la cadera se encuentra flexionada, la articulación de rodilla extendida, y siempre manteniendo la flexión plantar del pie máxima (Cetina y Coral, 2004; Solas, 2007).

Figura 2. Esquema de las Fases del Pateo. Perea et al., 1997.



La fase ascendente, se inicia con la extensión de cadera, en donde los músculos participantes son el glúteo mayor e isquiotibiales, que a su vez también cumplen una función en una ligera flexión de rodilla que se requiere hacia el final del trayecto, ya que durante el proceso, esta se mantiene extendida por la fuerza del agua hacia abajo. Dando inicio a una nueva fase de batido (Cetina y Coral, 2004; Solas, 2007).

La Coordinación Durante el Nado

La coordinación entre las extremidades, parece ser una estrategia que los nadadores utilizan para superar la fricción activa del agua y generar mayor velocidad de carrera. Según Seifert, 2010, existen tres tipos de restricciones que debe sortear el deportista: la primera es el organismo, la segunda la tarea y tercero el ambiente. El nivel de habilidad del nadador, su especialidad, el género, la antropometría, el dominio de la técnica y la capacidad respiratoria, son limitaciones orgánicas. El ritmo de carrera, la velocidad de carrera, la frecuencia de respiración y el patrón de activación muscular, pueden ser considerados como limitaciones de la tarea. La resistencia del agua y la fricción, son las limitaciones ambientales (Seifert, 2010). Demostraron que al parecer la respuesta individual a las limitaciones fisiológicas asociados a la tarea, fue aumentar el índice de coordinación entre las extremidades y la frecuencia de respiración (Fernández et al., 2010).

La asimetría de fuerza entre las extremidades, resulta relevante al momento de vencer la resistencia ejercida por el agua, Morouço et al., (2015) evaluaron la fuerza de las extremidades a 18 nadadores, durante una carrera de 100 m, los resultados arrojaron que casi el 70% de los deportistas tenían diferencias significativas en los valores de fuerza, y por lo tanto, afectaba directamente su desempeño al momento de conseguir mayores velocidades de carreras.

Análisis Del Gesto Deportivo

Durante la fase de Inicio, el músculo encargado de fijar y estabilizar el ángulo superior de la escápula es el romboides, esto permite que el trapecio superior y fibras del serrato anterior giren la escapula hacia arriba, y tenga mayor autonomía la

cabeza del humero (Scott et al., 2010). El Redondo menor, seguido de la activación del pectoral, son los encargados de generar la mayor estabilización al húmero en esta fase (Martens et al., 2015).

Durante la fase temprana de empuje, el primer músculo responsable de generar una potente aducción y extensión del brazo es el pectoral mayor, luego se suma la actividad del redondo menor y del dorsal ancho para que trabajen en conjunto al extender, aducir, y rotar internamente el húmero (Sumant et al., 2004). Durante esta fase, los músculos bíceps y tríceps braquial tienen el más alto nivel co-activación durante esta fase, esto ocurre para estabilizar fuertemente la articulación del codo, para lograr superar la fuerza de resistencia que ejerce el agua (Lauer et al., 2013). Los músculos flexor cubital del carpo y el extensor cubital del carpo, muestran peaks de activación durante esta etapa (Coty et al., 2007). Durante toda esta fase se encontraron niveles muy bajos de variaciones del ángulo de flexo-extensión de la muñeca, los estudios demostraron que la muñeca apareció fuertemente fijada en el plano sagital, durante todo el recorrido que la mano realiza bajo el agua. Esta fuerza estabilizadora de la muñeca corresponden a la relación de los músculos de la mano y el antebrazo, permite transmitir la fuerza de la extremidad hacia al cuerpo, con el fin de moverse hacia adelante a través del agua con mayor velocidad (Coty et al., 2007).

Durante las fases Temprana y Tardía-Empuje, el serrato anterior, pectoral mayor y dorsal ancho, están activos para mover el cuerpo hacia adelante, por sobre la mano relativamente fija (Scott et al., 2010).

Durante el Empuje-Tardío, el dorsal ancho aumenta su actividad para extender el brazo y ayudar al subescapular con la rotación interna (Scott et al., 2010).

Hacia la fase final-empuje, el deltoides posterior y medio, más el supraespinoso trabajan en secuencia para llevar el húmero hacia la extensión y abducción. Los romboides retraen la escápula e inicia el balanceo del lado opuesto, y preparando el brazo del mismo lado para la fase de Recuperación. La secuencia sigue con la activación del deltoides posterior que extiende el brazo, el deltoides medio

lo abduce y posteriormente el deltoides anterior flexiona el hombro, para que la mano pueda nuevamente entrar al agua (Scott et al, 2010). Se encontró un segundo nivel alto de co-activación del bíceps y tríceps braquial, antes que la mano entre en el agua, este fenómeno actúa como un freno al final de la fase de recuperación y sirve para controlar la velocidad del movimiento de la mano, justo antes de su entrada al agua (Lauer et al., 2013).

En la fase de recuperación, el deltoides y los músculos del manguito rotador son determinantes para reposicionar el brazo y continuar con el ciclo (McLeod, 2010).

Martens et al, (2015), concluyó que en el nado de crol, los patrones de actividad muscular fueron similares en la entrada y salida de la mano del agua. Durante este ciclo, los músculos motores primarios en el hombro fueron el trapecio superior, romboides, supraespinoso y el deltoides medio y anterior. También los músculos que tuvieron una gran participación durante las fases de empuje-temprano y tardío, fueron el pectoral mayor y el dorsal ancho, por lo tanto, se pueden considerar como principales músculos de propulsión en este estilo. El pectoral mayor, mostró un alto nivel de actividad muscular de 71% de una CVM (contracción voluntaria máxima) en la fase de empuje-temprano, y el dorsal ancho mostro su nivel máximo de actividad (75% de una CVM) en la fase de empuje-tardío al nadar a un ritmo moderado. En cuanto a los músculos restantes del manguito rotador, cada uno tiene un papel específico en la estabilización de la escápula y el húmero durante todas las etapas de la natación.

Los músculos estabilizadores abdominales (transverso abdominal, recto abdominal, oblicuo interno y oblicuo externo) y erectores espinales, son los encargados de generar un potente enlace en la coordinación de las fuerzas, generadas por las extremidades superiores e inferiores (McLeod, 2010).

El análisis de la distribución de las fuerzas, reveló que los brazos y piernas crean cantidades significativas de propulsión, y es el tronco quien aporta la mayor parte de la resistencia. Las manos proporcionaron un total de propulsión impulso de

23,8N; mientras que la participación combinada de la muñeca, el antebrazo y el codo eran de 27,6N. Esto pone en evidencia, que la posición del antebrazo durante la carrera con el brazo bajo el agua era tan significativa como la de las manos. La cabeza aportó menos resistencia que el tronco. Esto puede deberse a que la cabeza no se sumerge completamente, y que su menor tamaño influye en la cantidad de fricción. El movimiento constante de los muslos, las rodillas y las piernas también aumentan los niveles de impulso de los pies. Esto refuerza la importancia de los movimientos y posicionamiento de la pierna completa, en lugar de centrarse sólo en la posición del pie. Finalmente el mantenimiento de una aceleración y velocidad constante durante la fase empuje, ayuda a mejorar la técnica del nado en general (Keys et al., 2010).

Viraq et al.,(2014) determinaron que los errores más comunes al ejecutar la técnica del nado de crol fue; descender el codo durante la fase de Empuje-Temprano, y también descender o bajar el codo durante la fase de Recuperación. Este último afecta directamente el ángulo de caída de la mano al entrar al agua, generando menor fuerza de empuje.

CONCLUSIÓN

Se establecieron y describieron las fases (desplazamiento, empuje, final del empuje, recuperación) y sub-fases (temprana, media, tardía) de la técnica del nado de crol (Figura 1). Los músculos motores primarios identificados fueron: deltoides, romboides, trapecio superior, tríceps crural, bíceps, flexor cubital del carpo, extensor cubital del carpo, psoas iliaco, cuádriceps y tríceps sural, todos ellos fueron nombrados en gran parte de los estudios revisados. En base a esta información, se analizó los patrones de activación muscular implicados en cada fase, en general resulta difícil determinar con total certeza la participación de todas las variables estudiadas, (activación muscular, co-activación, fuerzas implicadas, parámetros fisiológicos, parámetros metabólicos, cinemáticos, etc.) debido a la gran complejidad que involucra evaluar la actividad física de un nadador desplazándose a través del agua.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Belloch S, Soriano P, Cebrián A, Martínez. Historia de la natación II: desde el renacimiento hasta la aparición y consolidación de los actuales estilos de competición. 2012. Citius, Altius, Fortius, pp 9-43.

Caty V, Aujouannet Y, Hintzy F, Bonifazi M, Clarys J, Rouard A. (2007). Wrist stabilisation and forearm muscle coactivation during freestyle swimming. *Journal of Electromyography and Kinesiology* 17, 285–291

Cetina M, Coral S. (1998). Entrenamiento en natación para personas amputadas de miembro inferior debido a causa traumática. Bogota: S.d.

Costill D, Maglischo E, Richarzon A. (1998). Natación: aspectos biológicos y mecánicos, técnica y entrenamiento. Test, controles y aspectos médicos. Hispano Europea.

Formosa D, Mason B, Burkett B. (2010). Measuring Active Drag within the Different Phases of Front Crawl Swimming. XI International Symposium Biomechanics and Medicine in Swimming.

Fernandes R, Morais P, Keskinen, K, Seifert L, Chollet D, Vilas-Boas J. (2010). Relationship between Arm Coordination and Energy Cost in Front Crawl Swimming. XI International Symposium Biomechanics and Medicine in Swimming.

Gerhard L. (1983). Basado en experiencias e investigaciones científicas en deportes de la república democrática Alemana, 1° Edición. Madrid: Augusto E. Pila Teleña.

Keys M, Lyttle A, Blanksby B, Cheng L. (2010). A Full Body Computational Fluid Dynamic Analysis of the Freestyle Stroke of a Previous Sprint Freestyle World Record Holder. XI International Symposium Biomechanics and Medicine in Swimming.

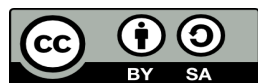
Lauer J, Figueiredo P, Vilas-Boas JP, Fernandes RJ, Rouard AH. (2013). Phase dependence of elbow muscle coactivation in front crawl swimming. *J. Electromyogr Kinesiol.* 23:820–825.

Enviar Correspondencia a:

Sebastián Andrés Pino Aguilera.
Dirección: Pérez Freire 1879 Depto. 615
Santiago de Chile. +56965450128
Email: sebastian.pino.aguilera@gmail.com

RECIBIDO: 1 de Junio de 2015

ACEPTADO: 16 de Junio de 2015



López Contreras G, Arellano Colomina, R. Análisis del efecto de las modificaciones en la ejecución del estilo crol en la rotación longitudinal del cuerpo. Facultad de las Ciencias de la Actividad Física y el Deporte de la Universidad de Granada. 1992.

Martens J, Figueiredo P, Daly D. (2015). Electromyography in the four competitive swimming strokes: A systematic review. *Journal of Electromyography and Kinesiology.* 25, 273–291.

McLeod I. (2010). *Swimming Anatomy Your Illustrated Guide for Swimming Strength, Speed and Endurance.* pág. 2-4

Morouço P, Marinho D, Fernandes R, Marques M. (2015). Quantification of upper limb kinetic asymmetries in front crawl swimming. *Human Movement Science* 40, 185–192

Perea M. (1997). Natación – teoría y práctica. 1° edición. Mexico: Trillas.

Scott A, Heinlein, P, Andrew J, Cosgarea M. (2010). Biomechanical Considerations in the Competitive Swimmer's Shoulder. *Sports Physical Therapy.*

Seifert L. (2010). Inter-Limb Coordination in Swimming. XI International Symposium Biomechanics and Medicine in Swimming.

Solas J. (2007). Técnicas de crol, las piernas I, II y III.

Spigelman T, (2009). Coordination of swimbench freestyle in elite and non-elite swimmers: a dynamical system approach. University of Kentucky.

Sullivan F. (1927). *The science of swimming.* New York: American Sport.

Sumant G, Krishnan, Richard J, Hawkins, Russell F, Warren. *The Shoulder and the Overhead Athlete.* Lippincott Williams & Wilkins, 2004, Páginas 349-352.

Virag B, Hibberd E, Oyama S, Padua D, Myers J. (2014). Prevalence of freestyle biomechanical errors in elite competitive swimmers. *Sports Health.* 6(3):218-24.