

**UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
FACULTAD DE HUMANIDADES Y EDUCACION
CONSEJO DE ESTUDIOS DE POSTGRADO
POSTGRADO EN EDUCACION FÍSICA**

**MECÁNICA DE LA BRAZADA DEL NADO CROL
EN TRIATLETAS VENEZOLANOS**

www.bdigital.ula.ve

Tesis de grado, presentada como requisito para optar
al título de Especialista en Educación Física
Mención Teoría y Metodología del
Entrenamiento Deportivo

Autora: Lic. María Rosa Flores P.

Tutor: Msc. Antonio J. Hernández G.

Mérida, septiembre 2006

C.C.Reconocimiento

AGRADECIMIENTO:

**A la Universidad de Los Andes
por brindarnos el rico conocimiento del saber.**

**A Gilberto, Camilo y Gabriel (triatletas)
por su paciencia y confianza en este proyecto.**

**Al Complejo Recreacional Vega Sol,
por ceder las instalaciones repetidas veces,
su valiosa colaboración fue fundamental, Gracias.**

A María Graciela, (la gorda) siempre consecuente...

**A mis profesores: Luis Ramón y Bernhard,
siempre dispuestos a brindar lo mejor de sí.**

**A Msc. Antonio Hernández, tutor de este proyecto,
gracias por la confianza y orientaciones precisas,
que me motivan a seguir en la investigación.**

**A Teresita, Eladio, Mateo, Jorge, María Flavia,
Fabiola y Abel, por su valiosa ayuda, sin ustedes,
no lo hubiésemos logrado.**

**A todas aquellas personas, que de una
u otra forma, hicieron posible este proyecto.**

Infinitas Gracias.

Rosa

UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
FACULTAD DE HUMANIDADES Y EDUCACION
CONSEJO DE ESTUDIOS DE POSTGRADO
POSTGRADO EN EDUCACION FÍSICA

MECÁNICA DE LA BRAZADA DEL NADO CROL
EN TRIATLETAS VENEZOLANOS

Autora: María Rosa Flores P.
Tutor: Antonio J. Hernández G.
Año: 2.006.

RESUMEN

Esta investigación se enfocó en analizar la mecánica en la brazada del nado crol, para determinar su eficiencia y los factores que influyen en la ejecución de la misma. Tres (03) triatletas con experiencia nacional e internacional, realizaron repeticiones en piscina de 25 metros, de forma experimental. Se capturaron las imágenes con una cámara de video SVHS instalada bajo el agua, se utilizó el método de la Videografía computarizada, permitiendo un análisis cualitativo y cuantitativo de las variables, Longitud de Brazada (LB), Frecuencia de Brazada (FB) y Velocidad de Brazada (VB). Se realizó un análisis estadístico a través de medidas de variabilidad Absoluta. Se determinó que el índice de eficiencia de la brazada (IEB) depende directamente de la longitud de brazada (LB), presentando una correlación de 0,939 denotada como alta; mientras que, frecuencia de brazada (FB) con una correlación inversamente proporcional, de $-0,703$, denotada como relativamente alta y la velocidad (VB) sin mayor significancia. Se propone la ecuación del Índice de Eficiencia de Brazada (IEB). Dados los valores reportados, se presenta la escala para clasificar el Índice de Eficiencia de Brazada (IEB), bajos $\leq 1,5$, medios $>1,5$ y $< 2,5$ y altos $\geq 2,5$. Con la ecuación del Índice de Eficiencia de Brazada (IEB) obtenida a través de la Correlación Múltiple, se puede calcular c

Se concluye que a mayor longitud de brazada (LB) y menor frecuencia de brazada (FB) el índice de eficiencia de brazada, (IEB) es mayor, siendo la LB y la VB, las determinan de la FB; sin embargo, la velocidad (VB) por sí sola, no presenta una incidencia directa en la FB. Por lo que, se recomienda a los triatletas, mejorar su técnica en función de alcanzar la mayor longitud de brazada, y disminuir la frecuencia de la misma, para lograr una eficiencia de brazada óptima.

Descriptor: brazada nado crol, longitud de brazada, frecuencia de brazada, natación en triatlón, velocidad de brazada, natación.

INDICE GENERAL

	Pág.
RESUMEN	v
ÍNDICE GENERAL	vi
LISTA DE CUADROS	ix
LISTA DE GRAFICOS	xi
CAPÍTULO I	
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	
- Definición del Problema	1
- Objetivos	3
- General.....	3
- Específicos.....	3
- Justificación	4
- Delimitación	5
- Definición de Términos	5
CAPÍTULO II	
MARCO TEÓRICO	
- Antecedentes	7
- Fundamentacion Teórica	
o Fundamentos de la Natación.....	15
o Brazada del Nado Crol.....	17
o Técnica de la Brazada del Nado Crol.....	17
- Descripción técnica de la brazada crol.	
Fases: Tracción o Acuática y Recobro o Aérea	19
- Fase de Tracción o Acuática.....	20

- Fase de Recobro o Aérea.....	26
- Natación en el Triatlón.....	27
- Variables.....	31
- Dependiente.....	31
- Independientes.....	31
- Hipótesis.....	32

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

- Metodología de la Investigación.....	33
- Tipo de Investigación.....	33
- Diseño de Investigación.....	34
- Muestra.....	34
- Instrumentos.....	34
- Procedimiento de la Investigación.....	35
o Etapa Pre-fílmica.....	35
o Etapa Fílmica.....	35
o Etapa Post-fílmica.....	36

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

- Análisis de las variables relacionadas con la Brazada del Nado Crol.....	40
- Características Espaciales de la Brazada del Nado Crol.....	40
- Longitud de brazada.....	40
- Características Temporales de la Brazada del nado Crol.....	42
- Frecuencia de brazada.....	42
- Características Espacio-Temporales de la	

Brazada del Nado Crol.....	44
- Velocidad de brazada.....	44
- Análisis de los resultados obtenidos, en relación a la eficiencia de la Brazada	
- del Nado Crol. (Propuesta).....	45
- Eficiencia de la Brazada.....	45
- Correlación	50
- Regresión Múltiple.....	51
CAPÍTULO V	
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	
- Conclusiones.....	53
- Recomendaciones.....	54
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	55

www.bdigital.ula.ve

LISTA DE CUADROS

Cuadro	Pág.
1. Velocidad media de nado (m/s) en las zonas de entrenamiento (*p < 0,01).....	13
2. Valores de Longitud, Frecuencia y Velocidad de brazada, reportados por las referencias bibliográficas.....	14
3. Denominación de los puntos anatómicos para la estimación de las variables.....	38
4. Segmentos corporales seleccionados para la estimación del centro de Gravedad y otras características biomecánicas.....	39
5. Comparación de los valores reportados por la bibliografía y valores promedios reportados por el estudio, en relación a la Longitud de Brazada.....	42
6. Comparación de los valores reportados por la bibliografía y valores promedios reportados por el estudio, en relación a la Frecuencia de Brazada.....	43
7. Comparación de los valores reportados por la bibliografía y valores promedios reportados por el estudio, en relación a la Velocidad de Brazada.....	45
8. Calculo del Índice de Eficiencia de Brazada con valores reportados por los sujetos objeto de estudio.....	47
9. Valores de los Índices de Eficiencia de Brazada	

calculados con valores reportados por la Bibliografía consultada.....	49
10. Escala de valores propuesta para el Índice de Eficiencia de Brazada en el Nado Crol.....	50
11. Correlación entre las variables objeto de estudio.....	51
12. Coeficiente de Regresión Múltiple.....	51

www.bdigital.ula.ve

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico	Pág.
1. Plano Sagital (movimiento adelante-atrás arriba-abajo,) composición de la fuerza ascensional y de la fuerza de arrastre en el modelo técnico del crol.....	17
2. Plano Frontal (movimiento arriba-abajo, adentro-afuera) durante la ejecución de la brazada de crol.....	18
3. Vista inferior de los segmentos y recorrido en la fase de fase de Tracción o Acuática de la Brazada del Nado Crol.....	19
4. Vista del recorrido de la Fase de Tracción o Acuática.....	20
5. Vista lateral del recorrido total de la Fase de Tracción o Acuática.....	21
6. Vista frontal y lateral Sub-Fase de Entrada	22
7. Vista frontal y lateral Sub-Fase de Agarre.....	23
8. Vista frontal y lateral Sub-Fase de Tirón.....	24
9. Vista inferior de la Brazada, describe una “S”	25
10. Vista del recorrido de la fase de Recobro o Reciclaje.....	26
11. Secuencia de la Fase de Recobro o Aérea.....	27
12. Inicio de la Natación en Triatlón (Parque Simón Bolívar Bogotá 2003, Valida Copa Mundo).....	27
13. Salida de la Natación, primera transición. (Parque Simón Bolívar Bogotá 2003, Valida Copa Mundo).....	30

14. Modelo anatómico para la estimación del centro de gravedad y diferentes variables mecánicas de la Brazada del Nado Crol.....	37
15. Fotograma con los 21 puntos anatómicos, sobre uno De los sujetos objeto de estudio.....	38

www.bdigital.ula.ve

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Definición del Problema

En la actualidad, al movimiento se le denomina actividad física de forma general; pero, el hombre ha manifestado muchas formas de hacerlo, principalmente para cubrir sus necesidades básicas, paralelamente a ello, el hombre se motiva a desarrollar actividades físicas de mayor exigencia, entrando así en el ámbito deportivo, donde selecciona un deporte, que practica con disciplina y continuidad. El deporte en oportunidades, cuenta con el apoyo de algunas ciencias, tales como la Biomecánica, que con su aplicación detallada, logra cuantificar en el atleta, su desempeño sobre la destreza motora que ejecuta, obteniendo avances técnicos específicos de la destreza, que puestos en práctica, producen avances significativos en el rendimiento del atleta.

Ahora bien, existen diferentes tipos de deportes, colectivos e individuales de velocidad y de resistencia, como el triatlón; que en la última década ha logrado captar la atención de la población mundial, especialmente en Mérida, Venezuela. El triatlón es un deporte combinado y de resistencia, compuesto por tres disciplinas; tres gestos cíclicos en tres segmentos y dos transiciones. Estos son: natación, ciclismo y carrera a pie; el orden es el señalado y el cronómetro no para durante la competición.

Entre los deportes, la natación, que puede desarrollarse en cualquier recinto de agua como: piscinas, lagunas, ríos, lagos y otros. La natación en el triatlón, es la prueba que ocupa el menor tiempo y generalmente se realiza en aguas abiertas; aunque las corrientes y mareas pueden resultar peligrosas, puede representar un desafío para demostrar la fuerza y el valor de los triatletas. Durante su desarrollo, intervienen factores del medio como: El oleaje, el viento, la temperatura, el número

de participantes y factores externos del atleta como: La velocidad de nado, la frecuencia de la brazada, la longitud de la brazada, entre otros factores, forman la técnica específica de cada nadador, que junto a los factores del medio, le dan a la disciplina su grado de complejidad; por ello, estos factores externos del atleta deben ser analizados y estudiados para mejorar su rendimiento.

En la natación, la mayor propulsión esta basada en la brazada, ya que abarca un 80 % aproximadamente (Hernández 2002 y Lago 2003), por ello es necesario desarrollar la técnica de la misma, para lograr un rendimiento óptimo

Por otra parte, el auge y los continuos resultados de los triatletas Merideños, motiva a la autora a realizar un estudio del nado crol en el triatlón; por lo que se hace un seguimiento en varias competencias nacionales e internacionales y se puede observar según los registros de los triatletas en competencias Nacionales, Copa Mundo y Juegos Olímpicos (Sydney 2002) que la posición en la salida de la natación no esta entre los primeros lugares, por lo que, para ayudarse y mantenerse en el grupo o tomar ventaja a otros nadadores, usan como táctica, el drafting; (seguir a otro nadador) por tal motivo, es preciso realizar este tipo de investigación, ya que la misma servirá para detectar, las posibles deficiencias en la ejecución de la técnica de la brazada del nado crol, en estos triatletas.

De igual forma, a través de este estudio, al detectarse las posibles dificultades mecánicas que puedan presentar los triatletas, las mismas pudieran ser producto de algunas dificultades que encuentran durante la ejecución o posiblemente del medio donde la ejecuten. Es por ello, que dicha investigación se focaliza específicamente, en el análisis de la técnica de la brazada del nado crol. Esta situación plantea entonces, las siguientes interrogantes: **Cuál es la distancia recorrida por la brazada? Cómo es la frecuencia de la brazada?Cuál es la velocidad de la brazada? Es eficiente el recorrido de la brazada del nado crol?.**

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Analizar las características mecánicas de la brazada del nado crol, para determinar su eficiencia, en triatletas venezolanos.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar cuál es la longitud de la brazada (**LB**) y cómo influye en la eficiencia de la brazada (**EB**) del nado crol.
- Determinar como influye la longitud de la brazada (**LB**) en la frecuencia de la brazada (**FB**); y en la velocidad de la brazada (**VB**)
- Determinar cuál es la frecuencia de la brazada (**FB**) y cómo influye en la eficiencia de la brazada del nado crol (**EB**)
- Determinar como influye la frecuencia de la brazada (**FB**) en la velocidad de la brazada (**VB**) y en la longitud de la brazada (**LB**)
- Determinar cuál es la velocidad de la brazada (**VB**) y cómo influye en la eficiencia de la brazada del nado crol (**EB**)
- Determinar como influye la velocidad de la brazada (**VB**) en la longitud de la brazada (**LB**) y en la frecuencia de la brazada (**FB**)
- Analizar cuantitativamente, la longitud, frecuencia y velocidad en la ejecución de la brazada del nado crol, en triatletas venezolanos.

JUSTIFICACIÓN

Esta investigación, pretende proporcionar información a la población que dirige y práctica el triatlón y la natación propiamente dicha en nuestro país, la misma suministrará conocimientos generales y específicos, sobre la técnica de la brazada del nado crol en triatletas.

- Permitirá diseñar métodos y estrategias de entrenamiento que conlleven a mejorar y/o identificar una técnica correcta de la brazada del nado crol en cada triatleta.

- A través de este estudio, se detectan los motivos o dificultades técnicas, presentadas por los triatletas, en el rendimiento del segmento de natación del triatlón.

- Con los resultados y conclusiones se pretende proporcionar información a triatletas y nadadores, sobre la técnica de la brazada del nado crol.

- Se considera el empleo de la Biomecánica, como ciencia aplicada al deporte; para determinar variables que influyen en la ejecución técnica de la brazada del nado crol; con posibles incidencias en el desplazamiento óptimo de los atletas en el trayecto de natación en el triatlón.

- Con los resultados obtenidos se logrará que los triatletas y nadadores, los tomen como base y mejoren la ejecución técnica de la brazada del nado crol y por ende un mejor rendimiento en la disciplina.

- El estudio es un aporte a entrenadores, triatletas y dirigentes ya que tendrán valores y parámetros objetivos, que afloren las fallas técnicas, con el fin de tomarlos como patrones y así poder integrar a los atletas y/o equipos a los valores recomendados.

- Que los resultados arrojados en esta investigación, sirvan de base para futuros trabajos de investigación, tanto para la natación del triatlón, como para la natación propiamente dicha.

- Con los resultados obtenidos, lograr que los atletas motivo de este estudio, puedan corregir y mejorar su técnica de la brazada, con el fin de lograr mejores resultados personales y competitivos.

DELIMITACIÓN

Los sujetos objeto de estudio, fueron (3) triatletas (varones) de la categoría juvenil (1) y elite (2)

Se analizó la destreza en la brazada del nado crol, en piscina de 25 metros, de forma experimental.

La recolección de los datos se realizó un día específico en horas del medio día, ya que la luz solar penetra de forma perpendicular en el agua de la piscina, esto hace que la imagen grabada tenga mayor nitidez.

La muestra fue seleccionada, los sujetos realizaron entre 16 y 18 repeticiones de 25 metros, una vez digitalizados los datos se procedió a seleccionar los tres (3) mejores intentos de cada sujeto.

La destreza se analizó a través de las características biomecánicas: cinemática (espaciales, temporales y espacio – temporales)

Para el procesamiento de los datos se utilizó el programa ABIOMO 2.0 (Análisis Biomecánico del Movimiento Humano) (Hernández y et al 2004)

Definición de Términos:

Biomecánica: La biomecánica estudia el sistema osteoarticular y muscular como estructuras mecánicas sometidas a movimientos y fuerzas. Esto incluye el análisis del modo de andar humano y la investigación de las fuerzas deformantes que sufre el cuerpo en una acción. **Escalona (s/f)**

Cinemática: La Cinemática es el estudio del movimiento de los cuerpos, sin considerar las causas que los ocasionan. **Paredes (s/f)**

Crol: proviene del inglés crawl, que significa reptar; actualmente se conoce como estilo libre (crol) en natación, se efectúa en un equilibrio horizontal ventral, se considera el estilo más rápido para completar las distancias; su acción alternativa de

brazos, apoyada en un constante batido de piernas, produce una propulsión constante.

Aybar (2001)

Deporte: "El deporte es una acción social que se desarrolla en forma lúdica como competición entre dos o más partes contrincantes (o contra la naturaleza) y cuyo resultado viene determinado por la habilidad, la táctica y la estrategia"

Carballo, Hernández y Chiani (2003)

Mecánica: Mecánica es la ciencia que estudia las condiciones de reposo o movimiento de los cuerpos bajo la acción de fuerzas. **Soto (s/f)**

Natación: Arte de sostenerse y avanzar, usando los brazos y las piernas, sobre o bajo el agua. Puede realizarse como actividad lúdica o como deporte de competencia. **Polanco (s/f)**

Técnica: La técnica se define como la ejecución de movimientos estructurales que obedecen a una serie de patrones tempo-espaciales modelos, que garantizan la eficiencia. **Álvarez (2003)**

Triatlón: "El triatlón es un deporte combinado y de resistencia, en el cual el participante realiza tres pruebas. Estas son: natación, ciclismo y carrera a pie. El orden es el señalado y el cronómetro no se para durante todo el tiempo que dure la competición" **Lago (2003)**

Drafting: Consiste en nadar a una distancia de 14 a 80 cm. de otro nadador. **Lago (2003)**

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

Antecedentes

El triatlón, es hasta ahora el deporte olímpico, de más reciente inclusión; que esta conformado por tres disciplinas deportivas, y dos transiciones; entre las disciplinas que componen el triatlón, está la natación. En la revisión sobre las investigaciones realizadas, se puede encontrar la influencia de las variables mecánicas en el rendimiento de dicha disciplina y son varios los autores que bibliográficamente analizan la técnica de la brazada del nado crol, igualmente son varios los autores que han realizado investigaciones al respecto, entre ellos tenemos

Craig y Pendergast (1979), en un análisis de la longitud de brazada y frecuencia de brazada, en distancias cortas y a máxima velocidad; evaluaron cuarenta y un (41) nadadores de diferentes niveles, determinando valores medios en la longitud de brazada de 1.69 mts, y en la frecuencia de brazada de 63 brazadas/minuto. Los mismos autores concluyen que los nadadores deben seleccionar una combinación óptima entre la frecuencia de brazada y longitud de brazada, tomando en consideración que la relación entre frecuencia de brazada y longitud de brazada, es fundamental para el aumento o disminución de la velocidad de nado.

Olbrecht y et al (1985), realizan una evaluación a (59) nadadores de alto nivel, fueron evaluados en un test donde los atletas deberían nadar la mayor distancia posible en 30 min y 60 min; la velocidad media encontrada en 30 minutos fue de 1.361 +/- 0.057 m/s y 1.341 +/- 0.095 m/s para el test de 60 minutos.

Luego, Olbrecht y et al (1985), realizan otro estudio, cuyo propósito fue comprobar si el concepto de potencia crítica, usado en estudios previos, podría ser aplicado en el campo de la natación competitiva, como velocidad crítica en natación. La velocidad crítica ($V_{crit.}$), es definida como la velocidad de nado sostenida por un

largo período de tiempo si producir extenuación. Nueve (9) nadadores de nivel universitario, fueron sometidos a test en un hidrocana, para medir la V_{crit} , utilizando como metodología un test de nado a seis (6) velocidades predeterminadas, hasta alcanzar la fatiga. Un análisis de regresión de la distancia limite sobre el tiempo limite, en cada nadador; mostró una relación lineal ($r^2 > 0.998$, $p < 0,01$) y el coeficiente de la pendiente indicó una variación de la velocidad critica (V_{crit}) de 1.062 a 1.262 m/s, con una velocidad media de 1.166 m/s. (SD 0.052 m/s.) Concluyen los autores que, estos datos sugieren, que la velocidad critica podría ser adoptada, como un índice de performance de resistencia en nadadores competitivos.

Por otro lado, Toussaint (1989), realiza un estudio comparativo, para evaluar la importancia de la eficacia propulsiva, como un factor determinante. El estudio comparativo se realizó entre seis (6) nadadores competitivos y cinco (5) triatletas; ambos grupos se compararon a igual proporción (900 Vatios), del gasto de energía. Los grupos no difirieron de la eficacia propulsiva, la frecuencia y el trabajo por brazada; si había una diferencia en la longitud de la brazada; en nadadores de 1.28 mts. y en triatletas de 0.99 mts., siendo la velocidad de 1.11 m/s, en nadadores y de 0.95 m/s, en triatletas. Concluye el autor; que es obvio que la técnica del nadador determina el nivel de eficacia propulsiva.

Más tarde, Toussaint (1990), realizó otro estudio comparativo de dos grupos (entrenados) de 6 nadadores y 5 triatletas, con el propósito de evaluar la eficacia propulsiva como factor determinante del nado; utilizando más cantidad de vatios. Los grupos se compararon a igual poder (1000V) encontrado como resultado que, los grupos no difirieron en la eficacia mecánica, frecuencia y trabajo por brazada; sí se registró una diferencia en la longitud de la brazada, para nadadores de 1.23 mts., y para triatletas de 0.92 mts. Siendo la velocidad de los nadadores de 1.17 m/s y de los triatletas de 0.95 m/s, la diferencia en la velocidad, se puede explicar por el hecho que los nadadores, usaron una proporción más alta de su rendimiento para superar arrastres, que los triatletas (49V contra 35V), mientras que en el recobro son los triatletas que expiden el mayor poder (32V contra 45V). Los resultados sugieren que por término medio el nadador bueno se distinga del más desvalido, por una distancia

mayor en la longitud de la brazada que por una frecuencia de brazada más alta. Concluye el autor que, los triatletas por su parte deben enfocar su atención en la técnica antes que en su habilidad de trabajo. La longitud de la brazada podría ser un criterio simple para evaluar la mejoría en la habilidad.

Por su parte, Moreno, Camarero, y Tella (1995), desarrollaron una investigación que tuvo como objetivo establecer vaharemos antropométricos y técnicos en las pruebas de nado asimétrico. Los sujetos testados fueron 748 de los cuales 71 nadadores fueron testados en la prueba de 100 metros y 55 en 200 metros; los parámetros técnicos fueron, frecuencia de brazada y tiempos totales y parciales en 50 metros. De los parámetros técnicos se obtienen la frecuencia de la brazada, la velocidad media y el índice de nado. En 100 metros, con frecuencia de brazada 41.06 braz/min, la longitud de brazada promedio de 1.59 mts, velocidad promedio de 1.56 m/s, y el índice de nado de 2.23 herz; para los 200 metros, frecuencia de brazada de 36.75 braz/min, velocidad de 1.53 m/s, longitud de 1.69 metros y el índice de nado de 2.62 herz. Los autores concluyen que para la prueba de 100 mts libres, LB y el IN, no siempre son indicadores técnicos óptimos para predecir el rendimiento ya que tanto en hombres como en mujeres no se relacionan con la velocidad de nado. Las diferencias técnicas entre los 100 y 200 metros, se muestran en una reducción de la FB y en un aumento en la LB.

Chollet, Chalties y Chatard (2000), realizaron un estudio que analizó el efecto en el nado cuando la mano rema con paletas y sin ellas, sobre la coordinación de la brazada y la velocidad media de nado. La muestra evaluada fue de ocho (8) nadadores de nivel competitivo; cada nadador realizó dos (2) pruebas de 25m, de forma aleatoria, una con paletas en las manos y otra sin paletas, donde se midió la variación intraciclica de la velocidad, con una frecuencia de brazada fija, los sujetos se conectaron a un sensor de velocidad; igualmente tenían los tobillos sujetos, con el fin de prevenir la realización de patadas, antes del estudio los sujetos habían entrenado con dichas paletas. Las fases de la brazada y los modos de coordinación se grabaron bajo el agua, con dos cámaras de video (Vel 1/1000seg) con vista frontal y perfil; cada movimiento de brazo fue fraccionado en cuatro (4) fases distintas, "A"

entrada y agarre de la mano en el agua, “B” tirón, “C” empuje y “D” recuperación; siendo calculada la duración de cada fase, sobre una serie de dos movimientos de brazos completo o ciclo; ya que el movimiento de un brazo completo es la suma de las cuatro (4) fases (A, B, C y D) y expresada cada una como un porcentaje de la duración total de una brazada. Para la misma se concluye que en las pruebas aeróbicas máximas una diferencia significativa ($p < 0.05$) fue notada entre valores de $V_{máx}$ con y sin paletas (1.38 +/- 0.09 m/s contra 1.32 +/- 0.12 m/s) mientras que la frecuencia de brazada, no se diferenció considerablemente para las dos condiciones de ciclo (35.2 +/- 4.4 contra 36.2 +/- 4.6 brazadas/min) respectivamente. Para la prueba de 25m, la V_m era considerablemente más alta, con paletas que sin paletas ($p < 0.05$), siendo la V_m de nado (1.16 +/- 0.08 contra 1.04 +/- 0.11m/s). Los autores concluyen que el estudio de nadadores con y sin paletas en las manos, con una frecuencia fija de brazada indicó que la coordinación de brazada y el modelo propulsor fueron modificados, mientras los nadadores usaron paletas. A largo plazo, con estas adaptaciones, los nadadores son capaces de aprovechar los períodos mas largos de acción propulsiva de la brazada. La natación con paletas puede causar nuevas sensaciones en nadadores debido a la más alta fuerza propulsiva.

Nuevamente Chollet, Chalies y Chatard (2000), señalan un análisis de las fases de la brazada y del brazo y la coordinación de piernas, en velocidad media de nado en el nado crol de frente. Este análisis se realizó a cuarenta y tres (43) nadadores, constituidos en tres grupos según su nivel. Todos nadaron en tres velocidades diferentes, correspondientes a los pasos apropiados para las distancias de 800m, 100m y 50m. Las diferentes fases de la brazada, el brazo y la coordinación de pierna, fueron identificados por el análisis de video; la coordinación del brazo fue cuantificada usando el índice de coordinación (IdC) en tres posiciones, cuando un brazo comienza la fase de tirón y el otro termina la fase de empuje, entre las fases propulsivas de los dos brazos y la superposición del traslado en la fase propulsiva. Los resultados más importantes mostraron que la duración de las fases propulsivas (B + C) aumentaron considerablemente con el aumento de la velocidad, para la velocidad de 800 mts, se registro una frecuencia de brazada (FB) de 43.1 +/- 3.3 %,

para 100 mts, 46.5 +/- 3 % y para 50 mts, 49 +/- 3 %; también se registró un aumento considerable con la velocidad del Índice de Coordinación (IdC), para V800 mts, = - 7.6 +/- 6.4 %; para V100 mts, = - 3.2 +/- 5.1 % y para V50 mts, = - 0.9 +/- 5.6 %.

Por su parte, Millet, Chollet, Chalies y Chatard (2002), realizan un estudio para comparar la coordinación de brazada, en 19 triatletas de élite y 15 nadadores de élite, en seis (6) velocidades diferentes entre el 80 y 100 % de su máxima velocidad. El Índice de Coordinación (IdC) es el tiempo que separa el comienzo de la fase impulsora de un brazo y el fin de la fase impulsora del otro brazo. Las fases diferentes del ciclo son: (A: entrada, B: tirón, C: empuje y D: recuperación). El IdC permite expresar el modo de coordinación del brazo, fase A IdC < 0, fase B + C IdC = 0 y fase D IdC > 0. Entre el 80% y el 98 % de V_{máx}, los triatletas de élite mostraron aumentos similares en el IdC. (-8.8 % a 2.6 %) contra nadadores (8.6 % a 0.3 %). Entre el 88% y V_{máx}, los triatletas registraron menor aumento de la fase impulsora B + C, que los nadadores (3.4 % contra 8.5%) y aumentaron la fase de recuperación cuando los nadadores la disminuyeron (0.8 % contra -1.6 %). Mientras que, a velocidad máxima la longitud de la brazada presentó los siguientes valores, para triatletas 1.70 mts y para nadadores 2.15 mts; a ello se asocia la velocidad más baja en triatletas que en nadadores; igualmente se registraron valores para la frecuencia de brazada, en triatletas 55.1 brazadas/minuto y para nadadores 51.2 brazadas/minuto; en lo que respecta a la frecuencia de brazada, la diferencia es leve. El autor manifiesta que, supervisando el IdC, se recomienda a los triatletas mejorar la longitud de la brazada, principalmente en velocidades máximas.

Vorontsov y Binevsky (s/f), realizan un estudio, para establecer la dinámica de la edad, en la frecuencia de la brazada (SR), la longitud de la brazada (SL) y la velocidad (V), en la natación de los 100 mts, estilo libre. La muestra estaba conformada por 225 nadadores de tres escuelas de la universidad de las reservas olímpicas (Moscú) en edades comprendidas entre 11 y 16 años. Cada nadador realizó la prueba de los 100m continuos de una zambullida y fue registrada por una cámara de video (F 50 hz) a lo largo de la piscina, donde se registraron la velocidad de nado, la longitud y la frecuencia de la brazada. Los resultados obtenidos para la frecuencia

de brazada promedio fueron de 58.4 braz/min, la longitud de la brazada de 1.65 mts y la velocidad de 1.61 m/s. Los autores presentan como conclusiones, que durante el crecimiento en edad y años de entrenamiento ocurre un aumento de la velocidad media y promedio de la longitud de la brazada. En todas las edades se establecieron disminuciones uniformes, en la frecuencia de brazada, a lo largo del nado. En todos los nadadores hubo disminución de la velocidad hacia el final de los 100m. No se encontró ningún aumento temporal compensatorio de la frecuencia de brazada, para retrasar la disminución de la velocidad.

Callén, Blanco y Solé (2006) en un estudio sobre cuantificación del índice subjetivo de fatiga utilizado en el entrenamiento de natación de un triatleta, se han obtenido valores mediante diferentes procedimientos. El esfuerzo del triatleta viene determinado fundamentalmente, por la interacción del volumen y la intensidad. El volumen hace referencia a la distancia nadada y/o al tiempo empleado en nadar dicha distancia. La intensidad se define a partir de variables físicas (velocidad de nado o frecuencia de brazadas); o fisiológicas, principalmente la frecuencia cardiaca (FC). Las sesiones de entrenamiento de natación fueron realizadas por un triatleta no profesional (32 años), con una experiencia previa de seis años de entrenamiento y competición a nivel nacional e internacional en distancias esprint, olímpica, "B" y Ironman. El volumen de trabajo, a partir de la distancia total nadada en cada sesión, fue calculado por el tiempo empleado en nadar dicha distancia. La intensidad de la sesión, expresada en velocidad media de nado (m/s), fue calculada al dividir el volumen de metros nadados entre el tiempo requerido para cubrir dicha distancia. Del entrenamiento realizado por el triatleta se han analizado 40 sesiones, 38 efectuadas en piscina de 25 metros, y dos en aguas abiertas, con distancias totales de nado entre 1500 y 5200 metros. La intensidad física de las zonas de entrenamiento, en base a la velocidad media de nado, se muestra en la tabla siguiente. En ella se aprecia como la velocidad se incrementa muy ligeramente al pasar a una zona más intensa, pero sin que existan diferencias significativas entre los cinco objetivos empleados. Las sesiones de A1 y A2 presentan la misma velocidad, mientras que las

que combinan A1+ A2 fueron nadadas a una velocidad ligeramente superior a la alcanzada cuando solamente se entrenaba A2.

Cuadro 1

Velocidad media de nado (m/s) en las zonas de entrenamiento (* p < 0,01).

Zona Entrenamiento	Vel. Mínima	Vel. Máxima	Vel. Media
A1	0,84m/s	1,06m/s	0,97m/s
A1 + A2	0,95m/s	1,03m/s	0,99m/s
A2	0,97m/s	0,98m/s	0,97m/s
A3 + A1 + A2	0,98m/s	1,00m/s	0,99m/s
A3 + A2	1,01m/s	1,02m/s	1,02m/s

Nota: Datos tomados de “Cuantificación del entrenamiento de natación de un triatleta mediante el índice subjetivo de fatiga” Tomado de Callén, Blanco y Solé 2006.

www.bdigital.ula.ve

Las sesiones de entrenamiento de natación del triatleta supusieron valores similares en promedio de FC media y velocidad media de nado, mientras que los niveles de carga cardiovascular (FC total) fueron bajos y medios. El autor concluye que es aconsejable medir los tiempos de nado y controlar el ritmo de las distancias nadadas para diferenciar las velocidades adecuadas de las zonas específicas que se pretenden entrenar.

En el cuadro 2 se presentan los datos tomados de las fuentes bibliográficas consultadas, se agrupan los valores reportados por los diferentes autores, según el año, el estudio realizado y la muestra, en lo relacionado con Longitud de Brazada, Frecuencia de Brazada y velocidad de Brazada, tanto para nadadores como para triatletas

Cuadro 2

Valores de Longitud, Velocidad y Frecuencia de Brazada, reportados por las referencias Bibliográficas

Autor(es)	Año	Muestra	Estudio o actividad desarrollada	Longitud Brazada	Velocidad Brazada	Frecuencia Brazada
Craig y et al	1979	41 Nad.	Distancias cortas a máxima velocidad	1,69 m		63 b/min
Olbrecht y et al	1985	59 Nad.	Mayor distancia en 30 min		1,361 m/s	
			Mayor distancia en 60 min.		1,341 m/s	
Olbrecht y et al	1985	9Nad.	Velocidad. Media en 6 velocidades diferentes		1,166 m/s	
Toussaint	1989	6 Nad.	Eficacia propulsiva	1,28 m.	1,11 m/s	
		5 Tra.	900 Vatios	0,99 m.	0,95 m/s	
Toussaint	1990	6 Nad.	Eficacia propulsiva	1,23 m.	1,17 m/s	
		5 Tra.	1000 Vatios	0,92m.	0,95 m/s	
Moreno y et al	1995	126 Nad	Vaharemos antropométricos y técnicos			
		71 Nad	100 mts.	1,59 m.	1,56 m/s	41,06 b/min
		55 Nad	200 mets.	1,69 m.	1,53 m/s	36,75 b/min
Chollet y et al	2000	8 Nad.	25 metros de nado con y sin paletas en las manos			
			con paletas		1,16 m/s	
			sin paletas		1,04 m/s	
Chollet y et al	2000	43 Nad.	velocidad media a 3 velocidades diferentes a			
			800 metros			43,1 b/min
			100 metros			46,5 b/min
			50 metros			49 b/min
Millet y et al	2002		Coordinación de brazada velocidad máx entre 80 y 100%			
		15 Nad.		2,15 m.		51,2 b/min
		19 Tria.		1,70 m.		55,1 b/min
Vorontsov y et al	(s/f)	255 Nad.	Diferencia de edad 11 - 16 años en 100 metros.	1,65 m.	1,61 m/s	58,4 b/min
Callén y et al	2006	1 Tria.	Entrenamiento natación Vel. Media			
			V. media mínima		0,97 m/s	
			V. media máxima		1,02 m/s	

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

El triatlón es deporte olímpico desde el año 2000, sin embargo, por estar compuesto de tres disciplinas deportivas, es interesante su estudio y análisis, debido a

que el individuo se desplaza o desempeña a través de tres medios diferentes, como son: el agua, sobre ruedas y a pie. Específicamente se estudiará el desplazamiento y/o comportamiento del cuerpo en el agua; ya que en el material bibliográfico revisado, sobre las características Biomecánicas de la natación se han encontrado diferentes aspectos que ameritan ser revisados.

Fundamentos de la natación

La posición del cuerpo en el estilo crol es de forma horizontal, apoyando la parte anterior del cuerpo sobre el agua, de forma tal que el mismo quede totalmente extendido, que la cara este dentro del agua y solo sea movida para ejecutar la respiración, la cual se realiza con una rotación del cuello hacia cualquier lado.

Ramírez (1991), basa la posición del cuerpo en el principio de Arquímedes: “Un objeto se mantiene en suspensión en un líquido por una fuerza igual al peso del líquido desplazado por el mismo”; lo que indica que de acuerdo al peso del objeto, mientras mayor sea su peso menor posibilidad tiene de flotar.

Mientras que, Ehrler (1995), sugiere que la posición del cuerpo es la que se adopta lo más recta y cerca posible de la superficie del agua, dependiendo de las corrientes y del viento, recordando que normalmente en el triatlón, el segmento de natación normalmente, se nada en aguas abiertas.

Goetghebuer (1994), concuerda con Ramírez (1991), en lo referente a que la flotabilidad es el resultado de la aplicación del principio de Arquímedes, lo que indica nuevamente que la posición del cuerpo en el agua depende de la densidad del objeto (individuo).

Además, Goetghebuer (1994) coincide con Maglischo (1999) al nombrar la tercera ley de Newton, la cual indica; que sí sobre un cuerpo actúa otro cuerpo, ejerciendo sobre él una fuerza de acción; el cuerpo, al que se le ha ejecutado esa

fuerza; actúa sobre el cuerpo ejecutor, ejerciéndole una fuerza del mismo modo y dirección; pero en sentido contrario, fuerza de reacción.

Por otro lado, Fernández (2002) afirma que el cuerpo debe estar en posición hidrodinámica, la cabeza ligeramente elevada, la superficie del agua debe coincidir con la línea de nacimiento del cabello y el lóbulo de la oreja; la vista dirigida hacia abajo y adelante, el cuerpo debe girarse verticalmente al nadar, para favorecer la propulsión, con lo que se facilita el recobro (brazo fuera del agua) con hombro y codo alto permitiendo una tracción profunda y eficaz (brazo dentro del agua); consiguiéndose una respiración más fácil y por ende menor resistencia al avance, puesto que es menor la superficie en contacto con el agua. Por su parte, en la respiración, la cabeza se gira hacia un lado; mientras que, las piernas contribuyen muy poco en la propulsión, pero su acción es vital para la realización de la técnica en general, ayudando a mantener un buen equilibrio y alineación del cuerpo.

Para Fernández (2004) el teorema de Bernoulli, se basa en el principio de la propulsión y este se da cuando las manos de los nadadores actúan cortando el agua. Cuando el líquido fluye por encima de las manos, el agua se desplaza y circula a mayor velocidad por encima de los nudillos que por debajo de la mano o palma de la mano; originando una presión diferencial entre la palma y los nudillos que produce una fuerza elevadora. Cuando esta fuerza elevadora interactúa con la fuerza de resistencia al avance de la mano, a través del fluido que esta ejerce sobre aquella, da como resultante una fuerza que empuja el agua hacia atrás y el cuerpo del nadador hacia delante.

Por lo expuesto, se concluye que la tercera ley de Newton, el principio de Arquímedes, y el teorema de Bernoulli, son factores indispensables para la posición y el desplazamiento del cuerpo de un individuo en un medio acuoso.

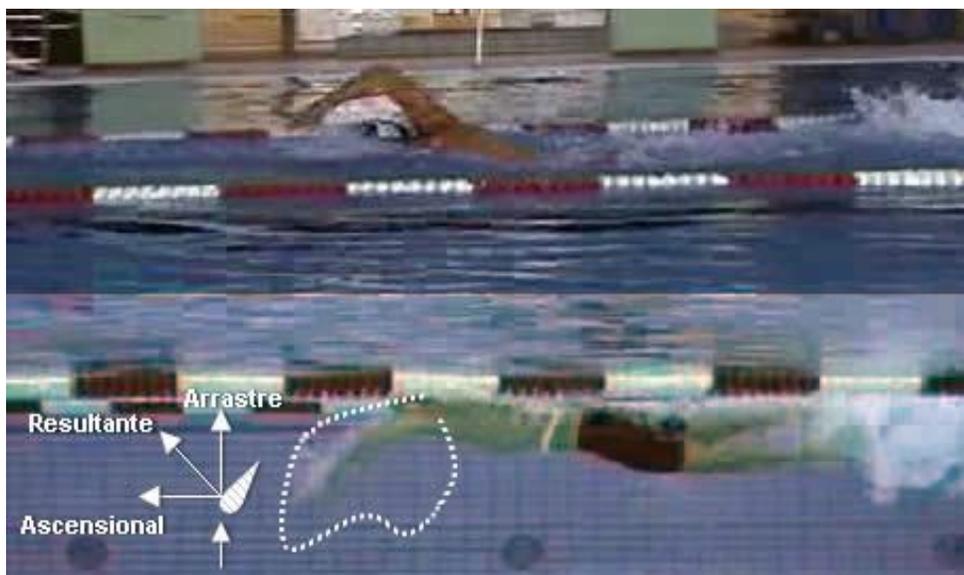


Gráfico 1. Plano Sagital (mov. adelante-atrás arriba-abajo,) Composición de la fuerza ascensional y de la fuerza de arrastre en el modelo técnico del crol.
Tomado de Fernández (2004)

www.bdigital.ula.ve

Brazada en el nado crol

Por su parte, Hernández, (2002) señala que la brazada es el movimiento de los brazos de modo alternativo, mientras uno de ellos se mueve hacia adelante por el aire con la mano dispuesta a entrar en el agua, y el codo relajado, el otro brazo se mueve avanzando bajo el agua en sentido contrario al otro brazo.

Mientras que, Riego, (2004), define la brazada como las acciones alternativas de los brazos rítmicas y naturales. En cada brazada se observan dos partes, una propulsiva o tracción, y otra de recuperación o recobro. Resulta interesante observar la trayectoria curvilínea que dibuja la mano en el agua con referencia a un punto fijo

externo, desde los diferentes planos: frontal, sagital y horizontal, para comprobar que el trazado es tridimensional y que la mano se comporta a modo de hélice en el agua.

Por su lado Ramírez (1991), define la brazada como los movimientos de los brazos, que se ejecutan mediante circunducción de los hombros en forma continua y alterna, es decir mientras un brazo se encuentra saliendo del agua (fase de recobro) el otro se encuentra penetrando en la misma (fase de ataque). Los mismos salen y entran al agua en proyección de la línea de los hombros respectivos.

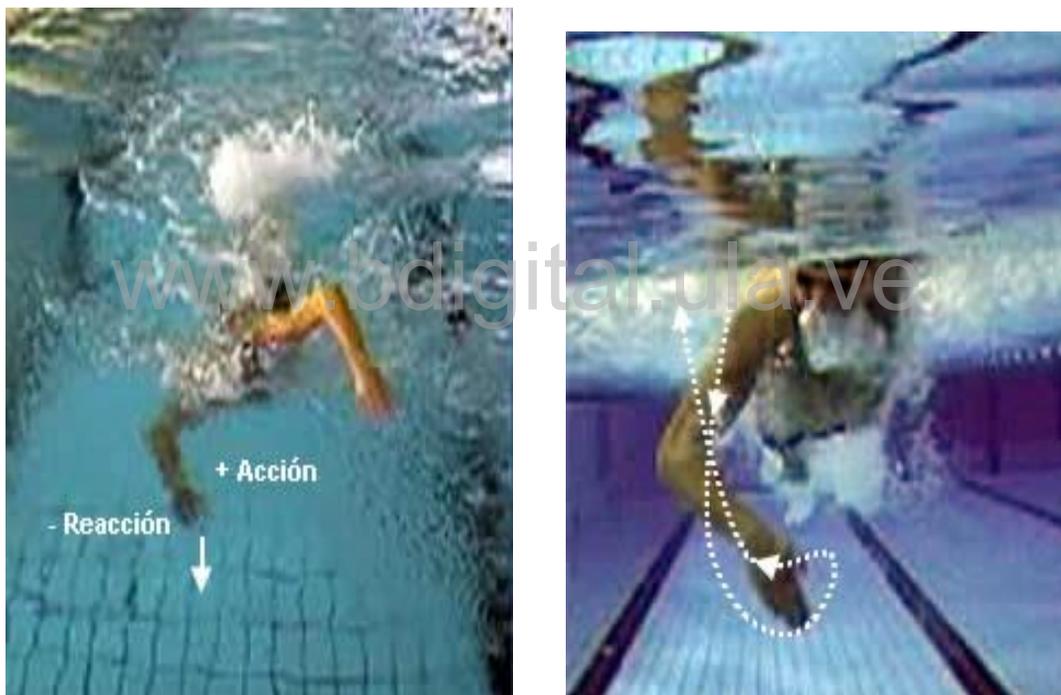


Gráfico 2. Plano Frontal (movimiento arriba-abajo, adentro-afuera) durante la ejecución de la brazada de crol. Tomado de Fernández (2004)

Descripción técnica de la brazada crol.

Fases: Tracción o Acuática

Recobro o Aérea

Reischle (1993), al igual que Aybar (2001), y Hernández (2002), coinciden en que la acción de los brazos en el nado crol, esta conformada por dos grandes fases: la fase de tracción (acuática) y la fase de recobro (aéreo)

La fase acuática es la que produce la propulsión y hace que el cuerpo se desplace en el agua; esta se divide en cuatro sub-fases a saber: **Entrada, Agarre, Tirón y Empuje.**

La fase aérea es la que se produce fuera del agua, es la fase donde el brazo esta relajado y se prepara para su entrada al agua.

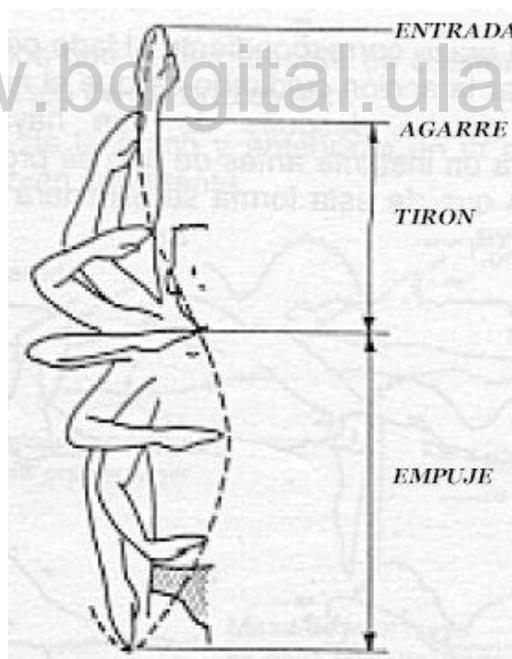


Gráfico 3. Vista inferior de los segmentos y recorrido, en la fase de Tracción o Acuática, de la Brazada en el Nado Crol. Tomado de Aybar (2001)

Fase de Tracción o Acuática: Es la fase en la que, los movimientos alternos y coordinados de las extremidades superiores, hacen que el cuerpo se desplace en el agua; dicha fase está compuesta por cuatro sub-fases perfectamente acopladas, ellas son:

1. **Entrada**

2 **Agarre**

3 **Tirón**

4 **Empuje**

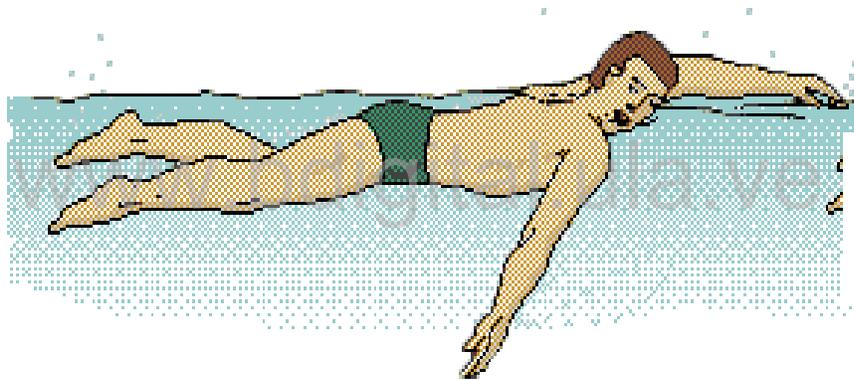


Gráfico 4. Vista del recorrido de la Fase de Tracción o Acuática. Tomado de Polanco (s/f):

Fase de Tracción o Acuática: Es la fase encargada de la propulsión o desplazamiento del cuerpo en el agua, esta se debe a la acción del brazo, antebrazo y la mano, en su recorrido bajo el agua. La misma consta de cuatro sub-fases. (Aybar, J 2001 y Lago 2003).

FASE DE TRACCIÓN NADO CROL

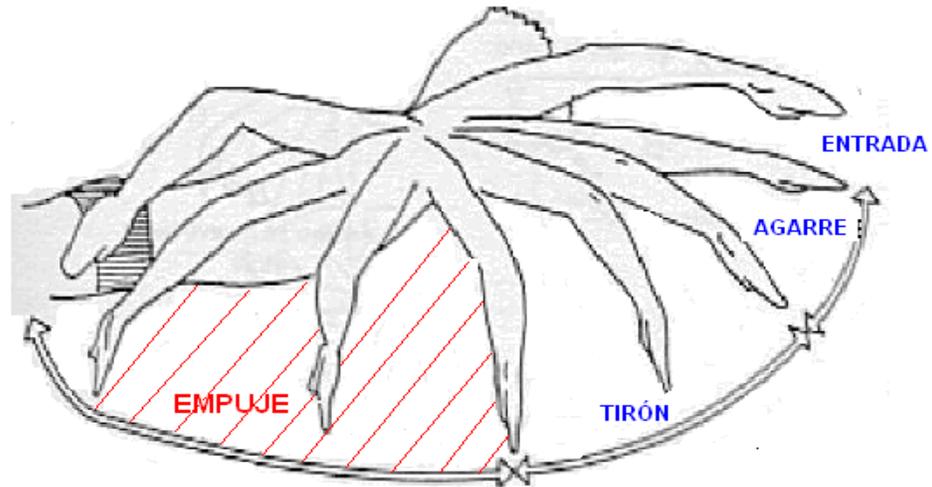


Gráfico 5. Vista lateral del recorrido total de la Fase de Tracción o Acuática.

Tomado de Aybar (2001)

www.bdigital.ula.ve

1. Sub-Fase de Entrada: Aybar, (2001), Lago (2003) y Hernández (2002), coinciden en que, el inicio de la fase de tracción, que comienza cuando la punta de los dedos entran al agua en prolongación al hombro, el orden de entrada de los segmentos corporales es el siguiente: dedos, mano, muñeca, antebrazo, codo y hombro; siendo el dedo pulgar el que primero entra al agua, la mano entra luego, con una inclinación de unos 45 grados aproximadamente y entre unos 20 a 25 cms, detrás de donde llegaría la mano si el brazo estuviese totalmente extendido, debe deslizarse en el agua con la palma mirando afuera entre 30 y 40 grados, la muñeca flexionada y el codo igualmente flexionado y más alto que la mano; con el objeto de buscar el mayor apoyo posible.



Gráfico 6. Vista Frontal y Lateral Sub-Fase de Entrada. Tomado de Aybar (2001)

2. **Sub-Fase de Agarre:** Aybar, (2001), Lago (2003) y Hernández (2002), concuerdan en que, en esta sub-fase, comienza realmente la fase de tracción, igualmente se mantiene el orden de entrada de los segmentos y el codo más alto que la mano; consideran que es más que un deslizamiento, porque el brazo no para de moverse hacia delante, y tan pronto como la mano entra en el agua, el codo debe estar casi completamente extendido, lo que hace que la mano se dirija hacia delante, en ese momento, la tracción empezará siendo lenta y gradualmente aumentará su velocidad, sin parar el recorrido. El momento en que la mano y el brazo agarran toda el agua que pueden, para moverse hacia atrás, acentuando el movimiento hacia abajo. Durante la mitad de la tracción, el codo alcanza su máxima flexión y mira hacia fuera mientras la mano se dirige adentro y atrás.

Por su parte, Aybar (2001), cita el planteamiento de Fernando Navarro: “Es como si se estuviese bordeando un barril, mientras que la parte superior del brazo permanece próximo a la superficie”, concluye que es fundamental mantener el codo más alto que la mano.

Cabe destacar que, Lago (2003) recomienda que, “Hay que sentir el agarre antes de iniciar el barrido hacia atrás”

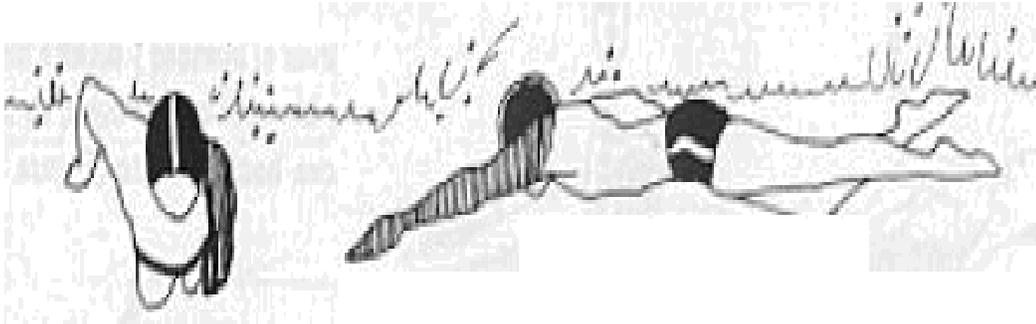


Gráfico 7. Vista Frontal y Lateral Sub-Fase de Agarre. Tomado de Aybar (2001)

3. Sub-Fase de Tirón: Aybar, (2001) señala que el tirón es el segundo movimiento propiamente dicho, de la fase propulsiva de tracción. Esta fase comienza con el final del agarre y termina aproximadamente durante la mitad de la tracción. En este momento el codo no caerá, sino que debe mirar hacia fuera produciendo una rotación interna del brazo, mientras la mano irá dirigiéndose hacia dentro y atrás. En la mitad de la tracción se alcanza la máxima flexión del antebrazo sobre el brazo.

Por otra parte, Lago (2003) y Hernández (2002), definen dos barridos en la sub-fase de Tirón: **Barrido Hacia Abajo:** (es la mayor profundidad que alcanza la mano en la brazada) Es la búsqueda de profundidad, siendo el barrido de menor propulsión dentro del agua, mientras que el codo comienza a flexionarse gradualmente, a fin de que la palma de la mano se mantenga algo cóncava e inclinada hacia abajo, afuera y atrás (trayectoria curvilínea) donde se sugiere un ángulo de ataque entre 30° y 40° y así la velocidad hacia abajo aumentará progresivamente desde el principio hasta el final, es de hacer notar que la velocidad hacia abajo debe ser mayor que la velocidad hacia atrás. El barrido hacia abajo acaba cuando la mano alcanza su posición más profunda y baja de la brazada.

Barrido Hacia Adentro: (la mano desde lo profundo comienza su movimiento hacia adentro arriba y atrás), lo definen como el máximo cruce de la mano hacia adentro, empieza cuando la mano alcanza el punto más profundo del barrido hacia abajo y pasa por debajo de la cara y/o cabeza, la palma de la mano se orienta hacia adentro, arriba y atrás, siendo el ángulo de ataque óptimo entre 20° y 40°; y la mano se acelera hasta el final del recorrido, en este trayecto el codo alcanza su máxima flexión, aproximadamente 90° grados.



www.bdigital.ula.ve

Gráfico 8 Vista Frontal y Lateral Sub-Fase de Tirón, Tomado de Aybar (2001)

4. Sub-Fase de Empuje: Aybar, (2001) Lago (2003) y Hernández (2002), concuerdan en que, es la sub-fase de mayor propulsión o velocidad y se inicia cuando la mano pasa por debajo de la cara o cabeza, la mano se acelera hacia adentro, arriba y atrás, alcanzando su máxima aceleración sobre la línea central del cuerpo; la mano va empujando hacia atrás, a medida que la dirección va cambiando hacia adentro y la inclinación va cambiando hacia fuera, este recorrido va desde la altura del pecho hasta la cadera, momento en que la mano se dispone hacia fuera, arriba y atrás hasta alcanzar el muslo. La mano que tracciona es mantenida en un ángulo alrededor de 45°, el codo sigue en posición más alta, lo que hace que salga del agua antes que la

mano. Después, desde la cadera, la mano llega a la zona anterior del muslo moviéndose hacia arriba; la velocidad hacia arriba debe superar la velocidad del movimiento hacia atrás. Cuando la mano está a punto de salir del agua, el codo está flexionado, indicando el desplazamiento de la mano hacia delante; siendo el desplazamiento de la mano hacia arriba, mayor que la extensión del codo hacia atrás.

En la fase final, la mano comienza a ir hacia fuera y atrás produciéndose una extensión del codo y una rotación alrededor del eje longitudinal; es la parte de la tracción, en la que se alcanza la mayor velocidad. La tracción en su totalidad se define como una “S”, moviéndose hacia fuera adentro y nuevamente afuera.

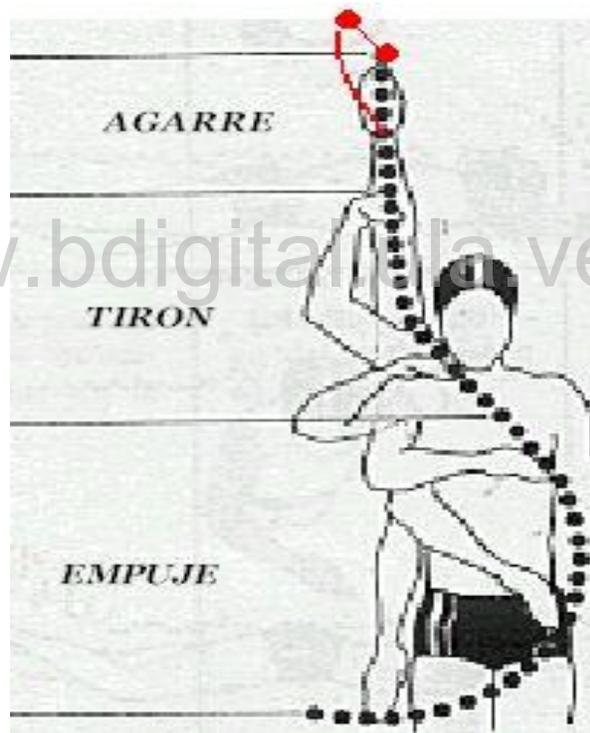


Gráfico 9. Vista inferior de de la brazada, describe una “S”. Tomado de Aybar (2001)

Fase de Recobro o Aérea: es la fase de recuperación de las extremidades superiores, tanto en lo que se refiere a la fase de relajación de los mismos, como a lo de alcanzar nuevamente la posición de inicio para la fase de tracción.

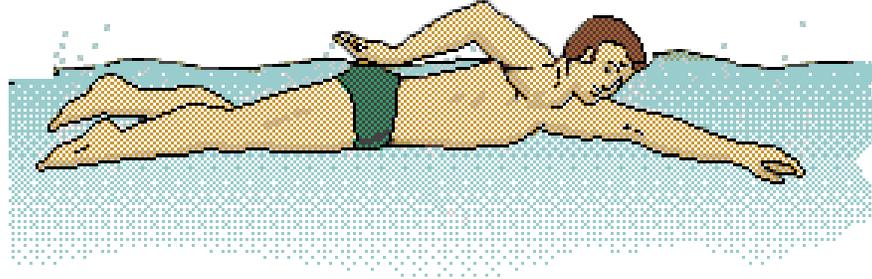


Gráfico 10_ Vista del recorrido de la Fase de Recobro o Reciclaje. Tomado de Polanco (s/f)

www.bdigital.ula.ve

Fase de Recobro o Aérea: Aybar, (2001) Lago (2003) y Hernández (2002), concuerdan en que, es la fase en la que se coloca el brazo correctamente para empezar la siguiente brazada, el orden de los segmentos corporales, en la salida es: hombro, brazo, codo, antebrazo y mano; cuando la mano se encuentra ya fuera del agua, comienza el recobro, el cual se hace con el codo en alto, sale a la superficie moviéndose hacia delante y arriba, mientras la mano termina el barrido hacia arriba; cuando la mano pasa a la altura del hombro, se extiende ligeramente, en este punto el brazo inicia su extensión y continua hasta que la mano entra frente al hombro respectivo. El recobro o reciclaje debe ser lo más recto posible, lo cual se logra mediante la rotación externa del hombro y el mantenimiento del codo en flexión; el brazo debe estar lo más relajado posible, con lo cual se concede descanso a los músculos entre brazada y brazada. Es de hacer notar que, el comienzo de la entrada de una mano en el agua, coincide con la mitad de la brazada del otro brazo.

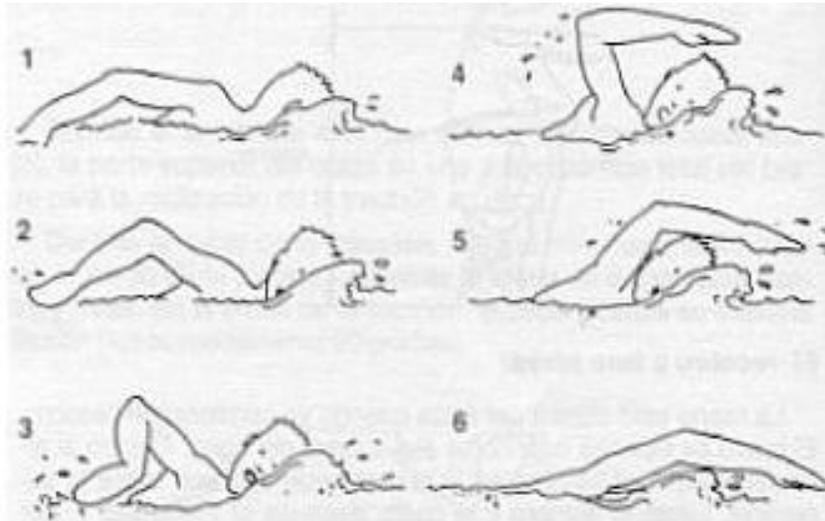


Gráfico 11 Secuencia de la fase de Recobro o Aérea. Tomado de Aybar (2001)

www.bdigitalula.ve
Natación en el Triatlón



Gráfico 12. Inicio de la natación en Triatlón (Parque Simón Bolívar, Bogotá, agosto 2003, Valida Copa Mundo.)

La mayoría de las competencias de triatlón, tanto nacionales como internacionales; el tramo de natación, se efectúa en aguas abiertas.

Terry (s/f), Señala que la natación en aguas abiertas puede ser una fuente de extrema ansiedad, para el triatleta principiante; de allí que la eficiencia, es sobre todo, la que caracteriza la natación en el triatlón. Lo más importante es la facilidad con que se nade y no la rapidez. Cabe destacar que se debe aprender a nadar correctamente el estilo crol; dado que en el se aprende una secuencia de habilidades y destrezas, que frecuentemente son enseñadas de forma independiente pero luego son combinadas gradualmente.

Además, Goutghebuer (1994), afirma que el crol es el estilo que asocia mejor la continuidad en el avance de hidrodinámica y adaptación al movimiento; permite un relativo menor esfuerzo de masas musculares de las piernas, muy provechoso para el triatleta; no obstante, cabe destacar que en el nado del triatlón existen también problemas de corrientes, olas y temperaturas que acentúan las deficiencias técnicas; es por ello, que el estilo crol es el más practicado en el triatlón.

Así mismo, Ehrler (1995) menciona que en el triatlón, la técnica de nado domina principalmente, ya que es diferente nadar en piscina climatizada y con líneas de orientación y sin olas, que en lagos, mares o ríos, porque para estos lugares se requiere una adecuación de la técnica y la táctica, debido a que las corrientes existentes no son fáciles de ver. Ante este hecho, el triatleta preferirá nadar según la técnica del crol; debido a que el esfuerzo sólo tiene efectos energéticos mínimos para las siguientes disciplinas, recayendo este esfuerzo en los depósitos de glucógeno de la musculatura de los brazos. Los atletas abandonan el agua sin grandes señales de cansancio; ya que la distancia en natación, significa altas exigencias técnicas, un consumo energético bajo y el esfuerzo mayormente es realizado por los brazos. En el triatlón, la natación requiere de habilidades técnicas además de táctica bien desarrolladas.

Por su parte, Mora (2001), enfatiza que la técnica juega un papel muy importante, en el nado del triatlón, pero a su vez los malos hábitos también abundan,

y un error muy común en triatletas es nadar mucho sin aplicar la técnica apropiada; por lo que, se debe recordar que a diferencia de la carrera y el ciclismo, la natación depende básicamente de la técnica.

Lago (2003), manifiesta que, la orientación respecto a la dirección que se nada se puede hacer sin interrumpir los movimientos natatorios, levantando la cabeza por encima del agua hacia delante-arriba, con lo cual la boca y la nariz quedan libre para inspirar; aunque este movimiento hace que el cuerpo se hunda más en el agua y no debería adoptarse con frecuencia, ya que le quita a todo el movimiento su ritmo y su relajación; por lo que, es adecuado entrenar las capacidades visuales, además del movimiento de orientación para minimizar sus desventajas hidrodinámicas.

Lago (2003) considera además, que cuando las corrientes de aire son persistentes y soplan en una dirección, se produce una corriente contraria justo debajo de la superficie revuelta del agua. Consecuentemente, hay que hundirse más en el agua, cuando se tenga el viento de cara y aprovechar esta corriente y en caso de olas altas, nadar por debajo de ellas. Mientras que cuando el viento sopla de espalda, se debe dejar llevar por las olas, es decir permanecer sobre la superficie y no sumergirse. Si el viento viene de un lado, hay una situación negativa, ya que prolonga la distancia a nadar, puesto que el triatleta, se desvía ligeramente o tiene que nadar permanentemente hacia un lado, para llegar al final del segmento, en línea más o menos recta.

Mientras que, en los últimos metros de natación se incrementa el ritmo de nado, con el fin de salir en una posición dentro del grupo que esta a la cabeza; así como se incrementa el ritmo, se incrementa el batido de pies y piernas, pasando de 2 tiempos a 6 tiempos, con el fin de incrementar el flujo de sangre a los músculos del tren inferior, en forma de preparación para el segmento ciclista.

Según Onoprienko (1968) citado por Reischle (1993) la resistencia al avance aumenta considerablemente con condiciones de corrientes desfavorables, en comparación con la posición óptima de deslizamiento.

Reischle (1993), manifiesta que, las características técnicas propulsoras deben tenerse en cuenta, aparte de la impulsión y la resistencia activa al avance. Por

otra parte, indica que las modificaciones en la posición corporal, tanto en el plano frontal como en el sagital, actúan reduciendo la propulsión; en el plano frontal las causas para las desviaciones, son deficiencias técnicas durante la fase tirón-empuje, y/o durante el recobro y/o durante la batida; mientras que, las causas de la traslación en el plano sagital, son el momento de giro bajo el agua y/o las deficiencias técnicas.



Gráfico 13 Salida del segmento de natación, primera transición, (Parque Simón Bolívar, Bogotá, agosto 2003, Valida Copa Mundo.)

VARIABLES

Variable Dependiente:

Eficiencia en la brazada del nado crol. (EB) Se define como el desplazamiento del nadador en el agua, logrando recorrer la mayor distancia posible, en el menor tiempo; en función a la frecuencia y longitud de brazada ejecutada, con velocidad acorde

Variables Independientes:

Longitud de la brazada. (LB) Es la distancia recorrida por el antebrazo y la mano en la fase acuática de la brazada; que se inicia cuando la mano entra al agua en prolongación al hombro, hasta que sale de la misma o termina la fase, siendo expresado su valor en metros.

Frecuencia de brazada. (FB) Es el número de veces que se repite la brazada, medido en ciclos por minuto y que cada ciclo de brazada esta compuesto por una brazada completa de cada brazo en su fase de tracción y recobro.

Velocidad de la Brazada. (VB) Es el resultado de la acción del antebrazo y mano al ejecutar una brazada en su fase acuática, logrando que el nadador recorra una distancia; por lo que su valor es expresado en m/s.

Hipótesis

Ho = La hipótesis de investigación plantea lo siguiente:

Ho = Existe relación entre el Índice de Eficiencia de Brazada (**IEB**) (variable dependiente) y la Longitud de Brazada (**LB**), la Frecuencia de Brazada (**FB**), la Velocidad de Brazada (**VB**) (variables independientes)

Hi = La hipótesis nula plantea lo siguiente:

Hi = No existe relación entre el Índice de Eficiencia de Brazada (**IEB**) (variable dependiente) y la Longitud de Brazada (**LB**), la Frecuencia de Brazada (**FB**), la Velocidad de Brazada (**VB**) (variables independientes)

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

Metodología de la Investigación

El análisis biomecánico de las acciones motoras, en una determinada destreza deportiva, esta basada fundamentalmente en el registro de las características de los movimientos.

Tipo de Investigación

De acuerdo al propósito, se realizará un estudio descriptivo correlacional, para analizar algunas características mecánicas, de la técnica de la brazada del nado crol, que serán observadas en un grupo de triatletas.

Esta Investigación estuvo dirigida al análisis biomecánico de la brazada del nado crol, en sus fases de entrada, agarre, tirón y empuje; según la estructura metodológica propuesta por Hernández y otros (2000), la investigación estuvo enmarcada sobre un diseño de investigación, estudio de casos, bajo un enfoque comparativo, descriptivo e inferencial, en el cual no se manipularon parámetros que regulasen el contexto natural de las variables medidas. Estas variables, fueron evaluadas en un momento único del tiempo.

Las variables se estudiaron a partir de los momentos específicos de cada una de las fases, se utilizó el método del análisis biomecánico empleando la técnica videográfica, como herramienta para la extracción de los esquemas de postura y la correspondiente confección de los videociclogramas. La recolección de los datos con esta técnica, permitió examinar cuantitativamente cada una de las fases de la brazada propuestas, analizando variables independientes tales como: (Velocidad de brazada,

frecuencia de la brazada, longitud de la brazada) en función de la variable dependiente (eficiencia de la brazada del nado crol)

Diseño de investigación:

Es un diseño, No experimental transversal. Esta investigación, recolecta los datos en un solo momento, en el que cada sujeto, pasa frente a la cámara de filmación, en un tiempo único. Con lo que se propone describir variables y analizar la incidencia e interrelación en el momento dado para ello.

Muestra

Para la muestra se filmaron un total de 03 atletas participantes en competencias nacionales e internacionales (como Juegos Nacionales juveniles competencias Internacionales, Copa Mundo y Olimpíadas).

Instrumentos

Los materiales que se utilizaron para la recolección de los datos en este estudio son los siguientes:

- Una (1) cámara de video marca Panasonic, tipo SVHS AG456-U. Con una velocidad de 60 imágenes por segundo.
- Un (1) VCR Panasonic SVHS AG1730, para congelar las imágenes.
- Una (1) cinta de SVHS.
- Una (1) computador para realizar los cálculos.
- Un nivel de 2 metros de largo para calcular la escala de filiación.
- Una caja de fibra de alta presión, para sumergir la cámara.
- 50 metros de cable con sus respectivas conexiones (macho hembra)
- 4 cables de ALP 2 x 10

Procedimientos de la Investigación

Esta investigación se desarrolla como se describe a continuación

Etapas : Pre-Fílmica

- ❖ Búsqueda de la muestra
- ❖ Búsqueda y selección del sitio de filmación.
- ❖ Recolección de los datos personales de los sujetos seleccionados.
- ❖ Recolección de los datos de la cámara.
- ❖ Datos ambientales de filmación.
- ❖ Selección y pruebas en el sitio (piscina)
- ❖ Ubicación y adaptación de los equipos para la filmación.
- ❖ Solicitud de los permisos correspondientes al Complejo Turístico Recreacional Vega-sol
- ❖ Seleccionar el personal de apoyo para ejecutar la filmación.

Etapas : Fílmica.

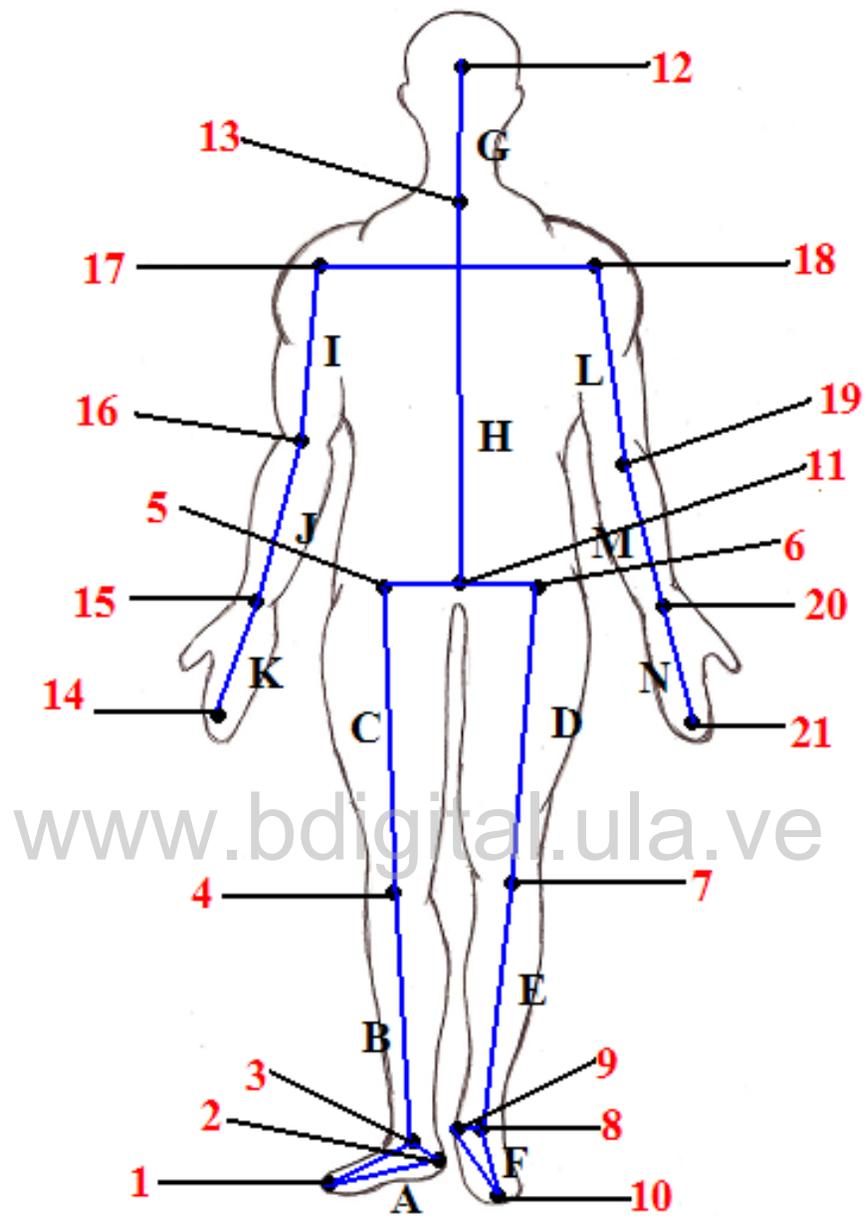
- ❖ Realización de la filmación:

Ejecución de la destreza deportiva para determinar las estructuras de movimiento. Cada sujeto se filmó durante la ejecución de la destreza en condición experimental, en piscina de 25 metros. Todos y cada uno de los atletas, siguió la línea indicada para la ejecución; con un tiempo prudencial entre cada uno.

Etapa : Post- Fílmica.

❖ Organización de los datos:

Se procede a reproducir la cinta de filmación en el VCR, de la cual se seleccionan las imágenes. Posteriormente se proyectan las imágenes en un TV en el que se marcan los diferentes puntos anatómicos del cuerpo y se elaboran los esquemas de postura. Se utilizan los 21 puntos anatómicos (ver gráfico 14) y 14 segmentos corporales. (ver cuadros 3 y 4) Se determina la escala de trabajo y la velocidad de filmación que es constante. Posteriormente se buscan las coordenadas X y Y de cada punto. Una vez medida cada coordenada se anota en centímetros en la tabla de coordenadas. Estos datos serán introducidos en la computadora para realizar los cálculos utilizando el programa **ABIOMO 2.0** (Análisis Biomecánico del Movimiento Humano), el cual arrojará los resultados del desplazamiento de la brazada y la velocidad; con estos datos se puede calcular las variables objeto de estudio como: longitud de la brazada, frecuencia del ciclo o brazada, velocidad de la brazada y eficiencia de la brazada.



Número: Punto Anatómico

Letra: Segmentos corporales

Gráfico 14 Modelo anatómico para la estimación del centro de gravedad y diferentes variables mecánicas de la Brazada del Nado Crol.

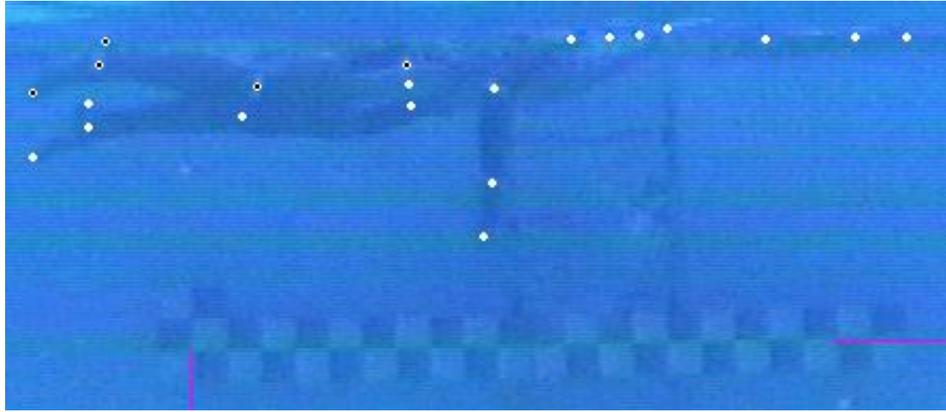


Gráfico 15 Fotograma con los 21 puntos anatómicos, sobre uno de los sujeto objeto de estudio.

Cuadro 3.

Denominación de los puntos anatómicos para la estimación de las variables.

Nº	Descripción
1	Punta de pie derecho
2	Talón de pie derecho
3	Tobillo pie derecho
4	Rodilla derecha
5	Cadera derecha
6	Cadera Izquierda
7	Rodilla Izquierda
8	Tobillo Izquierdo
9	Talón pie izquierdo
10	Punta pie izquierdo
11	Punto medio entre cadera derecha e izquierda
12	Centro de la cabeza
13	Séptima vértebra cervical
14	Punta dedos mano derecha
15	Muñeca mano derecha
16	Codo derecho
17	Hombro derecho
18	Hombro izquierdo
19	Codo izquierdo
20	Muñeca Izquierda
21	Punta dedos mano izquierda

Cuadro 4

Segmentos corporales seleccionados para la estimación del Centro de Gravedad y otras características biomecánicas.

N°	Segmento corporal	Punto	
		Proximal	Punto distal
A	Pie derecho	2	1
B	Pierna derecha	4	3
C	Muslo derecho	5	4
D	Muslo izquierdo	6	7
E	pierna izquierda	7	8
F	Pie izquierdo	9	10
G	Cabeza y Cuello	12	13
H	Tronco	13	11
I	Brazo derecho	14	15
J	Antebrazo derecho	15	16
K	Mano derecha	16	17
L	Brazo izquierdo	18	19
M	Antebrazo izquierdo	19	20
N	Mano izquierda	20	21

www.bdigital.ula.ve

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS DE RESULTADOS

El análisis de las características mecánicas de la brazada del nado crol, para determinar su eficiencia en triatletas venezolanos, es el objetivo principal de este estudio y específicamente se determinó el comportamiento de la Longitud de brazada (LB), la frecuencia de la brazada (FB) y la velocidad de la brazada (VB) y como influyen en la eficiencia de la brazada.

Análisis de las variables relacionadas con la Brazada del Nado Crol

Características espaciales de la Brazada del Nado Crol

Longitud de Brazada. Desplazamiento del CGC (centro de gravedad corporal) en el eje X (desplazamiento horizontal) debido a la acción de la Brazada en el Nado Crol.

El desplazamiento del CGC, se produce debido a la acción del antebrazo y la mano que empuja aguas tranquilas por debajo del cuerpo; haciendo que este logre recorrer una distancia; es por ello que se le denomina Longitud de Brazada.

En el análisis se observa que el sujeto 1, desplazó en su primer y tercer intento valores similares, 1,11 metros y en el segundo intento 1,16 metros, lo cual promedia 1,13 metros. Se puede observar que el sujeto 1 logra su mayor distancia en el segundo intento. Promediando los tres registros, se obtiene un valor de 1,13 metros, para la Longitud de Brazada; este valor esta por arriba de los reportados por Toussaint (1989 y 1990) con longitud de brazada para triatletas de 0,99 y 0,92 metros y por debajo de los valores reportados para nadadores de 1,28 y 1,23 metros

respectivamente; por otro lado, con relación a los valores reportados por Millet y et al (2002) de 1,70 metros para triatletas los valores del sujeto 1 están muy por debajo, y para nadadores de 2,15 metros, los cuales están muy por arriba de los reportados por el sujeto 1.. Hay que hacer notar que el estudio de Millet se realizó a velocidades máximas. Igualmente lo mismo sucede con los valores reportados por Moreno y et al (1995) con valores para nadadores de 100 metros de 1,59 metros y de 200 metros de 1,69 metros. (Ver cuadro 5)

El sujeto 2 en su desplazamiento obtiene en su primer y tercero valores promedios de 1,11 metros, y en el segundo 1,18 metros. Promediando valores se obtiene 1,13 metros, igualmente se afirma que es un valor superior a los reportados por Toussaint (1989 y 1990) para triatletas de 0,99 y 0,92 metros y por debajo de los reportados para nadadores de 1,28 y 1,23 metros respectivamente; con respecto a los valores reportados por Millet y et al (2002) para triatletas de 1,70 metros, los valores del sujeto 2 están por debajo, igualmente con respecto a los nadadores 2,15 metros. Además de los valores reportados por Moreno y et al (1995) con valores para nadadores de 100 metros de 1,59 metros y de 200 metros de 1,69 metros, los cuales están por arriba. (Ver cuadro 5)

El sujeto 3 por su parte presenta registros diferentes en sus tres intentos, siendo el primero de 0,89 metros, el segundo de 0,93 y el tercero de 0,83 metros; en lo referente a su segundo intento, concuerda con los valores reportados por Toussaint (1989 y 1990) para triatletas de 0,92 y 0,99 respectivamente; igualmente el primer registro está muy cercano a esta referencia; estando el tercer registro muy por debajo de lo reflejado por este autor. El promedio del sujeto 3 es de 0,88 metros. En relación con los valores reportados por Millet y et al (2002) para triatletas 1,70 metros y nadadores 2,15 metros, los valores del sujeto 3 están muy por debajo del reporte de Millet. Por otro lado, hay que hacer referencia a los valores reportados Moreno y et al (1995) con valores para nadadores de 100 metros de 1,59 metros y de 200 metros de 1,69 metros.

En relación a valores reportados por otros autores (Ver cuadro 5) así, Graig y et al (1979) para nadadores es de 1,69 metros, Moreno y et al (1995) con valores para

nadadores de 100 metros de 1,59 metros y de 200 metros de 1,69 metros, Vorontsov y et al (s/f) para nadadores de 1,42 metros y Moreno y et al (1995) para nadadores 1,69 metros, los valores promedios de los sujetos estudiados son inferiores a estos valores.

Cuadro 5

Comparación de valores reportados por la Bibliografía y valores promedios reportados por el estudio, en relación a la Longitud de Brazada.

Reporte Bibliográfico			Estudio	
Sujeto	Autor	Longitud de Brazada	Sujeto	Longitud de Brazada
Nadadores	Toussaint	1,28 m.		
Triatletas		0,99 m.		
Nadadores	Toussaint	1,23 m.	Suj 1	1,13 m.
Triatletas		0,92 m.		
Nadadores	Millet	2,15 m.	Suj 2	1,13 m.
Triatletas		1,70 m.		
Nadadores	Graig	1,69 m.	Suj 3	0,88 m.
Nadadores	Moreno	1,69 m.		
Nadadores	Vorontsov	1,65 m.		

Nota: Datos tomados de los valores reportados por los diferentes autores de las bibliografías consultadas Comparados con los valores reportados por la autora sobre el estudio realizado.

Características Temporales de la Brazada del Nado Crol

Frecuencia de Brazada: Es el número de veces que la brazada se repite en la unidad de tiempo.

El sujeto 1 presenta una Frecuencia de Brazada (braz/min) en su primer y tercer intento similares a 41,90 braz/min, en su segundo intento reporta 36,81 braz/min; este valor se relaciona con los valores reportados por Chollet (2000) de 35 braz/min para nadadores, con las manos libres; promediando los valores del sujeto 1 se tiene 39,35 braz/min, al comparar con los valores reportados por Moreno y et al (1995) de 41,06 b/min para nadadores de 100 metros y 36,75 b/min para 200 metros, este promedio esta muy cercano a los valores reportados; respecto a los valores de

Graig y et al (1979), 63 b/min para nadadores, siendo el valor promedio muy bajo con respecto a los del reporte. (Ver cuadro 6)

El sujeto 2 presenta en su primer y tercer intento valores similares 36,80 braz/min, estos valores son muy cercanos a los reportados por Moreno y et al (1995) de 36,75 b/min, para nadadores de 200 metros y Chollet (2000) de 35 braz/min para nadadores con las manos libres; el valor del tercer intento de 37,53 braza/min, promediando resulta 37,16 braz/min; este promedio esta por debajo de los valores reportados por Moreno y et al (1995) de 41,06 b/min para nadadores de 100 metros. (Ver cuadro 6)

El sujeto 3 por su parte, en su primer y segundo intento presenta igualdad con 41,90 braz/min, siendo su tercer valor de 40,04 braz/min; al promediar lo tres valores se tiene 40,97 b/min estos valores están muy cercanos al valor reportado por Moreno y et al (1995) de 41,06 b/min, para nadadores de 100 metros, igualmente este promedio está por debajo de los valores reportados por Chollet y et al (2000) para nadadores de 800 metros, el cual es de 43,1 braz/min, y en relación a los valores de Millety et al (2002) y Vorontsov y et al (s/f) los valores del sujetos 3 están muy bajos; (Ver cuadro 6) para mejor visualización de la comparación.

Cuadro 6

Comparación de valores reportados por la Bibliografía y valores promedios reportados por el estudio, en relación a la Frecuencia de Brazada.

Reporte Bibliográfico		Frecuencia de Brazada	Sujeto	Velocidad de Brazada
Sujeto Nadadores	Autor Graig	63 b/min		
Nadadores	Moreno	41,06 b/min		
		36,75 b/min	Suj 1	40,22braz/min
Nadadores	Chollet	43,1 b/min		
		46,5 b/min	Suj 2	37,03braz/min
		49 b/min		
Nadadores	Millet	51,2 b/min	Suj 3	41,28braz/min
		55,1 b/min		
Nadadores	Vorontsov	58,4 b/min		

Nota: Datos tomados de los valores reportados por los diferentes autores de las bibliografías consultadas Comparados con los valores reportados por la autora sobre el estudio realizado.

Características espacio-temporales de la Brazada del Nado Crol

Velocidad de Brazada: se relaciona con la distancia recorrida debido a la acción de los brazos, en el menor tiempo posible.

El sujeto 1 presenta valores en su primero, segundo y tercer intento, de 1,08 0,96 y 0,98 m/s respectivamente, al promediar se tiene un valor de 1,006 m/s, este promedio esta por arriba de lo reportado por Toussaint (1989 y 1990) para triatletas, de 0,95 m/s para triatletas y de 1,11 y 1,17 m/s para nadadores; sin embargo, el segundo valor del sujeto 1 está muy cercano al valor de Toussaint (1989 y 1990), de 0,95 m/s, para triatletas, igualmente esta muy cerca de los valores promedios reportados por Callén y et al (2006) para triatletas de 0,97 a 1,02 m/s, esto indica que los valores del sujeto 1 esta dentro de los valores promedios de Callén. (Ver cuadro 7)

El sujeto 2 presenta valores muy cercanos en sus tres intentos, primero, segundo y tercero respectivamente son de 1,01, 1,03 y 1,05 m/s; al promediar estos valores se tiene 1,03 m/s; este valor se asemeja al reportado por Callén (2006) para triatletas de 1,02 m/s y ligeramente por arriba de los reportados por Toussaint (1990) para triatletas de 0,95 m/s. (Ver cuadro 7)

Por su parte, el sujeto 3 presenta los siguientes valores 1,04, 1,00 y 0,91 m/s para primero, segundo y tercer intento respectivamente, al realizar el promedio se obtiene 0,98 m/s, este valor se encuentra dentro del promedio reportado por Callén y et al (2006) y un poco por arriba de lo reportado por Toussaint (1989 y 1990) de 0,95 m/s; con respecto a los reportes de Olbrecht (1985) y Moreno (1995) lo valores promediados están por debajo. (Ver cuadro 7)

Cuadro 7

Comparación de valores reportados por la Bibliografía y valores promedios reportados por el estudio, en relación a la Velocidad de Brazada.

Reporte Bibliográfico			Estudio	
Sujeto	Autor	Velocidad de Brazada	Sujeto	Frecuencia de Brazada
Nadadores	Olbrecht	1,361 m/s		
		1,341 m/s		
Nadadores	Olbrecht	1,166 m/s		
Nadadores	Toussaint	1,11 m/s	Suj 1	1,00m/s
Triatletas		0,95 m/s		
Nadadores	Toussaint	1,17 m/s	Suj 2	1,03m/s
Triatletas		0,95 m/s		
Nadadores	Moreno	1,56 m/s	Suj 3	0,98m/s
		1,53 m/s		
Nadadores	Vorontsov	1,61 m/s		
Triatleta	Callén	0,97 m/s		
		1,02 m/s		

Nota: Datos tomados de los valores reportados por los diferentes autores de las bibliografías consultadas Comparados con los valores reportados por la autora sobre el estudio realizado.

www.bdigital.ula.ve

Análisis de los resultados obtenidos, en relación a la Eficiencia de la Brazada del Nado Crol. (Propuesta)

Eficiencia de Brazada.

En esta investigación se considera la eficiencia de la brazada, como el rendimiento óptimo logrado por el triatleta, cuando por la acción del antebrazo y mano, el nadador logra que el cuerpo desplace la mayor distancia posible, en el menor tiempo, con el menor número de movimiento en sus brazadas.

En función de sustentar, las variables objeto de estudio y con el fin de proporcionar una forma de medir el Índice de Eficiencia de la Brazada (**IEB**) del Nado Crol, en Triatletas.

Se propone un modelo para determinar el Índice de Eficiencia de la brazada; como un indicador óptimo que permita predecir el rendimiento, basándose en:

- 1.- La Velocidad de Brazada, que es el producto de la frecuencia de brazada (FB) por la longitud de brazada (LB).
- 2.- La longitud de brazada (LB) va a depender de la distancia que el cuerpo desplace, debido a la acción de la mano y antebrazo.
- 3.- La frecuencia de brazada (FB) depende del número de brazadas que pueda ejecutar el nadador, en la unidad de tiempo.

Por lo tanto, y en función a lo expuesto anteriormente, se propone la siguiente ecuación para determinar el Índice de Eficiencia de la brazada:

$$\text{IEB} = \frac{\text{LB} \times \text{VB}}{\text{FB}} \times 60$$

Con esta ecuación se plantea obtener el Índice de Eficiencia de la Brazada (IEB) que es el resultado del coeficiente resultante de la multiplicación de la longitud de brazada por la velocidad de brazada, entre la frecuencia de brazada, esto multiplicado por la constante 60, que representa o es la compensación de la frecuencia de brazada ya que la misma se expresa en brazada/minuto. Esta ecuación se prorrateo por Regresión Múltiple y por otro lado aplicaciones de resultados con el fin de verificar su validez; se realizó el calculo del IEB con los valores arrojados en cada intento ejecutado por cada uno de los sujetos estudiados. Cálculo que se realizó mediante la utilización de la hoja del programa EXCEL.

Igualmente, con los valores obtenidos en cada una de las variables de los sujetos estudiados, se calculó los valores estadísticos de la Media, Desviación Típica, Rango, Mínimo y Máximo, a través del programa SPSS 10.0

Por otro lado, al aplicar la ecuación propuesta para determinar el Índice de Eficiencia de la Brazada (IEB), en el cuadro 8 se presentan los valores obtenidos en cada una de las variables de los tres intentos realizados por cada sujeto estudiado, y para el IEB se observa que los valores obtenidos van desde 1,13 a 1,94, lo que indica

un rango de valores para estos sujetos; esos valores se ubican o relacionan dentro de la escala de valores para el índice de eficiencia de brazada que se presenta en el cuadro 10 así se puede determinar el estado del IEB para un sujeto en particular.

Cuadro 8

Calculo del Índice de Eficiencia de la Brazada con valores reportados por los sujetos objeto de estudio

Sujeto	Long Braz	Vel Braz	Frec Braz	E= ((A*B)/C)*D
1	1,11	1,08	41,90	1,72
1	1,16	0,96	36,81	1,82
1	1,11	0,98	41,95	1,56
2	1,11	1,01	36,80	1,83
2	1,18	1,03	37,53	1,94
2	1,11	1,05	36,77	1,90
3	0,89	1,04	41,90	1,33
3	0,93	1,00	41,90	1,33
3	0,83	0,91	40,04	1,13
MEDIA	1,05	1,00	39,51	1,62
D. T.	± 0,13	±0,05	± 2,49	± 0,29
RANGO	0,35	0,17	5,18	0,80
MÍNIMO	0,83	0,91	36,77	1,13
MÁXIMO	1,18	1,08	41,95	1,94

Nota: Datos obtenidos por el estudio, en relación a la Longitud de Brazada, Frecuencia de Brazada y Velocidad de Brazada, al aplicarle la ecuación del IEB se obtiene el Índice de Eficiencia de Brazada.

Al aplicar la ecuación del IEB se obtienen un rango de valores presentados en el cuadro 8 al detallar los valores del cuadro y tomando el valor más alto 1,94 que se relaciona con valores altos en la LB y VB y valores bajos en FB, da como resultado que el IEB es mayor, por tal motivo se da la relación siguiente:

A mayor LB mayor VB menor FB mayor será IEB

Esto nos indica que para una longitud de brazada de 1,18 metros, el registro más alto, con 1,03 m/s de velocidad relativamente alta y de 37,53 b/min, el menor valor, se logra obtener un valor en el IEB de 1,94 esto confirma la relación antes

expuesta lo que indica que a mayor longitud de brazada y menor frecuencia y una velocidad acorde, el IEB será mayor.

Por otra parte, si hay valores bajos en LB, bajos en la VB y valores relativamente altos en la FB, el IEB será menor, esto debido a la FB, por lo tanto se da la siguiente relación.

A menor LB menor VB mayor FB menor será IEB

Sin embargo, para dar confiabilidad a la propuesta, se calculó el IEB para los valores reportados por las diferentes referencias Bibliográficas; es de hacer notar que no todos los autores presentan valores en las tres variables necesarias para el cálculo del IEB; por lo que se procedió a calcular algunos valores de velocidad y frecuencia de brazada, estos cálculos se dan cuando se cuenta con por lo menos dos variables, así para calcular la velocidad se procede a multiplicar la longitud de brazada por la frecuencia de brazada dividido entre 60 y para hallar la frecuencia de brazada se procede a dividir la longitud de la brazada entre la velocidad de brazada y el resultado se multiplica por 60.

$$\text{Velocidad de B. } \mathbf{VB} = \frac{\mathbf{LB * FB}}{\mathbf{60}}$$

$$\text{Frecuencia de B. } \mathbf{FB} = \frac{\mathbf{LB}}{\mathbf{VB}} * \mathbf{60}$$

En el cuadro 9 se presentan los valores reportados por las diferentes bibliografías consultadas, en relación a la Longitud de Brazada, Frecuencia de Brazada y Velocidad de Brazada, al aplicar la ecuación del IEB se obtiene el Índice de Eficiencia de Brazada.

Cuadro 9

Valores de los Índices de Eficiencia de Brazada, calculados con valores reportados por la Bibliografía consultada.

AUTOR	AÑO	Muestra	Long Braz	Vel Braz	Frec Braz	K	IEB=(LB*VB)/ FB*K
Toussaint	1989	Nadadores	1,28	1,11	69,19	60,00	1,23
		Triatletas	0,99	0,95	66,00	60,00	0,81
Toussaint	1990	Nadadores	1,23	1,17	63,07	60,00	1,37
		Triatletas	0,92	0,95	58,10	60,00	0,90
Mollet	2002	Nadadores	2,15	1,83	51,20	60,00	4,61
		Triatletas	1,70	1,56	55,10	60,00	2,89
Garg yP.	1979	Nadadores	1,69	1,77	63,00	60,00	2,85
Vorontsv	s/f	Nadadores	1,42	1,38	58,20	60,00	2,02
Moreno	1995	Nadadores	1,59	1,56	41,06	60,00	3,62
			1,69	1,53	36,75	60,00	4,22

Este análisis reportó que para valores de Longitud de Brazada (LB) altos, Velocidad de Brazada (VB) alta y Frecuencia de Brazada (FB) baja, reporta valores del (IEB) altos; como se demuestra en el cuadro anterior.

Después de aplicada la ecuación del Índice de Eficiencia de Brazada (IEB) a los valores reportados por los sujetos objeto de estudio, con resultados entre 1,13 y 1,94 y los valores obtenidos en el calculo del IEB para los valores reportados por la bibliografía que están entre 0,81 y 2,89, para triatletas y de 1,23 a 4,61 para nadadores.

Al analizar estos valores, se puede observar que para triatletas el valor mínimo esta entre 0,81 y 1,13 y el valor máximo entre 1,94 y 2,89 es por ello, que en base a estos valores, se propone la escala de valores para el índice de eficiencia de brazada, presentada en el cuadro 10.

No obstante a medida que se realicen nuevas investigaciones, esta escala puede mantenerse o ser modificada, de acuerdo a los resultados, que en un futuro puedan registrarse.

Es de hacer notar que la muestra tanto de los sujetos objeto de estudio como los reportados por la bibliografía, son sujetos de alta competencia o élite; por otro lado se destaca que el sujeto 3 objeto de estudio ocupó el quinto (5°) puesto a nivel mundial en el año 2000.

Cuadro 10

Escala de valores propuesta para el Índice de Eficiencia de la Brazada en el Nado Crol.

IEB	Bajos	Medios	Altos
VALORES	$\leq 1,5$	$>1,5 \text{ y } < 2,5$	$\geq 2,5$

Correlación

www.bdigital.ula.ve

La correlación mide el grado de relación que existe entre las variables objeto de estudio: longitud de brazada (LB), frecuencia de brazada (FB), velocidad de brazada (VB) y el Índice de Eficiencia de la Brazada (IEB); en el cuadro 11 se presentan los valores de la correlación obtenidos, para las variables analizadas.

Los valores de correlación de la variable dependiente (IEB) con la variable independiente longitud de brazada (LB), se denota como alta relación $r = 0,939$. Por lo tanto, la longitud de la brazada (LB) es la variable que mayor incidencia tiene en el Índice de Eficiencia de la Brazada (IEB); en la variable frecuencia de brazada (FB) la relación es inversamente proporcional negativa, con valor $r = - 0,703$, esto indica que a menor frecuencia de brazada, mayor el Índice de eficiencia de la brazada (IEB), mientras que la velocidad presenta una correlación de $r = 0,73$ esto indica que no presenta significancia con respecto al IEB.

Cuadro 11

Correlación entre las variables objeto de estudio.

	EFICBRAZ	LONGBRAZ	FRECBRAZ	VELBRAZ
Pearson Correlation EFICBRAZ	1	0,939	-0,703	0,473
LONGBRAZ		1	-519	0,369
FRECBRAZ			1	0,73
VELBRAZ				1

Regresión Múltiple

Tiene como finalidad conocer, con cuál fuerza la variable dependiente se relaciona con las variables independientes. (Ver cuadro 12)

La variable dependiente que se usó en este estudio fue el índice de eficiencia de la brazada (IEB); y como variables independientes longitud de brazada (LB), frecuencia de brazada (FB) y velocidad de brazada (VB).

Cuadro 12

Coefficiente de la Regresión Múltiple

Model	B	Sig
(Constant)	0,390	0,001
LONGBRAZ	1,453	0,000
FRECBRAZ	-0,046	0,000
VELBRAZ	1,517	0,000

a. Dependent Variable : EFICBRAZ

Realizado el cálculo de la Regresión Múltiple se obtiene la ecuación de IEB, a través de la misma, al procesar todos los valores reportados por los sujetos objeto de estudio, arrojó como resultado valores muy similares a los ya obtenidos a través de la ecuación del Índice de Eficiencia de Brazada (IEB), lo que da a esta ecuación un alto grado de confiabilidad

$$\mathbf{IEB = (K = 0,390) + (1,453 * LB) + (-0,46 * FB) + (1,517 * VB)}$$

Esta ecuación permite obtener el IEB de acuerdo a un valor dado a cualquiera de las tres variables predictoras.

www.bdigital.ula.ve

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

Finalizado el análisis de los datos y concluida la investigación se llega a las siguientes conclusiones:

- En este estudio se logró determinar que a mayor longitud de brazada (LB) mayor es el índice de eficiencia de brazada (IEB); ya que el mismo presentó un coeficiente de correlación diferente de cero con $r = 0,939$.

- También se logró determinar que, con longitud de brazada (LB) alta y frecuencia de brazada (FB) baja, el índice de eficiencia de brazada (IEB) es mayor.

- Con la aplicación de la Ecuación del Índice de Eficiencia de la Brazada, se logró determinar los siguientes valores, para los triatletas evaluados, Índice mínimo **1,13** y máximo de **1,94**

- Con los cálculos realizados a través de la ecuación del índice de eficiencia de brazada (IEB) para los reportes de longitud de brazada (LB), frecuencia de brazada (FB) y velocidad de brazada (VB), para los autores consultados, se logró obtener el índice de eficiencia de la brazada (IEB) que van de **0,81** mínimo a **2,89** máximo, en triatletas y 1,23 mínimo a 4,61 máximo en nadadores, estudiados por estos autores.

- Tomando en cuenta los valores reportados por la aplicación de la ecuación del índice de eficiencia de la brazada (IEB) a valores reportados bibliográficamente, se proponen los siguientes rangos, para medir el índice de eficiencia de la brazada (IEB)

IEB	Bajos	Medios	Altos
VALORES	< 1,5	>1,5 y < 2,5	> 2,5

RECOMENDACIONES

- Continuar realizando estudios a nadadores y triatletas, y efectuar el prorrateo a los valores obtenidos, a través de la ecuación del índice de eficiencia de la brazada (IEB); con el fin de determinar el porcentaje de aceptación y el grado de confiabilidad que este índice puede presentar.
- Se recomienda a los entrenadores y/o triatletas objeto de estudio, enfatizar su entrenamiento en función de mejorar la longitud de la brazada.
- Es importante tomar en cuenta la siguiente relación: Disminuir la frecuencia de la brazada, mantener o aumentar la velocidad de brazada.
- Se recomienda a los entrenadores y/o triatletas, hacer énfasis en la siguiente relación: **> LB > VB < FB > IEB**

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Álvarez, A. (2003). Estrategia Táctica y Técnica: definiciones, características y ejemplos de los controvertidos términos. *Efdeportes* [Revista en línea] Disponible en: <http://www.efdeportes.com/efd60/tact.htm> [Consulta: 2004, Junio 04]
- Aybar, J. (2001) Iniciación a la técnica en los estilos en natación. Primera parte: Estilo crol. *Efdeportes* [Revista en línea] Disponible en: <http://www.efdeportes.com/efd34a/crol.htm> [Consulta: 2002, Febrero 12]
- Callén, J. Blanco, A. y Solé, A. (2006) Cuantificación del entrenamiento de natación de un triatleta mediante el índice subjetivo de fatiga. *Efdeportes* [Revista en línea] Disponible en: <http://www.efdeportes.com/efd95/fatiga.htm> [Consulta 2006, Julio 02]
- Carballo, C. Hernández, N. y Chiang, L. (2003). Acepciones del concepto de deporte. Polisemia e investigación. *Efdeportes* [Revista en línea] Disponible en: <http://www.efdeportes.com/efd57/deporte.htm> [Consulta: 2005, Febrero 12]
- Chollet, D. Chalies, S. y Chatard, J. (2000) A new index of coordination for the crawl: description and usefulness. *Journal of Sports Medicine* [Revista digital] Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10683100> [Consulta: 2004, Febrero 28]
- Craig y Pendersgat. (1979). Energy cost of swimming of elite long-distance Swimmers. Disponible en: <http://www.springerlink.com/content/t1q536201459r231/> [Consulta: 2002, Julio 30]
- Ehrler, W. (1995). Triatlón. Barcelona España: Paidotribo.
- Escalona, I. (s/f). Ingeniería de Métodos: Análisis Sistemático de la Producción. Disponible en: <http://www.monografias.com/trabajos12/igmanalis/igmanalis.shtml#BIOM> [Consulta: 2004, Abril 02]
- Fernández, A. (2002). Análisis de la sinergia entre el especialista en socorrismo acuático y el atleta. *Efdeportes* [Revista en línea] Disponible en: <http://www.efdeportes.com/efd34b/sos.htm> [Consulta: 2004, Diciembre 12]

- Fernandez, A. (2004). El desplazamiento en el medio acuático: La propulsión. Disponible en: <http://www.inatacion.com/articulos/ensenanza/propulsion/propulsion.htm> [Consulta: 2005, diciembre 20]
- Goetghebuer, G. (1994). El triatlón. Gerona España: Tikal.
- Gaines, R. (s/f). Análisis de la Velocidad. Disponible en: http://www.geocities.com/orcas_natacion/Ian1.htm. [Consulta: 2003, Agosto 12]
- García, D. y Herrero, J. (2003) El triatlón: Un acercamiento a sus orígenes y a los factores que determinan su rendimiento. *Efdeportes* [Revista en línea] Disponible en: <http://www.efdeportes.com/efd66/triatlon.htm> [Consulta: 2004, Enero 05]
- Gaines, R. (s/f) ¿Por que Ian Thorpe es el más rápido del mundo en 200m y 400m libres? Disponible en: http://www.geocities.com/orcas_natacion/Ian1.htm. [Consulta: 2002, Enero 19]
- Hernández, A. y Velazco G. (2003). Análisis del Movimiento Humano (ABIOMO 2.0) [Programa computarizado] Laboratorio de Biomecánica Universidad de Los Andes. Mérida – Venezuela.
- Hernández y et al (2002). Introducción del entrenamiento psicológico en un equipo de natación. *Efdeportes* [Revista en línea] Disponible en: <http://www.efdeportes.com/efd45/entrpsi.htm> [Consulta 2003, Agosto 18]
- Hernández, R. Fernández, C. y Baptista, P. (2000) Metodología de la Investigación México: McGRAW-HILL
- Lago J. (2002) Propuesta metodológica para la mejora del rendimiento en el segmento de natación en triatlón. *Efdeportes* [Revista en línea] Disponible en: <http://www.efdeportes.com/efd48/triatlon.htm> [Consulta: 2003 Mayo 17]
- Lago, J. (2003). Biomecánica del Triatlón de Distancia Olímpica. *Efdeportes* [Revista en línea] Disponible en: <http://www.efdeportes.com/efd58/triatl.htm> [Consulta: 2003 Noviembre 16]
- Maglischo, E. (1999). Nadar más rápido. Barcelona España: Hispano Europea.
- Mora, J. (2001). Triatlón. Barcelona España: Hispano Europea.

- Moreno, J. Camarero S. y Tella V. (1995). "Perfil antropométrico en las pruebas de 100 y 200 m. libres (infantiles y juniors)" Disponible en: <http://www.uv.es/sectio/TechRep/articulos.html> [Consulta: 2003, Agosto 20]
- Millet, G., Chollet D, Chabies S. y Chatard, J. (2002) Coordination in front crawl in elite triathletes and elite swimmers. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?CMD=search&DB=PubMed> [Consulta: 2004, Febrero 28]
- Olbrecht y et al (1985). Determination and validity of critical velocity as an Index of swimming performance in the competitive swimmer. Disponible en: <http://www.springerlink.com/content/xw817x88j2254017/> [Consulta: 2003, Julio 30]
- Olbrecht y et al (1985). Does critical swimming velocity represent exercise intensity at maximal lactate steady state? Disponible en: <http://scholar.google.com/scholar?hl=es&q=olbrecht+j+et+al+1985&spell=1> [Consulta: 2003, Mayo 15]
- Ortiz, A. (2001) Comparação de Lactato Mínimo, Frequência Cardíaca e Frequência de Braçada no Nado Crawl entre Nadadores e Triatletas. Disponible en: http://webswimming.tripod.com/pesquisas/pesq_xandao.htm [Consulta: 2003, Julio 22]
- Paredes, L. (s/f). Movimiento: Cinemática. Disponible en: <http://www.monografias.com/trabajos13/cinemat/cinemat2.shtml> [Consulta: 2005, Agosto 25]
- Plasencia, C. (2001). Historia de la natación. Disponible en: <http://www.asdeportes.com/secciones/index.php3?artid=114> [Consulta: 2002, Enero 09]
- Polanco, A. (s/f). Natación: Disponible en: <http://www.monografias.com/trabajos5/nat/nat.shtml> [Consulta: 2002, Enero 20]
- Ramírez, E y Cancela, J. (2001) La sensibilidad. *Efdeportes* [Revista en línea] Disponible en: <http://www.efdeportes.com/sensibilidad/> [Consulta: 2001, Noviembre 21]
- Ramírez, R. (1991). La natación su enseñanza. Mérida – Venezuela. Consejo de publicaciones ULA.
- Reischle, K. (1993) Biomecánica de la natación. Madrid: Gymnos.

- Riego, M. (2004). Enseñar a Enseñar la técnica crol de natación. *Efdeportes* [Revista en línea] Disponible en: <http://www.efdeportes.com/efd72/crol.htm> [Consulta 2005, Julio 16]
- Soto, J. (s/f). Antecedentes de la Mecánica. Disponible en: http://html.rincondelvago.com/mecanica_3.html# [Consulta: 2005, Marzo, 30]
- Suárez, R. (2000). El Ejercicio Correctivo en Natación. *Efdeportes* [Revista en línea] Disponible en: <http://www.efdeportes.com/efd24b/correc.htm> [Consulta: 2001, Noviembre 21]
- Suárez, R. y Markin, A. (2000). Características del proceso metodológico en Natación Disponible en: <http://www.efdeportes.com/efd25a/metod.htm>. [Consulta: 2002, Enero 09]
- Ferry, L. (s/f) Inmersión Total. Disponible en: http://www.geocities.com/la_natacion/biblio5.htm [Consulta: 2003 Enero 10]
- Toussaint, H. (1989). Effect of a triathlon wet suit on drag during swimming. Disponible en: <http://www.ifkb.nl/B4/wetsuit.html> [Consulta: 2003, Agosto 06]
- Toussaint, H. (1990) Differences in propelling efficiency between competitive and triathlon swimmers. Disponible en: <http://www.ifkb.nl/B4/triathpropeff.html> (pubmed 2381311) [Consulta: 2004, Febrero 28]
- Vorontsov, A. (s/f) Swimming Speed, Stroke Rate and Stroke Length during Maximal 100 M Freestyle Swim in Boy-Swimmers 11-16 Years of Age Disponible en: <http://coachesinfo.com/category/swimming/325/> [Consulta: 2005, Febrero 02]