

# TRABAJO BIBLIOGRÁFICO DE BIOMECÁNICA DE NATACIÓN



ESTHER UBAGO GUIADO

## EFFECTO DE LAS PALAS DE MANO Y DEL PARACAÍDAS EN EL ÍNDICE DE COORDINACIÓN DE LA BRAZADA DE CROL EN COMPETICIÓN

Se investigaron los efectos de las palas de mano y del paracaídas en la duración de las fases de la brazada de crol y el índice de coordinación de la brazada de crol en competición. Once nadadores masculinos (edad:  $21.9 \pm 4.5$  años; mejor tiempo 50-m:  $24.23 \pm 0.75$  s) fueron evaluados en cuatro condiciones de máxima intensidad: sin equipamiento, con palas de mano, con paracaídas, y con ambas (palas de mano y paracaídas). Se analizó desde un vídeo (60 Hz) la duración de la fase de brazada de cada brazo, la velocidad de nado y el ritmo de carrera. El índice de coordinación se cuantificó en función del tiempo transcurrido entre las fases propulsivas de cada brazo, el cual define el modo de cómo alcanzar la coordinación, oposición o superposición. El ritmo de carrera se redujo en todas las condiciones ( $P < 0.05$ ) y la velocidad de nado disminuyó con el paracaídas y con las palas + el paracaídas ( $P < 0.05$ ). El modo de alcanzar la coordinación cambió en la natación libre ( $-2,3 \pm 5,0\%$ ) en comparación con las palas ( $-0,2 \pm 3,8\%$ ), paracaídas ( $0,1 \pm 3,1\%$ ), y las palas + paracaídas ( $0,0 \pm 3,2\%$ ). A pesar de estas variaciones, no se observaron diferencias significativas en la duración de las fases de la brazada derecha e izquierda o en el índice de coordinación. Llegamos a la conclusión de que las resistencias externas analizadas no influyen significativamente en la organización de las fases de la brazada, pero, como un efecto crónico, puede conducir a una mayor continuidad en la propulsión.

Palabras clave: palas de mano, paracaídas, coordinación, natación, brazada.

### Comentario:

Es interesante investigar cuál es el efecto de los diferentes elementos empleados en los entrenamientos de natación. Los más utilizados son las palas y los paracaídas por lo que mayor repercusión adquiere el estudio. Muchas veces se entrena con diferentes materiales sin saber cuál va a ser su efecto sobre la técnica del nadador, sobre todo cuando se utilizan en edades tempranas. Es muy común ver a niños que están aprendiendo la técnica de los diferentes estilos utilizando palas. Al introducirles este elemento empeora su aprendizaje ya que muchos no tienen la suficiente fuerza para arrastrarlas subacuáticamente y empiezan a modificar su técnica adaptándose a la nueva situación. Las palas son útiles en edades tempranas por si queremos que el niño coja sensaciones de que tiene que apoyarse en el agua y arrastrar la mayor cantidad posible de agua hacia detrás. Para ello deben hacer muy pocos metros con las palas, sólo para enseñarles esa sensación, pero normalmente se hacen demasiados metros por lo que acabas modificando tu técnica. En personas adultas, las palas nos sirven para trabajar fuerza-resistencia. No es tan peligroso en estas edades puesto que tienen más fuerza y pueden manejarse mejor con ellas. Un factor muy importante es el tipo de palas, siendo muy importante la elección adecuada dependiendo de tu estilo de natación y el objetivo que persigas. En relación al paracaídas, no modifica tanto la técnica como las palas, pero si se tiende a acortar la brazada sobre todo si no tienes la suficiente fuerza. Para ello, en muchos paracaídas puedes regular el flujo de agua que dejan pasar, obteniendo mayor o menor resistencia durante el nado.

## **COMPARACIÓN DE ÁNGULOS DE ENTRADA DEL HOMBRO DOMINANTE Y NO DOMINANTE EN NADADORES ESPALDISTAS AVANZADOS E INTERMEDIOS EN 200-M A TRAVÉS DE DIVERSAS VELOCIDADES DE NADO**

Durante el nado a espalda, se ha sugerido que el ángulo óptimo de entrada de los hombros es  $180^\circ$ , sin embargo, esto aún no se ha investigado biomecánicamente. El objetivo de este estudio fue cuantificar los ángulos de entrada del hombro para los nadadores espaldistas avanzados e intermedios. Se pusieron marcadores en el epicóndilo humeral medial y en la cavidad glenoidea a seis nadadores avanzados (mejor tiempo  $< 150$  s) y seis nadadores intermedios (mejor tiempo  $> 160$  s) en 200-m espalda. Después de un período de familiarización, los participantes completaron los ensayos de natación a estilo espalda (90 s cada uno) en una piscina de natación al 50%, 60%, 70%, y 80% de su mejor tiempo en 200 m. Una cámara situada por encima de la piscina registra el movimiento en el plano frontal, que fue digitalizado y analizado con Sistemas de Movimiento de Simi. La media del ángulo máximo entre la parte superior del brazo y la línea de progresión fue establecida en diez brazadas por cada participante. Los resultados mostraron que los ángulos de entrada del hombro para nadadores avanzados espaldistas ( $170^\circ$ ) estuvieron significativamente más cerca del ángulo óptimo sugerido  $180^\circ$  en comparación con los de los nadadores intermedios ( $161^\circ$ ). El brazo no dominante muestra los valores más cercanos al óptimo ( $171^\circ$ ), mientras que la velocidad de nado no tuvo efecto sobre el ángulo de entrada del hombro en espalda. En conclusión, el ángulo de entrada del hombro en espalda puede ayudar a distinguir entre los nadadores de estilo espalda avanzados e intermedios y puede estar influido por la lateralidad dominante, siendo independiente de la velocidad de nado.

Palabras clave: natación, espalda, ángulo del hombro.

### **Comentario:**

En los estilos asimétricos, como son la espaldada y el crol, es muy importante el movimiento del rolido. Este consiste en un giro alternativo sobre el eje longitudinal de nuestro cuerpo respecto a la línea de la superficie del agua. La diferencia entre el rolido en crol y espalda es que en el primero además facilita la respiración. En espalda, nos facilita la propulsión puesto que introducimos la mano y el brazo a más profundidad (en aguas más estables) y esto nos ayuda a la propulsión. También, el cuerpo adquiere una posición más aerodinámica en su avance. Así pues, realizar el movimiento de rolido correctamente es muy importante, es decir, alcanzar los grados deseados con cada brazo durante el movimiento (según la literatura  $180^\circ$ ). Me parece lógico que los nadadores más experimentados realicen este movimiento más cerca del ángulo óptimo en comparación con los nadadores intermedios. Esto se debe, a que, en general, los deportistas expertos han adquirido una técnica más pulida y más precisa que los menos expertos. Por lo tanto, pienso que esto puede ocurrir en todas las técnicas y estilos. En cuanto a la diferencia en el rolido entre un brazo y otro, el brazo dominante suele tener más flexibilidad que el no dominante. Esto nos puede llevar a excedernos en los grados de rolido con este brazo, sobre todo en mujeres. Por ello es muy importante en la natación trabajar la flexibilidad de los hombros para poder realizar estos movimientos con asimetría, es decir, que los dos brazos puedan llegar a alcanzar los mismos grados.

## **CARACTERIZACIÓN DE LA TÉCNICA DEL ESTILO LIBRE EN NADADORES DE ENTRE 11 A 13 AÑOS.**

Nuestro objetivo fue caracterizar el estilo libre de la natación realizado a una intensidad muy alta por participantes jóvenes. 114 nadadores de entre 11-13 años de edad realizaron 25 m natación estilo libre al ritmo de 50 m. Se utilizaron dos cámaras subacuáticas para evaluar los parámetros biomecánicos generales (velocidad, ritmo de carrera, longitud de brazada y el índice del golpeo) y la coordinación INTERARM (Índice de Coordinación). También se identificó cada fase de la carrera de crol. Los nadadores presentaron los valores más bajos en todos los parámetros biomecánicos de los datos presentados en los estudios llevados a cabo con nadadores mayores, teniendo el grupo postpuberal valores más próximos a la literatura para adultos, debido a sus superiores características antropométricas y de maduración. Los niños mostraron mayor velocidad y mayor longitud de brazada que las niñas (según lo relatado por los nadadores de élite), pero mayor ritmo de carrera que las niñas (en oposición a lo que se ha descrito para los adultos). Además, cuando se considera el total de la muestra, se observó una relación más alta entre la velocidad y la longitud de la brazada (que con ritmo de carrera), lo que indica que la mejora de la longitud de brazada es una capacidad fundamental para desarrollar en estas edades. Además, sólo se adoptó un modo de alcanzar la coordinación (siendo evidente un retraso en el tiempo entre la propulsión de los brazos), y las fases de agarre y del tirón presentan las duraciones más altas y más bajas, respectivamente.

Palabras clave: no hay. Mis propuestas son: coordinación, crol, longitud de brazada, biomecánica y natación.

### **Comentario:**

Es cierto que cuando nadamos a intensidades elevadas perdemos la técnica del estilo. Los buenos nadadores saben mantener su técnica a esta intensidad. Normalmente se tiende a acortar la brazada incluso eliminar la fase de empuje final. Esto nos lleva a realizar mayor número de brazadas porque son menos eficientes en cuanto al avance del nadador. Por tanto, una parte del entrenamiento de los nadadores (sobre todo en velocistas) debe centrarse en mantener la longitud de brazada a velocidad elevadas. Esto se puede hacer con ejercicios tales como contar las brazadas que haces a cierta distancia e ir aumentando la intensidad manteniendo ese número. En lo referente a las diferencias por género, me parece lógico lo relatado por el estudio. Es decir, los niños muestran mayor velocidad en la brazada que las niñas porque, por lo general, tienen más fuerza y pueden hacer más brazadas en menos tiempo. También tienen una longitud de brazada mayor respecto a las niñas, esto puede deberse a que sean más altos y por ello alcancen mayor distancia en el recorrido en cada brazada. Y por último, que tengan mayor ritmo de carrera los niños lo veo relacionado con todos los factores anteriores, es decir, si tienen mayor velocidad y mayor longitud de brazada, lógicamente tendrán mayor ritmo de carrera. Esta combinación de velocidad y longitud de brazada diferencia a los velocistas expertos de los que no lo son ya que no son capaces de mantener a altas intensidades la misma longitud de brazada durante toda la prueba. En relación al agarre y al tirón, pienso que deberían durar más o menos el mismo tiempo porque su recorrido subacuático es similar, incluso un poco mayor el del tirón.

## **VARIACIÓN DE VELOCIDAD INTRACÍCLICA Y VALORACIÓN DE LA COORDINACIÓN DEL BRAZO EN NADADORES CON SÍNDROME DE DOWN**

Este estudio examinó las diferencias en la variación de la velocidad intracíclica y la coordinación del brazo de crol en nadadores con Síndrome de Down en tres condiciones respiratorias. Los nadadores internacionales con Síndrome de Down (N = 16) realizaron 3 X 20 m crol a su velocidad de carrera en 50 m: sin respirar, respirar al lado dominante y respirar al lado no-dominante. Se grabó un vídeo para analizar el movimiento en dos dimensiones mediante el APASystem. Las condiciones respiratorias se compararon mediante ANOVA de medidas repetidas. La velocidad de nado fue mayor sin respiración y la variación de la velocidad intracíclica fue superior mientras respiraban. Los nadadores tienden a alcanzar un modo de coordinación de brazada para ambas condiciones de respiración y un modo de superposición cuando no respiran. Estos datos reflejan que la coordinación del brazo compromete el rendimiento de la natación, especialmente cuando en la literatura se comparan con los no nadadores con discapacidad. El deterioro físico y cognitivo, tal vez asociado con el síndrome de Down, puede ser una desventaja en la propulsión y el arrastre, siendo más evidente cuando respiran.

Palabras clave: natación adaptada, discapacidad intelectual, biomecánica, brazada de crol.

### **Comentario:**

La natación también es muy beneficiosa para colectivos especiales. En el caso de las personas con Síndrome de Down, su práctica mejora aspectos como problemas de coordinación, de tonicidad muscular, de agilidad,... pero sobre todo los trastornos cardiovasculares. Además, puesto que los Síndrome de Down son tan hiperlaxos, la natación no supone ningún problema para ellos. Centrándonos en el estudio, en relación a la respiración de estas personas en el agua, sus dificultades se centran en que tienen una elongación del tendón temporal y no cierran bien la boca. Además, un 30% de los Síndrome de Down tienen tendencia a respirar por la boca y en natación se inspira por la boca pero se expira por la nariz. Por tanto, tienen sentido que estudie la variación de la velocidad intracíclica y la coordinación del brazo de crol en tres condiciones respiratorias, ya que es uno de sus grandes problemas para adquirir coordinación durante el nado. Si no respiran, tienen menos dificultades con la propulsión y el arrastre porque no tienen que estar atentos de respirar bien ya que les cuesta mucho. Así pues, todos los resultados se centran en que cuando introducen la dificultad de meter la cabeza debajo del agua para respirar, empeoran su técnica. Habría que trabajar con ejercicios que mejoren estos aspectos de respiración antes de enseñarles una técnica de nado. Sino se hace así, no tiene sentido complicarles el nado.

## **ANÁLISIS DEL IMPULSO LATERAL EN EL VIRAJE DE ESTILO LIBRE**

El objetivo de este estudio fue examinar la fase de contacto durante el impulso lateral en el viraje de natación en crol para determinar qué variables biomecánicas (fuerza máxima pico normalizado, tiempo de contacto, el impulso, el ángulo de flexión de la rodilla, y el tiempo de giro total dentro de 15 m) contribuyen a la realización de esta técnica. Treinta y cuatro nadadores del país, que participaban en competiciones nacionales e internacionales participaron en el estudio. Para la recolección de datos, se utilizó el siguiente equipamiento: una plataforma de fuerza bajo el agua, una cámara de 30-Hz de vídeo VHS, y una cámara digital MiniDv dentro de una caja bajo el agua. Los datos se expresan en estadística descriptiva. El análisis inferencial se realizó utilizando la correlación de Pearson y la regresión lineal múltiple. Todas las variables estudiadas tenían una relación significativa con el rendimiento del viraje. Se concluye que el viraje ejecutado con un ángulo de flexión de la rodilla de entre 100° y 120° proporciona el pico óptimo de fuerza para generar impulsos que permiten que el nadador pierda menos tiempo en el giro sin la necesidad de una aplicación de fuerza excesiva y con menos pérdida de energía.

Palabras clave: biomecánica, natación, viraje de estilo libre.

### **Comentario:**

El viraje, sobre todo en pruebas de corta distancia (50, 100 metros), es decisivo en el resultado de una prueba, al igual que la salida y el nado. Por lo tanto, es muy importante estudiar qué aspectos ayudan a mejorar su rendimiento. En el viraje es un gesto muy técnico de la natación en el que intervienen cabeza, tronco, cadera, brazos y piernas, es decir, se implica todo el cuerpo. La cabeza dirige el movimiento del volteo, el tronco y la cadera flexionan y giran el cuerpo con la ayuda de los brazos y las piernas son la que nos impulsan desde la pared de la piscina. Este artículo se centra en la acción de las piernas. Toma como referencia el viraje y los 15 metros posteriores. Para esto tengo una crítica ya que en una competición oficial no puedes sobrepasar de los 12,5 metros (mitad de la piscina de 25 metros) en la fase subacuática del viraje. Por lo tanto, desde mi punto de vista, se debía haber estudiado hasta la distancia oficial del viraje. Como resultado, me parece lógico que todas las variables estudiadas tengan una relación significativa con el rendimiento del viraje, porque, como he dicho anteriormente, es un gesto muy técnico y esto hace que todo tenga importancia durante su ejecución. Quizás el ángulo de flexión de rodilla sea la clave para poder realizar las demás variables con éxito. Así pues, me parece lógico que partiendo de un ángulo de flexión de rodilla adecuado se genere la fuerza idónea para el impulso en la pared del viraje. En cuanto a perder menos tiempo durante el mismo, lo veo más relacionado con la rapidez del volteo, es decir, con la colocación de cabeza, tronco, cadera y brazos que con la flexión de la rodilla.