

PRINCIPIOS FÍSICOS

Para recordar de lo ya estudiado, solo enunciaremos los principios físicos aplicables a la Natación y los principios a tener en cuenta en todas las técnicas

Principio de Arquímedes: Todo cuerpo sumergido en un fluido recibe un empuje de abajo hacia arriba igual al peso del volumen del fluido desalojado.

Acción y Reacción: A toda acción le corresponde una reacción de igual intensidad, en la misma dirección y sentido contrario.

Inercia: “Todo cuerpo tiende a mantener el estado en que se encuentra siempre y cuando no actúe alguna fuerza sobre él”.

Aceleración: La aceleración es igual a:
$$\frac{V_2 - V_1}{T_2 - T_1}$$

donde V es la velocidad y T es el tiempo. 1 es el valor inicial y 2 es el valor final.. Este Principio reunirá a los dos anteriores ya que a mayor acción habrá mayor aceleración y a mayor aceleración es más fácil mantener la inercia de movimiento y este será mucho más veloz.

Palancas: Las palancas simples constan de tres elementos básicos, potencia, apoyo o eje de giro y la resistencia, de acuerdo a la forma en que se estructuren unos con respecto a otros las palancas serán de primero, segundo o tercer grado.

Bernouilli: Este principio nos dice que “la presión de un fluido disminuye a medida que aumenta la velocidad del mismo”. Ahora bien ¿de qué nos sirve esto en la natación? Comenzaremos a analizarlo desde conceptos básicos.

Fuerza ascensional: es una fuerza perpendicular a la resistencia creada por diferencias de presión.

Ley del Cuadrado de la Velocidad: “cuando la velocidad se duplica la resistencia se eleva al cuadrado “ $V \times 2 = R^2$ ”.

PRINCIPIOS APLICABLES A TODAS LAS TÉCNICAS DE NADO

- I. Aprovechar la flotabilidad al máximo
- II. Minimizar las resistencias
- III. Ampliar superficies de apoyo
- IV. Tracciones cerca o debajo del eje longitudinal del cuerpo
- V. Recobros sobre y cerca del eje longitudinal
- VI. Alternancia Tensión Relajación
- VII. Respiraciones rítmicas

A continuación haremos algunas consideraciones generales:

La natación competitiva es un deporte único porque en él los atletas compiten y al mismo tiempo están suspendidos en un medio líquido. Propulsan sus cuerpos empujándolos contra dicho líquido en lugar de hacerlo contra una resistencia sólida.

El agua ofrece menor resistencia a los esfuerzos propulsivos de los nadadores que la que presentan las superficies sólidas en las que se desenvuelven los atletas que trabajan sobre el suelo. Por otro lado el agua presenta una resistencia mucho mayor a los movimientos del nadador hacia adelante debido a que es 1.000 veces más densa que el aire. No sorprende por lo tanto, que la eficacia en la natación sea inferior que en cualquier otro deporte.

El incremento de dicha eficacia es tan importante como un entrenamiento adecuado, donde la mejora de los rendimientos es la principal preocupación de los nadadores de competición. El incremento de eficacia se puede atribuir a la habilidad de los nadadores para generar fuerza propulsiva reduciendo al mismo tiempo la resistencia del agua a su movimiento hacia adelante. Algunos de los factores más importantes involucrados en la reducción de la resistencia y en el incremento de la fuerza propulsiva, se detallan a continuación:

RESISTENCIA :

El agua presenta resistencia al movimiento de objetos a través suyo. El término utilizado en natación con relación a este hecho es «resistencia al avance». Una regla indiscutible con respecto a la resistencia al avance, es que siempre se ejercerá en sentido contrario al que se muevan los cuerpos de los nadadores. El aumento de la fuerza de la resistencia al avance tiene mucho que ver con el patrón en el que fluye el agua alrededor de los nadadores, cambiando del movimiento laminar al turbulento.

EL EFECTO DEL TAMAÑO, FORMA Y VELOCIDAD EN LA RESISTENCIA AL AVANCE

Existen tres factores que determinan la cantidad de resistencia con la que se encuentran los nadadores. Estos son:

1. El espacio que ocupan en el agua.
2. La forma corporal que presentan al agua.
3. La velocidad de su movimiento.

Veremos un ejemplo gráfico de esto y luego Ud. Analícelo con cada una de las posiciones de los estilos.

Ambos objetos de este dibujo tienen exactamente la misma superficie, pero una se estrecha en ambos extremos mientras que la otra es rectangular.

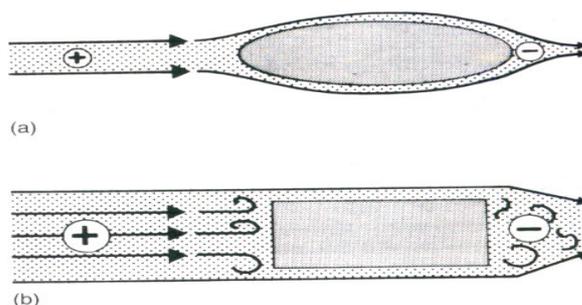


Fig. 5.2. Efecto que tiene sobre la resistencia de arrastre la forma. El objeto (a) tiene una forma adecuada para moverse a través del agua; tiene los extremos en forma de huso. La forma del objeto (b) no es adecuada. Tiene demasiadas esquinas que interrumpen el flujo del agua hacia atrás.

TIPOS DE RESISTENCIA DE ARRASTRE:

Los expertos han definido tres categorías de resistencia de arrastre que afectan al rendimiento natatorio. Estas son la forma, la ola y la resistencia de rozamiento.

Como sus nombres indican, la resistencia de la forma está ocasionada por la forma corporal o la orientación del cuerpo del nadador al agua por la que se desplaza. Es una función tanto del espacio que los nadadores ocupan en el agua, como de las formas que asumen sus cuerpos. La resistencia al avance debido al oleaje está causada por las olas que causa el propio nadador y la resistencia de rozamiento es debida al contacto entre la piel del nadador y las moléculas del agua.

Obviamente las superficies suaves causan menos fricción que las ásperas, de ahí una posible razón para el afeitado. Sharp y sus colaboradores, (1988; Sharp y Costill. 1989) han presentado evidencia que sugiere que este procedimiento realmente reduce la resistencia de rozamiento. Estos autores examinaron a un grupo de nadadores antes y después de afeitarse. Transcurrieron 9 días entre las series de tests. Los nadadores completaron nados submaximales a un ritmo idéntico durante ambos tests. Los investigadores midieron las concentraciones de lactato sanguíneo para determinar el esfuerzo de los nados a ritmos programados. También midieron la longitud de las brazadas.

Una vez afeitados, los nadadores completaron sus nados con valores de lactato sanguíneo significativamente menores y efectuaron mayor longitud en las brazadas. Los valores promedio del lactato sanguíneo durante los nados efectuados a ritmos idénticos fueron de 8,48 mmol antes y de 6,74 mmol después de afeitarse. La longitud promedio de la brazada aumentó de 2.07 metros por ciclo de brazada antes de afeitarse a 2,31 metros después de afeitarse. El incremento de la distancia por brazada se presumió que era debido a una reducción en la resistencia de rozamiento.

PROPULSION

Actualmente no sabemos qué leyes del movimiento aplican los nadadores de competición para propulsar sus cuerpos a través del agua. Existen muchas teorías pero ninguna ha sido probada concluyentemente. Esta última aseveración puede sorprender porque muchos expertos aceptan el teorema de Bernouilli como la base para la propulsión en la natación. Aunque ésta es ciertamente la teoría que prevalece actualmente, probablemente no es la principal ley física que los nadadores ponen en práctica para propulsar sus cuerpos hacia adelante. Mientras que el teorema de Bernouilli puede contribuir en alguna medida, los principales mecanismos propulsores que utilizan los nadadores se basan probablemente en la tercera ley del movimiento de Newton. Quizás la principal razón para rechazar la Ley de acción-reacción de Newton en favor del teorema de Bernouilli, fue el conocido estudio de Brown y Counsilman (1971). Ellos demostraron que los nadadores movían sus brazos diagonalmente en vez de hacerlo en línea recta hacia atrás, haciendo que buscáramos otra explicación para la propulsión en la natación. Nos quedamos con el teorema de Bernouilli. Desafortunadamente, malinterpretamos el principio de acción-reacción de Newton entendiéndolo que significaba que los nadadores deben empujar sus brazos y piernas directamente hacia atrás para conseguir empujar el agua en dicha dirección. No nos dimos cuenta que podían acelerar el movimiento del agua hacia atrás con mucha efectividad al dar brazadas en dirección diagonal. La base de la propulsión, de acuerdo con el teorema de Bernouilli es que las manos de los nadadores actúan cortando el agua.

CATEDRA DE NATACION

Cuando el agua fluye por encima de ellas, se desplaza más rápidamente por encima de los nudillos que bajo la palma. Esto a su vez crea una presión diferencial entre la palma y los nudillos que produce una fuerza elevadora. Cuando esta fuerza elevadora se combina con la fuerza de la resistencia al avance de la mano a través del agua que ésta ejerce sobre aquélla, produce una fuerza resultante que propulsa el cuerpo del nadador hacia adelante. Aunque es muy probable que las fuerzas elevadoras y resultantes se produzcan cuando los nadadores bracean diagonalmente, la magnitud de dichas fuerzas probablemente se relaciona más con los ángulos de ataque de las manos de los nadadores y con el desplazamiento hacia atrás del agua que resulta de él, que con cualquier aceleración del flujo del agua sobre sus nudillos.

Si éste no fuera el caso, los nadadores no tendrían ninguna necesidad de colocar sus manos en ángulo al tiempo que las desplazan a través del agua. Podrían utilizar simplemente su forma laminar para producir fuerzas elevadoras y resultantes de acuerdo con el teorema de Bernoulli. Sin embargo, investigaciones y observaciones personales han demostrado que los nadadores generan una mayor fuerza propulsora cuando mueven sus manos a través del agua en ciertos ángulos de ataque determinados (Maglischo. 1986; Maglischo et al, 1986 1987a,b).

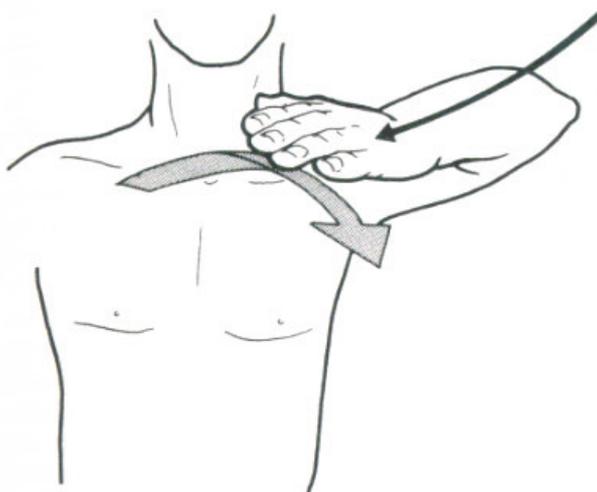


Fig. 6.8. Un método para desplazar agua hacia atrás con trayectorias diagonales.

La figura 6.8 ilustra una forma en la que los nadadores pueden desplazar agua hacia atrás con el barrido en diagonal de su mano. Se muestra a un nadador de estilo libre visto desde abajo, a mitad de la brazada, barriendo su mano hacia adentro por debajo de su cuerpo. La mano del nadador está barriendo hacia adentro, hacia atrás y hacia arriba por debajo de su cuerpo como indica la flecha pintada de negro. (La dirección hacia arriba no puede ser vista debido a las limitaciones inherentes al hecho de demostrar el movimiento en sólo dos dimensiones.) El flujo relativo de agua tiene lugar en la dirección opuesta: es decir, está desplazándose hacia fuera, hacia adelante y hacia abajo. Esa dirección está indicada por la flecha de color gris a medida que se acerca al lado del pulgar de la mano del nadador. Debe prestarse atención a que su mano se halla dispuesta en ángulo (rotación) de forma que el lado del pulgar está situado en un plano ligeramente superior que el lado del meñique. Este ángulo hace que el agua se desplace hacia atrás a medida que la palma de su mano la atraviesa desde el lado del pulgar al lado del meñique. La fuerza hacia atrás impartida al agua de acuerdo con la tercera ley del movimiento de Newton, produce una contrafuerza de igual magnitud que debería propulsar su cuerpo hacia adelante.

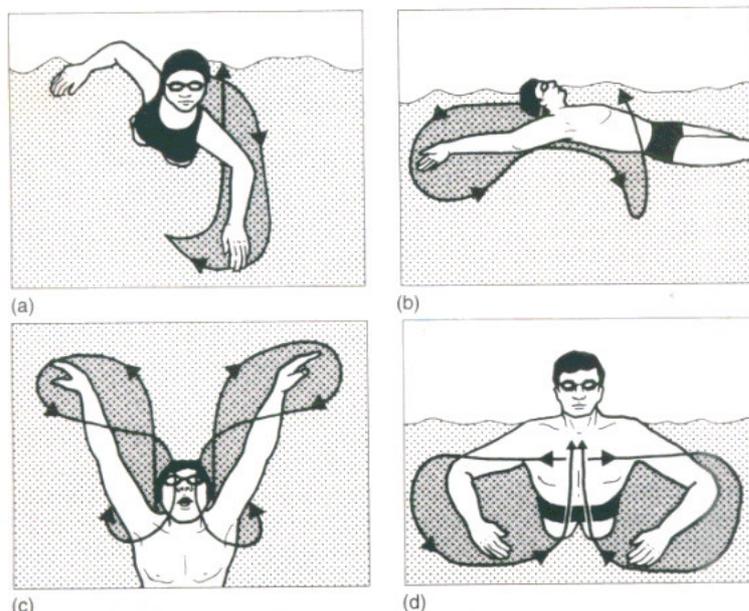
ORIENTACIÓN, ÁNGULO DE ATAQUE Y VELOCIDAD:

Existen tres aspectos muy importantes del movimiento de las extremidades que determinan la efectividad de la propulsión en la natación: dirección, ángulo de ataque, y velocidad..

Orientación de las extremidades

La mejor forma de visualizar la orientación de los movimientos propulsores que los nadadores hacen con sus brazos y piernas, es a través de unos patrones del movimiento. Estos patrones pueden expresarse de dos formas - en relación con el agua y en relación con el cuerpo del nadador -. Los patrones que se diseñan con relación al agua, nos ayudan a comprender cómo los movimientos de las extremidades de los nadadores afectan el desplazamiento del agua. Reflejan la representación más exacta debido a que, en el análisis final, lo que determina la cantidad de fuerza propulsora que se puede producir es el efecto que las extremidades de los nadadores ejercen en la dirección del agua que fluye.

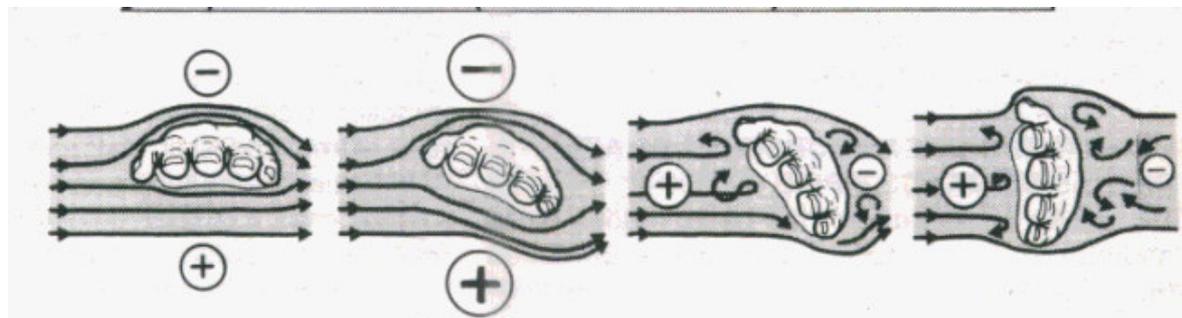
La segunda forma de ilustrar un patrón de movimiento es en relación con los cuerpos de los nadadores en movimiento. Los patrones diseñados de esta forma, son muy válidos para mostrar la mecánica de las trayectorias de las extremidades. Son un vehículo excelente para comunicar a los nadadores las distintas direcciones de dichas trayectorias. Los atletas tienden a visualizar sus movimientos relacionándolos con sus cuerpos. Por consiguiente, aprenderán mas rápidamente, cuando los movimientos se representen de esta forma. Por el momento, nos concentraremos en patrones que se diseñaron en relación al agua, ya que éstos pueden comunicar mucho mejor los mecanismos propulsi- vos.



En la figura se ilustran los patrones que pueden observarse de frente, lateralmente y visión desde abajo para los cuatro estilos. Estos patrones se diseñaron a partir de filmaciones de nadadores de categoría internacional mientras nadaban a velocidades de competición. Los patrones ilustrados describen, para una brazada subacuática, los movimientos del dedo medio de un nadador en relación a un punto fijo de la piscina.

ÁNGULO DE ATAQUE

El ángulo de ataque es el ángulo formado por la inclinación de la mano y brazo (o pierna y pie con respecto a la dirección en que se está desplazando.



El ángulo de ataque tiene una gran importancia para el desarrollo de fuerzas propulsoras. La propulsión puede disminuir si este ángulo es demasiado grande o demasiado pequeño. El estudio del comportamiento de las palas (tipo hélice) suspendidas en túneles de viento, nos ha proporcionado información que apoya esta observación. La figura muestra por qué las fuerzas propulsoras se incrementan o decrecen con distintos ángulos de ataque.

IMPORTANCIA DEL AGARRE PARA LA PROPULSIÓN EN LA NATACIÓN

El agarre es aquel punto de la brazada subacuática en que comienza la propulsión. La mayoría de nadadores creen equivocadamente que esto debería tener lugar inmediatamente después de que sus manos entren en el agua o, en el caso de la braza, inmediatamente después de que empiezan su barrido hacia afuera. Esta creencia ha resultado en lo que quizás ha sido el problema de trayectoria más común en la natación de competición, el codo caído.

Actualmente, en todos los estilos el agarre se efectúa cuando los brazos están aproximadamente a un tercio de su trayectoria por debajo del agua. Los nadadores necesitan este tiempo para situar sus brazos en la postura que les permita el desplazamiento de agua hacia atrás.

Los nadadores siguen un patrón similar en las otras brazadas de competición. Esperan hasta que sus brazos están a la suficiente profundidad para empujar hacia atrás contra el agua. Los entrenadores frecuentemente se refieren a esta postura de los brazos como la de «codo alto», porque los codos de los nadadores se encuentran por encima del nivel en que están situadas sus manos cuando se alcanza. Los nadadores no deberían aplicar fuerza propulsora hasta que sus brazos estén en esta postura de codo alto. Sus brazos estarán orientados hacia afuera o hacia abajo en lugar de hacia atrás y no podrán desplazar agua hacia atrás. Además, esto significará un desperdicio de energía y desacelerará su velocidad hacia adelante

LOS CUATRO BARRIDOS COMUNES A TODOS LOS ESTILOS DE COMPETICIÓN

Después de estudiar filmaciones y videos durante varios años. quedó claro que los movimientos propulsores de los brazos de los nadadores de competición. podían reducirse a cuatro barridos

Barrido hacia afuera: es el barrido inicial por debajo del agua en mariposa y braza.

Barrido hacia abajo: es el barrido subacuático inicial utilizado en crol y espalda.

Barrido hacia adentro: es el segundo barrido utilizado en todos los estilos.

Barrido hacia arriba: es el barrido final en crol y mariposa.

LA PATADA, ES O NO PROPULSORA?

Muchos creíamos equivocadamente que la patada no era un agente importante para la propulsión de estilo libre, espalda y mariposa. El principal argumento esgrimido era que los pies y las piernas no se movían hacia atrás en estos estilos. Por consiguiente, se creía que las piernas sólo ejercían fuerzas estabilizadoras a través de sus movimientos. Esta opinión debería revisarse a la vista del descubrimiento de que los barridos en diagonal de los brazos son propulsores.

RESUMEN La finalidad de este capítulo ha sido describir algunos conceptos importantes de la propulsión en natación. Se utiliza el término «conceptos» porque no existen principios o leyes referidas a la propulsión acuática de las personas que hayan sido probados, sólo existen teorías.

Bibliografía

Biomecánica de la Natación. Reishle, K. Edit. GYMNOS.. Madrid 1993. España

Nadar Más Rápido. E Maglischo, Edit Hispanoeuropea, Barcel., España 1990

La Natación. J. Counsilman, Edit Hispanoeuropea, Barcelona, España 1980

Natación.: Maglischo, E Costill y Otros. Edit Hispanoeuropea, Barcel., España 1997

Apuntes de la Cátedra, referidos a Principios Físicos.