

ASPECTOS DE LA RESISTENCIA EN LAS DIFERENTES POSICIONES DE TRANSICION EN NATACION (*)

JAN P. CLARYS.

Instituut Voor Morfologie V. U. B.
(Universidad Libre de Bruselas).
Real Federación Belga de Natación
y Salvamento.

JAN JISKOOT.

Academie Lichamelijke Opvoeding.
Amsterdam.

El registro exacto de la resistencia del cuerpo humano en la superficie del agua y a 60 centímetros de profundidad resulta fundamental para ulteriores investigaciones, con objeto de dividir la resistencia total en sus diferentes elementos, a pesar de lo que dice la literatura al respecto.

Las relaciones con la forma del cuerpo han sido consideradas factor importante de influencia sobre la resistencia (CLARYS et al., 1973), pero los cambios de posición del cuerpo —cambios de forma— deben ser considerados también como factores que aumentan o disminuyen la resistencia (KARPOVICH, 1933).

KARPOVICH (1933), SCHRAMM (1958 - 59) aportaron que la posición de flotación supina ofrecía más resistencia que una posición prono.

HAIRABEDIAN (1964), SCHRAMM (1958-1959), CLARYS et al. (1971) y DE GOEDE et al. (1971) mostraron que la resistencia aumentaba considerablemente al sacar la cabeza fuera del agua en un deslizamiento en posición de flotación prono. La resistencia total aumenta también al aumentar el ángulo de inclinación del cuerpo con respecto a la superficie del agua, especialmente a bajas velocidades (KARPOVICH 1933, ALLEY 1952, CLARYS et al. 1973).

En su investigación, KENT y ATHA (1971) mostraron que se creaba una mayor resistencia

en cuatro posiciones diferentes de braza que en una posición de deslizamiento, y finalmente, COUNSILMAN (1955) examinó la resistencia total al avance de las posiciones prono y lateral para afirmar que «se crea menos resistencia en la posición prono que en la de costado porque la corriente de agua que se opone a los pies tiende a elevarlos y a hacer que el cuerpo se extienda en una mayor superficie. El caudal de agua que se forma cuando el sujeto está en posición lateral no eleva tanto los pies, y consecuentemente, el cuerpo no se extiende tanto».

Todos estos estudios han afirmado que existe un aumento significativo en la resistencia total en todas las posiciones del cuerpo —cambios de posición— diferentes a la posición de deslizamiento o posición prono.

La resistencia del cuerpo humano bajo la superficie del agua ha sido previamente estudiada por SCHRAMM (1958 - 59), que indicó una disminución de la resistencia total.

(*) Este estudio es parte de un proyecto de investigación sobre «Resistencia del cuerpo humano en el agua», llevado a cabo por el Instituut Voor Morfologie (Prof. P. J. Brower), V. U. B. (Universidad Libre de Bruselas).

Este estudio examina experimentalmente la resistencia total o resistencia al avance asociada a la posición prono o posición de deslizamiento sobre y bajo la superficie del agua, y a la posición lateral o de costado, a 5 velocidades entre 1.5 y 1.9 m. seg⁻¹.

La validez de los resultados que se derivan de esta investigación se muestran comparados con los de investigaciones previas. Este estudio intenta además establecer una confirmación de los resultados obtenidos por COUNSILMAN (1955) y SCHRAMM (1958).

PROCEDIMIENTOS Y SUJETOS DE EXPERIMENTACION

El aparato usado consistió en un carro de arrastre dirigido eléctricamente, con una célula fotoeléctrica para el control de la velocidad, un mecanismo de arrastre telescópico, dinamómetros y un sistema de registro fotográfico de revelado directo.

El mecanismo de medición de las fuerzas actuantes en el cuerpo en movimiento, las condiciones del experimento y sus circunstancias han sido descritos en estudios anteriores (DE GOEDE et al. 1971), CLARYS et al. 1971).

En base a relaciones antropométricas se seleccionaron de entre 96 sujetos, 43 individuos varones de raza caucásica (edad media de 19.06, peso medio de 76.15 y altura media de 177.9 centímetros). Todos ellos buenos nadadores.

El registro de la resistencia se efectuó a un rango de velocidad de 0.7 a 2.0 m/seg⁻¹, escogiéndose los valores siguientes: 1.5, 1.6, 1.7, 1.8, 1.9 m/seg⁻¹.

Los datos de arrastre se registraron para cada una de las siguientes condiciones:

1. Posición de flotación prono, de arrastre o posición de deslizamiento en la superficie del agua (test - retest).
2. Misma posición a 60 cms. bajo la superficie del agua (test - retest).
3. Posición lateral o de costado, con un brazo extendido sobre la cabeza, el otro brazo pegado al cuerpo, las piernas extendidas y juntas, las puntas de los pies extendidas y la cabeza en posición de forma que el nivel del agua estuviera aproximadamente en la mitad de la cara.

Esta posición lateral fue hecha estándar para todos los sujetos en un ángulo de $\pm 45^\circ$ por medio de un mecanismo de paso controlado por uno de los examinadores.

RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados y el análisis estadístico de las mediciones de la resistencia en las posiciones

prono y lateral se muestran en la tabla I y su representación gráfica se presenta en la figura 1.

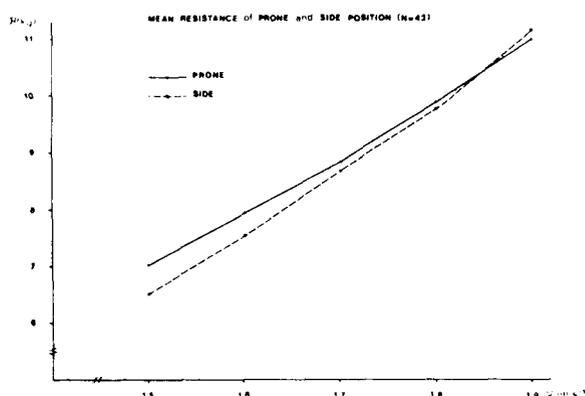


Fig. 1

Aparte de las afirmaciones mencionadas por otros en lo que se refiere a la razón velocidad-resistencia, podemos especificar las relaciones entre los cambios de posición del cuerpo de la siguiente forma:

— al aumentar la velocidad existe un aumento de la relación entre la resistencia absoluta en la posición prono y la posición lateral, la diferencia absoluta de las medias decrece.

— al aumentar la velocidad, el aumento de la resistencia en posición prono es menor que el aumento de la resistencia en la posición de arrastre a 45° . Es notable que a velocidades inferiores (1.5 m/seg. y 1.6 m/seg) la resistencia en posición prono es significativamente mayor que la de posición lateral. A 1.9 m/seg., la resistencia en posición lateral es mayor pero no de forma significativamente diferente.

La resistencia en posición prono ha sido comparada a velocidades idénticas con el resultado de estudios anteriores. Se constató que no existía diferencia significativa entre la resistencia en posición prono hallada en este estudio y la hallada por KARPOVICH (1933), ALLEY (1952), SCHRAMM (1958) y la de tipo lineal de CLARYS et al. (1973). Los valores de resistencia hallados por COUNSILMAN (1955) eran significativamente menores a 1.5 hasta 1.9 m/seg.

No se hicieron comparaciones con los resultados de KENT y ATHA (1970) porque su estudio se limitó a resistencia a velocidades inferiores a los 1.5 m/seg., y porque se refirió a la braza, de lo cual presumimos que la posición de la cabeza era mantenida más alta en la superficie del agua que en un deslizamiento de crawl. Con anterioridad se afirmó que esas

condiciones crean una resistencia significativamente mayor (SCHRAMM. 1958; HAIRABEDIAN. 1964; CLARYS et al., 1971; DE GOEDE et al., 1971). Todos estos descubrimientos se muestran gráficamente en la figura 2.

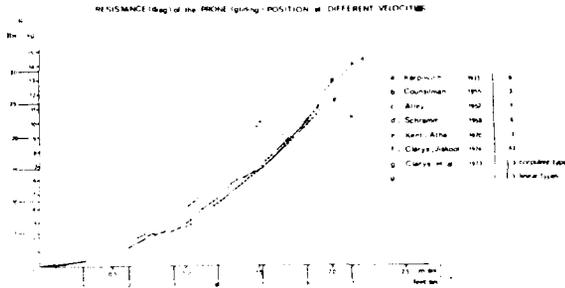


Fig. 2

Los hallazgos de este estudio están en contradicción con los de COUNSILMAN (1955). Los resultados de la resistencia lateral de los experimentos de COUNSILMAN son significativamente mayores que los de la resistencia al arrastre en una posición prono a velocidades de 1.5 a 1.9 m./seg⁻¹ (fig. 3). En términos de la na-

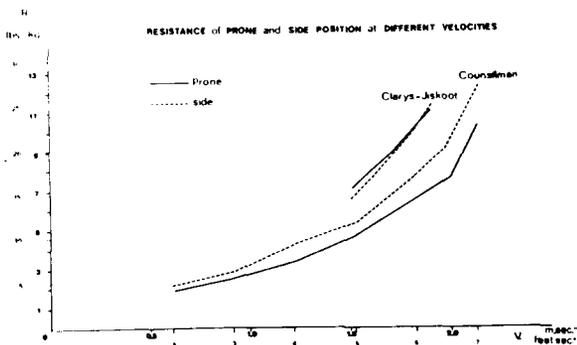


Fig. 3

tación, eso significa que el efecto de balanceo y más especialmente, las posiciones laterales de transición en el crawl frontal crean más resistencia y por lo tanto, tienen una influencia negativa sobre la propulsión del estilo.

COUNSILMAN experimentó con un solo nadador en la posición lateral. En nuestro estudio, un pequeño número de sujetos mostraron resultados similares, pero la mayoría (93 %) presentaron un patrón de resistencia que aparece en la figura 1.

Basándonos en nuestros datos, parecen justificables las siguientes suposiciones:

— la posición lateral de transición hace disminuir la resistencia total en el crawl frontal a velocidades de 1.5 y 1.6 m./seg⁻¹ (de 67 a 62

seg. cada 100 m.) y por lo tanto, tiene influencia positiva sobre las fuerzas de propulsión.

A velocidades de 1.7 y 1.8 m/seg⁻¹ (± 58 a a 55.5 seg. a cada 100 m.) la resistencia absoluta en posición lateral es todavía más pequeña y, a 1.9 m/seg⁻¹ (52.6 seg cada 100 m.) es ligeramente mayor que la resistencia en posición prono, pero asumimos que eso carece de efecto sobre la propulsión total en el crawl frontal (no hay diferencias significativas), en contradicción con los resultados de COUNSILMAN (1955).

En base a la hipótesis y afirmaciones de SCHRAMM (1958-59) según el cual el cuerpo humano crea menos resistencia por debajo de la superficie del agua, este estudio ha llevado a cabo el intento de dividir la resistencia total en resistencia de estela —fricción— y resistencia por formación de olas (wave making resistance). Este procedimiento es posible en investigación con modelos de barcos a escala (FROUDE), pero no ha sido realizado hasta el momento en seres humanos.

Esta afirmación vendrá a aumentar nuestros conocimientos fundamentales sobre los fenómenos de la resistencia y la propulsión de los seres humanos en el agua, y en el campo de la natación en particular.

Los resultados de los test y los retest en posición prono, sobre y bajo la superficie del agua se muestran en la tabla 2 y su representación gráfica consta en la figura 4.

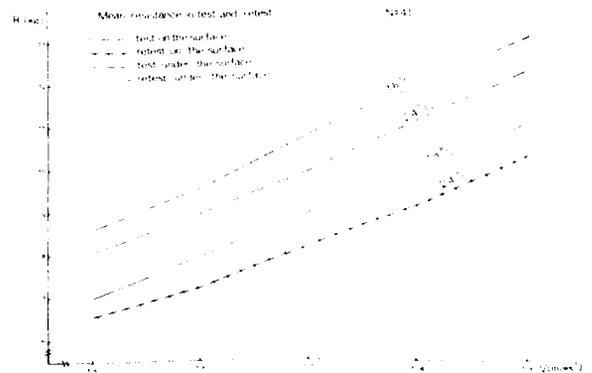


Fig. 4

Tanto en los registros del test como en los del retest el ingenio de arrastre fue calibrado para llevar a cabo una comparación correcta. Los datos del test fueron recogidos en agua fría a 18° C., y los del retest, en agua a 24° C.

A la luz de nuestros resultados, aparece que la resistencia bajo la superficie del agua es significativamente mayor que la resistencia sobre la superficie.

Las diferencias entre el test y el retest dictan una importancia no despreciable de la temperatura del agua sobre la resistencia, y por lo tanto en natación. Estos hallazgos están en contradicción con las hipótesis y resultados de SCHRAMM (1958 - 59). Suponemos que la causa de una mayor resistencia bajo el agua debe buscarse en las diferentes relaciones entre los conjuntos de fricción y turbulencias sobre y por debajo del agua.

Resistencia sobre el agua (fricción + la estela + formación de olas) < Resistencia bajo el agua (fricción + la estela).

Suponemos que una mayor superficie húmeda del cuerpo bajo el agua aumenta la resistencia por fricción. La resistencia de estela, por ser resultado de las características de viscosidad también, aumenta por el aumento de resistencia por fricción.

La suma de ambos componentes de resistencia bajo el agua es probablemente mayor que la resistencia por formación de ondas (wave making resistance) en la superficie.

CONCLUSIONES

Estas pruebas indican que:

1. En las dos posiciones sobre las que se ha llevado la investigación, prono y lateral, utilizando 43 sujetos seleccionados, la resistencia es significativamente menor en la posición lateral a 1.5 y 1.6 m/seg⁻¹ de velocidad. No existen diferencias significativas a velocidades superiores.

2. La validez de este estudio ha sido demostrada comparando los resultados de resistencia total hallados en cinco estudios diferentes, nuestros resultados en posición prono. No se encontró diferencia significativa, a excepción de la investigación de COUNSILMAN.

3. Suponemos que la posición lateral de transición tiene un efecto de mejora sobre la propulsión a bajas velocidades (1.5-1.6 m/seg⁻¹) y que no ejerce influencia sobre la propulsión total a velocidades por encima de los 1.7 m/seg⁻¹.

Estos hallazgos están en contradicción con los resultados de COUNSILMAN (1955).

4. La resistencia creada por el cuerpo humano a 60 cms. por debajo del agua es significativamente mayor que la creada en posición prono sobre la superficie del agua.

5. A causa de la mayor resistencia bajo el agua, la resistencia total del cuerpo humano no puede ser descompuesta en resistencia por fricción, resistencia de este estilo (eddy resistance) y resistencia por formación de olas (wave making resistance).

6. De acuerdo con las diferencias entre los valores obtenidos en el test y el retest, suponemos una importante influencia de la temperatura del agua sobre la resistencia total del cuerpo humano.

Hemos determinado una disminución de la resistencia con un aumento de la temperatura del agua.

TABLA 1: Media, desviación estándar, coeficiente de correlación, prueba de t de Student y error estándar de las diferencias medias de la resistencia total de las dos posiciones seleccionadas en crawl frontal.

| Velocidad | (1) | | (2) | | $r_{1,2}$ | $t_{1,2}$ | S. E.—d |
|---------------------|---|--------|---|--------|-----------|-----------|---------|
| | Resistencia media en la superficie del agua (kg.) | S. D. | Resistencia media en la posición de 45° (kg.) | S. D. | | | |
| 1.5 (66.6s/100 m.) | 7.019 | 7673 | 6.521 | 1.0138 | 23 | 2.9139 * | 0.1708 |
| 1.6 (62.5s/100 m.) | 7.958 | 9001 | 7.542 | 1.0785 | 27 | 2.2650 * | 0.1838 |
| 1.7 (58.23s/100 m.) | 8.835 | 8931 | 8.670 | 1.2729 | 42 | 0.8944 | 0.1846 |
| 1.8 (55.55s/100 m.) | 9.886 | 9190 | 9.767 | 1.4395 | 52 | 0.6288 | 0.1836 |
| 1.9 (52.63s/100 m.) | 11.005 | 1.1265 | 11.165 | 1.5373 | 59 | 0.8390 | 0.1913 |

N (casos) = 43

* diferencia significativa a nivel de 0.05

SD. Desviación estándar.

TABLA 2: Media, desviación estándar, coeficiente de correlación de la resistencia total en el agua, por encima y por debajo de la superficie del agua (test y retest).

| Velocidad m/seg. | 1.5 | 1.6 | 1.7 | 1.8 | 1.9 |
|---|--------|--------|--------|--------|--------|
| Resistencia media del test en la superficie del agua (kg.) (1). | 7.019 | 7.958 | 8.835 | 9.886 | 11.005 |
| Desviación estándar. | 7673 | 9001 | 8931 | 9190 | 1.1265 |
| Resistencia media del test en la superficie del agua (kg.) (2). | 6.581 | 7.391 | 8.361 | 9.253 | 10.616 |
| Desviación estándar. | 9103 | 9242 | 1.0431 | 1.1851 | 1.3146 |
| Resistencia media del test bajo la superficie del agua (kg.) (3). | 8.749 | 9.693 | 10.719 | 11.819 | 13.142 |
| Desviación estándar. | 1.1027 | 1.0754 | 1.0955 | 1.2561 | 1.3870 |
| Resistencia media del test bajo la superficie del agua (kg.) (4). | 8.047 | 8.916 | 9.884 | 11.070 | 12.479 |
| Desviación estándar. | 1.0536 | 8893 | 9911 | 1.1277 | 1.4120 |
| $R_{1,2}$ coeficiente de correlación. | 63 | 67 | 70 | 72 | 77 |
| $r_{3,4}$ coeficiente de correlación. | 55 | 57 | 65 | 73 | 73 |
| $r_{1,3}$ coeficiente de correlación. | 39 | 37 | 47 | 56 | 47 |
| $r_{2,4}$ coeficiente de correlación. | 49 | 48 | 53 | 57 | 55 |

N = 43 casos.

BIBLIOGRAFÍA

- ALLEY, L. E. (1952). — «An analysis of water resistance and propulsion in swimming the crawl stroke», *«Res. Quart.»*, 23, 2253 - 270.
- CLARYS, J. P.; JISKOOT, J.; RIJKEN, H. and BROUWER, P. J. (1973). — «Total resistance in water and its relation to body form». Pennsylvania State University, 4th Seminar on Biomechanics. *«Medicine and Sport»*, 1974.
- CLARYS, J. P.; JISKOOT, J. and LEWILLIE, P. (1971). — «A cinematographical, electromyographical and resistance study of water polo and competition frontcrawl», Rome, 3rd Seminar on Biocechanics. *«Medicine and Sport»*, 446 - 452, 2973.
- COUNSILMAN, J. (1955). — «Forces in swimming two types of crawlstroke», *«Res. Quart.»*, 28, 2, 127-139.
- DE GOEDE, H.; JISKOOT, J.; VAN DER SLUIS, A. (1971). — «Over stuwkracht bij zwimmers», *«Zwemkroniek»*, 48, 4, 71 - 89.
- HAIRABEIAN, A. (1964). — «Kinetic resistance factors related to body positions in swimming». «Doctor thesis», Stanford University.
- FROUDE, W. (1874). — «Proc. Brit. Ass. ad. Sci.», p. 249.
- KARPOVICH, P. V. (1933). — «Water resistance in swimming». *«Res. Quart.»*, 4, 21 - 28.
- KENT, N. R. and ATHA (1971). — «Selected initial transient body positions in breaststroke and their influence upon water resistance». Brussels, «Proceedings 1st International Symposium "Biomechanics in Swimming"», 53 - 58 (Lewillie - Clarys ad.).
- SCHRAMM, E. (1958 - 1959). — «Untersuchungsmethode zur bestimmung des widerstandes, des kraft und der ausdauer bei schwimmsportler». *«Wiss. Z. Dtsch. Hochschule für Körperkultur, Lpzg.»*, 1, 161 - 180.

Dolo-Tanderil

analgésico · antiinflamatorio,
de acción antipirética

Geigy

"la doble utilidad de cada día"

| | Cápsulas | Supositorios |
|-----------------|----------|----------------|
| oxifenibutazona | 75 mg | niños 100 mg |
| paracetamol | 300 mg | adultos 250 mg |
| | | 500 mg |

Contraindicaciones

Absolutas: Úlcera gastroduodenal, leucopenia, diátesis hemorrágica, hipersensibilidad
Relativas: Afecciones cardíacas, renales y hepáticas. Alergia medicamentosa

Información más amplia en folleto especial

Posología

Adultos

Dosis inicial (3-5 días): 2 cápsulas 2-3 veces/día, o bien 1 supositorio 2-3 veces/día
Dosis de mantenimiento: 1 cápsula 2-3 veces/día, o bien 1 supositorio 1-2 veces/día

Niños (mayores de 1 año)

Dosis inicial (3-5 días): 1-3 supositorios infantiles al día, según edad y peso
Dosis de mantenimiento: aproximadamente la mitad de las iniciales

Indicaciones

Estados dolorosos y febriles que cursan con inflamación:
— periartritis, isquialgia, braquialgia, lumbalgia, artrosis diversas, espondilosis...
— contusiones, toriones, luxaciones, fracturas...

Presentación y P.V.P.

30 cápsulas. 122'80 ptas.
10 supositorios para adultos. 92'50 ptas.
10 supositorios para niños. 68'10 ptas.

GEIGY DIVISION FARMACEUTICA - APARTADO 1828 - BARCELONA