

Núm. Orden: 0104

Título: “Evaluación multidimensional de nadadores alevines: análisis discriminante aplicado a la selección de talentos”*

Autores: José Miguel Saavedra García¹, Ferran A. Rodríguez Guisado², Yolanda Escalante González¹ y Agustín Pacheco Vargas¹.

Procedencia: ¹ Facultad de Ciencias del Deporte (Universidad de Extremadura). ² Institut Nacional d’Educació Física de Catalunya (Universitat de Barcelona)

Correo: jsaavdra@unex.es

** Estudio subvencionado por la Real Federación Española de Natación y el Consejo Superior de Deportes.*

1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS.

El rendimiento en un deporte como la natación viene determinado por diferentes factores (Cazorla et al., 1984):

- Factores energéticos: sistema aeróbico; anaeróbico láctico y aláctico.
- Factores propulsivos: áreas propulsivas, proporción entre segmentos, fuerza y resistencia muscular, potencia muscular, cadencia óptima de movimiento.
- Factores de deslizamiento: peso, talla, formas corporales, tipo de piel,...
- Factores psicológicos: motivación, resistencia al estrés, voluntad,...

El objetivo del estudio es realizar un análisis multidimensional de un conjunto de pruebas de valoración funcional en nadadores jóvenes que abarcan tres de los cuatro grupos de factores de los que depende el rendimiento en natación, con objeto de obtener valores normativos de referencia para las distintas pruebas, así como desarrollar modelos multivariantes que permitan predecir su nivel de rendimiento.

2. MATERIAL.

Participaron en el estudio 133 nadadores, 66 de género masculino y 67 de género femenino, seleccionados por la Real Federación Española de Natación (Programa de Detección y Seguimiento de Talentos Deportivos, R.F.E.N.-C.S.D., 2001). La edad de ambos grupos (media \pm desviación típica) fue de $13,6 \pm 0,56$ años (hombres) y $11,5 \pm 0,56$ años (mujeres). Los sujetos realizaron la batería META-NAT (Saavedra, Escalante y Rodríguez, 2001), que incluye seis grupos de valoraciones:

a) Valoración de antecedentes sociales y deportivos.

Cuestionario específico:

- Cuestionario elaborado al efecto, mediante el que se valoran aspectos relacionados con los antecedentes deportivos, práctica deportiva actual, entrenamientos y competiciones.

b) Valoración somática.

Mediciones (Aragonés et al., 1993):

- Dimensiones (4): talla, talla sentado, envergadura y peso.
- Longitudes y anchuras (4): largo y ancho de pie y mano.

- Pliegues cutáneos (7): tricipital, subescapular, bicipital, supraíliaco, abdominal, muslo anterior, pierna medial.
- Diámetros (6): biacromial, biilíaco, bitrocantéreo, bicondíleo de fémur, biepicóndilo de húmero, biestiloideo.
- Perímetros (5): mesoesternal en inspiración, brazo contraído, glúteo, muslo, pierna.

Valoraciones:

- Composición corporal: sumatorio de 4 pliegues (Faulkner, 1968), sumatorio de 6 pliegues (Carter, 1982), peso graso (Carter, 1982), peso muscular (Matiegka, 1921), peso óseo (Rocha, 1975) y peso residual (Würch, 1974).
- Somatotipo (Heath y Carter, 1967): endomorfismo (I), mesomorfismo (II), ectomorfismo (III).
- Caracteres sexuales secundarios (Tanner, 1962): desarrollo genitales (hombres), desarrollo mamas (mujeres), desarrollo vello púbico (hombres y mujeres), edad de menarquia (mujeres).
- Edad cronológica.

Índices (Keys y Brož ek, citados por Pacheco, 1993; Real Federación Española de Natación, 1997):

- Índice de masa corporal, índice envergadura/talla, índice bitrocantéreo/ biacromial, índice biacromial/talla, índice bitrocantéreo/talla, índice tórax/talla, índice glúteo/talla.

c) Valoración de la condición física general.

Batería Eurofit (Council of Europe, 1988)

- Carrera de ida y vuelta, equilibrio del flamenco, golpeo de placas, flexión de tronco adelante, salto de longitud adelante, dinamometría manual, abdominales en 30 s, suspensión en barra, carrera de ida y vuelta 10 x 5 m.

Salto vertical con rodillas en 90⁰ grados sin contramovimiento (Bosco, 1987).

d) Valoración de la condición física específica.

Pruebas de flexibilidad (Arellano, 1992):

- Flexión de hombros, extensión de hombros, flexión plantar de tobillos, flexión dorsal de tobillos.

Velocidad (Navarro, 1991):

- 10 m lanzados.

Pruebas de resistencia:

- Velocidad crítica (Wakayoshi et al., 1992; Rodríguez, Moreno y Saavedra, 2002, en prensa), test de 30 minutos (Olbrecht et al., 1985), test de resistencia específica (Navarro, 1991), 6 x 50 estilo propio c/1'30" (adaptado de Cazorla, 1993).

Pruebas de deslizamiento (Cazorla, 1993):

- Deslizamiento ventral, deslizamiento tras viraje, deslizamiento tras salida.

Pruebas de flotabilidad (Cazorla, 1993):

- Flotación vertical, flotación horizontal.

e) Valoración de la técnica (Arellano, 1994).

- Análisis cualitativo de la técnica.
- Análisis cuantitativo de la técnica.

f) Valoración de multidimensional.

En base a los resultados obtenidos en todas las pruebas y valoraciones realizadas, se procedió, como estudio de investigación objeto de la tesis doctoral del primer autor de este estudio, a realizar un análisis estadístico multivariante (análisis discriminante y regresión múltiple), valorando la capacidad predictiva del rendimiento de los modelos desarrollados. La variable rendimiento se calculó como la media de las tres mejores puntuaciones en la tabla L.E.N. (L.E.N., 1997) de las tres mejores pruebas durante la temporada 2000/01 (Saavedra et al. 2002, en prensa).

El material necesario para llevar a cabo estas valoraciones, por orden alfabético, es el siguiente: adipómetro (compás de pliegues cutáneos), alargadera de 25 metros, antropómetro o calibre para diámetros grandes, banqueta regulable en altura, barra de equilibrio del flamenco, barra horizontal, báscula, bolígrafos, Cajón de flexibilidad, cámara fotográfica digital, carcasa hermética, cilindro, cinta adhesiva, cinta de audio de la carrera de ida y vuelta, cinta métrica inextensible, cinta métrica de 25 metros de longitud, cintas V-8, cintas de vídeo, colchonetas finas, conos señalizadores, cronómetros, dinamómetro manual, discos de pesas, magnetoscopio VHS, mesa graduable en altura, monitor de televisión 21 pulgadas, papel milimetrado, paquímetro o calibre pequeño, picas, plataforma de contacto o plataforma de Bosco, radiocassete con lector de CD, rotuladores indelebles, silbato, tallímetro, y videocámara.

3. MÉTODO.

Las pruebas y valoraciones fueron realizadas en los denominados Campus de Entrenamiento de la Real Federación Española de Natación y del Consejo Superior de Deportes, durante el mes de julio del pasado año en las instalaciones de la Residencia Cerrado de Calderón (Málaga).

La muestra fue categorizada por género y cuatro niveles de rendimiento, valorado mediante la puntuación media de las tres mejores pruebas nadadas durante la temporada 2000/01 según la tabla L.E.N. (L.E.N.,1996).

Los resultados fueron sometidos a un análisis correlacional (r de Pearson) entre las variable rendimiento y el resto de las variables. Posteriormente, las variables en las que se observó una correlación significativa con el rendimiento ($p \leq 0,01$) fueron seleccionadas como candidatas a entrar en el análisis discriminante.

Los valores de las pruebas que se ejecutaron en estilo propio (10 m lanzados, 6 x 50 estilo propio c/1.30, deslizamiento tras viraje, deslizamiento tras salida, análisis cuantitativo de la técnica y análisis cualitativo de la técnica), fueron transformados mediante el cálculo del valor Z (tipificación) para poder ser analizados.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

En la tabla 1 se muestran los estadísticos básicos de las variables que correlacionaron significativamente con el rendimiento (r ; $p \leq 0,01$).

En la tabla 2 y 3 se muestra el resumen del análisis discriminante: el número y porcentaje de nadadores clasificados correctamente en cada grupo (muy buenos, buenos, discretos y muy discretos) tanto para hombres como mujeres.

Las variables que clasificaron correctamente a los sujetos de género masculino fueron las siguientes: edad cronológica, test de 30 min, 6x50 estilo propio, flexión de hombro, envergadura y talla (correlación canónica: 0,89).

Las variables que clasificaron correctamente a los sujetos de género femenino fueron las siguientes: test de 30 min, flotación horizontal, velocidad media en el análisis cuantitativo y edad cronológica (correlación canónica: 0,84).

En los sujetos de género masculino también correlacionaron significativamente con el rendimiento ($p \leq 0,01$) algunas de las variables tipificadas (10 m lanzados, 6 x 50 estilo propio c/1.30, deslizamiento tras viraje y deslizamiento tras salida), así como en todas las del análisis cuantitativo

En los sujetos de género femenino, se observaron correlaciones significativas con el rendimiento ($p \leq 0,01$) también en algunas de las variables tipificadas (10 m lanzados, 6 x 50 estilo propio c/1.30 y deslizamiento tras salida), así como en todas las del análisis cuantitativo, a excepción de la frecuencia de ciclo.

En la categoría masculina el modelo predictivo multivariante desarrollado permitió clasificar correctamente al 72,7% de los nadadores (94,1% en el grupo de mayor nivel de rendimiento, categorizados como “muy buenos”) y en la categoría femenina se clasificó correctamente al 68,3% de los sujetos (71,4% en el grupo de mayor nivel de rendimiento).

5. CONCLUSIONES.

Los resultados de este estudio demuestran que las variables analizadas correspondientes a la valoración somática y la valoración de la condición física específica, son las que, en mayor número, correlacionan con el rendimiento. Dicha observación sugiere que la estructura somática y la condición física específica son las características que mejor permiten discriminar a los nadadores alevines de mayor capacidad de rendimiento.

Del mismo modo, los mencionados resultados sugieren que en la categoría alevín, el rendimiento en natación puede predecirse mediante la batería de pruebas utilizada, siendo las variables de mayor capacidad predictiva la edad cronológica, los índices de resistencia y algunos parámetros somáticos e hidrodinámicos.

Tabla 1. Variables correlacionadas con el nivel de rendimiento en nadadores alevines de ambos sexos ($p \leq 0,01$). Se indican la media \pm desviación típica y el índice de correlación (r).

	Hombres (n=66)		Mujeres (n=67)	
	Media \pm DT	r	Media \pm DT	r
Horas semanales entrenamiento ^a (h)	9,80 \pm 2,89	,409	-	-
Metros por sesión ^a (m)	4410 \pm 1136	,465	-	-
Edad cronológica ^b (años)	13,60 \pm 0,56	,767	11,51 \pm 0,55	,741
Talla ^b (cm)	171,12 \pm 7,50	,634	154,75 \pm 7,47	,504
Talla sentado ^b (cm)	80,46 \pm 4,14	,579	77,24 \pm 4,10	,398
Envergadura ^b (cm)	177,48 \pm 8,77	,587	158,86 \pm 8,72	,459
Peso ^b (kg)	57,95 \pm 8,18	,500	43,96 \pm 7,17	,414
Largo de la mano ^b (cm)	-	-	15,46 \pm 0,99	,401
Largo del pie ^b (cm)	24,89 \pm 1,42	,441	22,20 \pm 1,62	,326
Ancho del pie ^b (cm)	8,40 \pm 0,61	,375	-	-
Diámetro biacromial ^b (cm)	37,77 \pm 1,93	,350	-	-
Diámetro Bitrocantéreo ^b (cm)	29,36 \pm 2,12	,392	-	-
Perímetro mesoesternal ^b (cm)	90,19 \pm 5,05	,380	82,78 \pm 6,34	,527
Perímetro glúteo ^b (cm)	-	-	80,34 \pm 7,23	,430
Índice biacromial / talla ^b	-	-	22,09 \pm 0,99	-,448
Maduración sexual: genitales ^b (estadío)	3,47 \pm 1,57	,382	-	-
Maduración sexual:vello púbico ^b (estadío)	-	-	2,99 \pm 1,19	,332
Edad de menarquia ^b (años) (n=19)	-	-	10,92 \pm 0,68	,578
Carrera de ida y vuelta ^c (estadío)	9,83 \pm 1,36	,369	7,51 \pm 1,45	,571
Golpeo de placas ^c (s)	11,71 \pm 1,46	-,385	13,40 \pm 1,48	-,365
Salto de longitud adelante ^c (cm)	-	-	147,69 \pm 14,62	,360
Dinamometría manual ^c (kg)	28,65 \pm 6,84	,508	15,92 \pm 4,21	,540
Abdominales en 30 s ^c (repeticiones)	26,09 \pm 3,67	,343	-	-
Suspensión en barra ^c (s)	43,65 \pm 16,52	,351	-	-
Carrera de ida y vuelta ^c 10 x 5 (s)	20,44 \pm 1,07	-,550	22,78 \pm 1,19	-,362
Velocidad crítica ^d (m/s)	1,32 \pm 0,07	,556	1,18 \pm 0,07	,618
Test de 30 m ^d (m/s)	1,24 \pm 0,11	,700	1,11 \pm 0,07	,840
Test de resistencia específica ^d (%)	13,55 \pm 4,32	-,621	12,20 \pm 5,55	-,669
Deslizamiento ventral ^d (m)	7,29 \pm 1,16	,528	7,36 \pm 1,19	,425
Flotación vertical ^d (índice)	-	-	2,58 \pm 1,06	-,357

^a Valoración de los antecedentes sociales y deportivos.

^b Valoración somática.

^c Valoración de la condición física general.

^d Valoración de la condición física específica.

Tabla 2. Resultados de clasificación del análisis discriminante por grupos (hombres).

	Grupos	Grupo de pertenencia pronosticado				Total
		Muy buenos	buenos	discretos	Muy discretos	
Recuento	Muy buenos	16	1	0	0	17
	Buenos	5	10	0	1	16
	Discretos	0	2	11	4	17
	Muy discretos	0	1	4	11	16
%	Muy buenos	94,1	5,9	0	0	100
	Buenos	31,3	62,5	0	6,3	100
	Discretos	0	11,8	64,7	23,5	100
	Muy discretos	0	6,3	25,0	68,8	100
Clasificados correctamente el 72,7% de los casos agrupados originalmente						

Tabla 3. Resultados de clasificación del análisis discriminante por grupos (mujeres).

	Grupos	Grupo de pertenencia pronosticado				Total
		Muy buenos	buenos	discretos	Muy discretos	
Recuento	Muy buenos	10	4	0	0	14
	Buenos	4	8	1	3	16
	Discretos	0	5	10	1	16
	Muy discretos	0	0	2	15	17
%	Muy buenos	71,4	28,6	0	0	100
	Buenos	25,0	50,0	6,3	18,8	100
	Discretos	0	31,3	62,5	6,3	100
	Muy discretos	0	0	11,8	88,2	100
Clasificados correctamente el 68,3% de los casos agrupados originalmente						

6. BIBLIOGRAFÍA.

- Aragónés, M., Casajús, J., Rodríguez, F. y Cabañas, M. (1993). Protocolo de medidas antropométricas. En: FEMEDE, *Manual de Cineantropometría*. Pamplona: FEMEDE.
- Arellano, R. (1992). *Evaluación de la fuerza propulsiva en natación y su relación con el entrenamiento de la técnica*. Tesis Doctoral. Universidad de Granada.
- Arellano, R. (1994). *Defectos más comunes en los cuatro estilos y ejercicios de aplicación para su corrección*. En el XIV Congreso de la Asociación Española de Técnicos en Natación. Zaragoza: Asociación Española de Técnicos de Natación
- Bosco, C. (1987). Valoración funcional de la fuerza dinámica, de la fuerza explosiva y de la potencia anaeróbica láctica por el test de Bosco. *Apunts: Medicina de l'Esport*, Vol. XXIV (6), 151-156.
- Carter, J. (1982). Body composition of Montreal Olympic athletes. En Carter, J. (Ed). *Physical structure of Olympic Athletes (part I)*. (pp.107-116). Montreal Olympic Games Anthropological Project. San Diego: Karger.
- Cazorla, G. (1993). *Tests spécifiques d'évaluation du nageur*. Cestas: A.R.E.A.P.S., Fédération Française de Natation.
- Cazorla, G., Montpetit, R., Prokop, P. y Cervetti, J. (1984). De l'évaluation des nageurs de haut niveau... a la détection des jeunes talents. *Travaux et Recherches*, (7), 185-208.
- Council of Europe. (1988). Committee for the Development of Sport: European test of physical fitness. *Handbook for the Eurofit Test of Physical Fitness*. Roma: CONI.
- Faulkner, J. (1968). Physiology of swimming and diving. En: Falls, H. (Eds.). *Exercise physiology*. Baltimore: Academic Press.
- Heath, B. y Carter, J. (1967). A modified somatotype method. *American Journal of Physical Anthropology*. (27), 57-74

- Matiegka, J. (1921). The testing of physical efficiency. *American Journal Physical Anthropometry*. (4), 223-230.
- Navarro, F. (1991). *Control y evaluación del entrenamiento de natación*. En las I Jornadas UNISPORT sobre natación. Málaga: UNISPORT.
- Olbrecht, J., Madsen, O., Mader, A., Liesen, H. y Hollmann, W. (1985). Relationship between swimming velocity and lactic concentration during continuous and intermittent training exercises. *International Journal of Sports Medicine*. (6), 74-77.
- Pacheco, J. (1993). La proporcionalidad corporal. FEMEDE. *Manual de cineantropometría*. pp, 95-112. Pamplona: FEMEDE.
- Real Federación Española de Natación (1997). Programa de detección y seguimiento de talentos deportivos. *Anexo de protocolos y baremación*. Informe no publicado. Madrid: Real Federación Española de Natación y Consejo Superior de Deportes.
- Rocha, M. (1975). Peso óseo do brasileiro de ambos sexos de 17 a 25 anhos. *Arquivos de Anatomía e Antropología*. (1), 445-451.
- Rodríguez, F.A., Moreno, D., Saavedra, J.M. (2002, en prensa). Is critical swimming velocity a valid indicator of aerobic endurance in age-group and young swimmers? Proceedings IX World Symposium Biomechanics and Medicine in Swimming, St -Etienne, June 2002.
- Tanner, J.M. (1962). *Growth and adolescence* (2ª edición). Oxford: Blackwell.
- Saavedra, J.M., Escalante, Y., Rodríguez F.A. (2001). Manual de aplicación de la Bateria META-NAT. Documento no publicado, Universidad de Extremadura, Institut Nacional d'Educació Física de Catalunya.
- Saavedra, J.M., Escalante, Y., Rodríguez F.A. (2002, en prensa). Multidimensional evaluation of peripubertal swimmers: multiple regresión análisis applied to talent selection. Proceedings IX World Symposium Biomechanics and Medicine in Swimming, St -Etienne, June 2002.
- Wakayoshi, K., Ikuta, K., Yoshida, T., Udo, M., Moritani, T., Mutoh, Y. y Miyashita, M. (1992). Determination and validity of critical velocity as an index of swimming performance in the competitive swimmer. *European Journal of Applied Physiology*. (64), 153-157.
- Würch, A. (1974). La femme et le sport. *Médecine Sportive Française*. Vol IV. (1).