

DE LA LITERATURA MUNDIAL

Diferencias anatómicas y fisiológicas entre nadadores velocistas y fondistas a nivel universitario

J. BLOOMFIELD.

P. O. SIGERSETH.
Universidad de Oregón (U.S.S.A.).

(Traducido de la revista «The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness», vol. 5, n.º 2, 1965).

El juicio subjetivo de los entrenadores ha separado e identificado los que parecen ser los dos grupos más importantes de nadadores. Muchos nadadores se destacan únicamente en el «sprint» o en «larga distancia» y sólo en raras ocasiones alguno de ellos sobresale a nivel internacional en ambas modalidades.

A fin de separar los factores físicos que marcan la diferencia entre «velocistas» y «fondistas», se colocó un grupo de nadadores universitarios «standard», en cada una de estas dos categorías. Se les efectuaron entonces diversas pruebas para averiguar si alguno tenía características especiales que pudiesen clasificarle como nadador «velocista» o «fondista».

El propósito de este estudio era determinar, anatómica y fisiológicamente las diferencias entre ambas clase de nadadores, a nivel universitario.

PROCEDIMIENTO

SUJETOS

Los sujetos a estudiar fueron cuarenta y ocho nadadores universitarios, oscilando su edad entre los dieciocho y los veinticuatro años. Cada participante había intervenido, por lo menos,

en tres temporadas de importantes competiciones en Escuelas o Universidades (ver Tabla I de promedios realizados).

Se enfocó el problema de la discriminación sobre si un nadador era básicamente un «velocista» o un «fondista» de la siguiente forma: El primer criterio seguido fue el informe subjetivo de los preparadores sobre cuál podría ser a su juicio la especialidad del nadador. El segundo fue una prueba de «agotamiento», comparando el tiempo empleado por un nadador en 25 yardas, tomado desde la salida en el agua, con su mejor marca en 200 yardas.

El tercer criterio fue la relación dada por el preparador acerca del número de veces que un nadador era capaz de repetir esfuerzos de 100 y 200 yardas durante los entrenamientos.

A los nadadores que se fatigaron rápidamente y se «agotaron» no se les consideró de tipo resistente. Después de que cada nadador fue evaluado según este criterio, se le colocó en uno u otro grupo.

Cada uno de los nadadores escogido para este estudio fue entrenado por el preparador principal durante dos temporadas.

Tanto «sprinters» como «fondistas» recibieron el mismo entrenamiento durante el período inicial de la prueba.

TABLA 1. — Tiempos en estilo «crawl» de «sprinters» y «fondistas», medidos en segundos.

<i>Distancia</i>	<i>Sprinters</i>	
	<i>Oscilación</i>	<i>Promedio</i>
25 yardas	11,4 a 11,8	11,4
50 »	21,9 a 24,0	23,3
100 »	49,2 a 53,9	51,8

<i>Distancia</i>	<i>Fondistas</i>	
	<i>Oscilación</i>	<i>Promedio</i>
25 yardas	11,0 a 12,6	12,2
200 »	1.48.6 a 2.00	1,55
440 »	4,25 a 4,54	4.41,2

REALIZACION DE LOS TEST

Todos los test empleados en el estudio, con excepción del test de peso específico, se realizaron en el Laboratorio de Investigación de «School of Health, Physical Education and Recreation, Universidad de Oregon». Los tests cardiovasculares se efectuaron al principio de la temporada universitaria, después de que los nadadores estuvieron sin entrenarse por lo menos durante 6 semanas. Los mencionados tests se realizaron al principio de la temporada, a fin de mantener el factor «condición» igual para todos los participantes.

Los tests de «energía» o «resistencia» se efectuaron durante la tercera y cuarta semana del período, mientras que las medidas antropométricas se tomaron durante la quinta y sexta semana de la temporada. Debe señalarse, sin embargo, que todos los nadadores fueron puestos a prueba al mismo tiempo en cada período de ensayo de cada test, para evitar así la posibilidad de que alguno de los nadadores tuviera ventaja sobre otro, en lo referente a mayor práctica o condiciones.

TESTS ANATOMICOS

Para medir la resistencia de los principales grupos de músculos propulsores, se utilizó un cable tensiómetro. El test para la fuerza de flexión y extensión del brazo, en la articulación escápulo-humeral y la fuerza de flexión y extensión del muslo en el punto fémoroaceta-

cular, se realizaron de acuerdo con el procedimiento recomendado por Clarke.

Las medidas antropométricas de talla y longitud de miembros y tronco se tomaron siguiendo las directrices de Meredith, mientras que las medidas de trocánter y tibia, se tomaron siguiendo la pauta de Montagu. El Índice Cru-

ral: $\frac{\text{(medida tibia x 100)}}{\text{(longitud del muslo)}}$, e Índice Corporal: $\frac{\text{(talla)}}{\text{(22 x Wt)}}$

se calcularon también según las anteriores medidas. El peso específico se deter-

minó por el peso de los sujetos en el agua y aplicando un método desarrollado por Benke, Feen y Welham para computar su peso específico. El test final era de capacidad vital, medido según un espirómetro de agua.

TESTS FISIOLÓGICOS

Los mencionados tests se completaron en un período de cuatro días, durante la primera semana de entreno. Fueron registradas en el ECG las precordiales V_4 y V_5 , así como las «standards» I, II y III. Sólo V_4 se interpretó y usó en el análisis final, las demás se registraron puramente por observación.

La presión de la sangre diastólica y sistólica se determinó estando los individuos en la posición «standard» de sentados, por el procedimiento auscultatorio.

Finalmente, el «Cameron Hartometer» se utilizó para registrar los trazos de la onda de pulso braquial de la forma descrita por Cureton.

COMENTARIO

Basándose en la evidencia presentada en este estudio, se puede deducir que los principales músculos de propulsión que utilizan los «velocistas» al nadar, no son significadamente más potentes que los de los «fondistas» (véase Tabla 2). Esto es contrario a la idea antigua de que los «velocistas» poseían esta superioridad en fuerza. Sin embargo, no se han efectuado estudios anteriores al presente en cuanto a la comparación de fuerzas de los distintos grupos musculares relacionados con los movimientos de propulsión realizados al nadar.

TABLA 2. — Diferencias entre las medidas de los puntos de fuerza de «sprinters» y «fondistas».

<i>Test</i>	M_1	M_2	DM	SD_1	SD_2	t
Flexión del brazo	74,39	66,59	7,80	16,24	13,74	1,80
Extensión del brazo	69,95	66,09	3,86	12,16	15,60	0,95
Flexión del muslo	98,95	86,41	3,45	18,82	18,10	0,66
Extensión del muslo	95,26	89,68	5,58	22,23	18,10	0,94
Promedio de fuerzas	82,56	77,25	5,31	15,29	12,29	1,65

Todas las medidas están expresadas en kilogramos.

La prueba t se ha empleado para la determinación de la significación de las diferencias entre los promedios (proporción «t»: 1,68).

Significativo del nivel de 0,10 de confianza.

SIMBOLOS: M_1 = Media de los «sprinters».

M_2 = Media de los «fondistas».

DM = Diferencia entre M_1 y M_2 .

SD_1 = Desviación standard de los «sprinters».

SD_2 = Desviación standard de los «fondistas».

Los resultados (Tabla 3) revelan que los «velocistas» tenían menor longitud de muslo que los «fondistas», mientras que las medidas de pierna no eran significativamente distintas.

De estos resultados parece razonable deducir que el «velocista» tendría ventaja en el «golpe de pie» sobre el «fondista» y por el contrario una comparable desventaja en resistencia.

Puesto que los músculos principales que mueven el muslo están tan relacionados entre sí que convierten este segmento del cuerpo en una palanca de tercera clase, su ventaja mecánica es poca, pero su ventaja en cuanto a velocidad, es proporcionalmente mayor. El impulso del muslo se transfiere entonces a la pierna. De

este modo esta adicional velocidad lineal se realiza al final de la pierna, siguiendo el traslado de aproximadamente la misma velocidad angular que el cuerpo central de rotación, que en este caso era el muslo alrededor de la articulación de la cadera. Estos razonamientos se basan en parte en los resultados del Índice Crural, según la proporción: medida de la tibia por 100, dividido por la longitud del muslo, que da como resultado 101,4 para los «velocistas», y 95,5 en los «fondistas».

Ha sido hipotetizado por los entrenadores y probado superficialmente por los investigadores, que los «fondistas» poseen más liviandad o flotabilidad que los «velocistas». Los resulta-

TABLA 3. — Diferencias entre las medias de las medidas antropométricas de «sprinters» y «fondistas» (N = 24).

<i>Test</i>	M_1	M_2	DM	SD_1	SD_2	t
Talla (de pie)	180,8	179,9	0,9	6,6	5,4	0,008
Talla (sentados)	125,3	123,6	1,7	7,1	4,6	0,48
Longitud brazo	33,87	33,86	0,01	1,8	1,6	1,01
Longitud antebrazo	26,6	25,9	0,7	1,3	1,4	1,84
Longitud extremidad inferior	93,8	94,0	0,2	4,2	3,9	0,17
Longitud pierna	47,2	45,9	1,3	3,1	2,7	1,59
Longitud muslo	46,6	48,0	1,4	1,8	2,56	2,17
Índice crural	101,4	95,5	5,9	6,3	7,1	2,97
Índice de cuerpo	98,5	99,5	1,0	8,8	8,7	0,41
Peso cuerpo	75,35	74,24	1,10	6,85	6,03	0,75
Peso específico	1,0786	1,0729	0,0057	0,0113	0,0127	1,63
Capacidad vital	5,32	5,64	0,32	0,57	0,64	1,79

Todas las longitudes están expresadas en centímetros.

Los pesos del cuerpo en kilogramos.

Capacidad vital en litros.

Significativo del 0,10 nivel de confianza.

dos obtenidos en este estudio (Tabla 3) relativo al peso específico, no señaló marcadas diferencias entre los dos grupos de nadadores, de ello puede deducirse que no hay diferencia en cuanto a flotabilidad entre los dos grupos.

Uno de los resultados de estas pruebas es el que la capacidad vital (Tabla 3) de los «fondistas» es mayor que la de los «velocistas». Esta diferencia entre los dos grupos había sido ya señalada por Cureton.

La aplicación del «Índice Corporal», de Cotton, a ambos grupos mostró una escasa diferencia de la unidad índice entre los dos grupos. Esto es poco significativo y demuestra que había muy poca diferencia entre la constitución corporal de ambos grupos. Debe resaltarse también que, cuando los resultados del «Índice Corporal» y «Peso Específico» de los «fondistas» de este estudio, se compararon con los nadadores que competían antes de 1950, se encontró una marcada diferencia en la constitución general del cuerpo.

Los más recientes «fondistas» tienden a ser más «ecto-mesomórficos» que sus más cercanos antecesores.

Se supone entonces, que los modernos intervalos de entreno, en los que las pruebas se realizan a grandes velocidades durante largos

períodos de tiempo, deben haber alterado ligeramente el fenotipo de los modernos «fondistas».

Los resultados de esta investigación llevan a la conclusión de que los «fondistas», considerados en grupo, tienen mayor amplitud de onda T, como señalan los electrocardiogramas, que los «sprinters» (ver Tabla 4). Este resultado está acreditado por otros estudios similares en los cuales los factores de resistencia se consideraron importantes.

Es evidente, como se deduce de estos estudios y de otros en la literatura, que los atletas de tipo resistente, a los cuales pertenecen los «fondistas», tienen en ritmo del latido cardíaco más lento que los «sprinters» (ver Tabla 4). En este estudio, el promedio de los «sprinters» fue de 56 latidos por minuto, mientras que el promedio de los «fondistas» fue de 52.

Las medidas de la onda del pulso braquial de cada grupo fueron comparadas, para determinar si había diferencias importantes (ver Tabla 5). Los «fondistas» registraron una mayor amplitud de la onda de pulso en relación con la superficie corporal, determinada dividiendo el área comprendida por la curva del pulso, por el área de la superficie del cuerpo.

TABLA 4. — Diferencias entre las medias del ECG.

<i>Test</i>	M_1	M_2	DM	SD_1	SD_2	<i>t</i>
Amplitud onda P	1.15	1.14	0.01	0.4	0.3	0.07
Amplitud onda R	26.20	29.30	3.1	7.1	8.1	1.39
Amplitud onda S	-9.80	-9.20	0.6	5.9	4.7	0.38
Amplitud onda T	8.20	10.30	2.1	2.9	3.3	2.30
Intervalo de tiempo PR	0.17	0.18	0.01	0.02	0.03	0.90
Intervalo de tiempo QRS	0.05	0.047	0.003	0.010	0.009	1.74
Razón descanso/movimiento	2.05	2.05	—	0.40	0.44	0.01
Velocidad corazón	56.70	52.70	4.0	8.0	6.5	1.87

Todas las amplitudes medidas en milímetros.
Intervalos de tiempo medidos en segundos.
Velocidad corazón medida en latidos/segundo.
Significativo del 0,10 nivel de confianza.

Esta medida se describió reflejando el volumen sistólico del corazón en relación con la medida del cuerpo. Una diferencia similar se encontró cuando se compararon las amplitudes del movimiento diastólico del pulso.

Los resultados arriba señalados fueron similares a los obtenidos por Cureton en el estudio de los componentes del Equipo de Natación

de los Estados Unidos en los Juegos Olímpicos de 1948.

La literatura no da testimonio del mayor nivel de presión sistólica, en los atletas de tipo resistente, si se comparan con los «sprinters». Basándonos únicamente en este estudio, puede deducirse que los «sprinters» tienen una presión sistólica más alta que los «fondistas».

TABLA 5. — Diferencias entre las medias cardiométricas y la presión de la sangre.

<i>Test</i>	M_1	M_2	DM	SD_1	SD_2	t
Área cardiográfica	0,427	0,508	0,81	0,157	0,161	1,76 *
Área de la superficie del cuerpo.	0,219	0,262	0,43	0,08	0,08	1,80 *
Amplitud onda del pulso sistólico.	12,6	14,1	1,5	3,6	3,3	1,47
Amplitud d onda del pulso dias- tólico	5,5	6,4	0,9	1,8	1,7	1,80 *
Onda diastólica	1,89	2,02	0,13	1,87	1,63	0,20
Ángulo de oblicuidad	11,8	10,3	1,50	4,36	2,9	1,40
Presión sistólica	127,8	123,4	4,4	6,5	5,6	2,49 *
Presión diastólica	80,4	79,0	1,4	5,7	5,1	0,89
Presión del pulso	47,4	44,4	3,0	7,9	6,2	1,43

El área cardiográfica está medida en centímetros cuadrados.

Todas las amplitudes están determinadas en milímetros.

El ángulo de oblicuidad está medido en grados.

La presión de la sangre medida en milímetros de mercurio.

* Significativo del 0,10 nivel de confianza.

BIBLIOGRAFÍA

(1) BEHNKE, A. R.; FEEN, B. G. y WELHAM, W. C. — «The Specific Gravity of Healthy Men». — «The Journal of the American Medical Association», 118, 495-498, febrero, 1942.

(2) CARLIE, F. C. — «Lecturer in Human Physiology», University of Sydney, N. S. W., Australia, and Australian Olympic Swimming Coach (Personal Communication on Index of Body Build statistics with reference to Australian Swimmer), 1952.

(3) CLARKE, H. H. y CLARKE, D. H. — «Development and Adapted Physical Education». — «Englewood Cliffs: N. J. Prentice Hall, Inc.», pp. 78-96, 1963.

(4) COTTON, F. S., Professor of Physiology. — «The Medical School», University of Sydney, N.S.W., Australia (Personal communication with regard to Index of Build formula), 1952.

(5) CURETON, T. K. — «Physical Fitness Appraisal and Guidance». — St. Louis: C. V. Mosby and Company, pp. 262-266, 1947.

(6) CURETON, T. K. — «Physical Fitness of Champion Athletes». — Urbana: The University of Illinois Press, pp. 31, 58 229, 1951.

(7) DAVENPORT, C. B. — «The Crural Index». — «American Journal of Physical Anthropology», 17, 333-357, enero-marzo, 1933.

(8) GREEN, D. M. — «The Relationship between the Electrocardiogram and the Heartometer». — Urbana: Master's Thesis, Physical Education, University of Illinois, pp. 102, 1948.

(9) HENDERSON, Y.; HAGGARD, H. W. y DALLEY, F. S. — «The Efficiency of the Heart and the Significance of Rapid and Slow Rates». — «American Journal of Physiology», 82, pp. 513-514, Nov. 1927.

(10) MEREDITH, H. V. — «Anthropometric Technique». — «Iowa Child Welfare Research Station», University of Iowa, pp. 3-7, 1950.

(11) MICHAEL, E. D. — «Relationship between the Heartometer and the Acetylene Method of Measuring Circulatory Fitness». — Urbana: «Master's Thesis, Physical Education», University of Illinois, 1949.

(12) MONTAGU ASHLEY, M. F. — «A Handbook of Physical Anthropology», Springfield Illinois: C. C. Thomas, p. 11, 1960.

(13) WILLETTE, A. E. — «The Prediction of Treadmill Running from Heartometer Measurements». — Urbana: «Physical Education, Master's Thesis», University of Illinois, pp. 73, 1948.

